


NGU Rapport 95.088

Oppfølgende grunnvannsundersøkelser  
i Selbu kommune

Rapport nr. 95.088		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Selbu kommune.				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Erik Mauring		Oppdragsgiver: Selbu kommune, Sør-Tr.lag fylke og NGU.		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Selbu		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621-I Stjørdal, 1621-II Selbu og 1721-III Tydal		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 84	Pris: Kr 105,-	
Feltarbeid utført: juni 1994 - nov. 1994.		Rapportdato: 11.08.95	Prosjektnr.: 63.2632.00	Ansvarlig: 
Sammendrag: Som en videreføring av GiN-prosjektet i Selbu kommune er det foretatt oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Innbygda (Tømmerdalen og Garbergselva), i Øverbygda og i Flora. I Tømmerdalen er det <u>ikke</u> påvist større grunnvannsressurser, mens det ved Garbergselva er påvist muligheter for grunnvannsuttak fra en 5-10 m tykk elveavsetning av sand og grus.  I Øverbygda er det påvist muligheter for grunnvannsuttak fra breelv- og elveavsetninger, både ved Rotlas og Kalvåas utløp i Nea.  I Flora ble det påvist gode muligheter for grunnvannsuttak flere steder på en stor breelvvavsetning. På bakgrunn av grunnvannskvalitet, forventede brukskonflikter og beliggenhet i forhold til eksisterende ledningstrase ble det satt i gang langtids prøvepumping fra en Ø50 mm produksjonsbrønn ved Melan. Kapasiteten har vært stabil (6.0 l/s) og grunnvannets mikrobiologiske og fysikalsk-kjemiske kvalitet har vært god i hele pumpeperioden.				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannsforsyning		Geofysikk
Sonderboring		Prøvepumping		Grunnvannskvalitet
Grunnvannsbrønn		Ressurskartlegging		Fagrapport

## FORORD

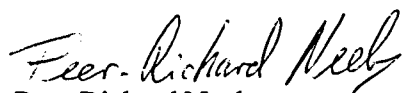
Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod 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 grunnvanns-mulighetene vurdert både ut fra feltregistreringer og eksisterende data.

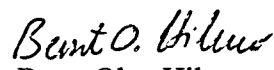
På bakgrunn av den generelt dårlige kvaliteten på vannforsyningen i fylket, behovet for oppfølgende grunnvannsundersøkelser ut fra GiN-rapportene og positive signaler fra fylkesmyndighetene om finansiering, besluttet NGU å foreta en videreføring av GiN-prosjektet i Sør-Trøndelag. Hovedformålet er en 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. 3.5 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.

  
Peer-Richard Neeb  
Programleder

  
Bernt Olav Hilmo  
Forsker

# INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON .....	5
1 INNLEDNING.....	6
2 METODEBESKRIVELSE .....	7
3 INNBYGDA .....	7
3.1 Garbergelva.....	7
3.2 Tømmerdalen.....	8
4 ØVERBYGDA .....	9
5 FLORA .....	10
5.1 Innledende undersøkelser .....	10
5.2 Prøvepumping Flora .....	12
5.2.1 Hydrauliske parametere og kapasitet .....	12
5.2.2 Grunnvannskvalitet .....	14
5.2.3 Forurensningstrusler og forslag på klausulering .....	15
REFERANSER.....	17
KARTBILAG .....	18
TEKSTBILAG.....	18
VEDLEGG.....	18

## KONKLUSJON

Mulighetene for grunnvannsuttak ble vurdert i Innbygda, Øverbygda og Flora.

På elveavsetningene langs Garbergelva, sørvest for Kjeldstadfossen i Innbygda viste innledende undersøkelser i form av georadarmålinger og sonderboringer mindre enn 10 m sand og grus over fjell. Det ble registrert muligheter for grunnvannsuttak på ei elveslette på SØ-siden av Garbergelva, men ellers var tykkelsen av sand og grus for liten til større uttak av grunnvann. Den kjemiske kvaliteten på grunnvannet er god, bortsett fra litt for høyt manganinnhold. Oppumpet grunnvann ble oppslemmet med leirpartikler, slik at et eventuelt permanent uttak krever brønner med kunstig oppbygd sandfilter.

En sand- og grusavsetning like nord for Tømra ble også undersøkt, men georadarmålinger og sonderboringer viser at løsmassetykkelsen er for liten til større uttak av grunnvann.

I Øverbygda ble breelv- og elveavsetninger ved Rotlas og Kalvåas utløp i Nea vurdert for grunnvannsuttak. Det ble påvist muligheter for grunnvannsuttak i alle de 4 borhullene, men kapasitetsvurderingene i 3 av hullene er usikker grunnet lavt grunnvannsspeil og/eller noe høyt finstoffinnhold i massene. Vannkvaliteten i to testbrønner ved Rotla er god.

Georadarmålinger og sonderboringer i Flora viste stedvis over 20 m med vannmettet sand og grus. Det ble påvist gode muligheter for grunnvannsuttak både NØ for grustaket ved Dullum og i området Nesmo-Melan. Ut fra en vurdering av grunnvannskvalitet, beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett og mulig konflikt med andre brukerinteresser, ble det satt i gang langtids prøvepumping av en Ø50 mm sandspiss mellom Nesmo og Melan. Kapasiteten har ligget på ca. 6 l/s under hele pumpeperioden og dette er mye mer enn dagens vannforbruk. Vannkvaliteten er meget bra idet alle analyserte fysiske, kjemiske og hygieniske parametere tilfredsstiller Sosial- og helsedepartementets nye krav til drikkevann. Et permanent grunnvannsuttak vil kreve begrensinger på bruk av naturgjødsel på dyrkamarka nærmere enn ca. 50 m fra brønnen.

# 1 INNLEDNING

Vannforsyningen i Selbu har hovedsakelig vært basert på urensede overflatevannskilder. I følge Folkehelsa (1992) har ingen av de kommunale vannverkene godkjent vannkvalitet. Hovedproblemene er for høyt fargetall og tidvis for høyt bakterietall. Siden Folkehelsas undersøkelse har kommunen utredet en grunnvannsforekomst i løsmasser ved Storøra like nedenfor Kulsetbrua. Denne erstatter Kalvsjøen som ny hovedvannkilde. Det nye anlegget ble satt i drift våren 1995. I tillegg er det planer om bygging av renselanlegg for råvannet fra Dragsjøen som er den andre vannkilden til Selbu komm. vannverk.

Som et alternativ til å rense vannet fra Dragsjøen, ønsket kommunen å få vurdert mulighetene for grunnvannsforsyning. Kommunen prioriterte derfor Innbygda for oppfølgende grunnvannsundersøkelser.

Flora forsynes i dag fra øvre Hilmotjern. På grunn av for høyt fargetall og problemer med trykkforholdene på ledningsnettets ønsket kommunen å få vurdert mulige grunnvannsforekomster til ny vannkilde til Flora.

Det tredje området som ble prioritert av kommunen var Øverbygda. Undersøkelsene i dette området ble gjort med tanke på å finne en grunnvannsforekomst som i framtiden kan supplere grunnvannskilden ved Storøra. Et grunnvannsuttak øverst i Øverbygda vil også gi økt sikkerhet i vannforsyningen og ha betydning ut fra beredskapshensyn.

Kartbilag 1 viser et oversiktskart over kommunen hvor de prioriterte stedene er avmerket. I GiN-rapporten for Selbu kommune (Grønlie, 1991) ble det ut fra bearbeidelse av eksisterende data konkludert med muligheter for grunnvannsforsyning fra løsmasser i alle de prioriterte områdene, inkludert Innbygda, Flora og Øverbygda.

De innledende feltundersøkelsene ble gjort i juni, september og november 1994, mens langtidsprøvepumping i Flora startet i oktober 1994 og ble avsluttet i juni 1995. NGU har til sammen brukt ca. 40 dager til feltarbeid.

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

Bjørn Iversen (løsmasseboringer)  
Eilif Danielsen (løsmasseboringer, igangsetting av prøvepumping)  
Jan Fr. Tønnesen (georadarmålinger)  
To litauiske gjesteforskere (innledende feltundersøkelser)

Avd. ing. Annar Bjørnbeth har vært kommunens kontaktperson. Kommunen har sørget for framlegging av strøm til prøvepumping, innhentet boretillatelse fra grunneiere og hatt ansvaret for overvåkning og prøvetaking under prøvepumpingsperioden.

De påløpte kostnadene på ca. 400 000 kr er i samsvar med kostnadsoverslaget. Kostnadene er dekket av Sør-Trøndelag fylke (50 %), Selbu kommune (15 %) og NGU (35 %).

## 2 METODEBESKRIVELSE

Planleggingen startet med en gjennomgang av rapporten fra GiN, fase I (Grønlie, 1991) og andre eksisterende geologiske rapporter og kart. 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 Flora.

Prøvepumpingen, prøvetakingen og laboratorieundersøkelsene er gjennomført slik som beskrevet i tekstbilag 1.

## 3 INNBYGDA

På bakgrunn av eksisterende ledningstrase og tidligere kvartærgeologisk kartlegging er de mest aktuelle områdene for grunnvannsuttak brelv/elveavsetninger på begge sider av Garbergelva nedenfor Kjeldstadfossen og brelv/elveavsetninger i nedre deler av Tømmerdalen (kartbilag 2 og 3).

### 3.1 Garbergelva

#### Georadarmålinger

Georadarprofil P1, P2, P3 og P4 ble målt, der P4 ble lagt øst for elva og de øvrige vest for elva (se kartbilag 2). Ved beregning av dybdeskala ble det valgt en lav hastighet (0,07 m/ns) på grunn av nærhet til elva og antatt høyt grunnvannsspeil.

Opptaket for profil P1 er vist i vedlegg 2.1. Mellom posisjon 70 og 0 sees en tydelig traufomet reflektor som er dypest ved posisjon 25 (ca. 11 m dyp). Denne representerer trolig overflaten av fjell. Reflektiviteten er svak over fjellreflektor, noe som kan indikere ensartet avsetningstype. For å undersøke om det her er grove avsetninger som kan være egnet for uttak av grunnvann ble det foreslått sonderboring der dyp til fjell er størst, nemlig i området 50-100 (8-11 m dyp). Mellom posisjon 119 og 70 ligger fjelloverflaten trolig for grunt til at området kan ha noen interesse for videre undersøkelser. Dyp til fjell er her trolig i området 3-5 m.

Vedlegg 2.2 viser opptaket for profil P2. Fjell sees som en markant reflektor gjennom hele opptaket. Fjell ligger grunnest mellom posisjon 130 og 90 (2-5 m dyp) og dypest mellom posisjon 60 og 40 (10-11 m dyp). Refleksjonene og refleksjonsmønsteret gir lite informasjon om massenes egnethet for grunnvannsuttak. Refleksjonene er imidlertid svake, og indikerer ensartet materialtype. Det anbefales en sonderboring mellom posisjon 60 og 40 for å undersøke om det her opptrer grove avsetninger der dyp til fjell er størst.

Opptaket for profil P3 som er vist i vedlegg 2.3, viser trolig fjell på 8-12 m dyp mellom posisjon 35 og 0. Det videre forløpet av fjellreflektoren kan være noe vanskelig å følge, men mellom posisjon 135 og 70 ligger trolig fjell nær overflaten. Mellom posisjon 35 og 0 er refleksjoner fra løsmassene svake og kan indikere ensartet materialtype som for P2, posisjon 60-40. Dette er rimelig å anta, siden profilene krysser hverandre (P2, 40 = P3, 5).

Vedlegg 2.4 og 2.5 viser de mest lovende områder med tanke på uttak av grunnvann langs profil P4. Vedlegg 2.4 viser trolig fjell som en uregelmessig reflektor mellom posisjon 735 og 770 (5-10 m dyp) og mellom posisjon 820 og 860 (6-10 m dyp). Mellom posisjon 770 og 820 kan ikke fjell sees på opptaket, muligens pga. for finkornige avsetninger over fjell i dette området. Mulig grunnvannsspeil sees som en undulerende reflektor på ca. 2 m dyp. For å undersøke om det er grove avsetninger over fjell, ble det foreslått sonderboring mellom posisjon 745 og 760. Vedlegg 2.5 viser mulig fjellreflektor på hele opptaket. Det er størst dyp til fjell mellom posisjon 920 og 990. Stedvis sees også et bølget, lagdelt refleksjonsmønster i avsetningene, som i følge Beres & Haeni (1991) kan representere lagdelt sand eller sand/silt. Det ble foreslått en sonderboring mellom posisjon 920 og 990 der dyp til fjell er antatt størst.

### Boringer

På grunnlag av feltbefaringen og georadarmålingene ble det satt ut åtte borpunkter på elveslettene nedenfor Kjeldstadfossen (kartbilag 2). Tre boringene på vestsiden av elva viste henholdsvis 8.0, 4.5 og 3.3 m med hovedsakelig finkornet sand over fjell (vedlegg 1.1-1.3), og dette området er derfor ikke egnet for større grunnvannsuttak. Seks sonderboringer på østsiden av elva, litt lenger sør i forhold til de tre første boringene, viste mellom 2 og 10 m til fjell (vedlegg 1.4-1.9). Det var størst løsmassetykkelse i de to nordligste borhullene. Massene består hovedsakelig av sand/finsand med tynne gruslag.

På grunn av relativt liten løsmassetykkelse og/eller for finkornige masser ble det bare utført testpumper i borhull 8. Kapasiteten på en Ø32 mm testbrønn var på 4-5 l/s i nivåene 3.5 m, 5.5 m og 7.5 m. Dette indikerer et mulig uttak på min. 10 l/s pr. brønn. På grunn av at massene inneholder tynne leir-/siltlag, ble ikke vannet klart ved testpumpingen. Disse lagene gjort at opppumpede masser får et meget høyt finstoffinnhold (vedlegg 3.1). Ved en eventuell nedsetting av fullskalabrønn bør det derfor bygges opp et kunstig sandfilter rundt brønnen. Det ble tatt vannprøver på alle de tre nivåene som ble testpumpet, og disse ble analysert på uorganiske kjemiske parametre på NGU's laboratorium. Analyseresultatene (vedlegg 4.1) viser at alle parametere unntatt mangan tilfredsstiller de nye kravene til drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995). Mangankonsentrasjonen er mellom 0.07 og 0.2 mg/l, mens kravet til drikkevann er maks. 0.05 mg/l.

På grunn av et relativt lite grunnvannsmagasin, forventede problemer med høyt slaminnhold i vannet, for høyt manganinnhold, flomutsatt brønnlokalisering og store kostnader forbundet med framlegging av strøm, ble det i samråd med kommunen ikke igangsatt langtids prøvepumping på denne lokaliteten.

## **3.2 Tømmerdalen**

### Georadarmålinger

Det ble målt to profiler i nedre deler av Tømmerdalen (P9 og P10). Plasseringen av disse er vist i kartbilag 3. Det ble valgt en forholdsvis lav EM-bølgehastighet ved beregning av dybdeskala (0,08 m/ns) på grunn av nærhet til elv og antatt høyt grunnvannsspeil.



Opptaket for profil P9 er vist i vedlegg 2.6. Mellom posisjon 0 og 25 sees en reflektor på 3-5 m dyp som trolig representerer fjell. Mellom posisjon 25 og enden av profilet ligger fjellreflektoren grunt, i området 2-3 m. Det er trolig for små mektigheter av vannmettede løsmasser langs dette profilet. Videre undersøkelser anbefales ikke.

Opptaket for profil P10 er vist i vedlegg 2.7 og viser trolig fjell som en uregelmessig reflektor på 3-10 m dyp. Dypet er trolig størst mellom posisjon 75 og 60. Refleksjonsmønsteret i løsmassene er kaotisk og det kan her være relativt grove avsetninger. Mektigheten av løsmassene er allikevel gjennomgående for liten til at videre undersøkelser anbefales.

### Boringer

Selv om georadarmålingene indikerte små muligheter for grunnvannsuttak, ble dette sjekket ved to sonderboringer som viste henholdsvis 5 og 2 m til fjell (vedlegg 1.10-1.11). Det kan derfor konkluderes med at det undersøkte området ikke er egnet for grunnvannsuttak.

## **4 ØVERBYGDA**

Ut fra eksisterende ledningsnett, feltbefaring og mulige konflikter med andre brukerinteresser (grusuttak, jordbruk, bebyggelse og veier) ble områdene ved utløpet av Rotla og Kalvåa i Nea valgt ut for grunnvannsundersøkelser i Øverbygda (kartbilag 4). Undersøkelsene omfattet fire sonderboringer med enkle testpumper (vedlegg 1.12-1.15).

Boring 1 som ble foretatt ca. 50 m nedenfor Rotlbrua viste min. 23.5 m sand og grusig sand. Fra 22 m var massene moreneaktige. På grunn av lavt grunnvannsnivå (5.4 m under bakkenivå) var det vanskelig å få opp store vannmengder med sugepumping av testbrønnen, men den ga 0.8 l/s ved 13.5 m dyp. Grunnvannsnivået, som er ca. 2 m under vannstanden i Rotla, må være styrt av vannstanden i Nea.

De uorganisk-kjemiske analysene av grunnvannsprøven fra 13.5 m dyp er av god kvalitet da alle målte parametere ligger innenfor kravene i de nye drikkevannsforskriftene (vedlegg 3.2). Nitratinnholdet ligger langt under største tillatte konsentrasjon, men de målte konsentrasjoner viser at grunnvannet er noe påvirket av gjødsling av dyrkamark.

I borhull 2 består massene av ca. 8 m sand m/gruslag (vedlegg 3.2) over mer finkornet sand og silt til min. 17.5 m. Det ble testpumpet på 5.5, 7.5, 9.5 og 13.5 m dyp og kapasiteten på testbrønnen var henholdsvis 2.0, 1.0, 0.25 og 0.1/s. Det er med andre ord godt egnede masser for grunnvannsuttak ned til 8-9 m dyp. På grunn av lav kapasitet og høyt sandinnhold ble grunnvannet ikke klart ved prøvepumping på 9.5 og 13.5 m dyp.

Grunnvannsprøvene fra 5.5 og 7.5 m dyp har god uorganisk kjemisk kvalitet idet alle de målte parametrene tilfredsstiller de nye drikkevannskravene (vedlegg 4.1). Også grunnvannet i dette borhullet er svakt påvirket av gjødsling av nærliggende dyrkamark, men nitratinnholdet er likevel langt under største tillatte konsentrasjon.

Borhull 3 og 4 som ligger ved Kalvåas utløp i Nea (kartbilag 4), viste henholdsvis min. 17.5 og 25.5 m med grusig sand. Massene er stedvis godt pakket. I borhull 3 ble det testpumpet på 5.5, 9.5, 11.5 og 15.5 m dyp og kapasiteten på testbrønnen varierte mellom 0.2 og 0.8 l/s. I borhull 4 ble det testpumpet på 9.5, 17.5 og 21.5 m dyp og kapasiteten varierte her mellom 0.3

og 0.8 l/s. Den relativt lave kapasiteten på begge disse testbrønnene skyldes at massene inneholder noe finstoff som trekkes mot brønnen og tetter denne ved testpumpingen. Vanngjennomgangen ved spyling av testbrønnene var god i flere nivå, noe som indikerer at ved et riktig dimensjonert filter og utvasking av finstoffet med trykkluft vil det være mulig å ta ut 5-10 l/s pr. brønn. På grunn av mye slam i grunnvannet under testpumpingen ble det ikke tatt prøver av grunnvannet.

## 5 FLORA

Løsmassene i dalbunnen i Flora er preget av breelvavsetninger med overliggende elveavsetninger.

### 5.1 Innledende undersøkelser

#### Georadarmålinger

Det ble utført georadarmålinger ved lokalitetene Dullum (P5 og P6) og Melan (P7 og P8). Plasseringen av profilene framgår av kartbilag 5 og 6. Profilene er målt nær elva Nea, og en lav EM-bølgehastighet ble valgt ved beregning av dybdeskala (0,08 m/ns).

For profil P5 sees grunnvannsspeil som en horisontal og markant reflektor på ca. 4 m dyp mellom posisjon 230 og 115 i vedlegg 2.8. Vedlegget viser kun en del av profilet (posisjon 230-80). Mulig fjell sees på ca. 11 m dyp ved posisjon 80, og skråner nedover til ca. 17 m dyp ved posisjon 100. Fra denne posisjon og vestover er det vanskeligere å si noe sikkert om plasseringen av fjellreflektoren. Refleksjonsmønsteret er hauget og indikerer grove avsetninger. Sonderboring foreslås i området mellom posisjon 230 og 110.

Opptaket for profil P6 er vist i vedlegg 2.9. Grunnvannsspeil sees som en flat, svakt skrånende reflektor fra posisjon 90 (ca. 5,5 m dyp) til posisjon 0 (ca. 4 m dyp). Et hauget refleksjonsmønster sees helt til ca. 20 m dyp (nedre grense for penetrasjonen) og indikerer grove avsetninger. Fjellreflektor kan ikke identifiseres med sikkerhet og ligger trolig dypere enn 20 m. Det kan være gode muligheter for uttak av grunnvann langs hele profilet, og sonderboring ble anbefalt.

Opptaket for profil P7 er vist i vedlegg 2.10. Fjellreflektoren kan antydes langs store deler av profilet. Ved posisjon 0 opptrer fjell på ca. 17-18 m dyp og øker deretter til 23-25 m ved posisjon 45. Fra denne posisjon avtar dypet til fjell til ca. 5 m. Refleksjonsmønsteret i avsetningene er hauget, noe som i følge Beres & Haeni (1991) vanligvis indikerer grove avsetninger (sand eller sand/grus). Det ble derfor foreslått en sonderboring i området mellom posisjon 15 og 60 der dyp til fjell trolig er størst (>20 m).

Opptaket for profil P8 er vist i vedlegg 2.11. Mulig fjellreflektor sees å ligge grunt ved starten av profilet (ca. 3 m) men skråner bratt mot dypet i profilretningen. Ved posisjon 60 er dyp til fjell ca. 23 m. Fra posisjon 60 ligger fjell trolig for dypt til å kunne sees på opptaket. Fra samme posisjon sees skrålagning helt ned til ca. 20 m dyp til enden av profilet. Her burde det være gode muligheter for uttak av grunnvann, og sonderboringer ble foreslått.

## Boringer

Ut fra georadarmålingene ble det i juni 1994 gjort 4 sonderboringer i Flora (kartbilag 5 og 6). Borhull 1 ved Melan viste 21.4 m med sand og grus over fjell, og kapasiteten på en undersøkelsesbrønn på 5.5, 7.5, 11.5 og 17.5 m dyp varierte mellom 1.0 og 2.2 l/s (vedlegg 1.16 og 3.3). En grunnvannsbrønn her vil dermed kunne dekke grendas vannbehov på ca. 1.5 l/s. Den uorganisk-kjemiske vannkvaliteten er imidlertid tvilsom, da grunnvannet har alt for høye konsentrasjoner av jern og mangan og for lav pH (vedlegg 4.2) i forhold til kravene til drikkevann. Denne lokaliteten er derfor lite aktuell for grunnvannsuttak.

Også to av de tre sonderboringene ved Dullum indikerte gode muligheter for grunnvannsuttak. Testpumper av en undersøkelsesbrønn i borhull 3 på 7.5, 11.5 og 17.5 m ga henholdsvis 1.3, 1.7 og 1.7 l/s (vedlegg 1.18 og 3.3). I borhull 4 ga testpumpingen ca. 1.7 l/s på 9.5 m dyp (vedlegg 1.19).

Grunnvannskvaliteten er her relativt bra, bortsett fra at enkelte prøver har litt for høye konsentrasjoner av jern og mangan og for lav pH i forhold til drikkevannsforskriftene (vedlegg 4.2).

Et eventuelt grunnvannsuttak her kan komme i konflikt med grusuttak og dyrkamark. Det ble derfor besluttet å gjøre flere innledende boringer for å finne et område med god grunnvannskvalitet og med minst mulig konflikt med andre brukerinteresser.

Borhull 5, 6, 7 og 8 ligger like øst for Øvermo, ved starten på lysløypa (kartbilag 7). Boringene viste mellom 2 og 12 m med stein, grus og sand over fjell (vedlegg 1.20-1.23). På grunn av høyt blokk/steininnhold var det vanskelig å sette ned testbrønn i borhull 6, mens kapasiteten på testbrønnene i borhull 7 og 8 varierte mellom 0.3 og 1.0 l/s. Massene ble tettere mot dypet. Ved nedsetting av testbrønn i borhull 8 ble det registrert to grunnvannsspeil, et som representerer grunnvannsnivået på terrasseflata (1-2.5 m dyp) og ett dypere (ca. 7.5 m) som koresponderer med grunnvannsstanden på de lavereliggende elveslettene mot vest. Det øverste vannspeilet skyldes et tett silt/finsandlag på ca. 8 m dyp.

Det ble tatt en grunnvannsprøve fra 5.5 m dyp i borhull 7. Grunnvannet har litt for lav pH-verdi i forhold til drikkevannsforskriftene, men ellers ligger alle målte parametere innenfor største tillatte konsentrasjoner (vedlegg 4.3). Det må likevel bemerkes at både jern og mangan ligger tett opptil største tillatte konsentrasjon på henholdsvis 0.2 og 0.05 mg/l. På grunn av noe begrenset kapasitet på testpumpingene og noe usikkerhet knyttet til kvaliteten, ble det ikke gjort videre undersøkelser på denne lokaliteten.

Borhull 9 ble boret like øst for Nekkåas utløp i Nea (kartbilag 8). Boringen viste 6 m myr over 6 m sand/finsand med høyt organisk innhold (vedlegg 1.24). Det ble derfor konkludert med små muligheter for grunnvannsuttak på denne lokaliteten.

Som et siste forsøk på å finne en bedre lokalitet for grunnvannsuttak i Flora ble det boret i en dødisgrop/gammelt elveleie mellom Melan og Nesmo (boring 10, kartbilag 5).

Sonderboringen viste 4 m myr over 10 m med grusig sand og fjell på 14 m dyp (vedlegg 1.25). Kapasiteten på testbrønnen var 3.3-4.0 l/s i 5 forskjellige nivå mellom 5.5. og 13.5 m. Feltanalyser av grunnvannet viste at innholdet av jern og mangan var høyt på 4.5-5.5 m dyp, men det avtok raskt under dette nivået.

Laboratorieundersøkelsene viste at grunnvannsprøvene fra 7.5 og 11.5 m dyp var av god uorganisk kjemisk kvalitet, da alle de målte parametrene er mindre enn største tillatte konsentrasjon i drikkevannsforskriftene (vedlegg 4.3). Nitratinnholdet var likevel relativt høyt og indikerer at grunnvannet påvirkes av gjødsling av nærliggende dyrkamark.

På grunnlag av testbrønnens gode kapasitet og vannkvalitet, beliggenheten i forhold til eksisterende ledningsnett, ble det satt ned en Ø50 mm brønn med filter fra 7.5-10.5 m. Ut fra en visuell bedømmelse av massene ble valgt å bruke 1.0 mm filteråpning.

Kommunen ville også få undersøkt mulighetene for å forsyne bosetningen på Nekkåbjørga med grunnvann. De er i dag knyttet til samme vannledning som resten av Flora, men ved en eventuell ny grunnvannskilde i Flora, er det lite aktuelt å pumpe vannet til Nekkåbjørga. Det ble derfor foretatt grunnvannsundersøkelser på en liten breelvavsetning like sør for Evsjøen. På grunn av vanskelig adkomst ble det bare foretatt to boringer i et lite massetak ca 350 m sør for Evsjøen (kartbilag 9). Borhull 11 viste 6.8 m grusig sand over fjell, mens borhull 12 som ble plassert ca. 50 m sør for borhull 11, viste bare 2.9 m grusig sand over fjell (vedlegg 1.26 og 1.27). Det ble satt ned en testbrønn i borhull 11 og den ga ca. 0.8 l/s i nivå 4.5-5.5 m. Grunnvannet var sterkt slamholdig (mye utfelt jern og det ble ikke klart under pumping). Det ble derfor ikke tatt grunnvannsprøver fra testbrønnen. Det anbefales ikke videre undersøkelser ved borhull 11 og 12, men det bør gjøres undersøkelser lengre sør på avsetningen før en endelig konklusjon kan gis med hensyn på grunnvannsuttak.

## 5.2 Prøvepumping Flora

### 5.2.1 Hydrauliske parametere og kapasitet

Prøvepumpingen av Ø50 mm brønnen ved borhull 10, mellom Nesmo og Melan ble satt igang 21.10.94. Det ble tatt ut 5.0 l/s. Pumpa stoppet etter 3 dager, slik at ny oppstart med en ny pumpe startet 01.11.94. Kapasiteten ble nå 6.5 l/s i starten, men den gikk ned til 6.0 l/s etter en ukes pumping og var siden konstant. Prøvepumpingen ble avsluttet i slutten av juni 1995. Under prøvepumpingen ble grunnvannsnivået målt i tre observasjonsbrønner, P1, P2 og P3 (kartbilag 10). Figur 1 viser grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene plottet mot pumpetiden. Grunnvannsnivået sank i alle observasjonsbrønnene til 3 uker etter pumpestart. Etter den tid (22.11.94) stabiliserte grunnvannsstanden seg, og de små variasjonene som er registrert siden skyldes mest naturlige svingninger grunnet ulik vannføring i elva og variasjoner i nedbørsmengder og snøsmelting (vedlegg 6).

Grunnvannsmagasinet størrelse er vanskelig å vurdere eksakt, men ut fra tidligere kartlegging (Nålsund og Wolden, 1987) er det en sammenhengende sand- og grusavsetning fra borhull 1 ved Melan til borhull 2 som ligger nordøst for massetaket ved Dullum. Regner en med en gjennomsnittlig tykkelse på 15 m og en effektiv porøsitet på 15 % kan magasinet inneholde ca. 1.5 milliarder liter grunnvann. Nydannelsen av grunnvann skjer ved infiltrasjon fra elva, fra mindre bekker i dalsidene og direkte fra nedbør.

Ut fra senkningsforløpet avsatt som en funksjon av tiden for P1, P2, P3 (fig. 1) kan de hydrauliske parameterne; transmissivitet  $T$ , hydraulisk ledningsevne  $k$ , og vannets netto hastighet  $v_n$  beregnes.

$$T = \frac{Q \ln 10}{4\pi \Delta s} = 5.2 * 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$$

Q er uttatt vannmengde i  $m^3/s = 6.0 \cdot 10^{-3} m^3/s$ .

$\Delta s = 0.21 m$  som er gjennomsnittlig senkningen for P1 i løpet av en ln-enhets tid (se fig. 1).

Dette er usikre beregninger. Ved å benytte perioden fra 1 til 10 min. blir  $\Delta s$  ca  $0.07 m$  og ved et uttak på  $5.0 l/s$  for denne perioden bli transmissiviteten  $T = 13 \cdot 10^{-3} m^2/s$ .

Den hydrauliske ledningsevnen kan beregnes ut fra følgende formel:

$$k = \frac{T}{m} = 4.5 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$$

der m er mektigheten av vannførende sone som i dette tilfellet er ca.  $11.5 m$ .

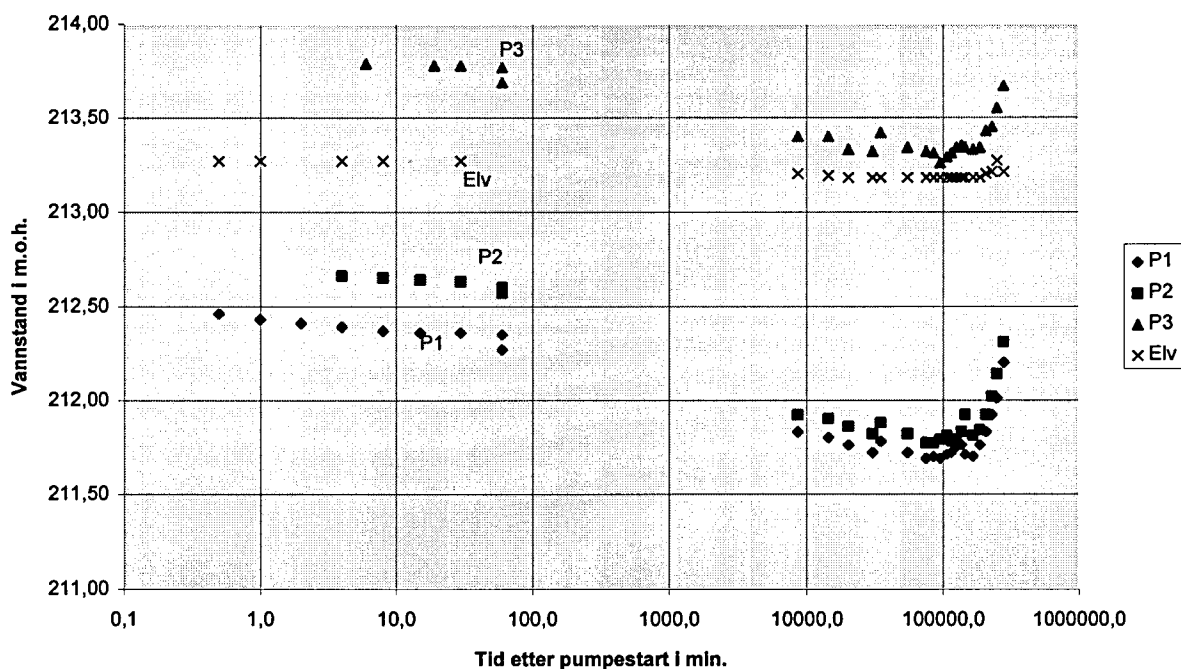


Fig. 1 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under prøvepumping, Flora

Vannets strømningshastighet kan beregnes etter følgende formel:

$$v_n = \frac{v}{n_e} = k \cdot \frac{i}{n_e} = 0.03 mm / s = 2.6 m / dag$$

- hvor  $v_n$  er netto hastighet
- $n_e$  er effektiv porøsitet, anslått til 15 %.
- $k$  er  $4.5 \cdot 10^{-4} m/s$
- $i$  er hydraulisk gradient =  $H/L = 0.01$  (anslått)

## 5.2.2 Grunnvannskvalitet

Grunnvannskvaliteten har vært god gjennom hele pumpeperioden (vedlegg 4.4). **Alle målte fysikalsk-kjemiske parametere tilfredsstiller de nye kravene til drikkevann.** Figur 2 og 3 viser konsentrasjonen av hovedelementene under prøvepumpingsperioden. Som vi ser er den kjemiske kvaliteten meget stabil. Unntaket er nitratkonsentrasjonen som har gått ned i løpet av prøvepumpingsperioden, men også i starten lå den godt innenfor største tillatte konsentrasjon på 44 mg NO<sub>3</sub>/l. Det målte nitratinholdet stammer hovedsakelig fra gjødsling av nærliggende dyrkamark. Selv om grunnvannet er svakt surt (pH-verdi 6.4 -7.2, anses det som ikke nødvendig med pH-heving, da alkaliteten er såpass høy at vannet er lite aggressivt.

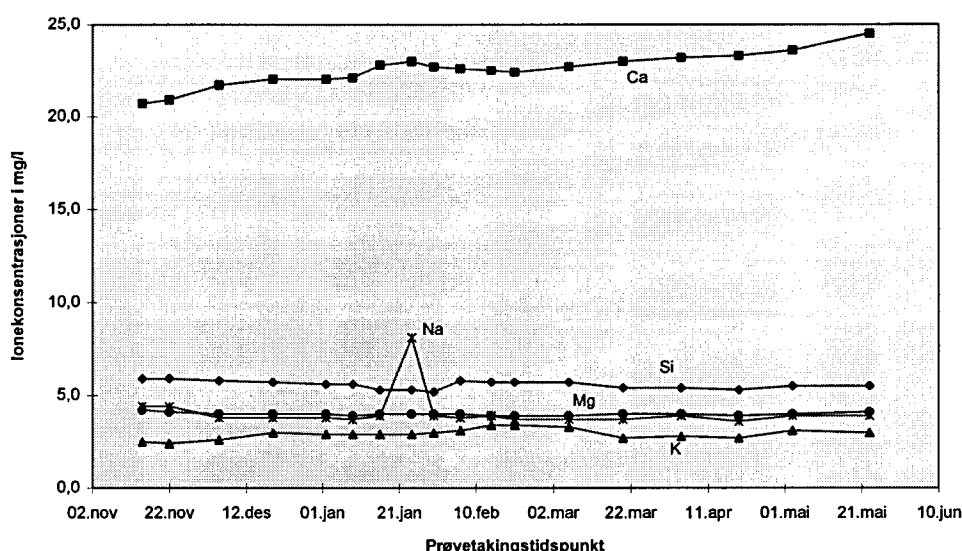


Fig. 2 Konsentrasjonen av silisium (Si), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) og kalium (K) under prøvepumping i Flora.

Den mikrobiologiske kvaliteten er god (vedlegg 5). Det er ikke registrert koliforme bakterier i løpet av prøvepumpingsperioden.

Eneste nødvendige vannbehandling blir da lufting.

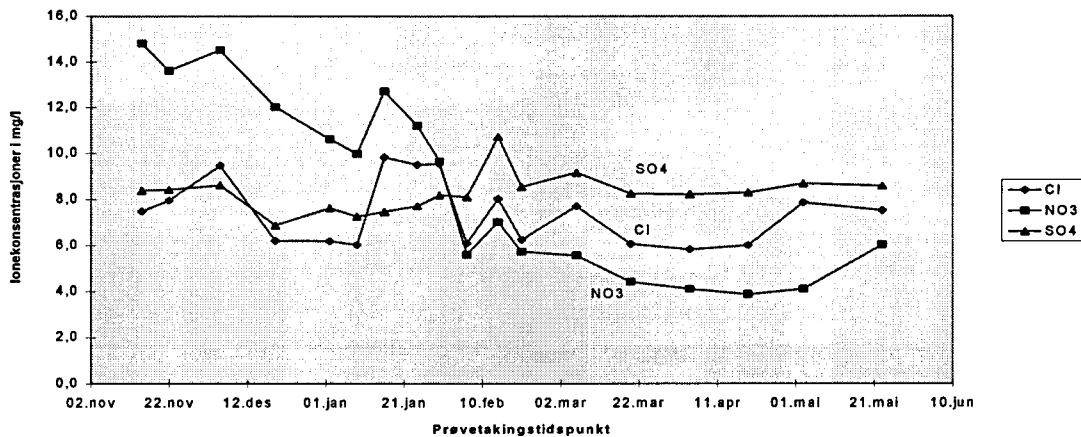


Fig. 3 Konsentrasjonen av sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) og klorid (Cl) under prøvepumping i Flora

### 5.2.3 Forurensningstrusler og forslag på klausulering

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.

Utbredelsen av 60 døgns grensen kan beregnes ut fra grunnvannets effektive hastighet som ved et uttak på 6.0 l/s ble beregnet til 2.6 m/døgn. Ved et uttak tilsvarende maks. dimensjonerende døgnforbruk på 1.5 l/s blir gradienten mye lavere og følgelig den effektive hastigheten mindre. Vi har derfor valgt å beregne grensen for 60-døgns oppholdstid ut fra «sylindermetoden». Vi beregner da størrelsen på magasinet som berøres av et uttak på 1.5 l/s i løpet av 60 døgn. Uttaket i løpet av 60-døgn blir 7776 kbm. Med en magasintykkelse på 11.5 m og en anslått effektiv porøsitet på 15%, tilsvarer dette en sylinder med radius på 38 m, dvs.

at vannet nærmere brønnen enn 38 m har kortere oppholdstid enn 60 døgn. På grunn av metodens usikkerhet med hensyn til homogene forhold og valgt effektiv porøsitet, anbefaler vi en 60-døgns grense på 50 m fra brønnen. I forhold til dagens arealbruk er eneste nødvendige endring et forbud mot bruk av sprøytemidler og naturgjødsel på dyrkamarka som ligger nærmere brønnen enn 50 m. Samtidig anbefales det en begrensning i bruken av kunstgjødsel. Som sone 2 foreslås hele elvesletta mellom Melan og Øvermo (kartbilag 10). Sone 3 går ikke fram av kartbilag 10, men den vil i prinsippet omfatte hele nedbørsfeltet.



## REFERANSER

- 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 Selbu kommune. NGU Rapport 91.127. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Nålsund, R. og Wolden, K. 1987: Tydal 1721 III. Sand- og grusressurskart 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Reite, A. J. 1983: Stjørdal, kvartærgeologisk kart 1621 I - M. 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.
- Statens institutt for folkehelse (Folkehelsa) 1987: Kvalitetsnormer for drikkevann, *Veiledningshefte G2, Oslo.*

## KARTBILAG

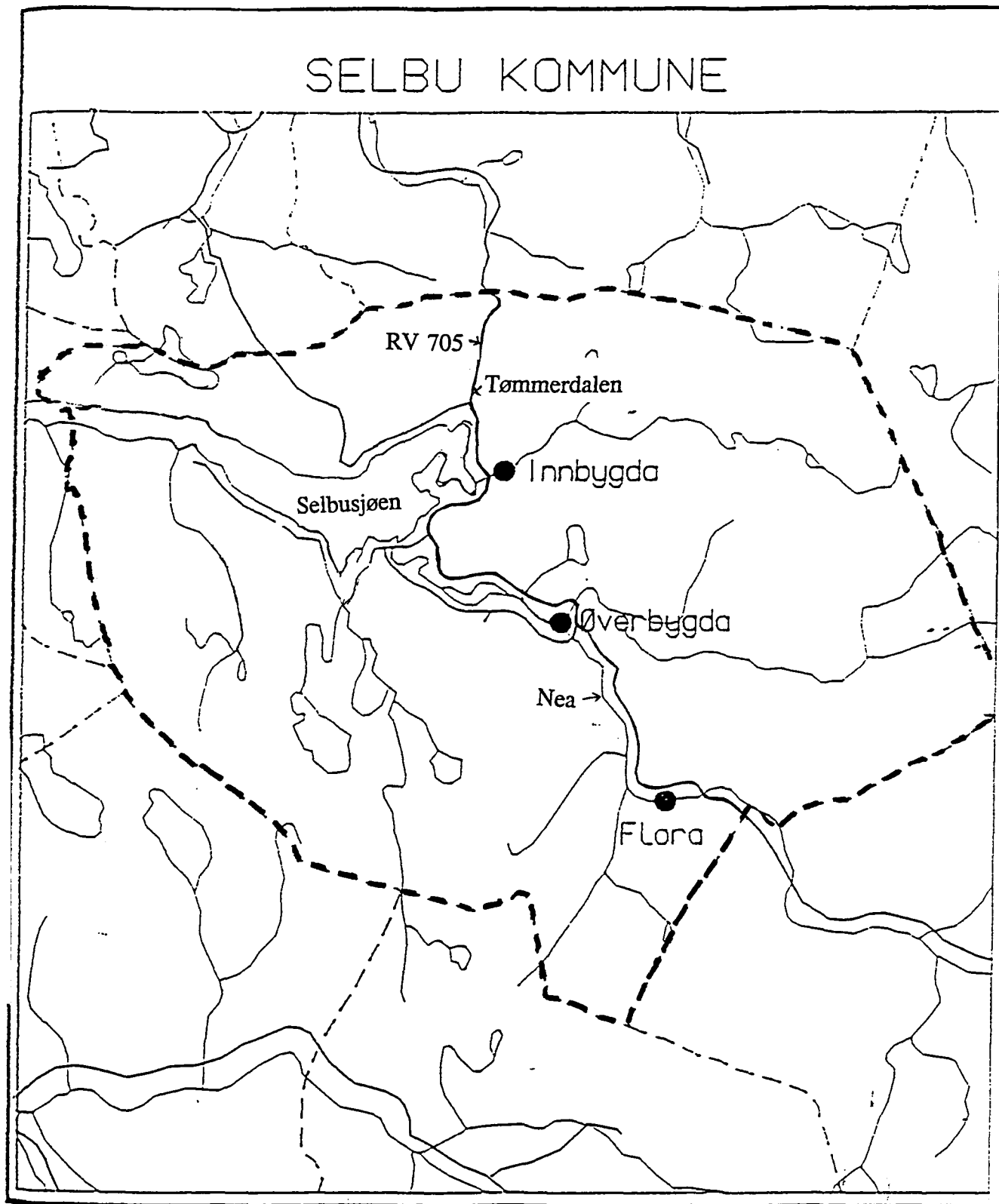
- 1 Oversiktskart Selbu kommune
- 2 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil, sonderboringer, undersøkelsesbrønner, Innbygda
- 3 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil, sonderboringer, undersøkelsesbrønner, Tømra
- 4 Detaljkart, M 1:5 000, sonderboringer og undersøkelsesbrønner, Øverbygda
- 5 Detaljkart M 1:5 000, georadarprofil, sonderboringer og undersøkelsesbrønner, Melan, Flora
- 6 Detaljkart M 1:5 000, georadarprofil, sonderboringer og undersøkelsesbrønner, Bakken, Flora
- 7 Detaljkart M 1:5 000, sonderboringer og undersøkelsesbrønner, Øvermo, Flora
- 8 Detaljkart M 1:5 000, sonderboring på Nekkåmyra, Flora
- 9 Detaljkart M 1:5 000, sonderboringer og undersøkelsesbrønner ved Evsjøen, Flora
- 10 Detaljkart, M 1: 5000, pumpebrønn, observasjonsbrønner og forslag på sondeinndeling rundt brønnstedet i Flora.

## TEKSTBILAG

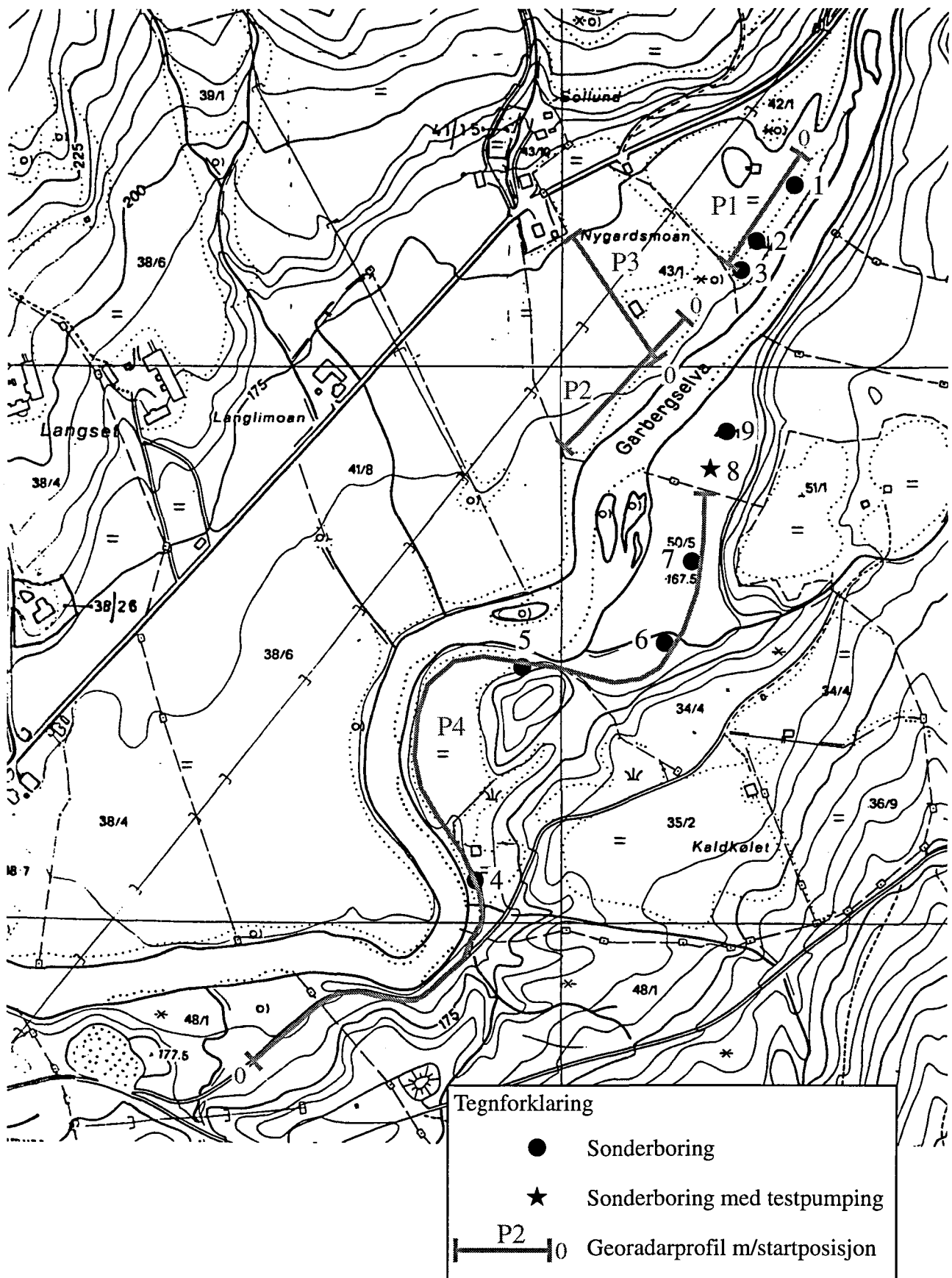
- 1 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder
- 2 Georadar - Metodebeskrivelse

## VEDLEGG

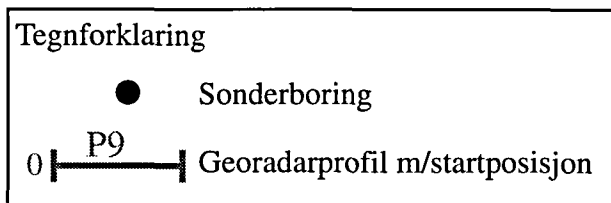
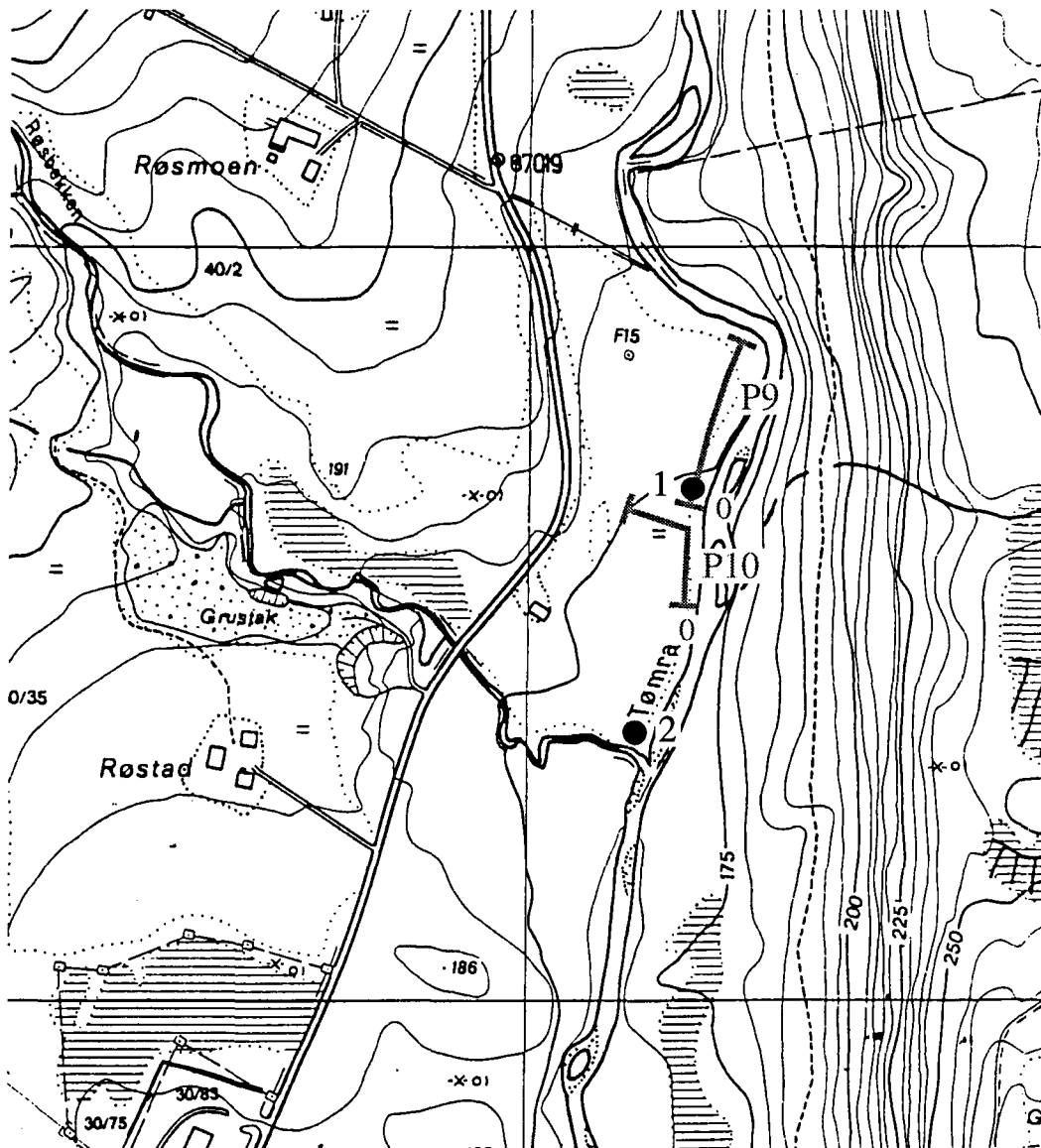
- 1.1-1.9 Undersøkelsesboringer Innbygda, borprofiler
- 1.10-1.11 Undersøkelsesboringer Tømra, borprofiler
- 1.12-1.15 Undersøkelsesboringer Øverbygda, borprofiler
- 1.16-1.27 Undersøkelsesboringer Flora, borprofiler
- 2.1-2.11 Georadaropptak
- 3.1-3.3 Kornfordelingskurver av masseprøver fra undersøkelsesbrønner
- 4.1 Kjemiske analyser fra undersøkelsesboringer, Innbygda.
- 4.2 Kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Øverbygda
- 4.3 Kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Flora.
- 4.4 Fysikalsk-kjemiske analyser av vannprøver fra langtids prøvepumping i Flora.
- 5 Bakteriologiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn i Flora.
- 6 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner og elvevannsstand under langtids prøvepumping i Flora.



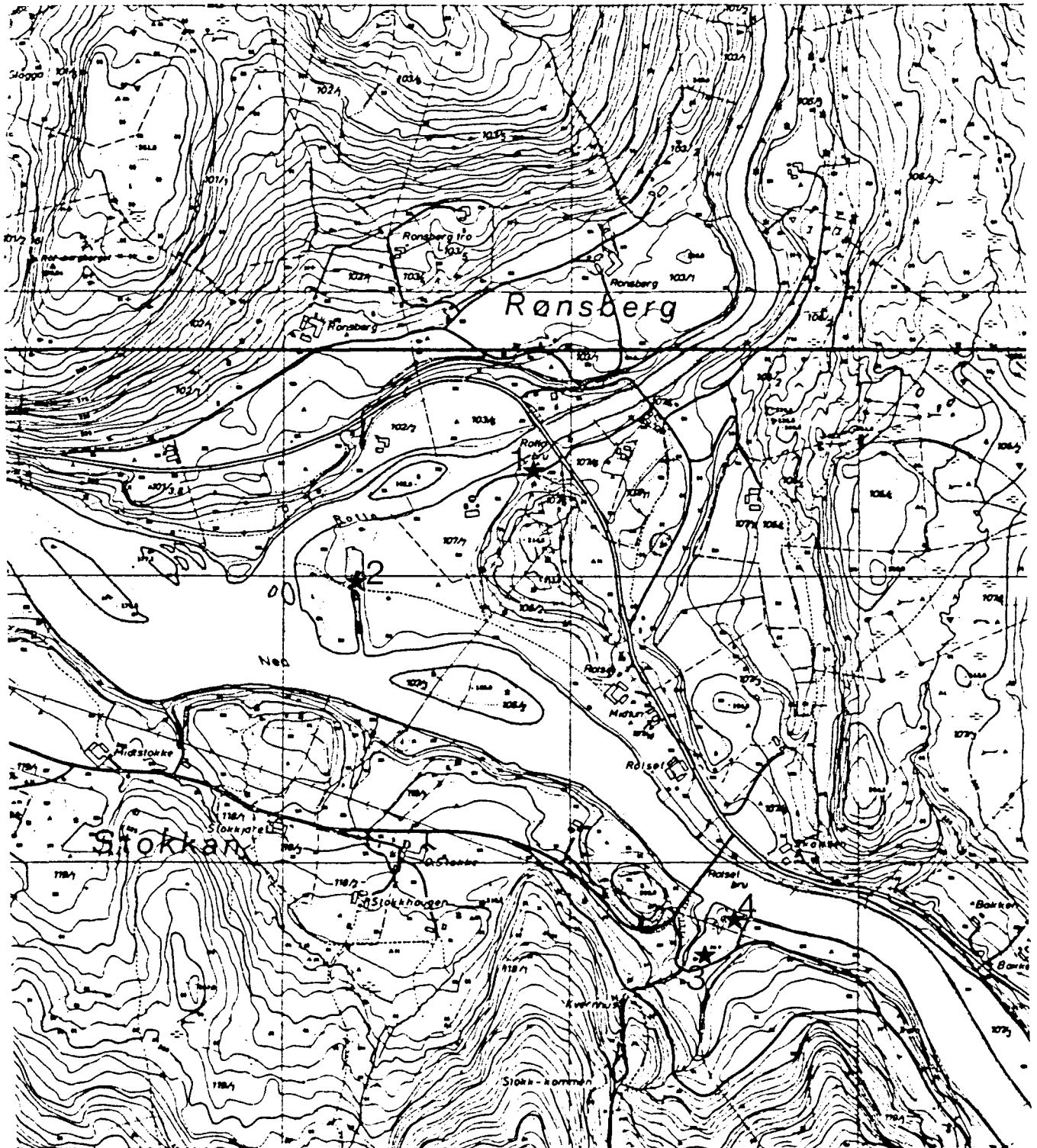
Kartbilag 1: Oversiktskart Selbu kommune, M 1: 300 000.



Kartbilag 2: Detaljkart i M 1:5000 som viser lokaliteter for borpunkt og georadarprofiler, Innbygda.



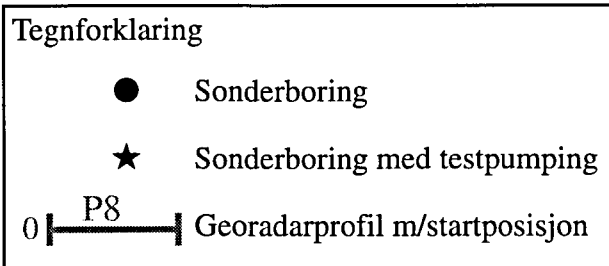
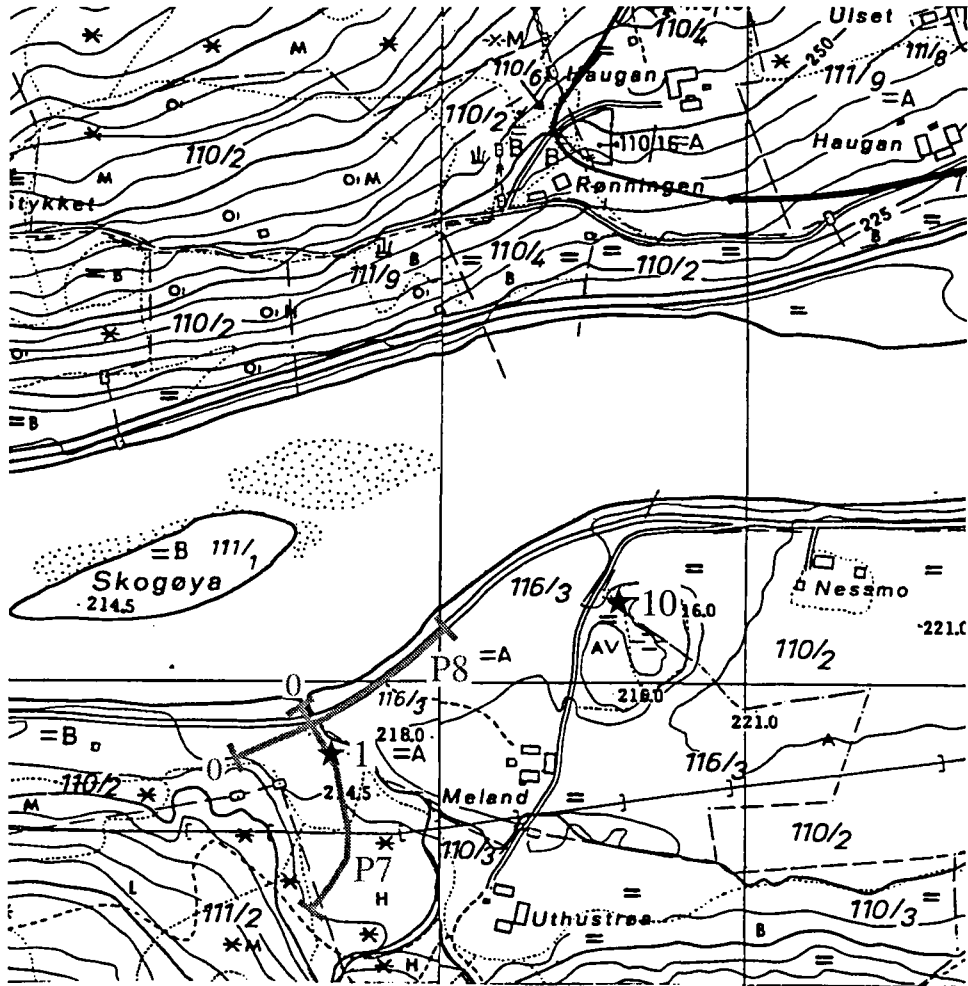
Kartbilag 3: Detalkart i M 1:5000 som viser lokaliteter for borpunkt og georadarprofiler i Tømmerdalen.



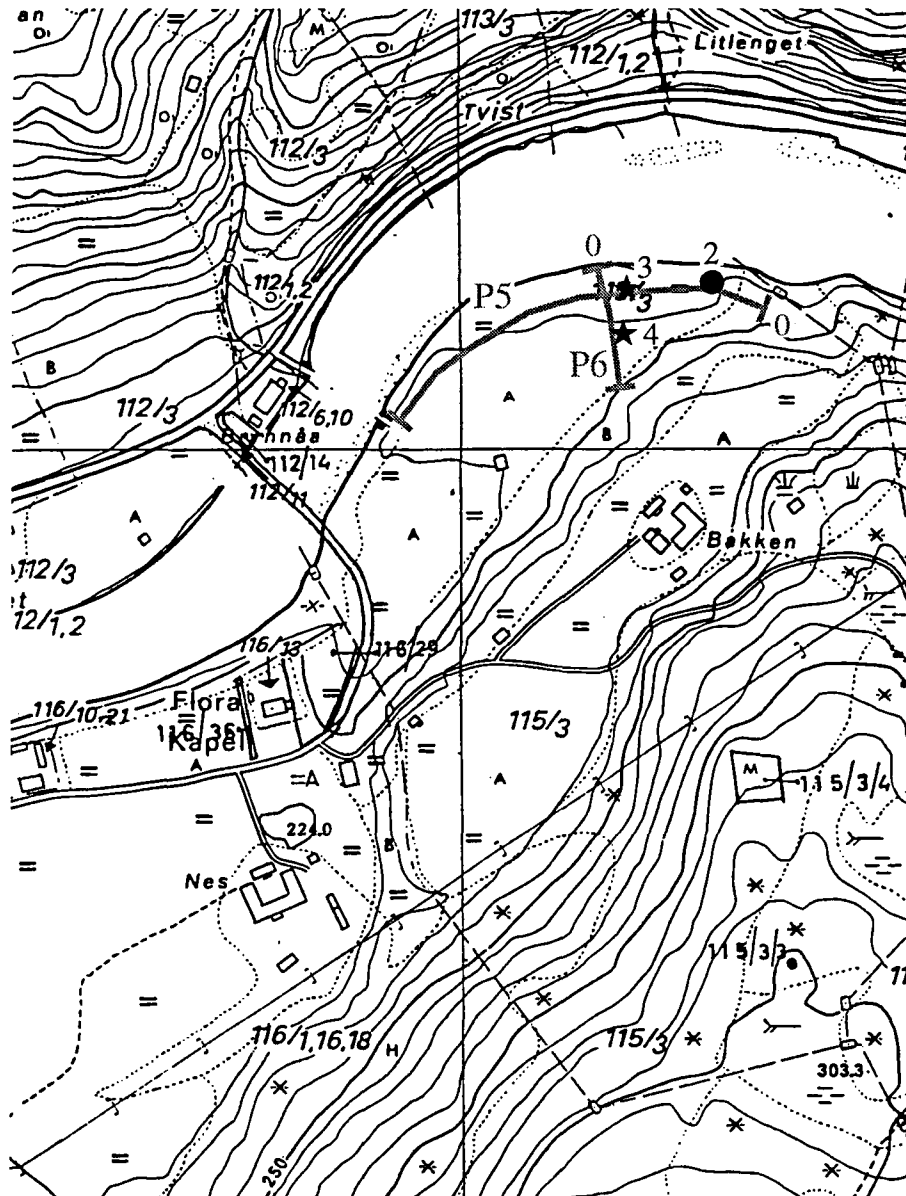
Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping

Kartbilag 4: Detaljkart i M 1:10 000 som viser undersøkelsesbrønner i Øverbygda



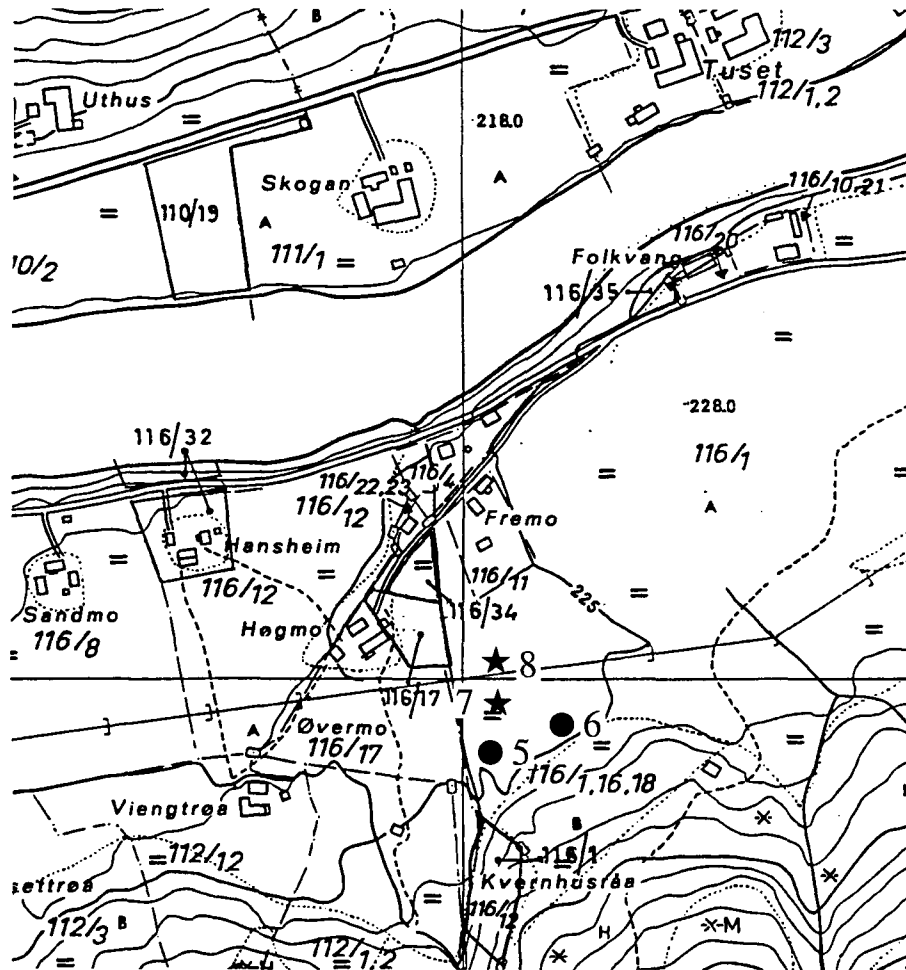
Kartbilag 5: Detalkart i M 1:5000 som viser lokaliteter for borpunkt og georadarprofiler ved Meland, Flora.



Tegnforklaring	
●	Sonderboring
★	Sonderboring med testpumping
— P5 — 0	Georadarprofil m/startposisjon

Kartbilag 6: Detaljkart i M 1:5000 som viser lokaliteter for borpunkt og georadarprofiler ved Bakken, Flora.

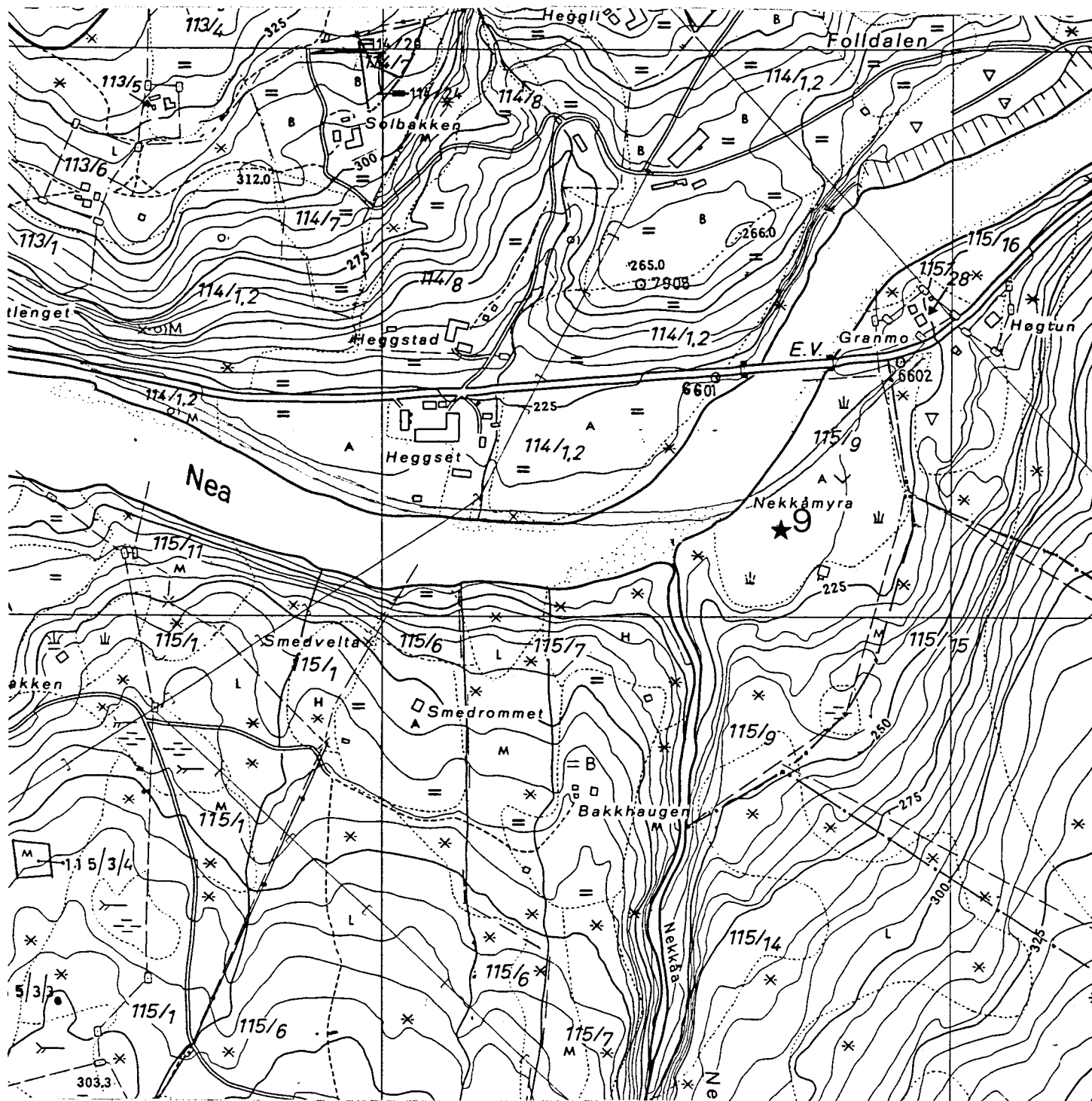




Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping

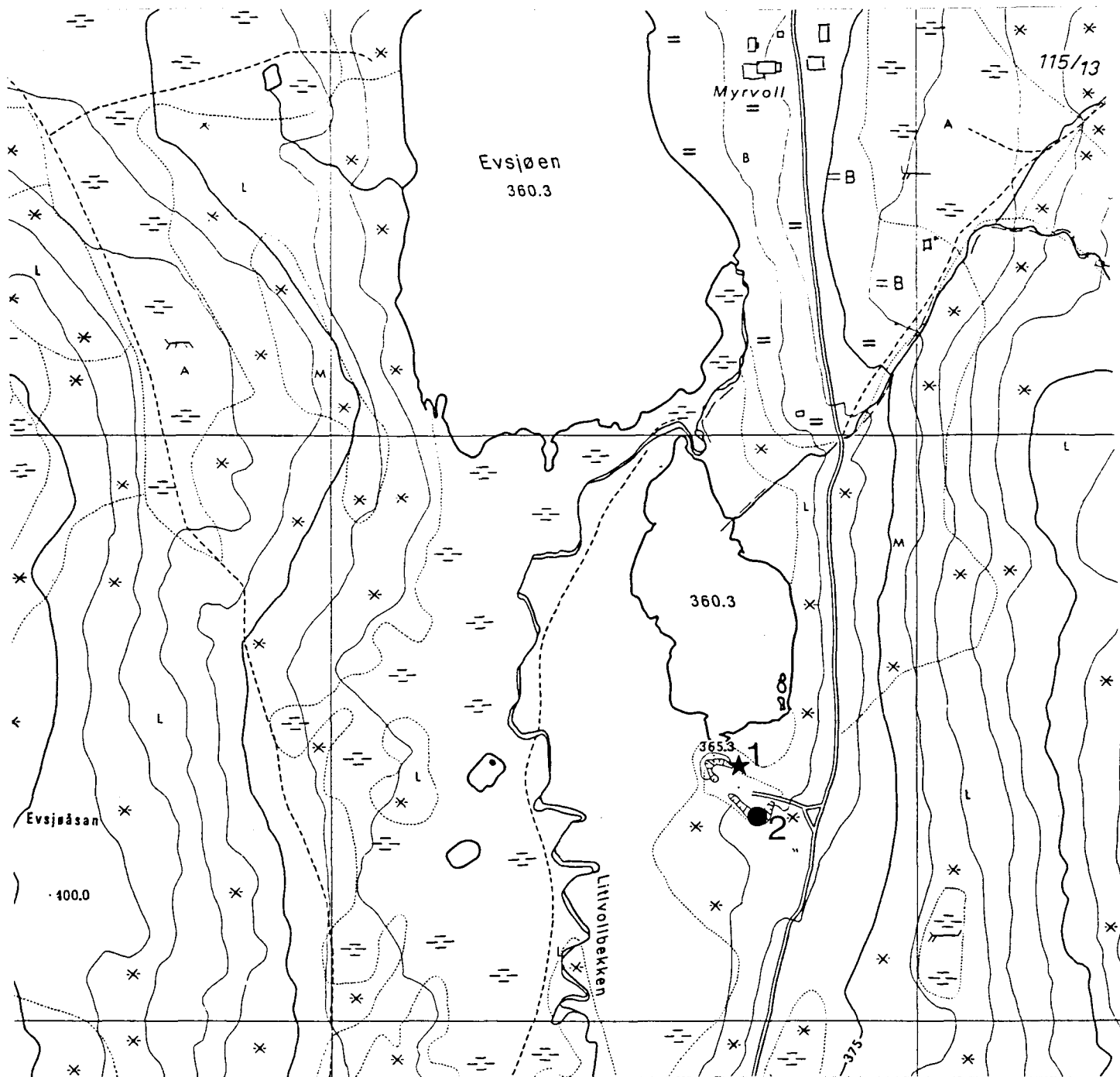
Kartbilag 7: Detaljkart i M 1:5000 som viser lokaliteter for borpunkt ved Øvermo, Flora.



Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping

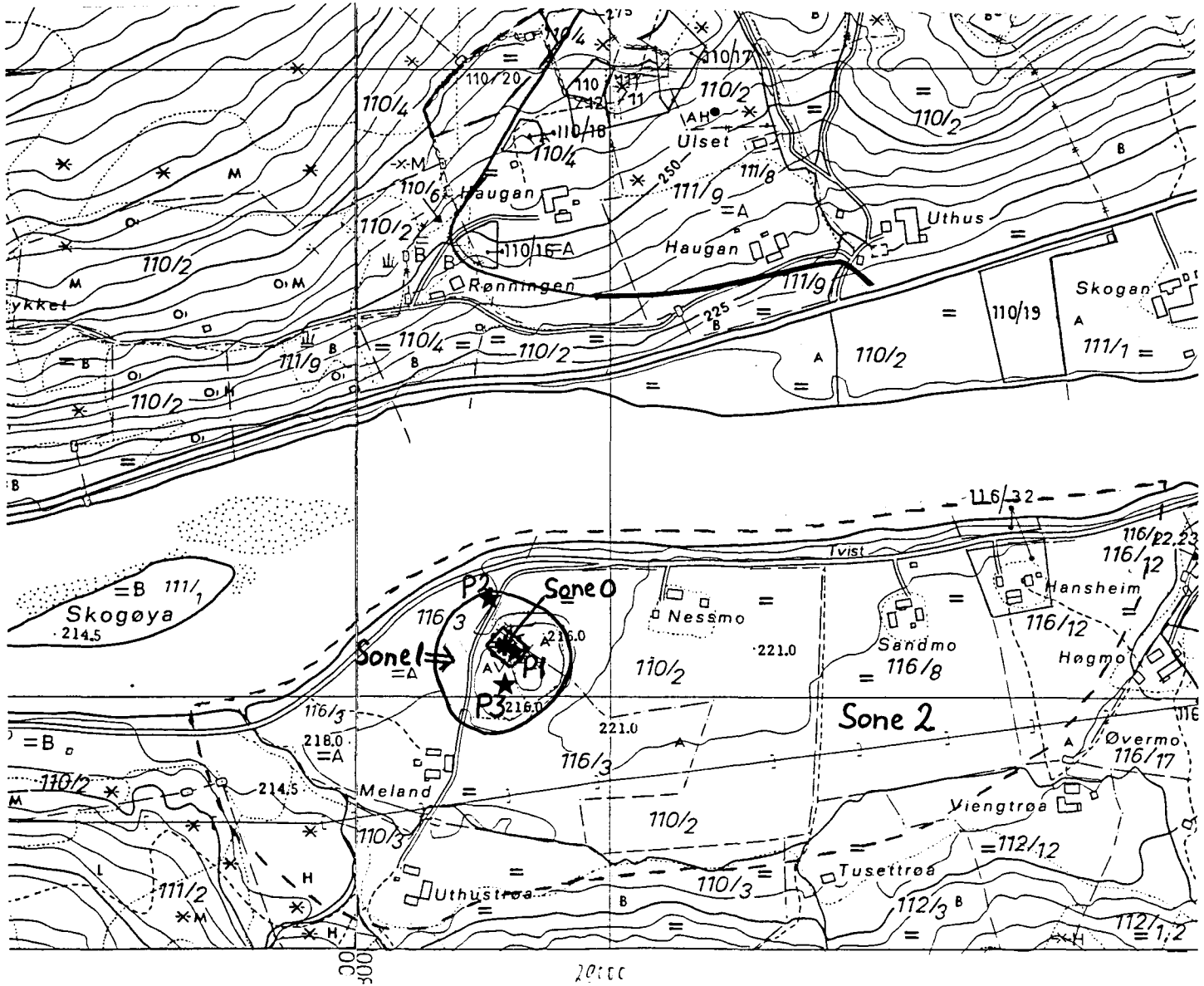
Kartbilag 8: Detalkart i M 1:5 000 som viser sonderboring på Nekkåmyra, Flora.



Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping

Kartbilag 9: Detaljkart i M 1:5 000 som viser sonderboring og undersøkelsesbrønn ved Evsjøen, Flora.



Tegnforklaring	
* (asterisk)	Pumpebrønn
★ (star)	Peilebrønner
— 1 — (solid line)	Klausuleringssoner
- - 2 - - (dashed line)	

Kartbilag 10: Detaljkart i M 1:5 000 som viser pumpebrønn, peilebrønner og forslag på klausuleringssoner rundt brønnstedet ved Melan, Flora.

## 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 dampør med en meter filterlengde

bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpe gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

#### b) Dataregistreringer

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsføremst 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 testpumpingen blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinet's 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 testpumpingen. 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 Nemeç 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 brønndypet 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 grunnvannsspeilet 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 spesiallaget målebånd. Målingene blir gjort med korte tidsintervall i starten og stadig lengre intervall etter hvert. I tillegg blir pumperaten målt, enten manuelt med målekar og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle seshongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

#### c) Tolkning

Pumperaten og senkningen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinets/brønnens totale kapasitet, 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 døgn 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, NO<sub>3</sub>), CO<sub>2</sub>-innhold og O<sub>2</sub>-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelene 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,  $\pm 0.004$  mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og  $\pm 0.003$  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  $\pm 0.05$  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,  $\pm 0.004$  mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og  $\pm 0.03$  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,  $\pm 0.4$  FTU i måleområde 1.0-10,  $\pm 4$  FTU i område 10-100 og  $\pm 40$  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 <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
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 ( $\Sigma\text{kationer} = \Sigma\text{anioner}$ )  
Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

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

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

$\Sigma\text{Anioner} + \Sigma\text{kationer}$ [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.

## 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  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -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  $\epsilon_r$  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 demping 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.

Medium	$\epsilon_r$	v (m/ns)	ledningsevne (mS/m)
Luft	1	0,3	0
Ferskvann	81	0,033	0,1
Sjøvann	81	0,033	1000
Leire	5-40	0,05-0,13	1-300
Tørr sand	5-10	0,09-0,14	0,01
Vannmettet sand	15-20	0,07-0,08	0,03-0,3
Silt	5-30	0,05-0,13	1-100
Fjell	5-8	0,10-0,13	0,01-1

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

*Ved undersøkelsene i Selbu ble det målt ca. 2400 profilmeter fordelt på 10 profiler og to hovedområder (Innbygda; P1-P4 og P9-P10, Flora; P5-P8). Opptakstid og samplingsintervall var henholdsvis 800 ns og 1,6 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Antenne senterfrekvens var 50 MHz, og det ble benyttet 400 V sender. Det ble foretatt 32 registreringer ved hvert målepunkt. Reell lengde av profiler kan være noe forskjellig fra angitt lengde på georadaropptakene på grunn av systematisk feil i flyttavstand. Det refereres til posisjoner på opptakene ved beskrivelse av disse. Ved utskrift av data ble det benyttet en type forsterkning som kompenserer for geometrisk spredning og dempning av signalene. Det ble benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.*



## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 06.06.94

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I            **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6070            **N-S:** 70172

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 171 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	stein, sand		S		B				
	sand/finsand	1.10		1	B/G				
3,5	finsand + noe grus	1.10		1	G				
	finsand, fjell på 4.5 m	3.00	S	1	G				
5,5									
7,5									
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 06.06.94

**BORPUNKT NR:** 3

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                      **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I      **SONE:** 32                      **Ø-V:** 6069      **N-S:** 70172

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 171 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 1 m

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[ °C]	[min]	[l/s]	
1,5	stein, sand		S		B				
	sand/finsand	0.55	DS	-	B/G				
3,5	finsand, fjell fra 3.3 m	3.30	S	-	G				
	fjell	4.15	S	-	Borte				
5,5	fjell	5.00	S	-	Borte				
7,5									
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: Garbergelva, Selbu

UTFØRT DATO: 06.06.94

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 I            SONE: 32                      Ø-V: 6067            N-S: 70166

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 165 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.0 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	sand og grus		DS		B				
	grus	0.40	DS	2	B				
3,5	grus	0.40	DS	2	Borte				
	sand m/ gruslag	0.45	DS	3	Borte				
5,5	sand, fjell fra 5.3 m	2.15	DS	3	Borte				
	fjell	3.50	S	3					
7,5									
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 06.06.94

**BORPUNKT NR:** 5

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I      **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6067      **N-S:** 70167

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 166 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 før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus m/ stein		DS		B				
	fjell fra 2.0 m	3.25	S	1	G				Løst fjell (flossberg)
	fjell	3.40	S	1	G				flossberg
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 0706.94

**BORPUNKT NR:** 6

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I            **SONE:** 32                    **Ø-V:** 60685            **N-S:** 701675

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 167 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 1 m

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	sand, grus mot slutten		DS		G				
	grus	1.15	S	2	G				
3,5	sand m/ gruslag	1.00	DS	2	B				
	sand m/ gruslag	0.40	-	2	B				
5,5	sand m/ gruslag	1.15	DS	2	delvis borte				
	sand m/ gruslag	1.10	DS	3					
7,5	fjell fra 7 m	3.20	S	6					
	fjell	5.30	S	6					
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 07.06.94

**BORPUNKT NR:** 7

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESBRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I    **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6069    **N-S:** 70169

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 168

**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	sand og grus		DS		G/B				
3,5	sand og grus	1.10	DS	-	G				
	sand/finsand	0.40	-	1	G				
5,5	sand/finsand	1.00	-	1	G				
	sand/finsand	1.20	DS	1-2	G				
7,5	sand/finsand	0.55	S	2-3	G				
	sand, fjell fra 7.3 m	1.20	S	2-3	G				
9,5	fjell	3.50	S	2-3	G				Fløssfjell
	fjell	5.40	S		G				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Garbergelva, Selbu

UTFØRT DATO: 07.06.94

BORPUNKT NR: 8

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 I SONE: 32 Ø-V: 6069 N-S: 701695

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 168 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	2	B				
3,5	grus og stein sand	2.20 0.40	S -	2 2	Borte Borte	3.2	15	5.5	VP, Vannet ble ikke klart
5,5	sand m/ gruslag sand	0.30 0.45	- -	3 3	Borte Borte	5.1	15	4.2	VP + MP, Vannet ble ikke klart
7,5	sand sand m/ gruslag	0.40 0.40	- -	3 3	Borte Borte	4.8	15	5.0	VP + MP, Vannet ble ikke klart
9,5	sand m/ gruslag fjell fra ca. 9 m	1.15 2.55	DS S	4 3	Borte Borte				
11,5	fjell	4.50	S	3	Borte				
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 [ $\mu$ S/cm]

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER**

**STED:** Garbergelva, Selbu

**UTFØRT DATO:** 07.06.94

**BORPUNKT NR:** 9

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I    **SONE:** 32                    **Ø-V:** 60695    **N-S:** 70170

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 168

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 1.0 m

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vanntrykk	Boreslam	Temp.	P.tid for prøve taking	Vannføring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	stein, grus og sand		S		B				
	sand	0.45	-	-	B/G				
3,5	sand	0.30	-	-	B/G				
	sand	0.35	-	-	B/G				
5,5	sand/finsand	0.45	-	1-2	B/G				
	sand/finsand	0.50	-	1-2	B/G				
7,5	sand/finsand	0.55	-	1	G				
	finsand, grovere	0.50	-	1	G				
9,5	grus og finsand	0.50	S	1	G				
	fjell fra ca. 10 m	1.31	S	1	G				
11,5	fjell	1.20	S	1	G				Fløssfjell
	fjell	1.20	S	1	G				Fløssfjell
13,5	fjell	2.30	S	1	G				Fløssfjell
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:** Tømra, Selbu

**UTFØRT DATO:** 07.06.94

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I            **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6043            **N-S:** 70203

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 174 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 1 m

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	grus		DS	1	B				
	sand/finsand	0.40		2	B				
3,5	finsand	0.25		2	B				
	finsand + grus	0.50		2-8	G				
5,5	fjell fra 5 m	2.15	S	2	G				
	fjell	5.30	S	2	G				
7,5									
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:** Tømra, Selbu

**UTFØRT DATO:** 07.06.94

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                      **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 I              **SONE:** 32                      **Ø-V:** 6043              **N-S:** 702015

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 172 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	stein, sand		S		B				
3,5	stein, sand, fjell fra 2 m fjell	1.30 5.30	S S	1-2 3-5	B/G G				
5,5									
7,5									
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: Øverbygda, Selbu

UTFØRT DATO: 09.06.94

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 II SONE: 32 Ø-V: 6098 N-S: 70085

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 185 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 5.40 m

MERKNAD: Relativt små vannmengder ved testpumping grunnet lavt grunnvannsspeil.  
14 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
	sand og stein		DS	-	borte				
3,5	sand og stein	1.00	S	-	-				
	grusig sand	1.00	S	-	-				
5,5	sand	1.15	-	1	-				
	sand	1.00	-	1-2	-				
7,5	sand	0.53	-	2	-				
	sand, løsere	0.45	-	2	-			0.5-0	pumpet tomt
9,5	sand	0.48	-	2	-				
	sand, grus mot slutten	0.58	-	2	-			0.1	liten vanngjennomgang
11,5	grusig sand	1.20	S	2	-				
	grusig sand	0.56	S	2	-				
13,5	grusig sand, morenelign.	2.35	S	2	-				
	grusig sand, hardt pakket	1.24	S	2	-		15	0.5	MP + VP, god vanngjennomg.
15,5	grusig sand, hardt pakket	1.47	S	2	-				
	grusig sand, hardt pakket	1.53	S	2	-				
17,5	grusig sand, hardt pakket	1.25	S	2-3	-				
	grusig sand, hardt pakket	2.30	S	2-3	-				
19,5	grusig sand, hardt pakket	1.50	S	2-3	-				
	grusig sand, hardt pakket	2.12	S	3	-				
21,5	grusig sand, vekslende	1.50	S	3	-				
	grusig sand, vekslende	1.40	S	5	-				
23,5	grusig sand, morenelign.	2.22	S	5-10	-				
	grusig sand, morenelign.	2.10	S	6-8	-				
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER**

**STED:** Øverbygda, Selbu

**UTFØRT DATO:** 09.06.94

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X

**UNDERSØKELSEBRØNN:** X

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1621 II    **SONE:** 32    **Ø-V:** 6095    **N-S:** 70083

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 180 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 1 m

**MERKNAD:** 8 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		borte				
	sand	1.10	S	2	-				
3,5	sand m/ gruslag	1.00		2	-				
	sand m/ gruslag	0.50		2	-				
5,5	sand m/ gruslag	1.00		2	-	5.2	15	2.0	VP + MP
	sand m/ gruslag	0.40		2-4	-				
7,5	sand m/ gruslag	0.55		6-8	-			1.0	VP, ikke klart
	sand	0.50		8	-				
9,5	sand/finsand	0.50		8	-			0.25	god vanngjennomgang
	finsand	0.50		8	-				
11,5	finsand	0.50		8	-				
	finsand	0.50		5	-				
13,5	finsand	0.50		5	-			0.1	dårlig vanngjennomgang
	finsand	1.15		5	-				
15,5	finsand	1.25		5	-				
	finsand	1.25		5	-				
17,5	finsand	1.30		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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Øverbygda, Selbu

UTFØRT DATO: 01.12.94

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 II SONE: 32 Ø-V: 6102 N-S: 70077

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 183 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca 2 m

MERKNAD: Relativt små vannmengder ved testpumping grunnet noe hardpakke og finstoffholdige sand- og grusmasser.

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 stein		DS		G/B				
3,5	grus og stein	1.30	S	2	G/B				
	grus og stein	1.20	S	2-4	B				
5,5	grus og sand	2.50	S	4	B				
	grus og sand + stein	2.35	S	2-4	B			0.2	
7,5	grus og sand + stein	1.05	S	5-8	B				
	grus og sand + stein	1.25	S	5	B				
9,5	sand m/ gruslag	0.48	S	2-5	B				
	sand m/ gruslag	1.10	S	4-5	B			0.5	god vanngjennomgang
11,5	grusig sand	1.10	S	5	B				
	grusig sand	0.56	S	2-4	borte			0.6	god vanngjennomgang
13,5	grusig sand	1.00	S	2-4	-				
	grusig sand	1.15	S	4	-				
15,5	grusig sand	1.15	S	3	-				
	grusig sand, hardt pakket	2.00	S	3	-			0.6	god vanngjennomgang
17,5	grusig sand, hardt pakket	1.45	S	3	-				
	grusig sand, hardt pakket	1.45	S	3	-				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Øverbygda, Selbu

UTFØRT DATO: 02.12.94

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESTRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 II    SONE: 32                      Ø-V: 6102    N-S: 70078

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 182 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD: 22 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/G				
	sand m/ gruslag	1.15	S	2	B/G				
3,5	sand m/ gruslag	1.25	S	2	B/G				
	grus	2.20	S	2	B/G				
5,5	grus	3.50	S	2	B/G				
	sand m/ gruslag	2.15	S	2-4	B/G				
7,5	sand m/ gruslag	2.20	S	6-8	G				
	grusig sand	2.10	S	8	G				
9,5	grusig sand	3.50	S	8	G			0.3	middels vanngjennomgang
	grusig sand	2.50	S	8	G				
11,5	grusig sand	2.00	S	8	G				
	grusig sand, hardpakket	3.50	S	5	G				
13,5	morenelignende	3.20	S	5	G				
	morene	3.15	S	5	G				
15,5	morene	3.00	S	5	G				
	grusig sand	2.00	S	2	borte				
17,5	grusig sand	2.00	S	2	-			0.6	god vanngjennomgang
	grusig sand	2.30	S	4-6	-				
19,5	grusig sand	2.00	S	2	-				
	grusig sand	2.20	S	6	-				
21,5	grusig sand	1.00	S	4	-			0.5	god vanngjennomgang
	grusig sand	1.15	S	4	-				
23,5	grusig sand	1.30	S	3	-				
	grusig sand	1.30	S	5	-				
25,5	grusig sand	1.45	S	5	-				
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 08.06.94

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6155 N-S: 69997

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 215 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD: 18 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		S	2	B/G				
3,5	grus og sand sand m/ gruslag	1.10 1.15	DS DS	2-4 2	B/G B/G				
5,5	grusig sand grusig sand	0.50 0.50	DS DS	3 4	Borte -	5.2			VP + MP
7,5	grusig sand grusig sand	0.40 0.55	DS DS	6 4-6	B/G B/G	4.2	15	1.5	VP
9,5	grusig sand grusig sand	0.40 0.45	DS	5 4	B/G B/G				
11,5	grusig sand grusig sand	0.45 0.40		4 6	G G	5.2	15	2.2	VP + MP
13,5	grusig sand grusig sand	0.40 0.40		4 4	G G				
15,5	grusig sand grusig sand	0.35 1.15		4 4	G G				
17,5	grusig sand grusig sand	2.00 2.10		3 3	G borte	5.4	15	1.0	
19,5	grusig sand grusig sand	1.10 1.15		3 3	- -				
21,5	grusig sand grusig sand	1.10 2.50		3 4	- -				
23,5	sand, fjell på 21.4 m	4.00		4	-				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 08.06.94

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III    SONE: 32                      Ø-V: 6169            N-S: 70004

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 219 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 4.0 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	sand og grus		DS	-	B				
	grus og sand	0.55	DS	1	G				
3,5	sand	0.30	-	1	G				
	sand	0.15	-	-	G				
5,5	sand	0.17	-	-	borte				
	sand, fjell fra 5.5 m	4.50	S						
7,5									
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 [ $\mu$ S/cm]

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER**
**STED:** Flora, Selbu

**UTFØRT DATO:** 08.06.94

**BORPUNKT NR:** 3

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:** X

**UTM-KOORDINATER:**
**KARTBLAD (M711):** 1721 III    **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6168            **N-S:** 70004

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 219 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 4.40 m

**MERKNAD:** 18 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 og grus		DS	-	B/G				
	grus	1.25	S	-	B				
	grus	0.25	DS	-	B/G				
	sandig grus	1.00	DS	-	borte				
5,5	sandig grus	1.00	DS	1-2	G				
7,5	sandig grus	0.45	DS	-	borte				
	grusig sand	0.36	DS	-	-	5.7	15	1.25	MP + VP
	grusig sand	1.10	DS	3-6	-				
9,5	grusig sand	1.00	DS	1-3	-				
	grusig sand	0.30	DS	-	-				
11,5	grusig sand	0.35	-	-	-	5.1	15	1.6	MP + VP
	grusig sand	0.40	DS	-	-				
13,5	grusig sand	0.45	DS	-	-				
	grusig sand	0.33	DS	-	-				
15,5	grusig sand	0.31	-	-	-				
	grusig sand	0.33	DS	-	-				
17,5	sand	0.40	DS	-	-		15	1.6	MP + VP
	sand, tettere masser	0.55	DS	5	-				
19,5	finsand	1.10	S	5-7	-				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 09.06.94

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III    SONE: 32                      Ø-V: 61685    N-S: 70003

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 220 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 5.1 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	grus og stein		S	1	B				
	grus og stein	2.55	S	1	B				
3,5	grus og stein	2.10	S	1	borte				
	sand m/ gruslag	1.15	DS	2	B/G				
5,5	sand m/ gruslag	2.10	DS	2	B/G				
	grus	2.15	S	2	borte				
7,5	stein, grus og sand	4.25	S	2-4	-				Vannstrømmen stoppet
	stein, grus og sand	3.15	S	2	-				
9,5	stein, grus og sand	3.10	S	2	-		15	1.6	MP + VP
	grus og sand	1.15	S	2	-				
11,5	grus og sand	1.25	S	2	-				
	grusig sand	1.30	S	2	-				røret røk
13,5	grusig sand	2.00	S	2	-				
	grusig sand	1.30	S	2-4	-				
15,5	grusig sand + stein	1.45	S	2	-				
	grusig sand	2.10	S	2-5	-				
17,5	grusig sand	2.30	S	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:** Flora, Selbu

**UTFØRT DATO:** 27.09.94

**BORPUNKT NR:** 5

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESBRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1721 III    **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6163    **N-S:** 69996

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 222 m

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

**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	1.10	DS	-	borte				
	blokk/fjell på 2. 0 m	3.40	S	1	B/G				
3,5									
5,5									
7,5									
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Flora, Selbu

**UTFØRT DATO:** 27.09.94

**BORPUNKT NR:** 6

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                      **UNDERSØKELSESRØNN:** X

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1721 III    **SONE:** 32                      **Ø-V:** 61635    **N-S:** 69997

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 222 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 2 m

**MERKNAD:** Kom ikke lenger enn til 4 m med rørdrijvingen, 4 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
	grus og stein		DS	-	B				
3,5	stein og sand	2.10	S	-	B				
	grus og stein + blokk	5.10	S	-	B/G				
5,5	grus og stein + blokk	3.35	S	0-5	B/G				
	grus og stein	4.20	S	0-3	B/G				
7,5	grus og stein	3.50	S	2	B/G				
	stein og sand	1.10	S	0-3	Borte				
9,5	stein og sand	1.05	S	5	-				
	sand	1.20	-	3	-				
11,5	grusig sand	1.30	-	2	-				
	sand, tette masser	1.35	DS	2	-				
13,5	hard morene/fjell	6.00	S	2	-				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 28.09.94

BORPUNKT NR: 7

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 I              SONE: 32                      Ø-V: 60695              N-S: 70170

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 221

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.2 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	grus		-	-	B				
	grusig sand	1.02	DS	-	B				
3,5	grus og stein	1.45	S	8-10	B				
	grus og stein	1.45	S	8-10	borte				
5,5	grusig sand	0.35	S	8	borte		15	0.3	VP
	grusig sand + stein	1.00	S	8	B				
7,5	fjell/blokk på 7.0 m	6.40	S	3	B/G				
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									

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: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 28.09.94

BORPUNKT NR: 8

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 61635 N-S: 69997

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 221 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2.1 m (hengende vannspeil) og ca. 7.0 m til grunnvannsnivået som står i forbindelse med de lavereliggende områdene mot vest.

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 og grus		DS	-	B				
3,5	sand, grus og stein grus og stein	2.05 1.25	S S	3 1-3	B borte			1.0	
5,5	sand, grus og stein sand, grus og stein	3.20 2.30	S S	1-3 1	- -			0.5	
7,5	sand, grus og stein sand, grus og stein	2.00 2.50	S S	2 1	- -			0.5	
9,5	sand, grus og stein grus og sand	3.45 1.35	S DS	3-8 -	- -				god vanngjennomgang
11,5	sand sand	1.15 3.35	- DS	- -	- -				f or stor løfthøyde god vanngjennomgang
13,5	fjell/blokk på 12.2 m	4.00	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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 29.09.94

BORPUNKT NR: 9

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III    SONE: 32                      Ø-V: 6176            N-S: 70004

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 220 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 0.5 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	myr	0.15	-	-	borte				
	myr	0.10	-	-	-				
3,5	myr	0.10	-	-	-				
	myr	0.15	-	-	-				
5,5	myr og sand	0.10	-	-	-			0.3	myrvann
	myr + gruslag	0.37	DS	-	-				
7,5	sand	0.20	-	-	-			0.1	lite vann, mye organisk mat.
	sand	0.20	-	-	-				
9,5	sand	0.20	-	-	-			0	ingen vanngjennomgang
	sand	0.20	-	-	-				
11,5	sand	0.32	-	-	-				
	fjell på 12.0 m		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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Flora, Selbu

UTFØRT DATO: 29.09.94

BORPUNKT NR: 10

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6157 N-S: 69998

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 215 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 før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr	0.15	-	-	borte				
	myr	0.10	-	-	-				
3,5	myr	0.10	-	-	-				
	sand og grus	0.50	DS	1	-				
5,5	sand og grus	0.40	DS	1-3	-		15	3.3	Fe=1.1 mg/l
	sand og grus	0.37	-	-	-				
7,5	sand og grus	0.48	DS	1	-	5.5	15	4.2	Ikke Fe/Mn, O <sub>2</sub> =4.2 mg/l
	sand og grus	0.44	-	-	-				
9,5	sand og grus	0.55	-	-	-			4.2	
	sand og grus	0.54	DS	-	-				
11,5	sand og grus	0.47	S	-	-	5.7	15	4.2	O <sub>2</sub> =5.5 mg/l (ca 50 % metning)
	sand og grus	1.04	S	1	-				
13,5	sand og grus	0.42	S	1	-	5.9	15	3.3	O <sub>2</sub> =5.8 mg/l
	fjell fra 14.0 m	4.30	S	2-5	-				
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Nekkåbjørga, Selbu

UTFØRT DATO: 01.12.94

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6182 N-S: 69980

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 361 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	grusig sand		DS	4	B				
	grusig sand	0.45	DS	4	B				
3,5	grusig sand	0.45	DS	-	B				
	grusig sand	0.30	DS	-	B				
5,5	grusig sand	0.35	DS	-	B	5.7		0.8	mye slam i vannet (utfelt jern)
	grusig sand	0.40	DS	-	B				
7,5	fjell fra 6.8 m		S	-	B			0.2	mye slam i vannet
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 [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Nekkåbjørga, Selbu

**UTFØRT DATO:** 01.12.94

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borros borerigg

**SONDERBORING:** X                    **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1721 III    **SONE:** 32                    **Ø-V:** 6181    **N-S:** 69979

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 362 m

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

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** ca. 2 m

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vannføring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	grus og stein	1.30	S	1	B				
	grus og stein	1.20	S	1	B				
3,5	grus, fjell på 2.9 m	3.00	S	1	B				
5,5									
7,5									
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

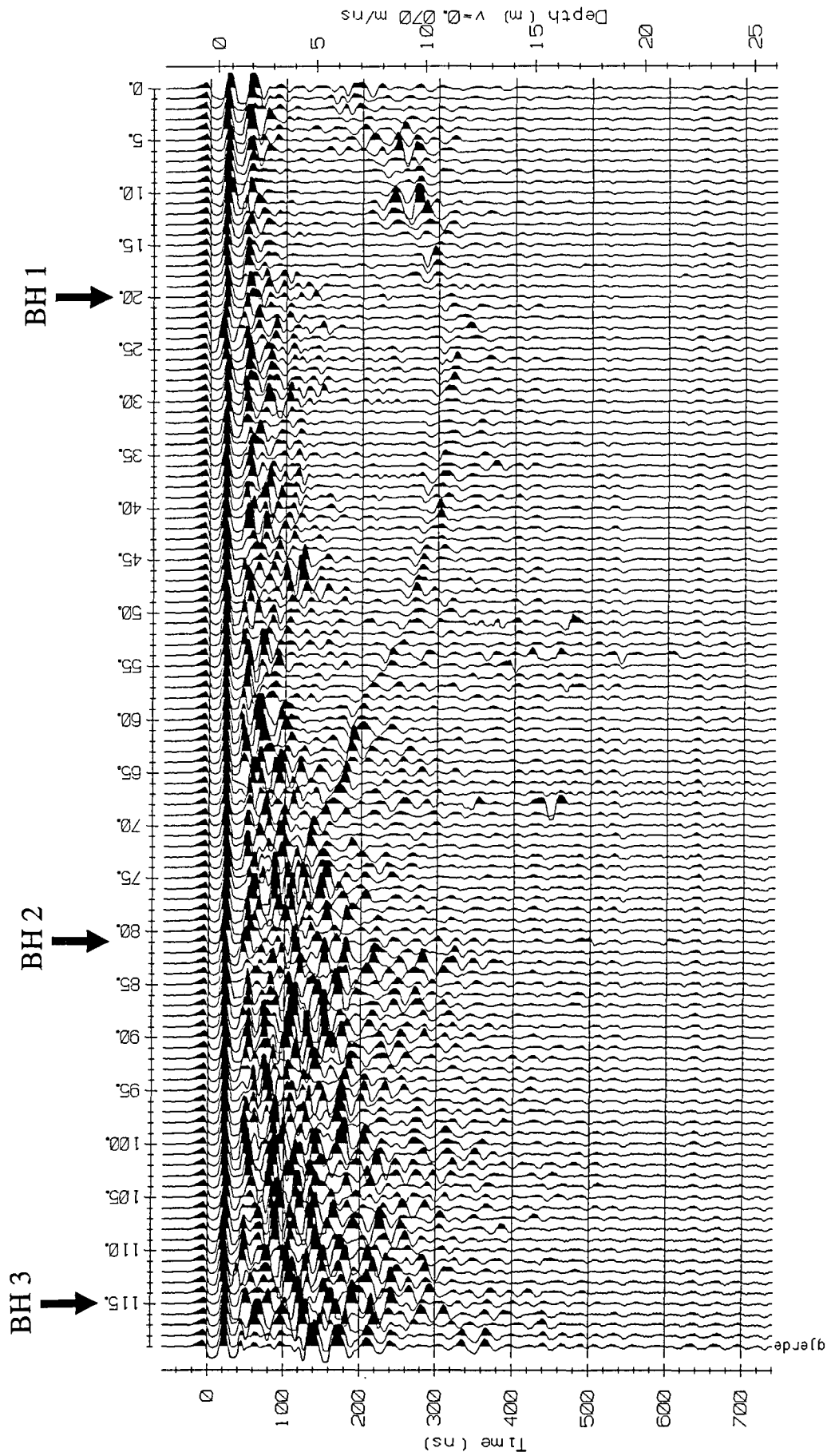
MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

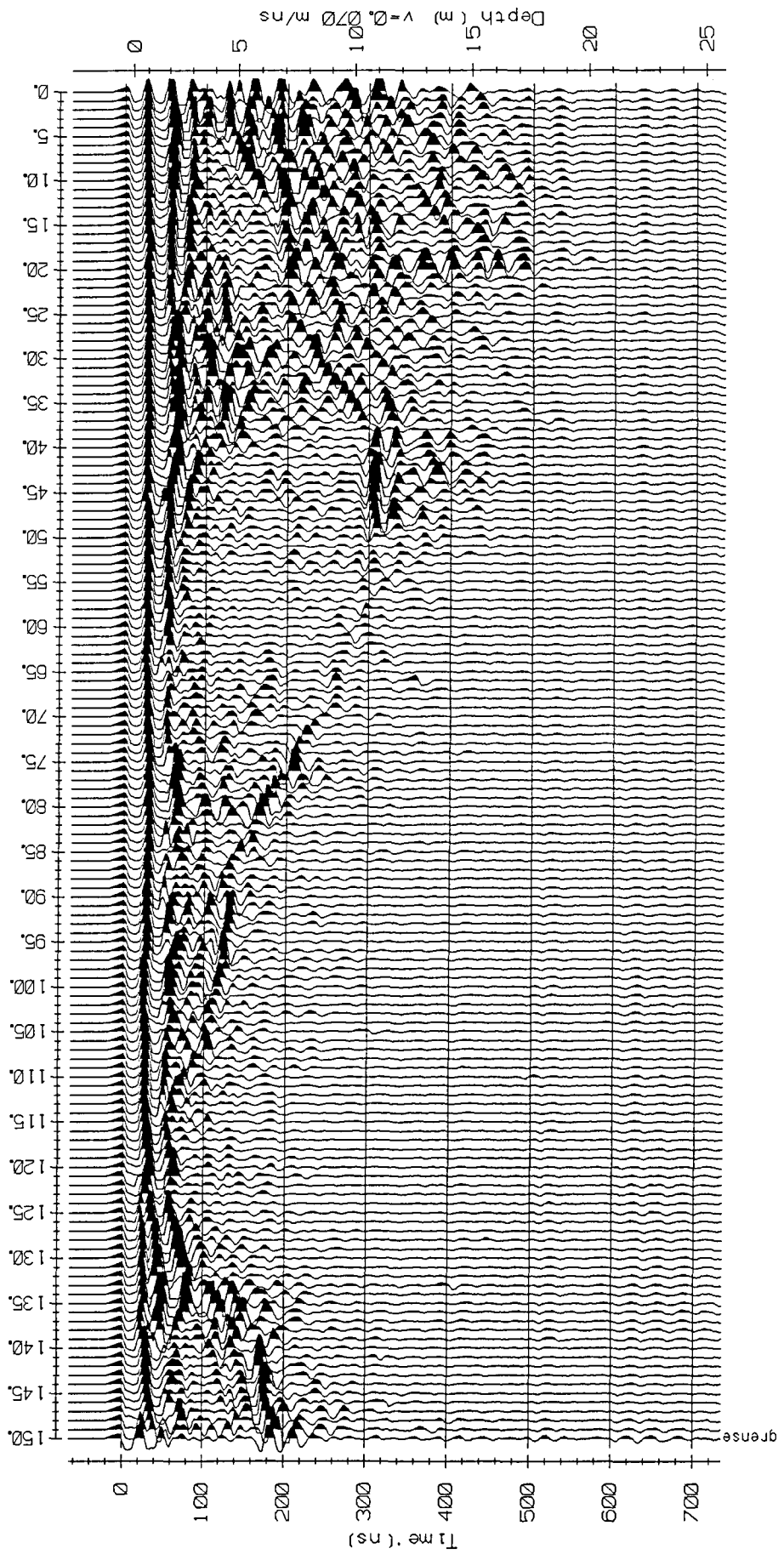
L: Ledningsevne [ $\mu$ S/cm]



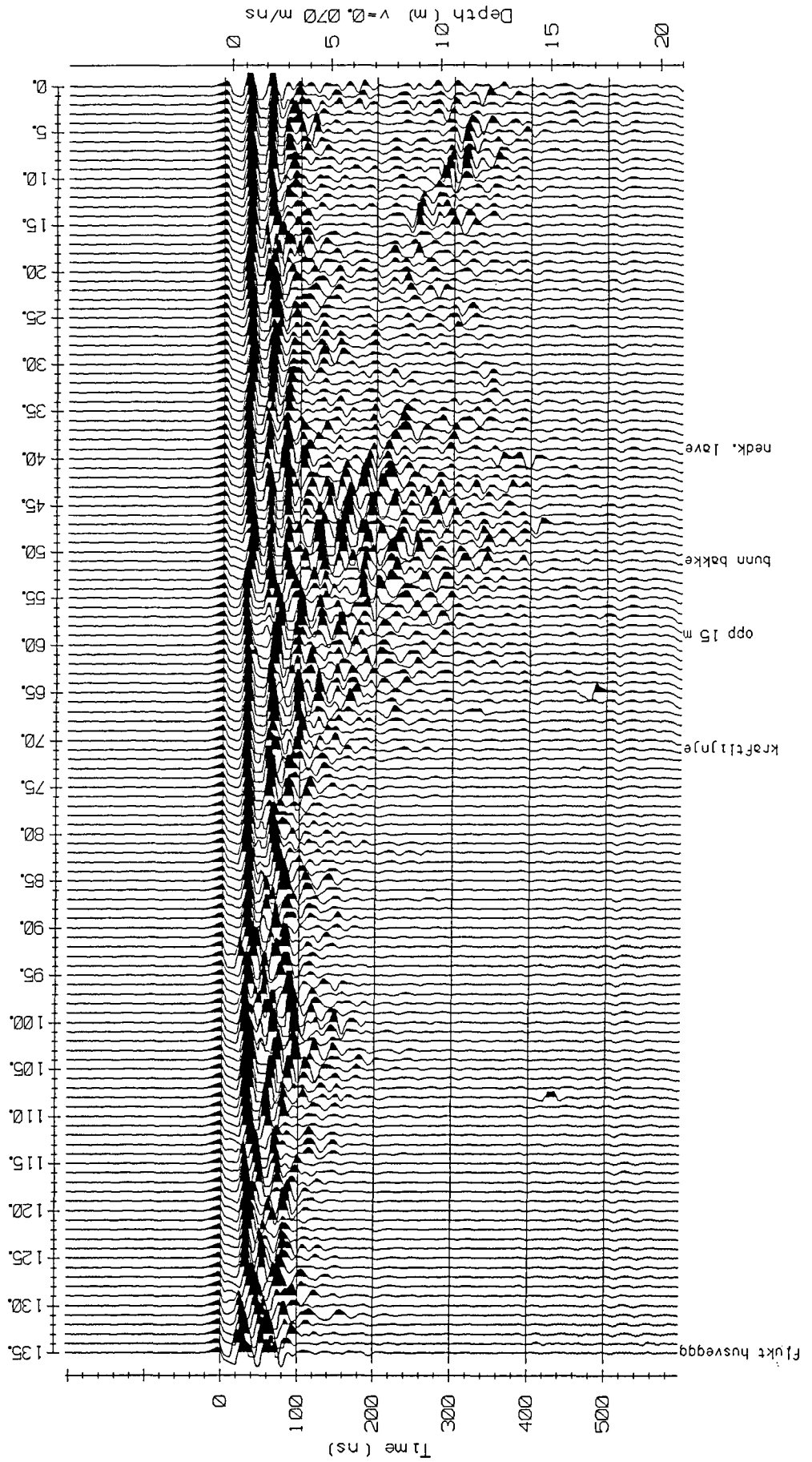
# Georadaropptak, P1



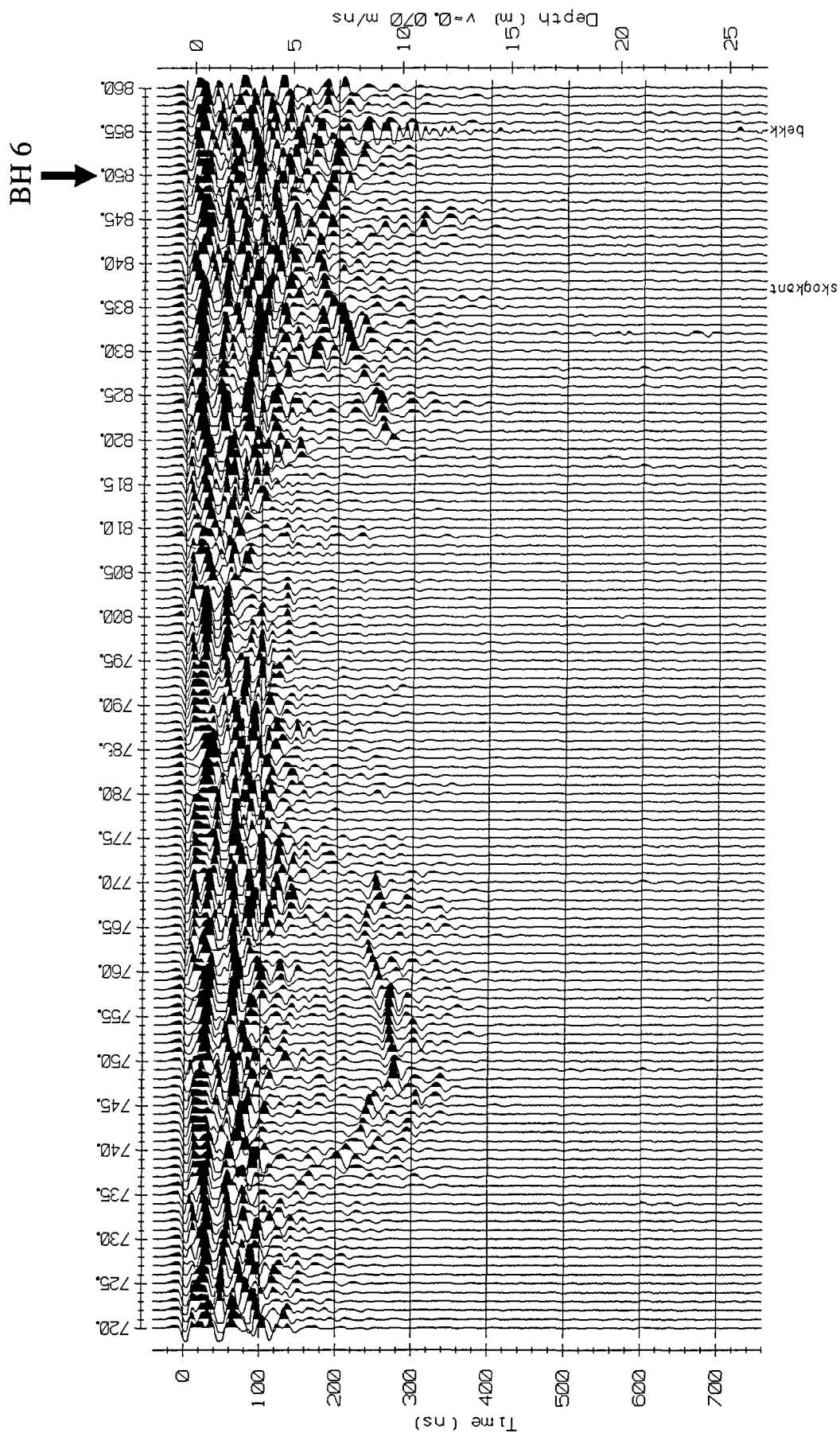
# Georadaropptak, P2



# Georadaropptak, P3

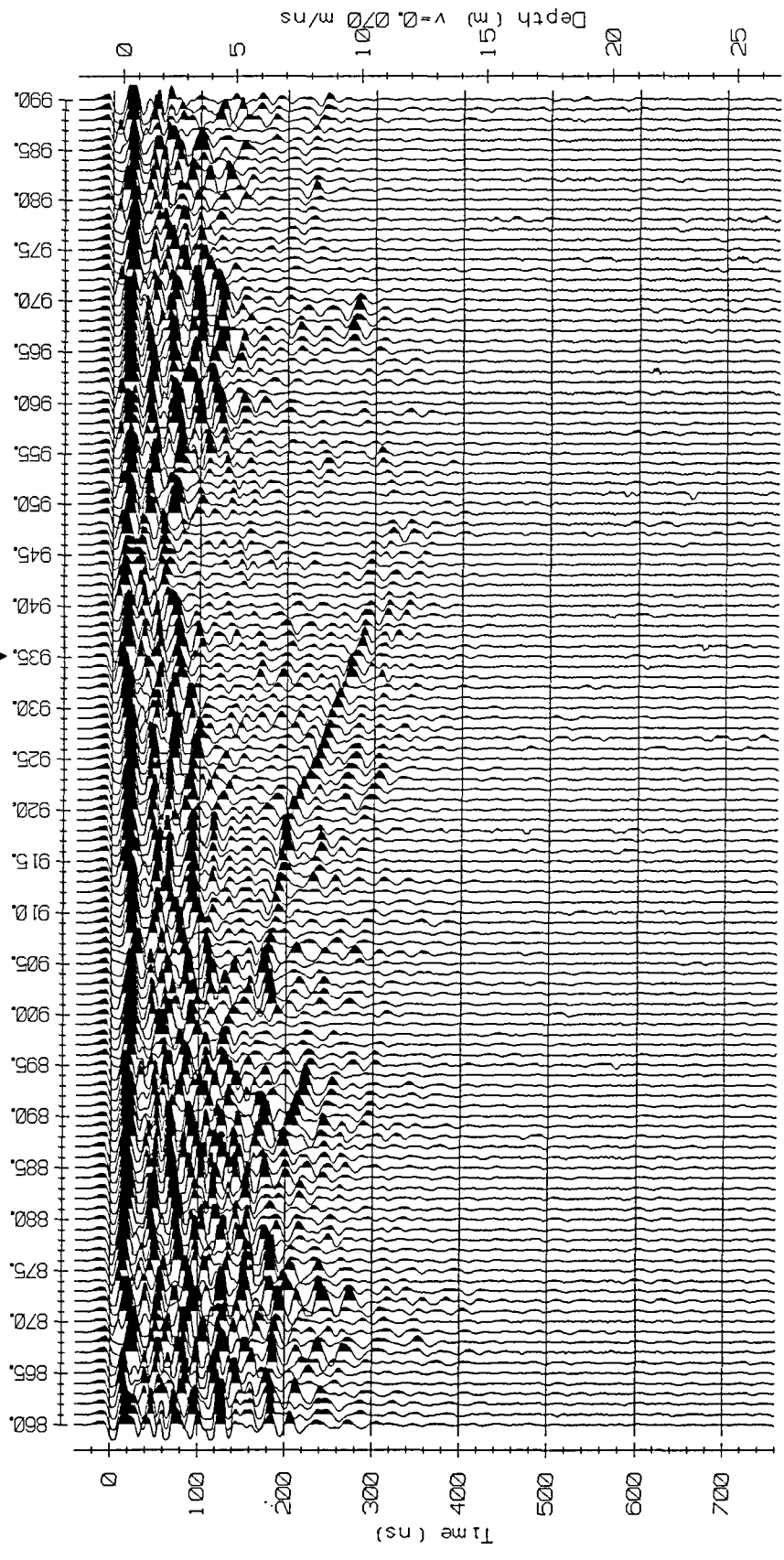


# Georadaropptak, P4, posisjon 720-860

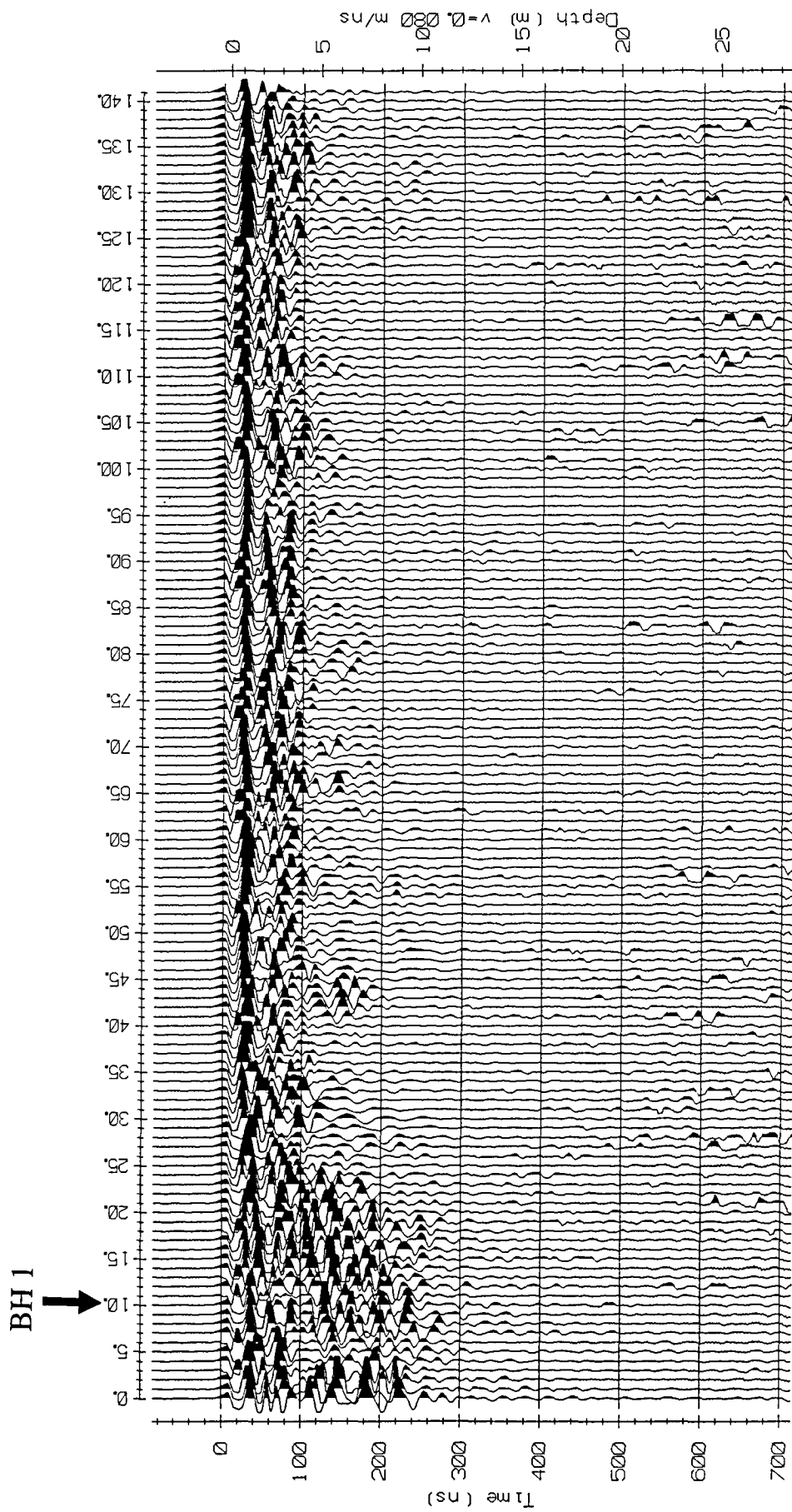


# Georadaropptak, P4, posisjon 860-990

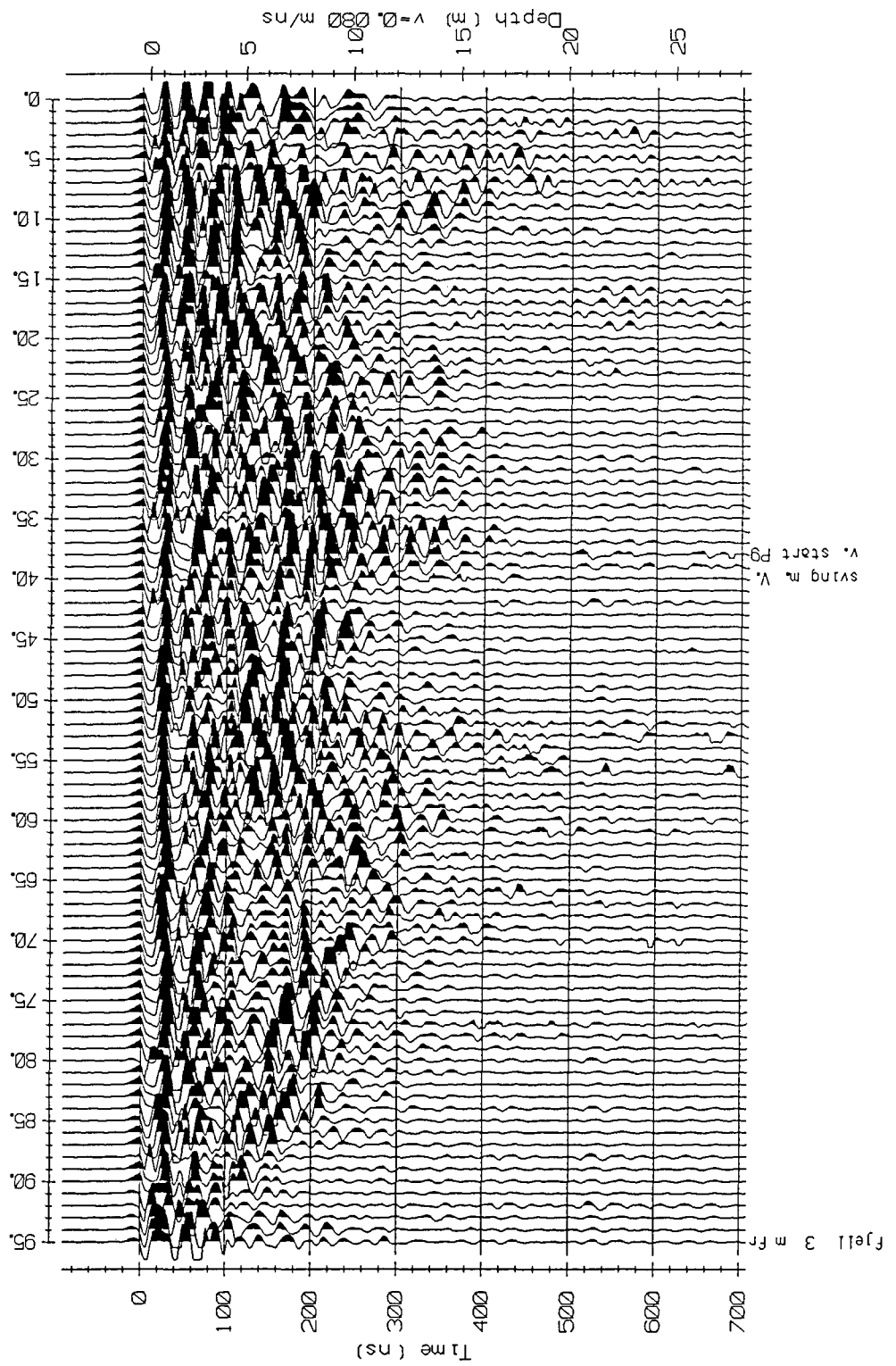
BH7  
↓



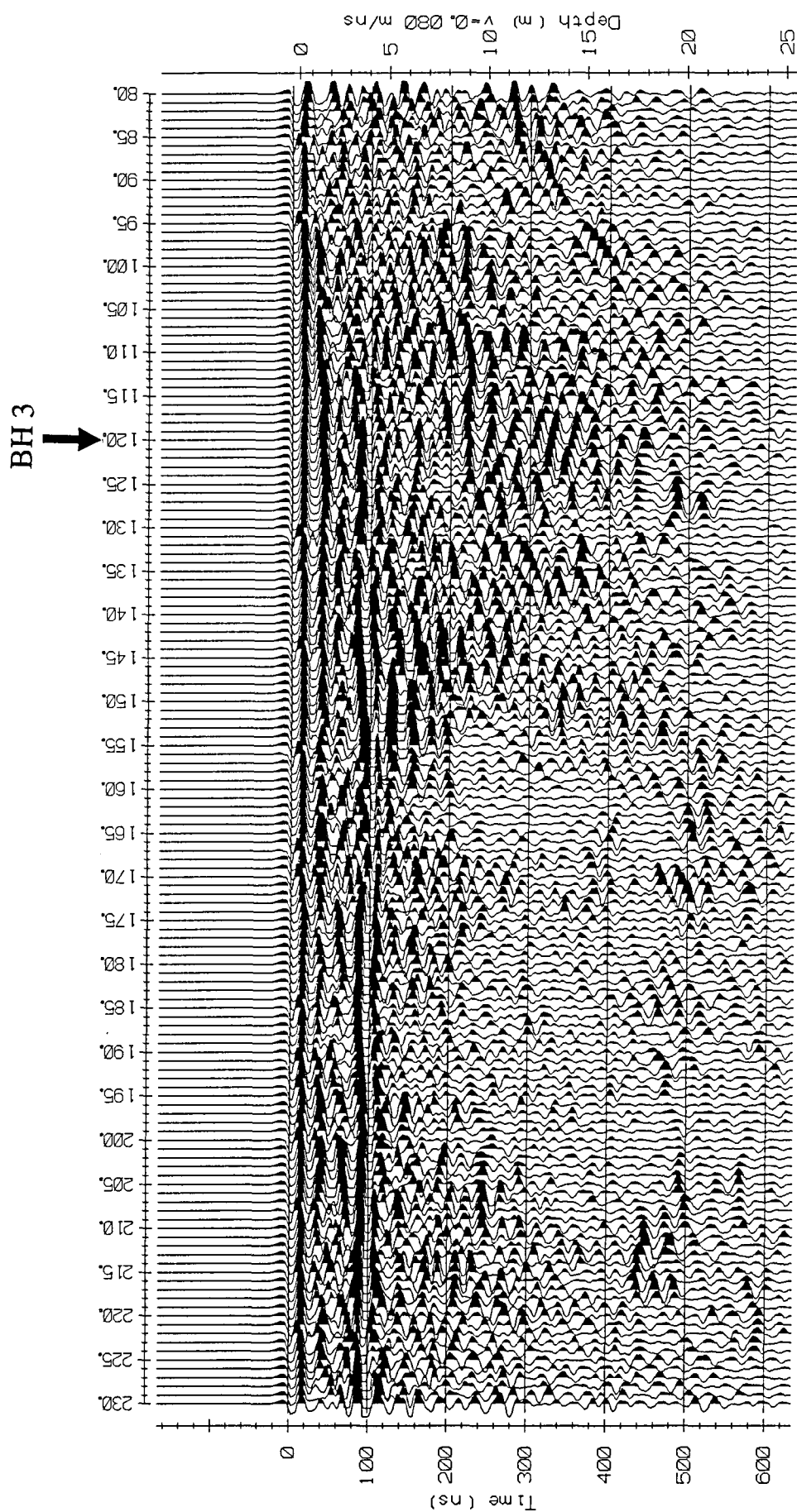
# Georadaropptak, P9



# Georadaropptak, P10

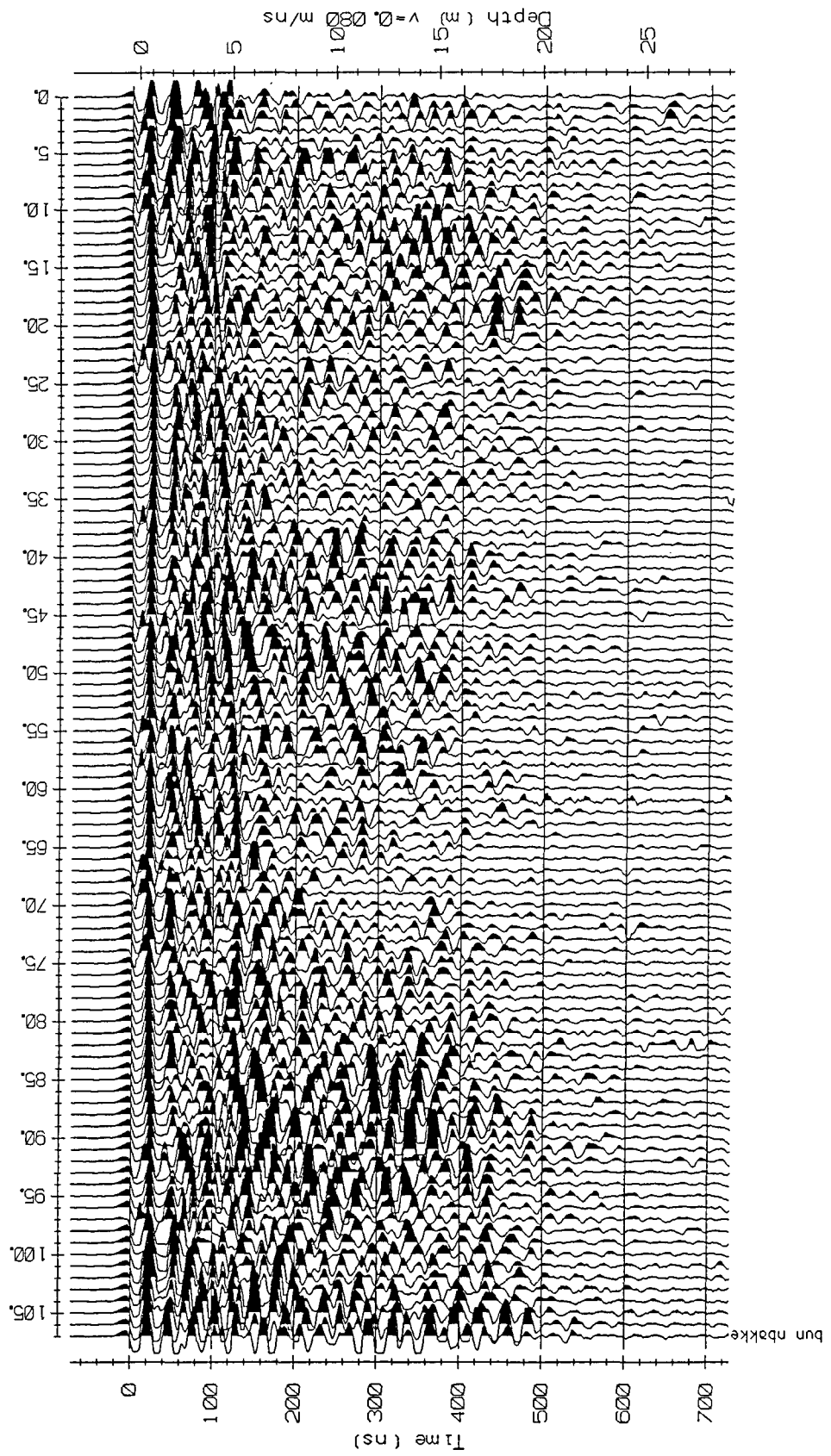


# Georadaropptak, P5, posisjon 230-80



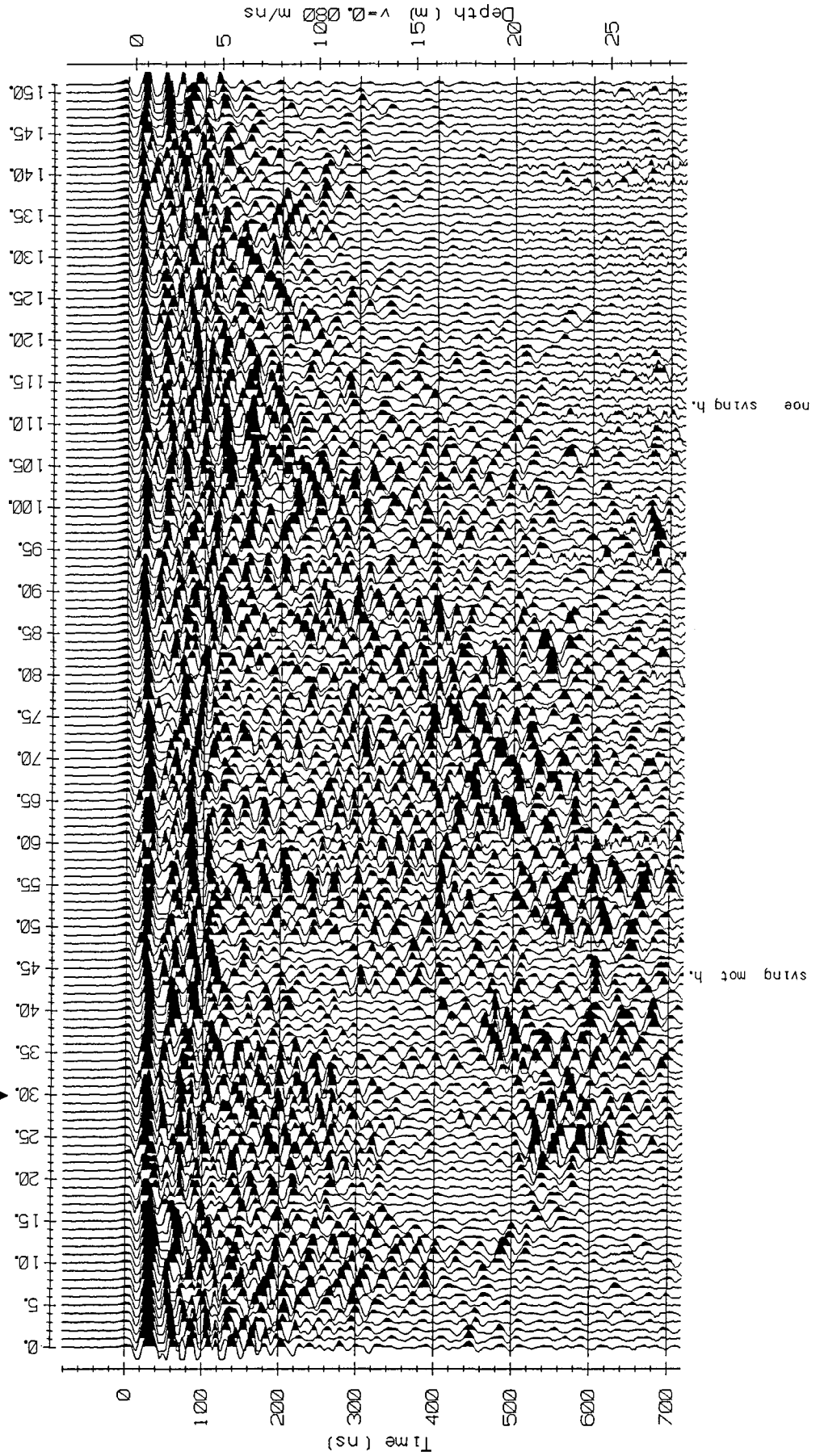


# Georadaropptak, P6

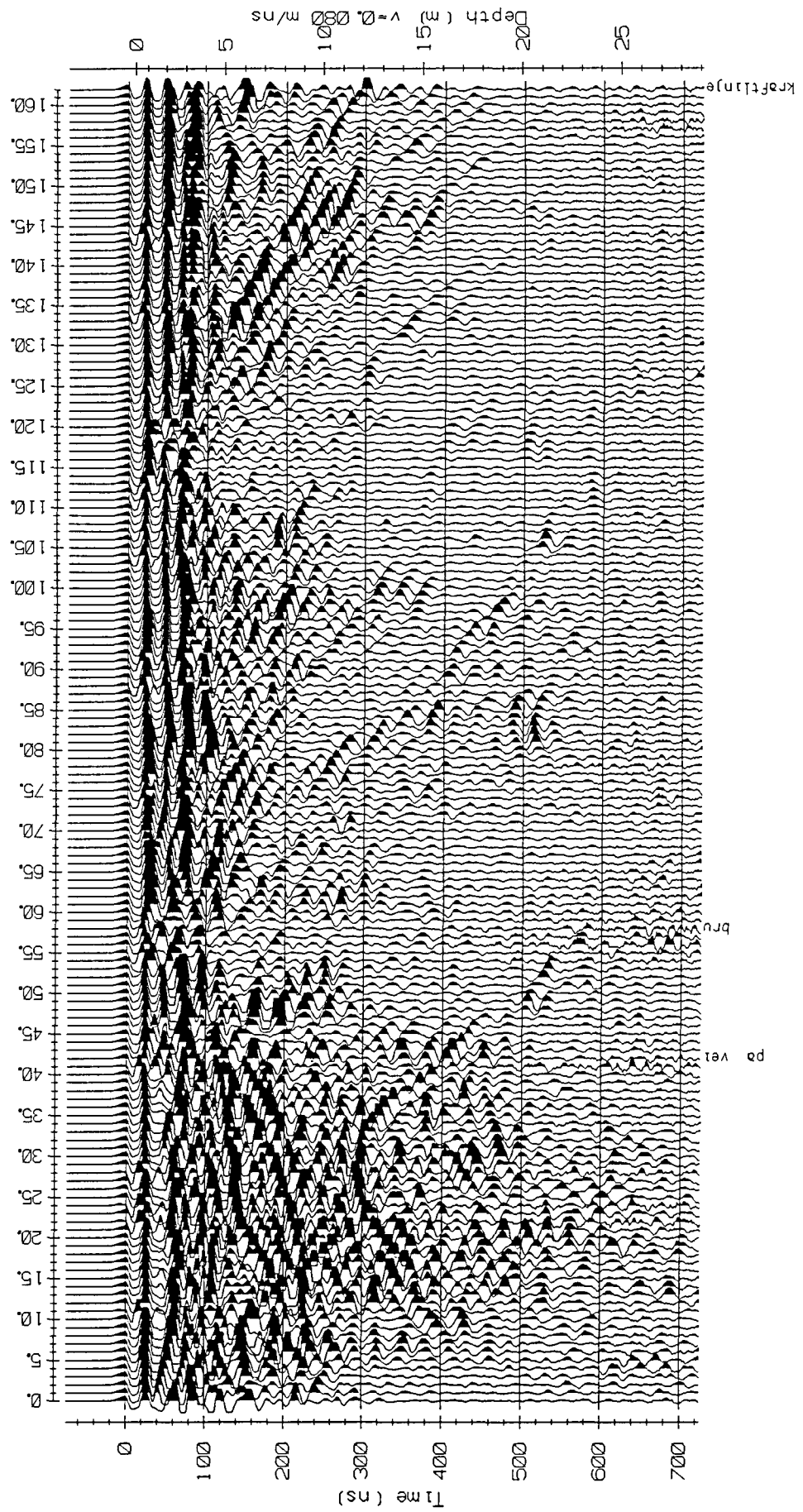


# Georadaropptak. P7

BH1  
↓



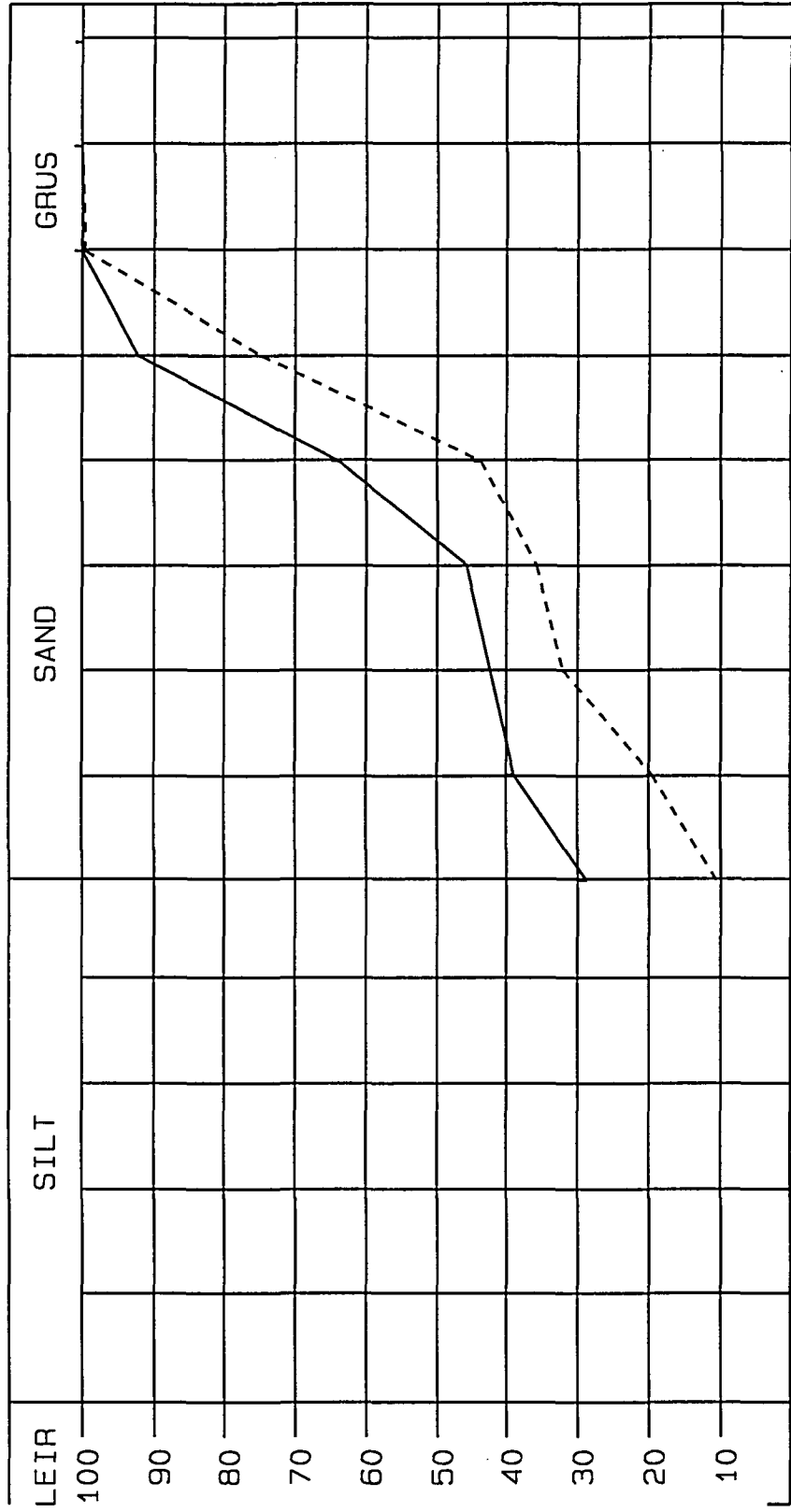
# Georadaropptak, P8



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Stjørdal 16211

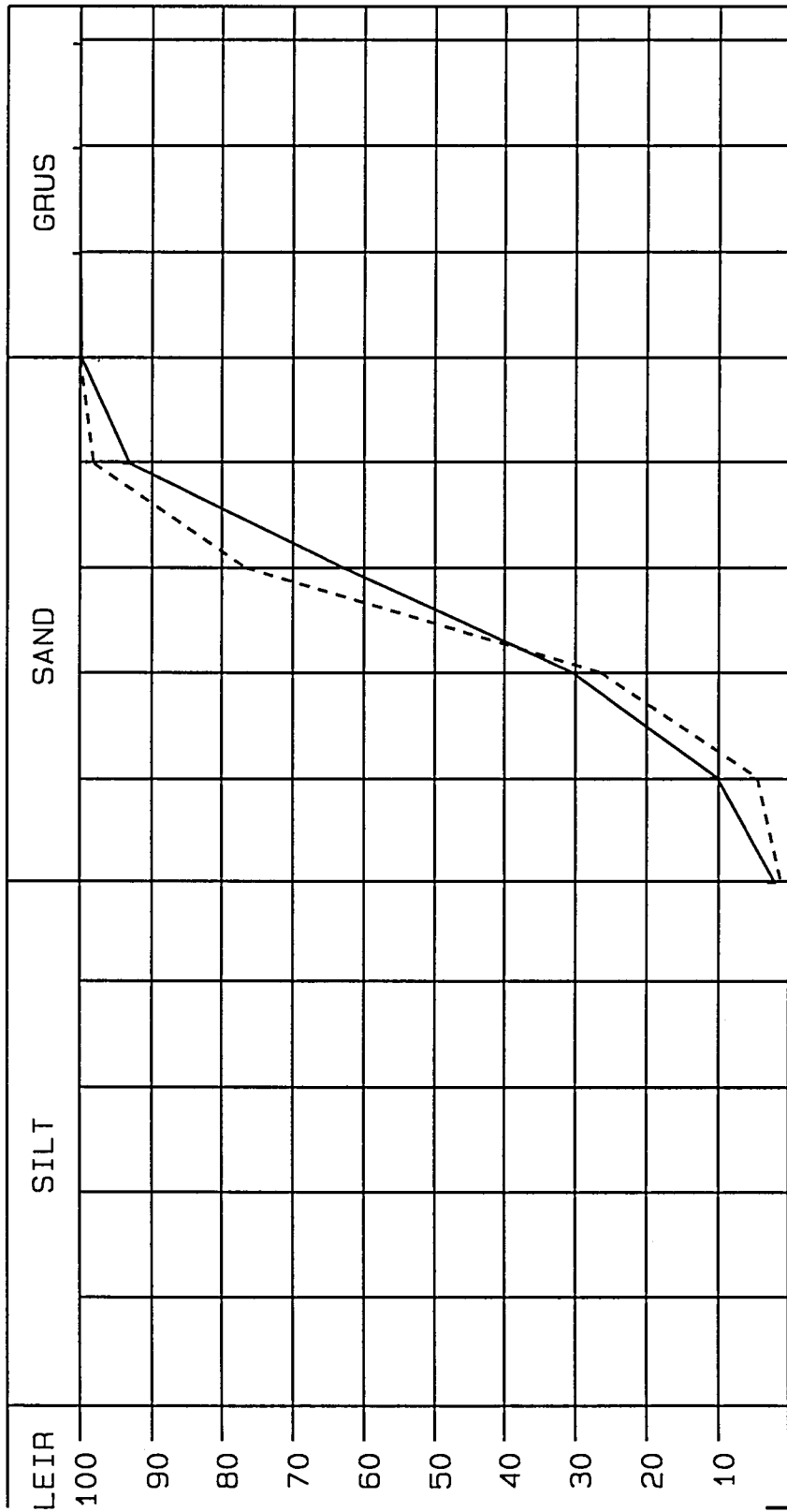


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTØRRELSE							UTM Y	Sted		Borhull nr		Dyp (m)		
							6068	Innbygda		8		4.5 - 5.5		
							6068	"		8		6.5 - 7.5		

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Selbu 16212

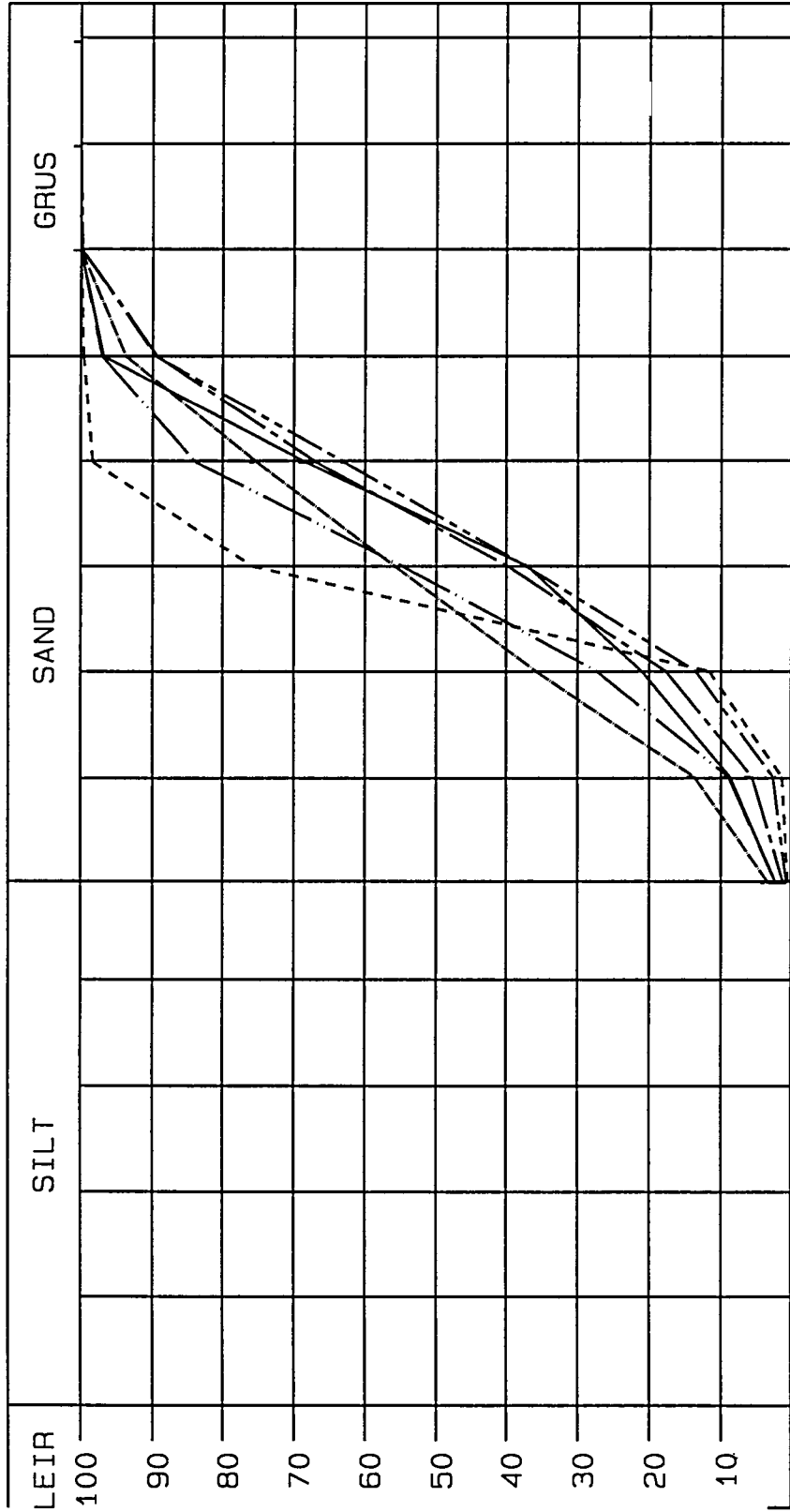


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	
MM	0.002														
KORNSTØRRELSE															
-----	940152														
-----	940153														
	UTM X	UTM Y	Sted	Borhull nr.	Dyp (m)										
	6098	7008	Overbygda	1	2.5 - 13.5										
	6095	7008	"	2	4.5 - 5.5										

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Tydal 17213



MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTØRRELSE							UTM Y	Sted		Borhull nr.		Dyp (m)		
	940146						6999	Flora		1		4.5 - 5.5		
	940147						6999	"		1		10.5 - 11.5		
	940148						7000	"		3		6.5 - 7.5		
	940149						7000	"		3		10.5 - 11.5		
	940150						7000	"		3		16.5 - 17.5		
	940151						7000	"		4		8.5 - 9.5		

VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1621-I, Stjørdal og 1621-II, Selbu

KOMMUNE: Selbu

PRØVESTED: Innbygda og Øverbygda

OPPDRAKSNUMMER: 94/94

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	8 Innbygda	8 Innbygda	8 Innbygda	1 Øverbygda	2 Øverbygda	2 Øverbygda				
Dato	06.06.94	06.06.94	06.06.94	09.06.94	09.06.94	09.06.94				
Brønntype	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.				
Prøvedyp m	2.5-3.5 m	4.5-5.5	6.7-7.5	12.5-13.5	4.5-5.5	6.5-7.5				
Brøndimensjon mm	32	32	32	32	32	32				
X-koordinat Sone: 32	60685	60685	60685	6098	6095	6095				
Y-koordinat Sone: 32	701680	70168	70168	70085	70083	70083				
<b>Fysisk/kjemisk</b>							<b>Veiledende verdi</b>	<b>Største tillatte konsentrasjon</b>		
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,5	7,35	6,8	7,59	8,08	7,54	7,37	6,62	7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab µS/cm		217		619	199	180	85	86	< 400	
Temperatur °C	3,4	5,1	4,8				5,2		< 12	25
Alkalitet mmol/l	2,15	3,10	1,72	1,50	0,52	0,57			0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall mg Pt/l									< 1	20
Turbiditet F.T.U									< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O <sub>2</sub> /l									> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO <sub>2</sub> /l									< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub> mV	245	200								
<b>Anioner</b>										
Fluorid mg F/l	0,09	< 0,05	< 0,05	0,130	< 0,05	< 0,05				1,5
Klorid mg Cl/l	5,73	7,40	6,47	4,19	3,88	3,62			< 25	
Nitritt mg NO <sub>2</sub> /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 <sub>3</sub> /l	5,74	1,90	7,93	7,89	6,45	5,30				44
Fosfat mg PO <sub>4</sub> /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2				
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	3,63	11,2	5,24	8,65	3,38	3,52			< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	2,48	3,58	2,14	1,94	0,82	0,84				
<b>Kationer</b>										
Silisium mg Si/l	3,0	3,4	3,5	4,2	3,2	3,6				
Aluminium mg Al/l	< 0,02	< 0,02	0,034	0,034	< 0,02	< 0,02			< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,014	0,011	0,053	0,030	< 0,01	< 0,01			< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	4,5	4,9	4,1	2,2	1,7	2,0				20
Kalsium mg Ca/l	30,4	37,8	26,3	25,2	9,9	11,8			15-25 <sup>2</sup>	
Natrium mg Na/l	3,8	4,4	4,0	2,7	2,8	3,4			< 20	150
Kalium mg K/l	1,5	102	2,0	2,9	1,6	2,2			< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,085	0,206	0,073	0,027	0,044	0,003			< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007			< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	< 0,002	< 0,002	0,004	< 0,002	0,003	0,004			< 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 <sup>3</sup> meq/l	2,09	5,09	1,88	1,63	0,80	0,96				
Ionebalanseavvik <sup>4</sup> %	- 9	17	- 6	- 9	- 1	7				

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

<sup>2</sup> Vannet bør ikke være aggressivt.

<sup>3</sup> Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

<sup>4</sup> Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

## VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1671-III, Tydal

KOMMUNE: Selbu

PRØVESTED: Flora

OPPDRAKSNUMMER: 94/94

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	1	1	1	3	3	3							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Dato	08.06.94	08.06.94	08.06.94	08.06.94	08.06.94	08.06.94								
Brønntype	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.								
Prøvedyp m	4.5-5.5	6.5-7.5	10.5-11.5	6.5-7.5	10.5-11.5	16.5-17.5								
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32	6155	6155	6155	6168	6168	6168								
Y-koordinat Sone: 32	69997	69997	69997	70003	70003	70003								
<b>Fysisk/kjemisk</b>														
Surhetsgrad, felt/lab pH	5,6	5,90	5,5	6,04	5,8	6,22		7,78		6,61		6,23	7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab µS/cm	28	40		45	37	51		125	45	46	35	70	< 400	
Temperatur °C	3,4		4,2		4,8					4,5		7,7	< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,18		0,27		0,35		1,08		0,17		0,22		0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall mg Pt/l													< 1	20
Turbiditet F.T.U													< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O <sub>2</sub> /l													> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO <sub>2</sub> /l													< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub> mV	150				110					230		230		
<b>Anioner</b>														
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	< 0,05		1,5
Klorid mg Cl/l	4,19	3,88	3,62	3,46	1,87	2,61	< 25							
Nitritt mg NO <sub>2</sub> /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 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	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		
Nitrat mg NO <sub>3</sub> /l	0,08	< 0,05	< 0,05	0,07	0,33	0,27								44
Fosfat mg PO <sub>4</sub> /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	2,14	2,25	2,39	6,94	8,35	15,1	< 25							100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,36	0,44	0,51	1,33	0,41	0,62								
<b>Kationer</b>														
Silisium mg Si/l	2,8	4,0	6,6	5,6	1,4	2,5								
Aluminium mg Al/l	0,085	0,097	0,257	< 0,02	0,153	0,544	< 0,05							0,2
Jern mg Fe/l	0,568	0,287	2,5	0,023	0,248	0,754	< 0,05							0,2
Magnesium mg Mg/l	0,85	1,2	1,1	1,9	0,93	1,3								20
Kalsium mg Ca/l	2,7	4,3	4,7	17,1	5,4	9,5	15-25 <sup>2</sup>							
Natrium mg Na/l	2,3	3,3	3,5	3,4	1,9	2,5	< 20							150
Kalium mg K/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,7	0,63	1,2	< 10							12
Mangan mg Mn/l	0,133	0,497	0,540	0,171	0,118	0,029	< 0,02							0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,011	< 0,1							0,3
Sink mg Zn/l	< 0,002	0,004	0,004	0,007	0,005	0,006	< 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 <sup>3</sup> meq/l	0,32	0,47	0,49	1,20	0,45	0,72								
Ionebalanseavvik <sup>4</sup> %	- 6	3	- 2	- 5	5	7								

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

<sup>2</sup> Vannet bør ikke være aggressivt.

<sup>3</sup> Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

<sup>4</sup> Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%



## VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1671-III, Tydal

KOMMUNE: Selbu

PRØVESTED: Flora

OPPDRAGSNUMMER: 94/94 og 181/94

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	4	7	10	10	10	10 A							
Dato	0806.94	28.09.94	29.09.94	29.09.94	29.09.94	29.09.94							
Brønntype	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.	pumpebrøn							
Prøvedyp	m	8.5-9.5	4.5-5.5	4.5-5.5	6.5-7.5	10.5-11.5	7.5-10.5						
Brønndimensjon	mm	32	32	32	32	32	50						
X-koordinat	Sone: 32	6168	6163	61157	6157	6157	6157						
Y-koordinat	Sone: 32	70003	69997	69997	69997	69997	69997						
<b>Fysisk/kjemisk</b>							<b>Veiledende verdi</b>	<b>Største tillatte konsentrasjon</b>					
Surhetsgrad, felt/lab	pH	7,12	5,5	6,39	5,8	6,06	6,19	6,53	6,59	7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>		
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	88		64		130		147		203	165	< 400	
Temperatur	°C	3,4	4,2				5,5	5,7	5,6			< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,72	0,38		0,59		0,55	0,95	0,77			0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall	mg Pt/l		7,96		13,1		4,25	3,98	1,90			< 1	20
Turbiditet	F,T,U		63		14		2,3	1,1	0,18			< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O <sub>2</sub> /l						4,2	5,5				> ca 9	
Fritt karbondioksid	mg CO <sub>2</sub> /l											< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub>	mV	150											
<b>Anioner</b>													
Fluorid	mg F/l	< 0,05	< 0,05	0,071	0,061	0,062	0,058						1,5
Klorid	mg Cl/l	2,59	3,69	7,81	9,31	10,3	9,08					< 25	
Nitritt	mg NO <sub>2</sub> /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 <sub>3</sub> /l	< 0,05	0,93	13,4	23,6	32,9	22,8						44
Fosfat	mg PO <sub>4</sub> /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2						
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	6,00	3,26	6,11	5,99	6,07	6,15					< 25	100
Sum anioner+alkalitet	meq/l	0,93	0,58	1,17	1,33	1,91	1,53						
<b>Kationer</b>													
Silisium	mg Si/l	2,4	2,9	7,7	6,0	5,9	6,0						
Aluminium	mg Al/l	0,130	0,037	0,135	< 0,02	< 0,02	< 0,02					< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,208	0,195	1,3	0,064	0,034	< 0,01					< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	0,81	0,87	3,1	3,9	4,6	4,0						20
Kalsium	mg Ca/l	13,2	7,2	14,5	16,4	25,7	20,1					15-25 <sup>2</sup>	
Natrium	mg Na/l	2,1	3,0	3,3	3,7	4,2	3,9					< 20	150
Kalium	mg K/l	1,9	1,9	1,9	2,2	2,9	2,7					< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,024	0,046	0,073	0,012	0,007	0,002					< 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	0,011	0,004	< 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 <sup>3</sup>	meq/l	0,87	0,61	1,17	1,36	1,92	1,57						
Ionebalanseavvik <sup>4</sup>	%	- 3	3	0	1	0	1						

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

<sup>2</sup> Vannet bør ikke være aggressivt.

<sup>3</sup> Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

<sup>4</sup> Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

**Fysikalsk-kjemiske analyser av vannprøver tatt under langtidts prøvepumping i Flora.**

Dato	Kapasitet l/s	pH-verdi	Ledn.evn 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	NO <sub>3</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l
15.11.94	6,0	6,44	17,1	0,99	0,12	< 1,4	5,9	< 0,02	< 0,01	0,001	20,7	4,2	2,5	4,4	7,47	< 0,05	14,80	8,37
22.11.94	6,0	6,38	17,0	1,02	0,10	< 1,4	5,9	< 0,02	< 0,01	0,002	20,9	4,1	2,4	4,4	7,94	0,06	13,60	8,40
05.12.94	6,0	7,24	23,4	1,76	0,10	2,00	5,8	< 0,02	< 0,01	0,004	21,7	4,0	2,6	3,8	9,45	0,06	14,50	8,60
19.12.94	6,0	6,54	17,2	1,10	0,10	< 1,4	5,7	< 0,02	< 0,01	0,005	22,0	4,0	3,0	3,8	6,19	< 0,05	12,00	6,86
02.01.95	6,0	6,87	17,3	1,15	0,09	< 1,4	5,6	< 0,02	< 0,01	0,006	22,0	4,0	2,9	3,8	6,18	< 0,05	10,60	7,61
09.01.95	6,0	6,53	17,2	1,15	0,10	< 1,4	5,6	< 0,02	< 0,01	0,007	22,1	3,9	2,9	3,7	6,01	< 0,05	9,97	7,25
16.01.95	6,0	6,68	17,2	1,15	0,12	< 1,4	5,3	< 0,02	< 0,01	0,009	22,8	4,0	2,9	3,9	9,82	< 0,05	12,70	7,45
24.01.95	6,0	6,82	19,2	1,20	0,15	< 1,4	5,3	< 0,02	< 0,01	0,011	23,0	4,0	2,9	8,1	9,49	< 0,05	11,20	7,70
30.01.95	6,0	6,73	17,2	1,15	0,09	< 1,4	5,2	< 0,02	< 0,01	0,010	22,7	4,0	3,0	3,9	9,53	< 0,05	9,64	8,17
06.02.95	6,0	6,59	17,2	1,17	0,06	< 1,4	5,8	< 0,02	< 0,01	0,010	22,6	4,0	3,1	3,8	6,08	< 0,05	5,59	8,09
14.02.95	6,0	6,85	17,2	1,20	0,11	< 1,4	5,7	< 0,02	< 0,01	0,011	22,5	3,9	3,4	3,9	8,01	< 0,05	7,01	10,70
20.02.95	6,0	6,65	17,1	1,19	0,07	< 1,4	5,7	< 0,02	< 0,01	0,010	22,4	3,9	3,4	3,7	6,23	< 0,05	5,72	8,53
06.03.95	6,0	6,67	17,0	1,21	0,08	< 1,4	5,7	< 0,02	< 0,01	0,011	22,7	3,9	3,3	3,7	7,69	< 0,05	5,56	9,15
20.03.95	6,0	6,84	17,2	1,21	0,05	< 1,4	5,4	< 0,02	< 0,01	0,012	23,0	4,0	2,7	3,7	6,05	< 0,05	4,41	8,24
04.04.95	6,0	7,07	17,1	1,23	0,06	< 1,4	5,4	< 0,02	< 0,01	0,013	23,2	4,0	2,8	3,9	5,82	< 0,05	4,10	8,21
19.04.95	6,0	6,71	17,2	1,23	0,09	< 1,4	5,3	< 0,02	< 0,01	0,013	23,3	3,9	2,7	3,6	6,00	< 0,05	3,87	8,28
03.05.95	6,0	6,80	17,3	1,26	0,05	< 1,4	5,5	< 0,02	< 0,01	0,014	23,6	4,0	3,1	3,9	7,85	< 0,05	4,10	8,68
23.05.95	6,0	7,33	17,8	1,28	0,07	< 1,4	5,5	< 0,02	< 0,01	0,014	24,5	4,1	3,0	3,9	7,50	< 0,05	6,02	8,57

Konsentrasjonen av andre analyserte ioner ligger enten klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften og/eller under deteksjonsgrensen.

**Bakteriologiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn i Flora**

Bakterietype/uttatt dato	23.11.94	23.11.94	19.12.94	02.01.95	10.01.95	17.01.95
Totalantall bakt. 20 °C	0	1	280	300	11	0
Totalantall bakt. 37 °C	1	1	0	0	0	0
Koliforme bakt.	0	0	0	0	0	0
Termetol. kolef. bakt.	0	0	0	0	0	0
Fekale streptokokker	0	0		0	0	0
Clostridium perfringens	0	0		0	0	0

Bakterietype/uttatt dato	06.02.95	20.02.95	07.03.95	21.03.95	04.04.95
Totalantall bakt. 20 °C	5	1	5	1	0
Totalantall bakt. 37 °C	0	0	0	0	0
Koliforme bakt.	0	0	0	0	0
Termetol. kolef. bakt.	0	0	0	0	0
Fekale streptokokker	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	0	0	0	0	0

Prøvene er analysert ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

**Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner og elvevannsstand under prøvepumping i Flora.**

Dato	Tid (min)	Kapasitet	P1	P2	P3	Elv
21.10.94	0,0	5,00	212,52	212,67	213,83	213,27
21.10.94	0,5	5,00	212,46			213,27
21.10.94	1,0	5,00	212,43			213,27
21.10.94	2,0	5,00	212,41			
21.10.94	4,0	5,00	212,39	212,66		213,27
21.10.94	6,0	5,00			213,79	
21.10.94	8,0	5,00	212,37	212,65		213,27
21.10.94	15,0	5,00	212,36	212,64		
21.10.94	19,0	5,00			213,78	
21.10.94	30,0	5,00	212,36	212,63	213,78	213,27
21.10.94	60,0	5,00	212,35	212,60	213,77	
24.10.94		0,00	212,53	212,68	213,88	213,28
01.11.94	60,0	6,50	212,27	212,57	213,69	
07.11.94	8640,0	6,00	211,83	211,92	213,40	213,20
11.11.94	14400,0	6,00	211,80	211,90	213,40	213,19
15.11.94	20160,0	6,00	211,76	211,86	213,33	213,18
22.11.94	30240,0	6,00	211,72	211,82	213,32	213,18
05.12.94	34560,0	6,00	211,78	211,88	213,42	213,18
19.12.94	54720,0	6,00	211,72	211,82	213,34	213,18
02.01.95	74880,0	6,00	211,69	211,77	213,32	213,18
09.01.95	84960,0	6,00	211,70	211,77	213,31	213,18
16.01.95	95040,0	6,00	211,69	211,79	213,26	213,18
24.01.95	106560,0	6,00	211,71	211,81	213,29	213,18
30.01.95	115200,0	6,00	211,72	211,78	213,31	213,18
06.02.95	125280,0	6,00	211,75	211,79	213,34	213,18
14.02.95	136800,0	6,00	211,76	211,83	213,35	213,18
20.02.95	145440,0	6,00	211,71	211,92	213,34	213,18
06.03.95	165600,0	6,00	211,70	211,81	213,33	213,18
20.03.95	185760,0	6,00	211,76	211,84	213,34	213,18
03.04.95	205920,0	6,00	211,83	211,92	213,43	213,20
18.04.95	227520,0	6,00	211,92	212,02	213,45	213,21
03.05.95	247680,0	6,00	212,01	212,14	213,55	213,27
23.05.95	276480,0	6,00	212,20	212,31	213,67	213,21