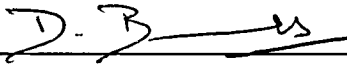


NGU Rapport 98.049

Grunnvannsundersøkelser til Stryn
vassverk, Stryn kommune

Rapport nr.: 98.049		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser til Stryn vassverk, Stryn kommune			
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU og Stryn kommune	
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Stryn	
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1318 I Stryn	
Forekomstens navn og koordinater: Bøsætra 32 V 3783 68689, Heggøyna 32 V 3840 68668, Stauri og Ytre Lunde 32V 3858 68673		Sidetall: 46 Kartbilag: 3	Pris: 135,-
Feltarbeid utført: mai-aug. 1997	Rapportdato: 03.06.1998	Prosjektnr.: 2713.14	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har undersøkt løsmasseavsetninger i området ved Bøsætra og langs Strynselva i områdene Stauri - Ytre Lunde og Heggøyna med tanke på grunnvannsutttak for reservevannforsyning til Stryn vassverk.</p> <p>På grunnlag av hydrogeologiske undersøkelser som omfattet 2 georadarprofil og 4 sonderboringer er det ikke påvist grunnvannsforekomster i området ved Bøsætra som kan være egnet for reservevannkilde for Stryn vassverk. De kartlagte løsmasseavsetningene danner for små grunnvannsmagasin og har for liten tykkelse av vannførende masser for større uttak av grunnvann.</p> <p>I områdene Stauri - Ytre Lunde og Heggøyna viser undersøkelsene et topplag av sand og grus over mer finkornige sedimenter av finsand og silt. Tykkelsen av grove masser med god vanngjennomgang blir gjennomgående større oppover dalen. Forholdene for store uttak av grunnvann er best på elvesletta nord for Ytre-Lunde. Her viser en undersøkelsesboring at det er muligheter for å ta ut store mengder grunnvann (10-20 l/s pr. brønn) fra sand og grusmasser som går ned til ca. 14 m dyp. Fysikalsk-kjemiske analyser viser at grunnvannet, bortsett fra litt lav pH-verdi, har bra kvalitet.</p> <p>Ved borehull 2 og 3 som ble boret i nærheten av Eikolas utløp i Strynselva, er det også muligheter for uttak av grunnvann. Særlig ved Borehull 3 er det påvist masser med god vanngjennomgang. På disse lokalitetene er det mindre tykkelse av egnede masser og følgelig vil en eventuell brønn få et grunnere inntak enn ved borehull 1. Dette gjør disse lokalitetene mer utsatt for forurensninger fra elva og fra dyrket mark/beitemark.</p> <p>På de andre lokalitetene hvor det er gjort boringer, er massene mot dypet for finkornige for større uttak av grunnvann.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Geofysikk	Sonderboring	
Løsmasse	Grunnvannskvalitet	Grunnvannsforsyning	
Grunnvannskilde		Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
1.1 Bakgrunn	4
1.2 Muligheter for grunnvannsuttak	4
1.3 Gjennomføring	4
2. METODEBESKRIVELSE.....	5
2.1 Georadar	5
2.2 Undersøkelsesboringer	5
3. RESULTATER	5
3.1 Georadarmålinger.....	5
3.1.1 Stauri	6
3.1.2 Ytre Lunde.....	6
3.1.3 Heggøyna	7
3.1.4 Bøsetra.....	7
3.2 Boringer.....	8
3.2.1 Stauri - Ytre Lunde.....	8
3.2.2 Heggøyna	9
3.2.3 Bøsetra.....	9
4. VIDERE UNDERSØKELSER	10
5. KONKLUSJON	10
6. REFERANSER	11

TEKSTBILAG

- 1 Metodebeskrivelse av georadarundersøkelser
- 2 Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

DATABILAG

- Databilag 1.1-1.11 Borprofiler, utskrift fra NGU's hydrogeologiske database.
Databilag 2.1-2.3 Kornfordelingsanalyser
Databilag 3.1-3.2 Analyseresultater av fysikalsk-kjemiske parametere

KARTBILAG

- Kartbilag 98.049-01 Oversiktskart i M 1:50 000 over de undersøkte områdene i Stryn.
Kartbilag 98.049-02 Georadaropptak og borehullsplassering, Stauri - Ytre Lunde.
Kartbilag 98.049-03 Georadaropptak og borehullsplassering, Heggøyna.
Kartbilag 98.049-04 Georadaropptak og borehullsplassering, Bøsetra.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Gjennom prosjektet «Grunnvann i Norge» (GiN) ble det i 1990 utført en vurdering av grunnvannsmulighetene i Stryn kommune. Stryn vassverk (kartbilag 1) ble ikke prioritert da, og det er heller ikke gjort andre grunnvannsundersøkelser i området.

Stryn vassverk har vannforsyning fra et oppdemt vatn som ligger omlag 800 m.o.h., ca. 7 km nord for Stryn. Vannet blir behandlet i et renseanlegg og er i følge Folkehelsa karakterisert som tilfredsstillende. Vannverket mangler imidlertid godkjent reservevannkilde, og ønsker derfor å få undersøkt om det finnes grunnvann som kan nyttes til dette. Kommunen ønsker primært en kartlegging av grunnvannsforekomster i nærheten av eksisterende vannledning mellom vannkilden og renseanlegget. I tillegg ønsker de en kartlegging av grunnvannsforekomster langs Strynselva mellom Stryn sentrum og Strynevatnet.

1.2 Muligheter for grunnvannsuttak

Ut fra tidligere kvartærgeologisk kartlegging og egne feltbefaringer ble det registrert noe løsmasseavsetninger i form av morenerygger og små breelvavsetninger (eskere) i området ved Bøsetra. Terrenget i området er relativt bratt og dette gir dårlige forhold for oppmagasinering av grunnvann.

I det andre vurderte området langs Strynselva består løsmassene i følge kvartærgeologisk kart (Klagegg m fl. 1989) av elveavsatt sand og grus over marine finkornige sedimenter. Opp mot Strynevatnet er det kartlagt en breelvavsetning av sand og grus. Forutsatt tilstrekkelig tykkelse av vannførende masser skulle forholdene ligge godt til rette for uttak av grunnvann i dette området.

1.3 Gjennomføring

I de aktuelle områdene ble det først gjort en feltbefaring og så målinger med georadar for å få en oversikt over løsmassefordeling og løsmassemektigheter. Ut fra disse resultatene, mulig konflikt med dyrket mark og framkommelighet med boreutstyr ble det foreslått boringer i begge områdene. Feltarbeidet ble utført i perioden mai - august 1997. Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. Andre involverte har vært:

Bjørn Frengstad (feltbefaring)

Are Gjerde (løsmasseboring)

Torleif Lauritsen (georadar)

Bjørn Iversen (løsmasseboring)

Teknisk etat i kommunen har skaffet nødvendig bakgrunnsinformasjon (opplysninger om eksisterende vannforsyning, kart etc.) og innhentet boretillatelser fra grunneiere.

2. METODEBESKRIVELSE

2.1 Georadar

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med 50 MHz-antennene og 1000V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand og flytteavstand på 1 m. På grunn av unøyaktig flytting av antennene vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene nederst på opptakene, om kryssing av bekker og veier.

For en mer detaljert beskrivelse av metoden henvises det til tekstbilag 1.

2.2 Undersøkelsesboringer

Undersøkelsesboringene ble gjort med Borros beltegående borerigg. Hvis sonderboringen indikerte egnede løsmasser for grunnvannsuttag, ble det satt ned en Ø32 mm testbrønn med en meter filter som ble pumpet i forskjellige nivå for kapasitetsvurderinger og prøvetaking av grunnvann og løsmasser.

Tekstbilag 2 gir en mer detaljert beskrivelse av grunnvannsundersøkelser i løsmasser.

3. RESULTATER

3.1 Georadarmålinger

Georadarmålinger er foretatt innenfor områdene Stauri, Ytre Lunde, Heggeøyna og Bøsetra (se kartbilag -01). Sentralt i hvert område er det utført hastighetsanalyser (CMP-målinger). Hastigheten som framkom ved hver CMP-måling, er benyttet ved beregning av dyp under terrengoverflata (dybdekonvertering). P.g.a topografisk gradient, har en valgt å foreta terrengkorreksjon av profilene P1 og P2 ved Bøsetra. Terrenghøyden er hentet fra topografisk kart i målestokk 1:5000 med 5 m koteavstand, og opptakene er forsynt med vertikale høydeakser som refererer til havoverflata. Terrengvariasjonene langs de øvrige profilene er uvesentlige. Opptakene fra disse profilene er derfor ikke terrengkorrigerte, men forsynt med vanlige dybdeakser som refererer til terrengoverflata.

3.1.1 Stauri

Ved Stauri ble det utført georadarmålinger langs profilene P3, P4, P5 og P6. Opptakene og profilenes beliggenhet er vist i kartbilag -02. Opptakene indikerer grove masser (sand og grus) over finstofflag (finsand/silt). Det antas at det i dette området er gode muligheter for grunnvannsuttag der tykkelsen av grove avsetninger er størst.

P3

Opptaket viser kraftige reflektorer ned til ca. 5-7 m dyp. Dette tolkes som grove masser, trolig sand, grus og stein. Under dette nivået er reflektorene svakere, noe som kan skyldes mer ensgradert materiale (muligens sand). En svak reflektor ved omlag 10 m dyp i siste halvdel av profilet (fra ca. posisjon 80) representerer trolig overgang til finstofflag (finsand/silt/leire). Nedenfor denne reflektoren sees liten eller ingen reflektivitet. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes i opptaket.

P4

Fram til posisjon 75 m sees et topplag av grove masser (sand, grus og stein) ned til ca. 5-7 m dyp. Fra denne posisjonen og til enden av profilet øker tykkelsen av grove sedimenter gradvis til omlag 15 m. Under denne pakken indikeres en markert overgang til liten eller ingen reflektivitet. Dette tolkes som skarpt skille til mer finkornige sedimenter av finsand, silt og/eller leire. En kraftig reflektor ved ca 10 m dyp i starten av profilet (posisjon 0-10 m) kan representere fjelloverflata. Grunnvannsspeil kan muligens erkjennes ved ca. 3-4 m dyp.

P5

Opptaket viser et topplag av grove masser (sand, grus og stein) over finkornige sedimenter (finsand/silt/leire). I starten av profilet (posisjon 0) ligger grensen mellom disse to sekvensene ved ca. 8 m dyp. Her sees markert overgang fra kraftige reflektorer til svak reflektivitet. Utover i profilet varierer tykkelsen av grove masser. Ved enden av profilet er dette topplaget ca. 10 m tykt. Størst dyp til finstofflag (ca. 11-12 m) sees ved posisjon 20. Grunnvannsspeil ser ut til å ligge ved ca. 4 m dyp.

P6

Grensen mellom topplaget av sand, grus og stein over mer finkornige sedimenter av finsand og silt gjenkjennes her ved ca. 10 m dyp. Grunnvannsspeil trer ikke klart fram i opptaket.

3.1.2 Ytre Lunde

I området ved Ytre Lunde ble det foretatt georadarmålinger langs profilene P7 og P8. Opptakene og profilenes beliggenhet er vist i kartbilag -02. Opptakene indikerer grove masser (sand og grus) over finstofflag (finsand/silt). Det antas at det i dette området er gode muligheter for grunnvannsuttag der tykkelsen av grove avsetninger er størst.

P7

Opptaket er plottet fra vest (posisjon 255) mot øst (posisjon 0). Et topplag med grove masser (sand/grus/stein) sees mellom posisjonene 255 og 150. Tykkelsen av dette topplaget ligger på ca. 10 m fram til posisjon 180. Herfra avtar tykkelsen til omlag 3-4 m fram til posisjon 150. Under topplaget sees en sekvens med noe svakere reflektivitet ned til ca. 16-17 m dyp. Dette tolkes som masser av mer ensgradert materiale (sand). I bunn av disse sees en markert reflektor som skrår opp til ca. 3-4 m dyp fram til posisjon 150. Denne reflektoren representerer trolig overgang til en annen avsetningstype/-retning, trolig med mer ensgradert materiale og/eller innslag av finstoff. I nærheten av østenden av profilet har en observert fjell i dagen. I opptaket ser fjellet ut til å skrå ned fra å ligge forholdsvis dagnært ved posisjon 0 til ca. 30 m dyp ved omlag posisjon 80.

P8

Karakteristisk for profilet er at grove masser (sand/grus/stein) danner en traufom med bunn på ca. 20 m dyp ved posisjon 65. Mot endene av profilet avtar tykkelsen av grove masser til ca. 8-10 m. Områder med svak reflektivitet indikerer mer ensgradert materiale og/eller innslag av godt ledende finstoff (silt/leire).

3.1.3 Heggøyna

Ved Heggøyna ble det utført georadarmålinger langs profil 9. Profilets plassering og georadaropptak er vist i kartbilag -03.

P9

Opptaket viser et topplag av grove masser (sand/grus) ned til ca. 5 m dyp. Mellom posisjonene 10 og 50 danner topplaget en traufom med bunn på ca. 12 m dyp ved posisjon 25. Denne kan representere et gammelt gjenfylt elveleie. Under topplaget sees bare svak reflektivitet. Dette tolkes som skarp overgang til finere masser med høyere elektrisk ledningsevne.

3.1.4 Bøsetra

I området ved Bøsetra ble det utført georadarmålinger langs profilene P1 og P2. Opptakene og profilenes beliggenhet er vist i kartbilag -04. Opptakene indikerer grove masser (sand og grus) over morene/fjell. Det antas at det i dette området er begrensede muligheter for grunnvannsuttak.

P1

Opptaket viser et kraftig og delvis kaotisk reflektormønster ned til ca. 5 m dyp. Dette tolkes som grove masser, trolig sand, grus og stein. Under de grove massene avtar reflektiviteten raskt mot dypet. Dette representerer trolig morenemateriale med innslag av finstoff som demper radarbølgenes nedtregningsevne. Kraftig reflektivitet i toppen kan også skjule en fjellreflektor. Fjelloverflaten kan dermed ligge relativt høyt oppe i profilet.

P2

Profilen starter ved foten av en esker og går nesten parallelt med denne. Opptaket viser et delvis kaotisk reflektormønster med noe varierende reflektivitet ned til ca. 10-12 m dyp. Dette tolkes som grove masser med vekslende innhold av finstoff (mulig morenemateriale). En svak og delvis usammenhengende reflektor kan erkjennes ved ca. 10-12 m dyp. Ved slutten av profilen går reflektoren opp mot ca. 5 m dyp. Denne kan representere fjelloverflata. Fjell sees i dagen ved ca. posisjon 150, i fortsettelsen av profilen.

3.2 Boringer

3.2.1 Stauri - Ytre Lunde

Plasseringen av boringene er gjort på grunnlag av tolkingen av georadarprofilene og adkostmulighetene med borerigg. Kartbilag -01 og -02 viser lokaliseringen av borpunktene, mens databilag 1.1, 1.2, 1.3, 1.9 og 1.10 viser borprofilene i form av utskrifter fra NGU's hydrogeologisk database. Databilag 2.1-2.3 viser kornfordeligskurvene for masseprøvene, mens fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøvene er vist i databilag 3.1-3.2.

Borehull 1 ligger på sørsiden av Strynselva, like nord for gården Ytre-Lunde (kartbilag -02). Boringen viser grove masser av stein, grus og sand ned til 20 m og finsand fra 20 til min. 24 m dyp. Kornfordelingen til masseprøver fra 7, 11 og 13 m dyp er vist i databilag 2.1. Testpumping av en Ø32 mm undersøkelsesbrønn med 1 m filter ga 2,5, 2,3, 4,5 og 0 l/s på henholdsvis 7, 11, 13 og 15 m dyp. Fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver fra 7, 11 og 13 m dyp (databilag 3.1) viser at grunnvannet er av god kvalitet, bortsett fra noe lav pH-verdi (6,1-6,4) i forhold kravene til drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995). Det kan også bemerkes at alkaliteten er lavere enn veiledende verdi i Drikkevannsforskriften. Fargetallet er noe høyt i prøven tatt på 7 m dyp. Dette kan skyldes kort pumpetid, påvirkning fra overflatevann eller utfellinger på prøveflaska.

Borehull 2, som ble boret ved elva Eikola, viste ca. 8 m med stein, grus og sand over relativt finkornig sand til min. 20 m dyp. Testpumping av en undersøkelsesbrønn ga 0,4 l/s på 5 m dyp og 1,0 l/s på 7 m dyp. På større dyp ga testpumpingen lite vann på grunn av for mye finsand som tettet brønnrøret. Kornfordelingen til masseprøver fra 5 og 7 m dyp er vist i databilag 2.2, mens databilag 3.1 viser analyseresultater av en grunnvannsprøve fra 5 m dyp. I forhold til Drikkevannsforskriften har prøven for høyt innhold av jern og aluminium. Dette kan skyldes leirpartikler i vannet. Den meget høye turbiditeten skyldes også høyt partikkelinnhold. Grunnvannet har også lav pH-verdi (6,16) og lav alkalitet.

Borehull 3 har omtrent samme løsmassefordeling som borehull 2, dvs. 8-9 m sand og grus over finsand til min. 18 m dyp. Vannanalysene av grunnvannsprøver fra 5 og 7 m dyp (databilag 3.1) viser at det er et relativt ionefattig grunnvann med lav pH-verdi (5,8-6,3), lav alkalitet og høy

turbiditet (på grunn av høyt partikkelinnhold). Ellers tilfredsstillende alle andre målte parametere drikkevannskravene.

I borehull 9 og 10 ble det også påvist 8-9 m sand og grus over finsand. Massene i disse borehullene var likevel noe mer finkornig enn i borehull 1-3, slik at testpumpingene ga bare små vannmengder (< 0,3 l/s). Vanngjennomgangen ved spyling i testbrønnene var imidlertid god, men på grunn av mye finsand gikk røret tett ved pumping. Kornfordelingsanalysene av masseprøvene fra borehull 9 og 10 viser også at disse prøvene er mer finkornige enn prøvene fra borehull 1-3.

3.2.2 Heggøyna

Borehull 8 og 11 ble boret ved Heggøyna, på hver sin side av Strynsva (se kartbilag -03). Begge borehullene viste 2-3 m med sand og grus over finkornige masser av sand og silt til min. 18 m dyp (databilag 1.8 og 1.11). Det er ikke muligheter for større grunnvannsuttag fra noen av borehullene, og det ble derfor heller ikke satt ned undersøkelsesbrønner.

3.2.3 Bøsetra

I området ved Bøsetra ble det utført 4 sonderboringer. Kartbilag -04 viser plasseringen av borpunktene, mens borprofilene er vist i databilag 1.4-1.7. Borehull 4, 5 og 6 som ble plassert mellom Holevasselva og Fosselva, viste 4-6 m myr, grus og sand over hardpakket morene eller fjell. I borehull 7 som ble boret i en grusrygg (esker) mellom Bøsetra og Gamlesetra, ble det påtruffet ca. 1,5 m myr over ca. 3 m sand, grus og stein. Fra 4,5-7,5 m ble det påtruffet morenemasser. Testpumping av en undersøkelsesbrønn ga på grunn av for mye finsand bare små vannmengder (< 0,2 l/s).

På grunn av liten tykkelse av vannførende masser, små grunnvannsmagasin og stor helning på grunnvannsspeilet, er det små muligheter for større uttak av grunnvann i dette området. Det må likevel påpekes at det er muligheter for mindre uttak (< 1 l/s) fra gravde brønner/kilder i foten av enkelte moreneavsetninger. I databilag 3.2 er det vist analyseresultater fra en slik kilde og fra en bekk som antas å stamme fra en kilde. Analysene viser at vannet fra kilden har typisk grunnvannskarakter med lavt fargetall, nær nøytral pH-verdi og et visst innhold av løste mineraler. Vannet fra kildebekken har høyt fargetall og lavt innhold av løste mineraler noe som tyder på påvirkning fra overflatevann.

Det å samle opp grunnvann i området for å dekke hele vannverkets vannbehov, vil om mulig være en meget omfattende og dyr løsning som vi vil fraråde.

4. VIDERE UNDERSØKELSER

Det sikreste alternativet for reservevannkilde til Stryn vassverk basert på grunnvann, er uttak av grunnvann ved borehull 1. Hvis kommunen ønsker en videre utredning av denne forekomsten er det nødvendig med nedsetting av fullskala produksjonsbrønn for langtids prøvepumping. Brønnen bør prøvepumpes med en kapasitet tilsvarende vannverkets maksimale døgnforbruk. Prøvepumpingen har til hensikt å:

- Kartlegge grunnvannets strømningsmønster inn mot brønnen. Dette danner igjen grunnlag for vurdering av klausuleringssoner.
- Dokumentere brønnenes kapasitet over tid.
- Dokumentere grunnvannets kvalitet over tid. Under prøvepumpingsperioden må det tas jevnlig vannprøver (min. to prøver pr. måned) til både bakteriologiske og fysikalsk-kjemiske analyser.

Ut fra boreresultatene i borehull 1 bør det benyttes en Ø170 mm brønn med filter på mellom 10 og 14 m dyp. Filteråpningen bør ut fra masseprøvenes kornfordeling (databilag 2.1) være 1,2 mm. For å kartlegge grunnvannets strømningsmønster inn mot brønnen under pumping, er det nødvendig å sette ut minst fire peilebrønner i tillegg til den som står igjen.

Nødvendig vannbehandling bør først vurderes på grunnlag av vannkvaliteten under prøvepumpingsperioden, men ut fra vannkjemien i undersøkelsesbrønnen, bør vannet luftes, alkaliseres og pH-justeres.

Området rundt brønnstedet består av beitemark. En detaljert vurdering av beskyttelsessoner og endringer i arealbruk rundt en eventuell produksjonsbrønn kan først foretas på grunnlag av resultatene av prøvepumpingen.

5. KONKLUSJON

På grunnlag av hydrogeologiske undersøkelser som har omfattet georadarmålinger og sonderboringer er det **ikke** påvist grunnvannsforekomster i området ved Bøsetra som kan være egnet for reservevannkilde for Stryn vassverk. De kartlagte løsmasseavsetningene danner for små grunnvannsmagasin og har for liten tykkelse av vannførende masser for større uttak av grunnvann.

I områdene Stauri-Ytre Lunde og Heggøyna er det til sammen gjort 7 georadarprofil og 7 undersøkelsesboringer. Disse viser at forholdene for store uttak av grunnvann er best på elvesletta

nord for Ytre-Lunde. Her viser en undersøkelsesboring (borehull 1) at det er muligheter for å ta ut store mengder grunnvann (10-20 l/s pr. brønn) fra sand og grusmasser som går ned til ca. 14 m dyp. Fysikalsk-kjemiske analyser viser at grunnvannet har bra kvalitet bortsett fra litt lav pH-verdi og alkalitet og noe høyt fargetall i prøven tatt på 7 m dyp.

Ved borehull 2 og 3 er det også muligheter for uttak av grunnvann, særlig ved borehull 3 er det påvist masser med god vanngjennomgang. På disse lokalitetene er det mindre tykkelse av egnede masser og følgelig vil en eventuell brønn få et grunnere inntak enn ved borehull 1. Dette gjør disse lokalitetene mer utsatt for forurensninger fra elva og fra dyrket mark/beitemark.

De andre boringene som er gjort i området viser dårlige forhold for store grunnvannsuttak på grunn av for finkornige masser mot dypet.

6. REFERANSER

Klagegg, O., Nordahl-Olsen, T., Sønstagaard, E. & AA, A.R. 1989 : Sogn og Fjordane fylke, kvartærgeologisk kart, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.

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

TEKSTBILAG

- 1 Metodebeskrivelse av georadarundersøkelser
- 2 Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

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 reflektor 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 reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

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

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

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

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

HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSESMETODER I LØSMASSER VED NGU

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros/Hafo 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/Hafo borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse). Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining av sonderspissen.

c) Tolkning

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

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

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

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

skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe 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. Alle sonderboringer og undersøkelsesbrønner blir lagt inn i NGU's hydrogeologiske database.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumping 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 testpumping. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarer. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet gjennomstrømningsprøvetaker. Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 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 og vannbehov.

Det vanligste er å sette ned fullskala brønner som senere kan benyttes til produksjonsbrønner, men ved usikre forhold brukes det ofte enklere prøvebrønner til prøvepumping.

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

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

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

5 VANNPRØVETAKING

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

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

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

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til

kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

6 FELTANALYSER

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

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

7 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 på vannprøver:

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

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

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

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.004 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

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

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

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

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

Tabell 1: 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 %
Å	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 2: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

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

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

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

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

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

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

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

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

LITTERATUR

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

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

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

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

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

DATABILAG

Databilag 1.1-1.11	Borprofiler, utskrift fra NGU's hydrogeologiske database.
Databilag 2.1-2.3	Kornfordelingsanalyser
Databilag 3.1-3.2	Analyseresultater av fysikalsk-kjemiske parametere

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 116 **Type brønn:** Observasjonsbrønn **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 1**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 386217.00 **NS-koordinater:** 6867729.00 **Høyde over havet:** meter

Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype **Adresse** **Kommentar**

Oppdragsgiveradresse Stryn Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 25.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 23.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: **Brønnrørmateriale:**

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m) **Til (m)** **Løsmasseprofil** **Vanntrykk** **Boreslamfarge** **Vannuttak (l/s)** **Temperatur (°C)** **Pumpetid (min)** **Vannprøve?** **Jordprøve?** **Prøvetakingsmetode** **Merknader**

0.00	1.50	Stein, grus og sand																			
1.50	2.50	Stein, grus og sand																			
2.50	3.50	Stein, grus og sand																			
3.50	4.50	Stein, grus og sand																			
4.50	5.50	Sand og grus																			
5.50	6.50	Sand og grus																			
6.50	7.50	Grus				2.50		6.5					Ja		Ja						
7.50	8.50	Grus og sand																			
8.50	9.50	Grus og sand																			

Ledningsevne: 66 $\mu S/cm$

Brønnskjemna sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
9.50	10.50	Grus og sand		Borte							
10.50	11.50	Stein, grus og sand		Borte	2.33	6.3		Ja	Ja	Pumping (P)	Ledningsevne: 66.3 $\mu S/cm$
11.50	12.50	Grus og sand		Borte							Grovt
12.50	13.50	Grus og sand		Borte	4.17	6.1		Ja	Ja	Pumping (P)	Grovt. Ledningsevne: 73.7 $\mu S/cm$
13.50	14.50	Grus og sand		Borte							Grovt
14.50	15.50	Grusig sand		Borte						Pumping (P)	God vanngjennomgang, men lite vann. Mye sand
15.50	16.50	Grusig sand		Borte							
16.50	17.50	Grusig sand		Borte						Pumping (P)	God vanngjennomgang, men lite vann. Mye sand
17.50	18.50	Grusig sand		Borte							
18.50	19.50	Grusig sand		Borte							
19.50	20.50	Sand og finsand	0-5	Borte							
20.50	21.50	Sand og finsand	5	Borte							
21.50	22.50	Sand og finsand	0-5	Borte							
22.50	23.50	Sand og finsand	5	Borte						Pumping (P)	God vanngjennomgang, men lite vann. Mye sand

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 1. 14 meter 5/4" står igjen som peilerør.

Utfyllingsdato: 25.08.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Borehull 2

Brønn-ID: 117 **Type brønn:** Observasjonsbrønn **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 2**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 385898.00 **NS-koordinater:** 6867349.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype **Adresse** **Kommentar**

Oppdragsiveradresse Stryn Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 26.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 19.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: **Brønnermateriale:**

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m) **Til (m)** **Løsmasseprofil** **Vanntrykk** **Boreslamfarge** **Vannuttak (l/s)** **Temperatur (°C)** **Pumpetid (min)** **Vannprøve?** **Jordprøve?** **Prøvetakingsmetode** **Merknader**

0.00	1.50	Stein, grus og sand		Borte	0.42	8.8		Ja	Ja	Pumping (P)	Ledningsevne: 33.1 $\mu S/cm$
1.50	2.50	Sand og stein		Brunt							
2.50	3.50	Stein, grus og sand		Borte							
3.50	4.50	Stein, grus og sand		Borte							
4.50	5.50	Stein, grus og sand		Borte	0.42	8.8		Ja	Ja	Pumping (P)	Ledningsevne: 33.1 $\mu S/cm$
5.50	6.50	Stein, grus og sand		Borte							
6.50	7.50	Stein, grus og sand		Borte	1.00	6.2		Ja	Ja	Pumping (P)	Ledningsevne: 57.1 $\mu S/cm$
7.50	8.50	Sand		Borte							
8.50	9.50	Sand og finsand		Borte						Pumping (P)	Meget god vanngjennomgang.

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
9.50	10.50	Sand		Borte							
10.50	11.50	Sand		Borte						Pumping (P)	Røret gikk tett av finsand
11.50	12.50	Sand		Borte							Vekslende.
12.50	13.50	Sand		Borte							
13.50	14.50	Sand		Borte							Løst
14.50	15.50	Sand		Borte						Spyling (S)	Løst. Tett, bare finsand.
15.50	16.50	Sand		Borte							Løst
16.50	17.50	Sand		Borte							Løst
17.50	18.50	Sand		Borte							Løst
18.50	19.50	Sand		Borte							Løst

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 2. 10 meter 5/4" står igjen som peilerør.

Utfyllingsdato: 26.08.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Brønnskjemå sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Borelamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
10.50	11.50	Sand og finsand		Borte							
11.50	12.50	Finsand		Borte							
12.50	13.50	Finsand		Borte							
13.50	14.50	Finsand	0-5	Borte							
14.50	15.50	Finsand		Borte							
15.50	16.50	Finsand		Borte							
16.50	17.50	Finsand		Borte							

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 3. Ledningsevne i elva 12.9 ms/m. Temperatur: 13.4 grader celsius.

Utfyllingsdato: 26.08.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Norges geologiske undersøkelse

Hilmo, Bernt Olav

Borehull 4

Brønn-ID: 17 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 4**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 577810.00 **NS-koordinater:** 6869246.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype Adresse Kommentar

Oppdragsgiveradresse Stryn Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 27.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 5.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnermateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpeid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.50	Stein, grus og sand		Brunt							
1.50	2.50	Stein, grus og sand		Grått							
2.50	3.50	Stein, grus og sand		Grått							Mye sand
3.50	4.50	Grusig sand		Grått							Tett. Morene ?
4.50	5.50	Morene		Grått							Morene?

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 4

Utfyllingsdato: 27.08.1997 **Ansvarlig signatur:** Bjørn S.Iversen

Brønn-ID: 18 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 5**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 377896.00 **NS-koordinater:** 6669238.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype **Adresse** **Kommentar**

Oppdragsiveradresse Stryn Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 27.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 6.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Losmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumptid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
---------	---------	----------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	---------------	------------	------------	--------------------	-----------

0.00	1.50	Myr		Brunt							Med grus og sand
------	------	-----	--	-------	--	--	--	--	--	--	------------------

1.50	2.50	Grus og sand		Grått							
------	------	--------------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

2.50	3.50	Stein, grus og sand		Grått							Mye finsand
------	------	---------------------	--	-------	--	--	--	--	--	--	-------------

3.50	4.50	Morene		Grått							Mye finsand, Moreneaktig
------	------	--------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--------------------------

4.50	5.50	Morene		Grått							Mye finsand, Moreneaktig
------	------	--------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--------------------------

5.50	6.50	Morene	0-5	Grått							Moreneaktig
------	------	--------	-----	-------	--	--	--	--	--	--	-------------

Merknad:
Andre opplysninger: Pkt. 5
Utfyllingsdato: 27.08.1997 **Ansvarlig signatur:** Bjørn S.Iversen

Borehull 6

Brønn-ID: 19 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 6**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 378048.00 **NS-koordinater:** 6869225.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype **Adresse** **Kommentar**

Oppdragsiveradresse Stryn Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 27.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 4.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m) **Til (m)** **Løsmasseprofil** **Vanntrykk** **Boreslamfarge** **Vannuttak (l/s)** **Temperatur (°C)** **Pumpetid (min)** **Vannprøve?** **Jordprøve?** **Prøvetakingsmetode** **Merknader**

0.00 1.50 Myr

1.50 2.50 Myr

2.50 3.50 Grus og sand

3.50 4.50 Grus

Borte

Borte

Borte

Med grus og sand

Blokk, fjell ?

Merknad:

Andre opplysninger: Pkt. 6

Utfyllingsdato: 27.08.1997 **Ansvarlig signatur:** Bjørn S.Iversen

Brønn-ID: 20 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 7**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 378568.00 **NS-koordinater:** 6869126.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype	Adresse	Kommentar
Oppdragsgiveradresse	Stryn	Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 27.08.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen
Boredyp (målt fra overflaten): 7.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpeid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.50	Myr		Grått							Med grus, stein og sand
1.50	2.50	Sand og grus		Brunt							
2.50	3.50	Stein, grus og sand		Grått							Mye finsand
3.50	4.50	Blokk		Grått							
4.50	5.50	Morene		Grått							Mye finsand, Moreneaktig
5.50	6.50	Morene		Grått							Moreneaktig
6.50	7.50	Morene		Grått							Moreneaktig

< 0.2

Merknad:
Andre opplysninger: Pkt. 7 a+b. Boret opp på nytt.
Utfyllingsdato: 27.08.1997 **Ansvarlig signatur:** Bjørn S.Iversen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
10.50	11.50	Sand og finsand		Grått							
11.50	12.50	Sand og finsand		Grått							
12.50	13.50	Siltig finsand		Grått							Vekslende
13.50	14.50	Siltig finsand		Grått							Vekslende
14.50	15.50	Siltig finsand		Grått							Vekslende
15.50	16.50	Siltig finsand		Grått							
16.50	17.50	Siltig finsand		Grått							
17.50	18.50	Siltig finsand		Grått							
18.50	19.50	Siltig finsand		Grått							

Merknad:

Andre

opplysninger:

Pkt. 8

Utfyllingsdato: 31.08.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpeid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
8.50	9.50	Sand		Borte				Ja		Pumping (P)	Meget god vanngjennomgang, men bare finsand som gjør at det blir for tungt å løfte.
9.50	10.50	Sand og finsand		Borte							
10.50	11.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
11.50	12.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
12.50	13.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
13.50	14.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
14.50	15.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
15.50	16.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
16.50	17.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
17.50	18.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
18.50	19.50	Sand og finsand		Borte							Siltig

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 9

Utfyllingsdato: 31.08.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
9.50	10.50	Sand og finsand		Borte							
10.50	11.50	Sand og finsand		Borte						Spyling (S)	Tett.
11.50	12.50	Sand og finsand		Borte							Siltig
12.50	13.50	Siltig finsand		Borte							
13.50	14.50	Siltig finsand		Borte							
14.50	15.50	Siltig finsand		Borte							

Merknad:

Andre

opplysninger: Pkt. 10

Utfyllingsdato: 01.09.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 24 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Stryn (1449) **Borehull 11**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 384136.00 **NS-koordinater:** 6866836.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Stryn Kommune

Adresstype	Adresse	Kommentar
Oppdragsiveradresse	Stryn	Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 01.09.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 17.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpeid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.50	Grusig sand		Borte							
1.50	2.50	Sand		Borte							
2.50	3.50	Sand		Borte							
3.50	4.50	Sand og finsand		Grått							
4.50	5.50	Siltig finsand	0-5	Borte							
5.50	6.50	Sand og finsand		Grått							
6.50	7.50	Siltig finsand		Grått							
7.50	8.50	Siltig finsand		Grått							
8.50	9.50	Siltig finsand		Grått							
9.50	10.50	Siltig finsand		Grått							

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
10.50	11.50	Siltig finsand	0-5	Grått							
11.50	12.50	Siltig finsand		Grått							
12.50	13.50	Silt	0-3	Grått							
13.50	14.50	Finsand		Grått							
14.50	15.50	Finsand	3	Grått							
15.50	16.50	Finsand	2	Grått							
16.50	17.50	Finsand	2	Grått							

Merknad:

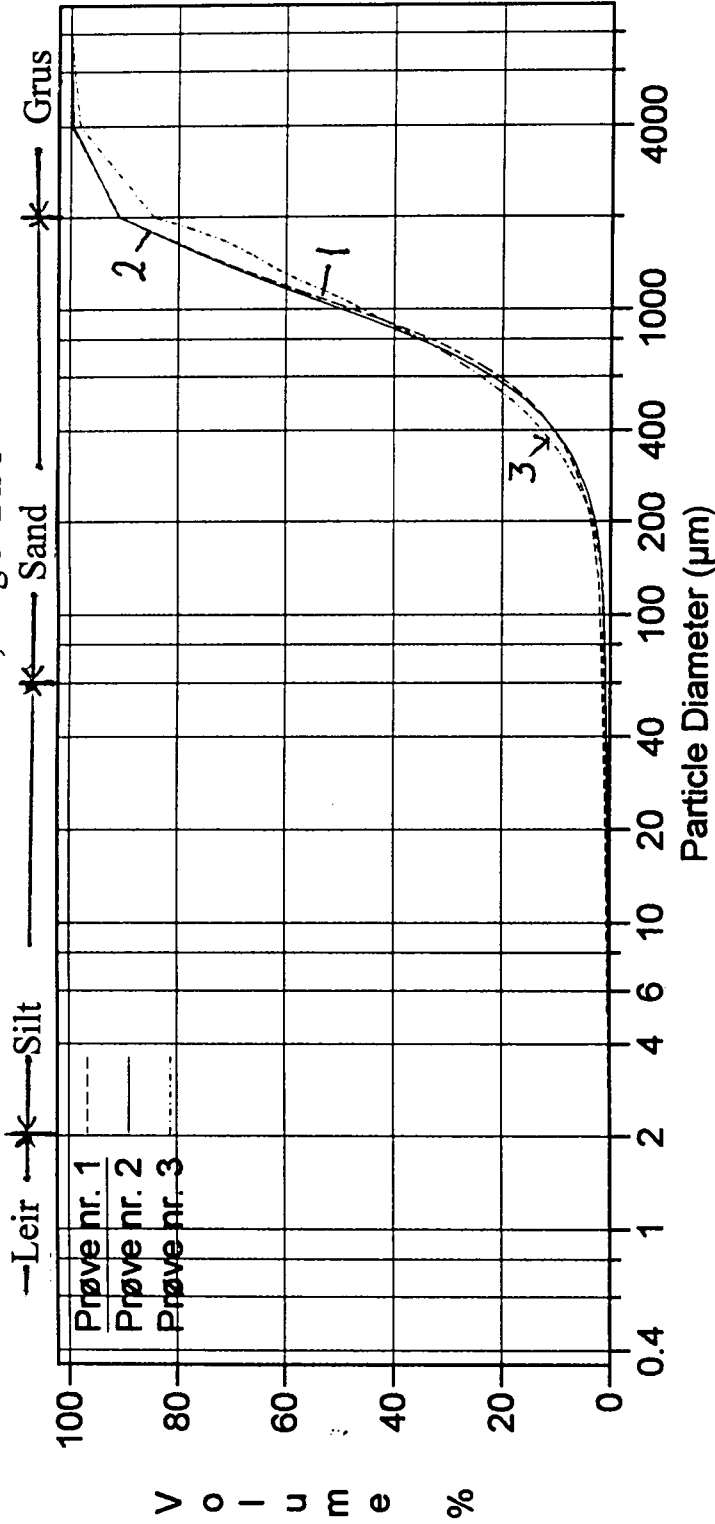
Andre

opplysninger: Pkt. 11

Utfyllingsdato: 01.09.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Norges Geologiske Undersøkelse

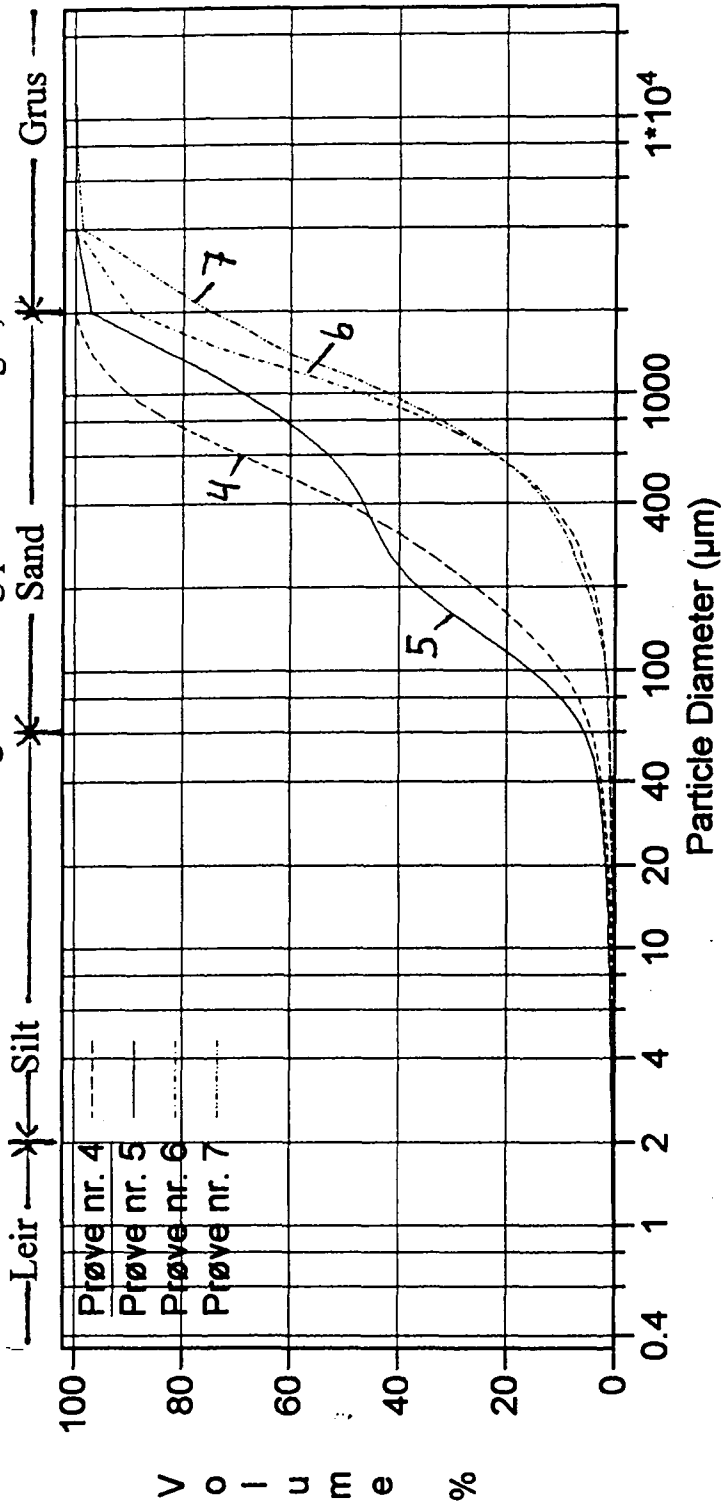
Prøve nr. 1, 2 og 3 Bh 1



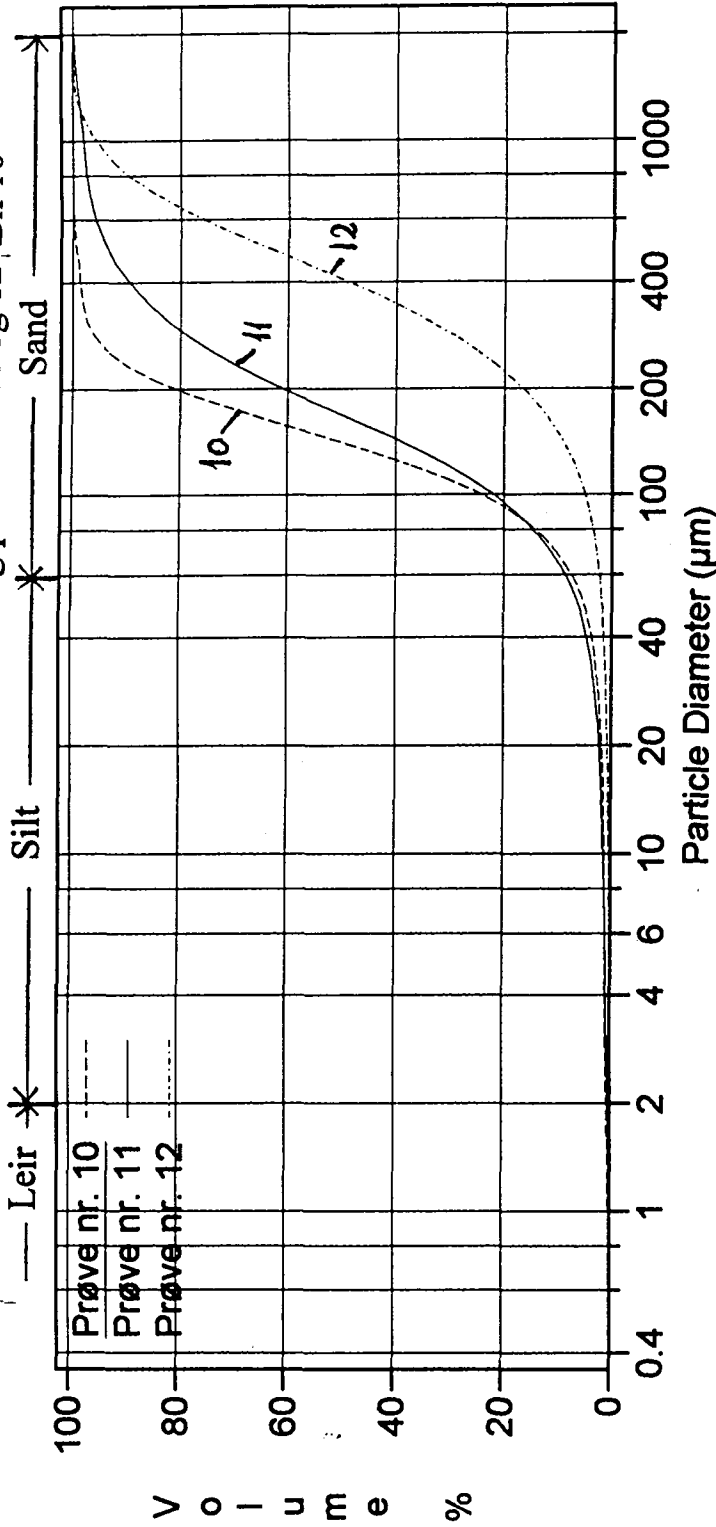
Prøve nr.	Borhull nr.	Dyp (m)
1	1	6,5- 7,5
2	1	10,5-11,5
3	1	12,5-13,5

Norges Geologiske Undersøkelse

Prøve nr. 4 og 5 Bh 2 og prøve nr. 6 og 7, Bh 3



Prøve nr.	Borhull nr.	Dyp (m)
4	2	4,5- 6,5
5	2	6,5- 7,5
6	3	4,5- 5,5
7	3	6,5- 7,5



Prøve nr.	Borhull nr.	Dyp (m)
10	9	8,5- 9,5
11	10	4,5- 5,5
12	10	6,5- 7,5

VANNANALYSER

FYLKE: Sogn og Fjordane

KART (M711): 1318-1 Stryn

KOMMUNE: Stryn

PRØVESTED: Stryn S - Strynvatnet

OPPDRAKSNUMMER: 226/97

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted		1	1	1	2	3	3								
Dato		25.08.97	25.08.97	25.08.97	26.08.97	26.08.97	26.08.97								
Brønntype		u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn								
Kapasitet	l/s	2,5	2,3	4,5	0,4	2,5	2,0								
Dyp	m	6,5-7,5	10,5-11,5	12,5-13,5	4,5-5,5	4,5-5,5	6,5-7,5								
Brønndimensjon	mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat	Sone: 32														
Y-koordinat	Sone: 32														
Fysisk/kjemisk								Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad, felt/lab	pH	6,39	6,22	6,09	6,16	5,83	6,28	7,5-8,5	6,5-8,5 ²						
Ledningsevne, felt/lab	mS/m	6,60	6,23	6,63	6,33	7,37	7,05	3,31	3,69	2,13	2,02	2,62	2,39	< 40	
Temperatur	°C	6,5	6,3	6,1	8,8	6,4	5,7	< 12	25						
Alkalitet	mmol/l	0,17	0,15	0,14	0,15	0,06	0,10	0,6-1,0 ²							
Fargetall	mg Pt/l	24,4	2,0	1,7	3,2	12,3	6,4	< 1	20						
Turbiditet	F.T.U	2,8	6,3	3,4	120	4,3	72	< 0,4	4						
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l							> ca 9							
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l							< 5 ²							
Redoks.potensial, E _h	mV														
Anioner															
Fluorid	mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,055		1,5						
Klorid	mg Cl/l	4,59	4,00	4,25	1,98	1,80	1,79	< 25							
Nitritt	mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,16						
Brom	mg Br/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1								
Nitrat	mg NO ₃ /l	6,34	5,23	7,07	0,33	1,13	1,28		50						
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2								
Sulfat	mg SO ₄ /l	6,18	8,66	10,0	1,50	1,75	2,02		100						
Sum anioner+alkalitet	meq/l	0,53	0,53	0,58	0,24	0,17	0,22								
Kationer															
Silisium	mg Si/l	3,54	3,43	3,42	4,02	2,21	2,98								
Aluminium	mg Al/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,417	0,037	0,077	< 0,05	0,2						
Jern	mg Fe/l	0,030	0,033	0,028	3,11	0,044	0,154	< 0,05	0,2						
Magnesium	mg Mg/l	0,69	0,65	0,73	0,54	0,29	0,43		20						
Kalsium	mg Ca/l	6,04	6,36	7,09	1,71	1,09	1,57	15-25 ²							
Natrium	mg Na/l	3,83	3,47	3,38	2,25	1,59	1,90	< 20	150						
Kalium	mg K/l	0,96	1,17	1,77	1,54	0,69	1,20	< 10	12						
Mangan	mg Mn/l	0,001	0,008	0,009	0,050	0,003	0,007	< 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	0,005	0,004	0,002	0,009	0,003	0,008	< 0,1	0,3						
Bly	mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,02						
Nikkel	mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		0,05						
Kadmium	mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		0,005						
Krom	mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,05						
Sølv	mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01						
Sum kationer ³	meq/l	0,55	0,55	0,61	0,27	0,17	0,23								
Ionebalanseavvik ⁴	%	1,57	2,06	1,83	4,33	-0,87	2,53								

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

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

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

VANNANALYSER

FYLKE: Sogn og Fjordane

KART (M711): 1318-1 Stryn

KOMMUNE: Stryn

PRØVESTED: Bøsetra

OPPDRAGSNUMMER: 226/97

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bøsetra	Bøsetra																							
Dato	27.08.97	27.08.97																							
Brønnstype	kildebekk	kilde																							
Kapasitet l/s		0,5																							
Dyp m	0	0																							
Brønndimensjon mm																									
X-koordinat Sone: 32																									
Y-koordinat Sone: 32																									
Fysisk/kjemisk												Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon												
Surhetsgrad, felt/lab pH		5,44		6,63																7,5-8,5	6,5-8,5 ²				
Ledningsevne, felt/lab mS/m		1,92		5,36																	< 40				
Temperatur °C																					< 12	25			
Alkalitet mmol/l	< 0,04		0,29																			0,6-1,0 ²			
Fargetall mg Pt/l	22,6		4,8																			< 1	20		
Turbiditet F.T.U	0,13		0,27																			< 0,4	4		
Oppløst oksygen mg O ₂ /l																							> ca 9		
Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l																							< 5 ²		
Redoks.potensial, E _h mV																									
Anioner																									
Fluorid mg F/l	< 0,05		0,079																					1,5	
Klorid mg Cl/l	2,49		2,01																					< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05		< 0,05																					0,16	
Brom mg Br/l	< 0,1		< 0,1																						
Nitrat mg NO ₃ /l	< 0,05		0,32																					50	
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2		< 0,2																						
Sulfat mg SO ₄ /l	2,03		6,09																					100	
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,16		0,48																						
Kationer																									
Silisium mg Si/l	1,01		6,28																						
Aluminium mg Al/l	0,044		< 0,02																					< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,095		0,013																					< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,27		0,55																						20
Kalsium mg Ca/l	1,00		5,57																						15-25 ²
Natrium mg Na/l	1,63		3,76																					< 20	150
Kalium mg K/l	0,50		1,27																					< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,006		< 0,001																					< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005		< 0,005																					< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	< 0,002		0,005																					< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05		< 0,05																						0,02
Nikkel mg Ni/l	< 0,02		< 0,02																						0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005		< 0,005																						0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01		< 0,01																						0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01		< 0,01																						0,01
Sum kationer ³ meq/l	0,16		0,52																						
Ionebalanseavvik ⁴ %	0,00		4,00																						

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

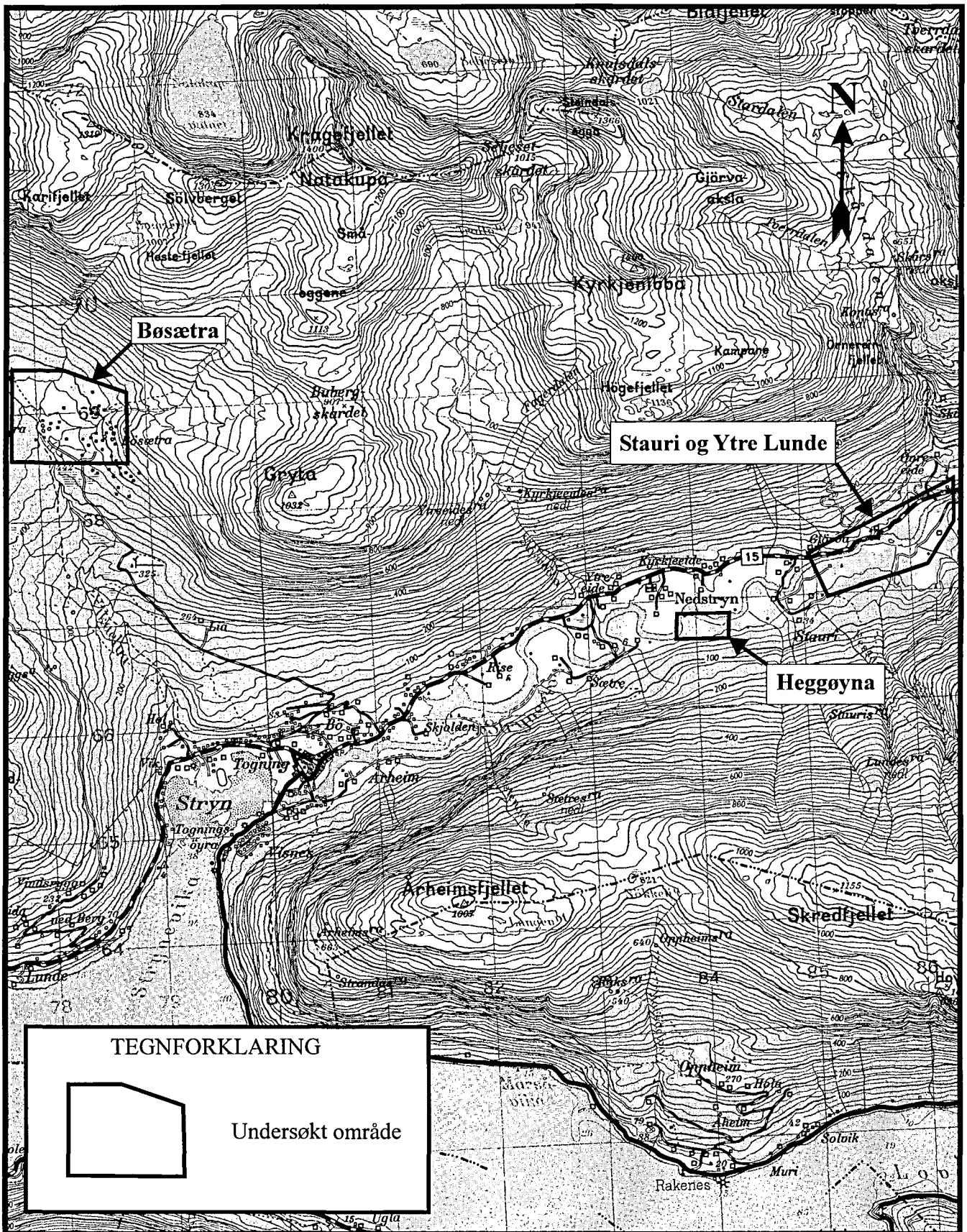
2. Vannet bør ikke være aggressivt.

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


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

KARTBILAG

- Kartbilag 98.049-01 Oversiktskart i M 1:50 000 over de undersøkte områdene i Stryn.
- Kartbilag 98.049-02 Utskrift av georadarprofil og kart i M 1:5000 som viser plassering av georadarprofilene og lokalisering av undersøkelsesboringer i området Stauri -Ytre Lunde.
- Kartbilag 98.049-03 Utskrift av georadarprofil og kart i M 1:5000 som viser plassering av georadarprofil og lokalisering av undersøkelsesboringer i området Heggeøyna.
- Kartbilag 98.049-04 Utskrift av georadarprofil og kart i M 1:5000, som viser plassering av georadarprofil og lokalisering av sonderboringer i området ved Bøsetra.



TEGNFORKLARING



Undersøkt område

NGU/STRYN KOMMUNE

Oversiktskart

STAURI og YTRE LUNDE, HEGGØYNA og BØSETRA

STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

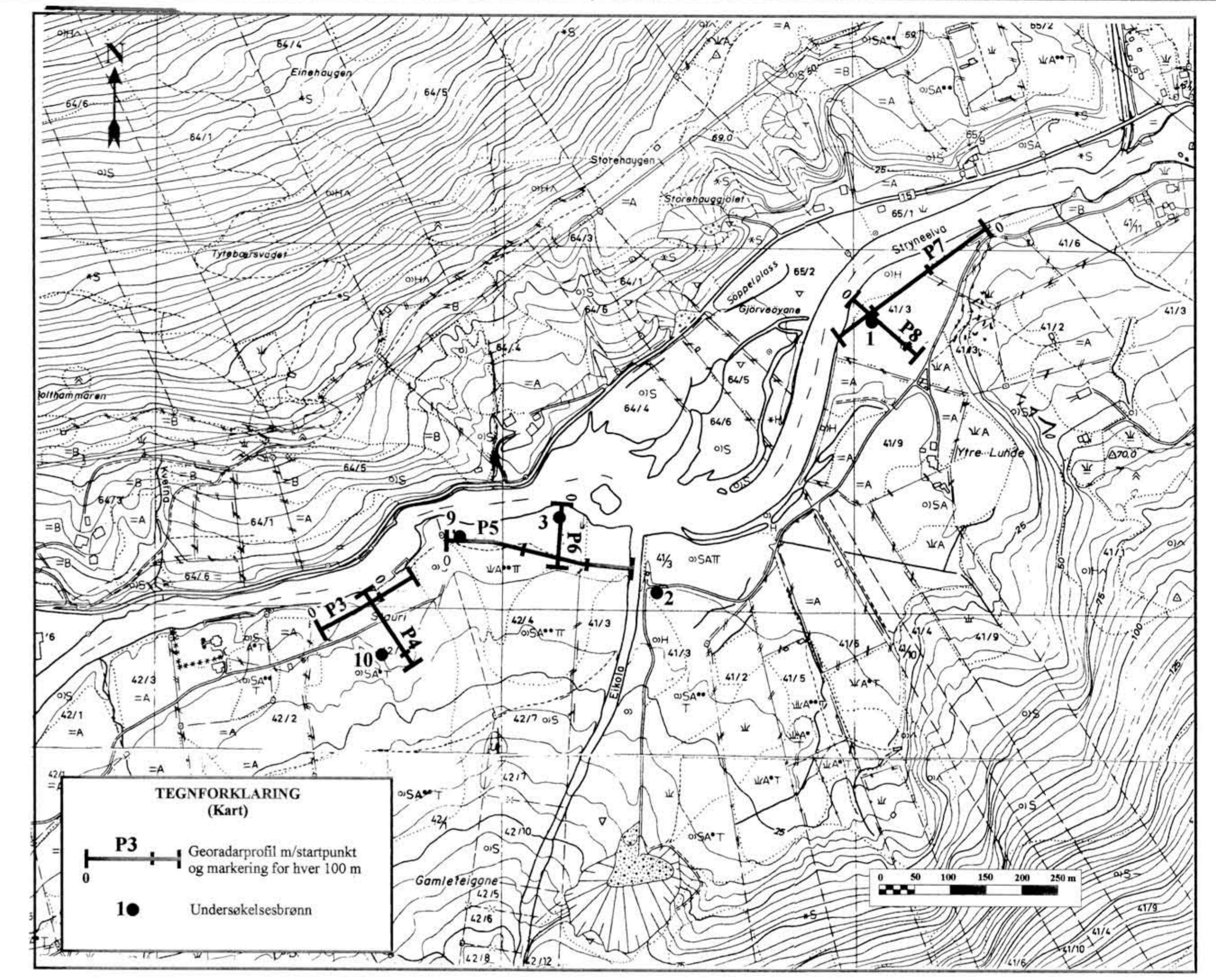
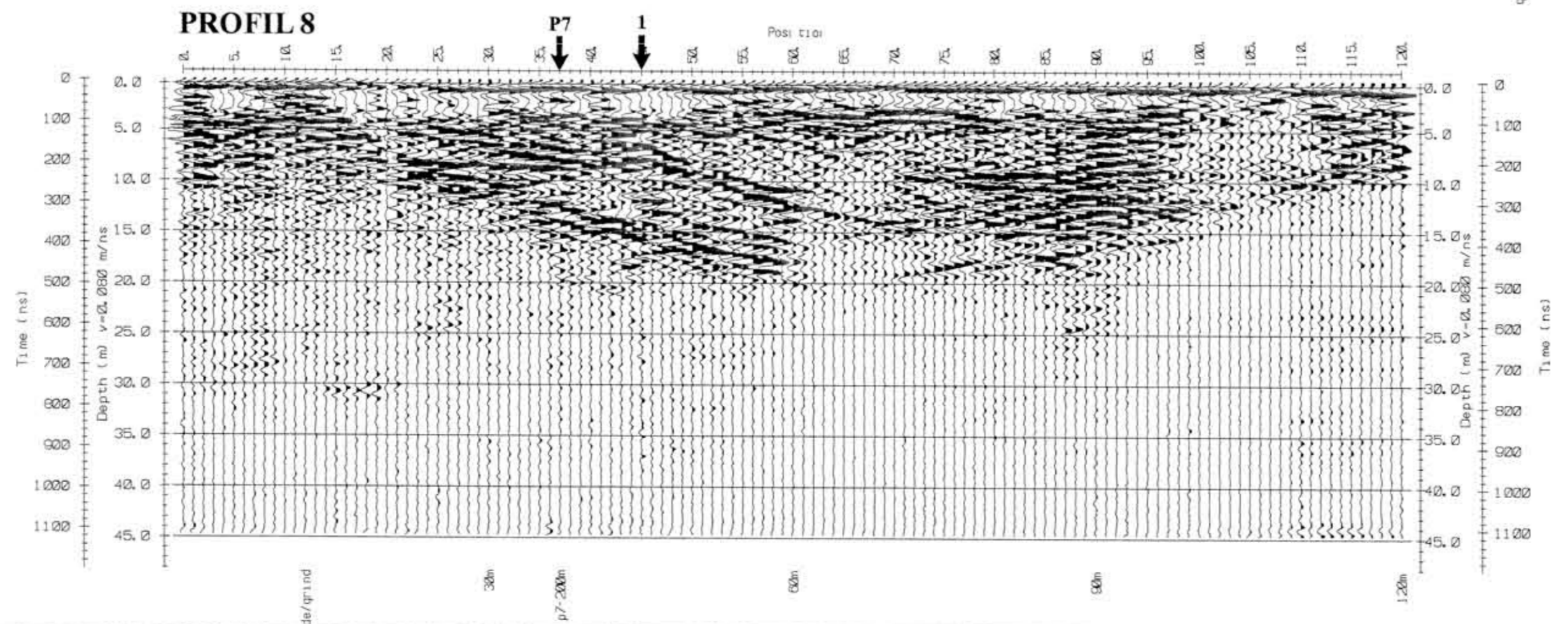
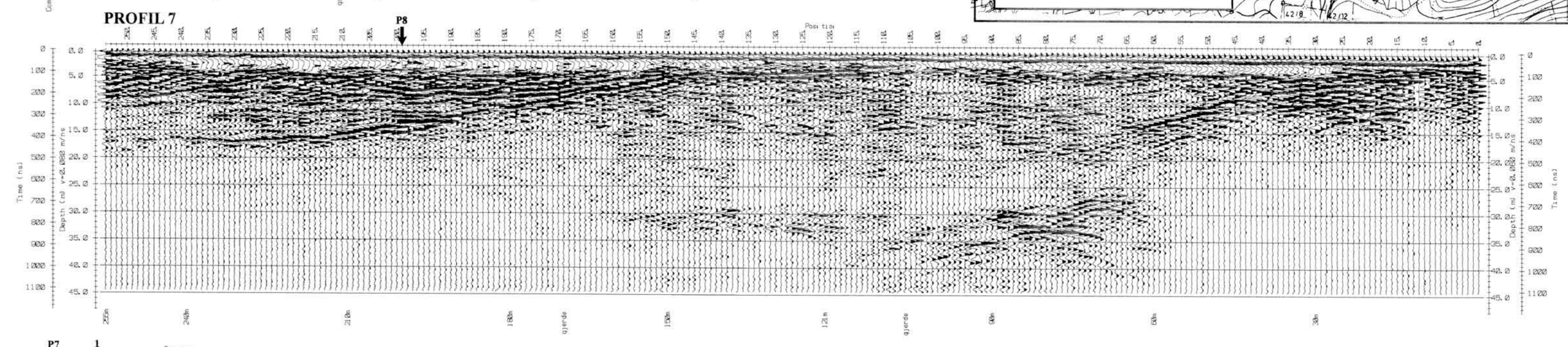
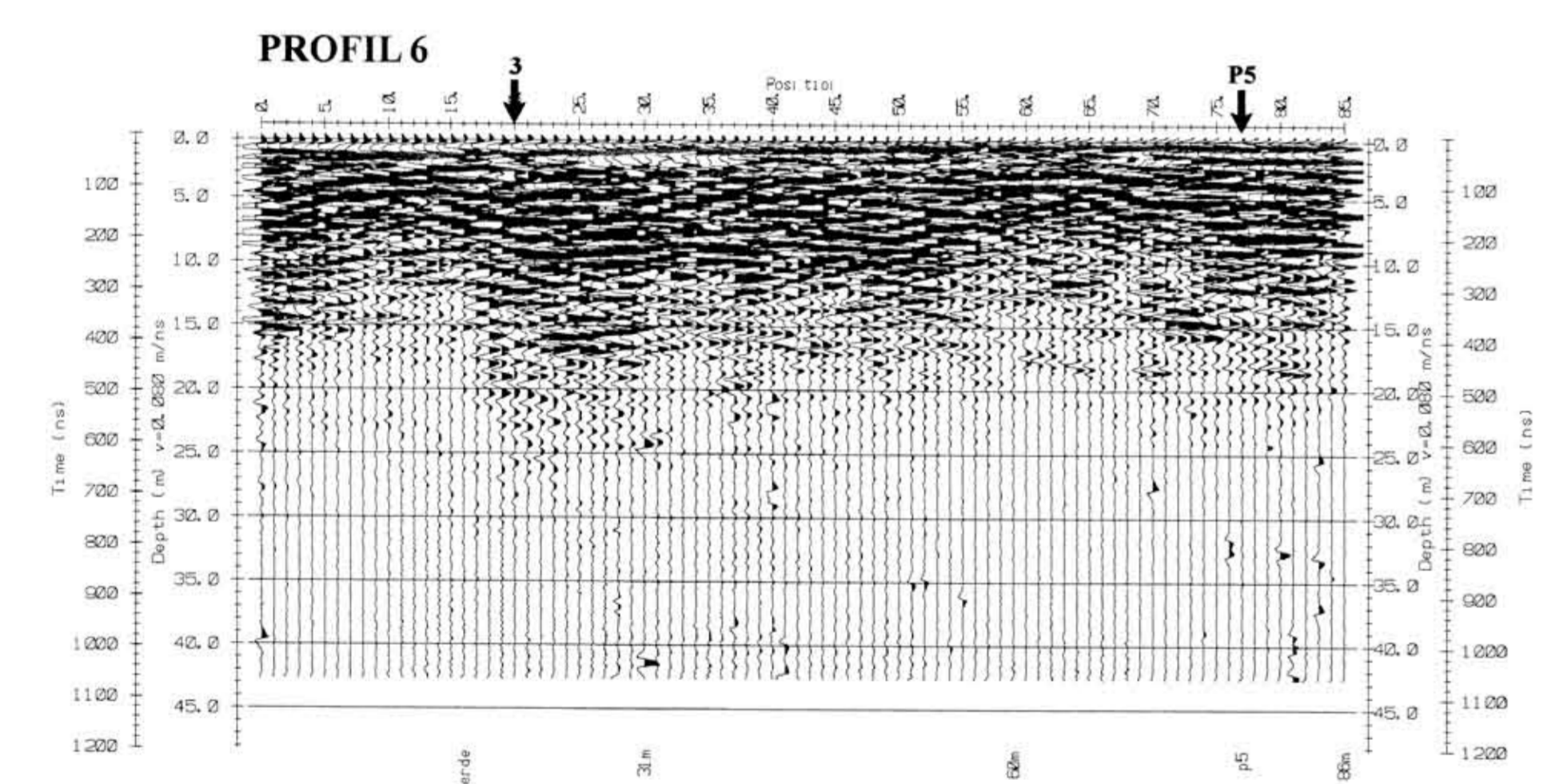
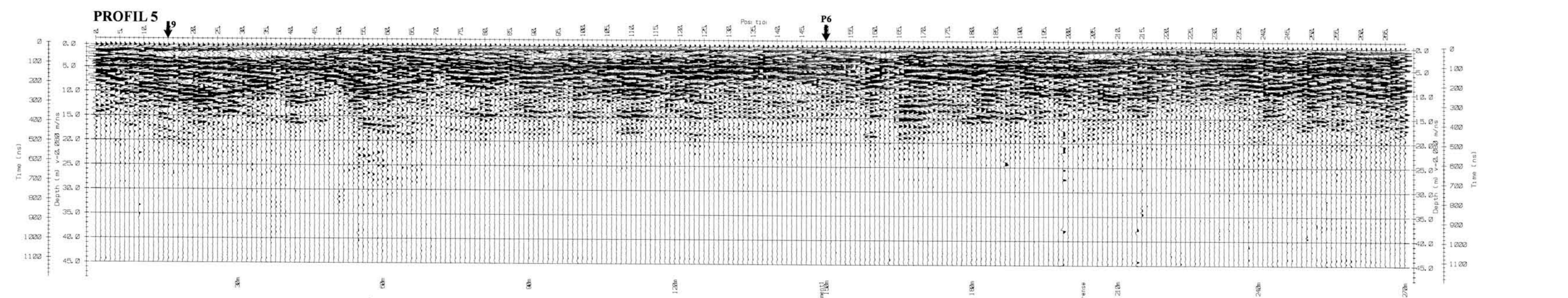
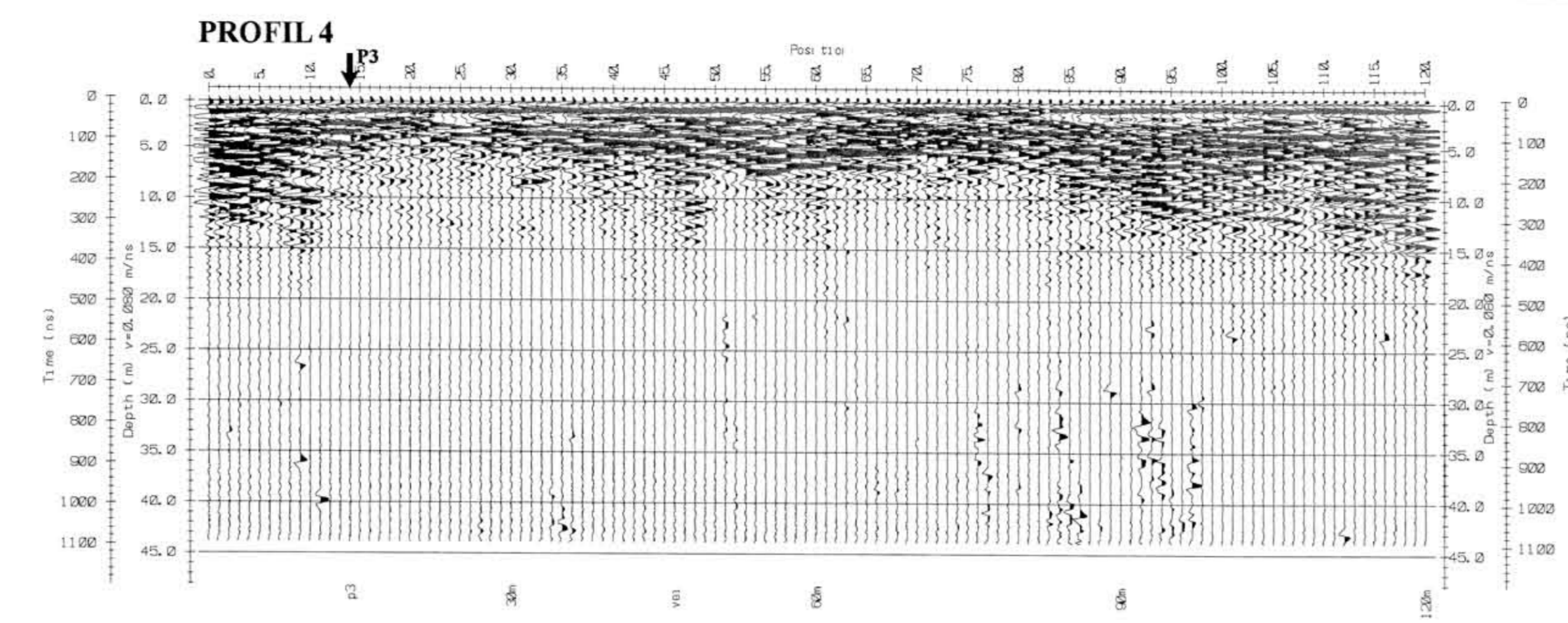
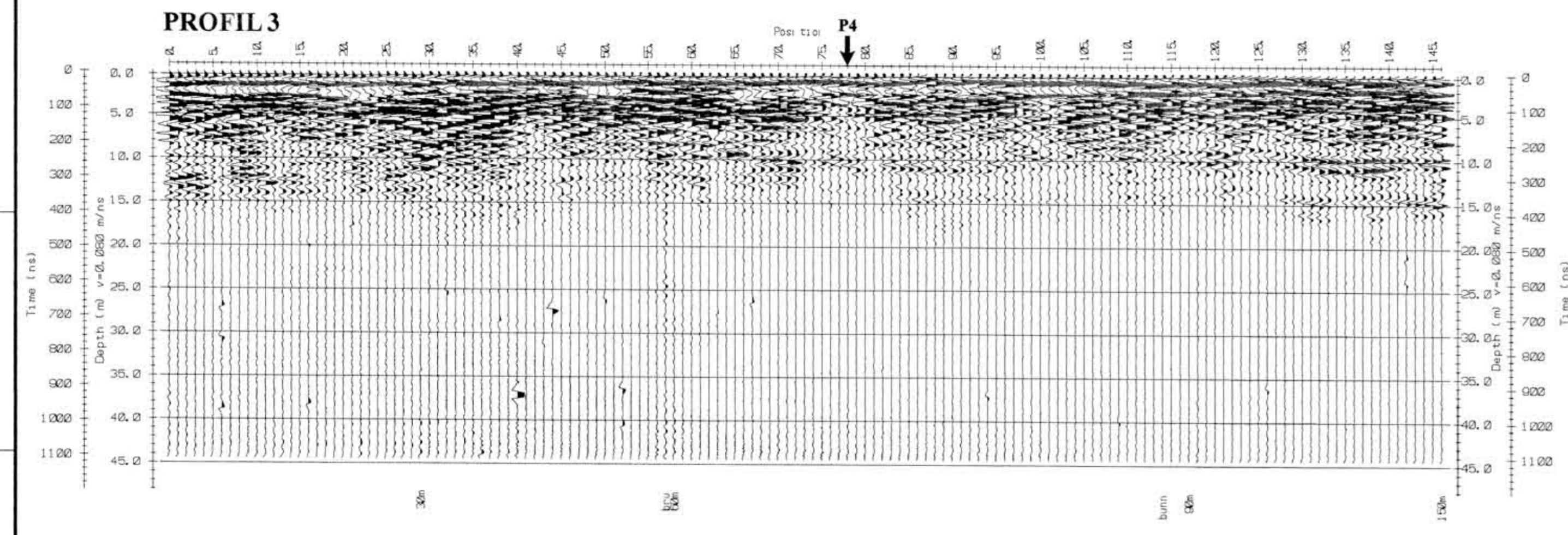
KFR

August 1997

Mai 1998

KARTBILAG NR
98.049-01

KARTBLAD NR
1318 I

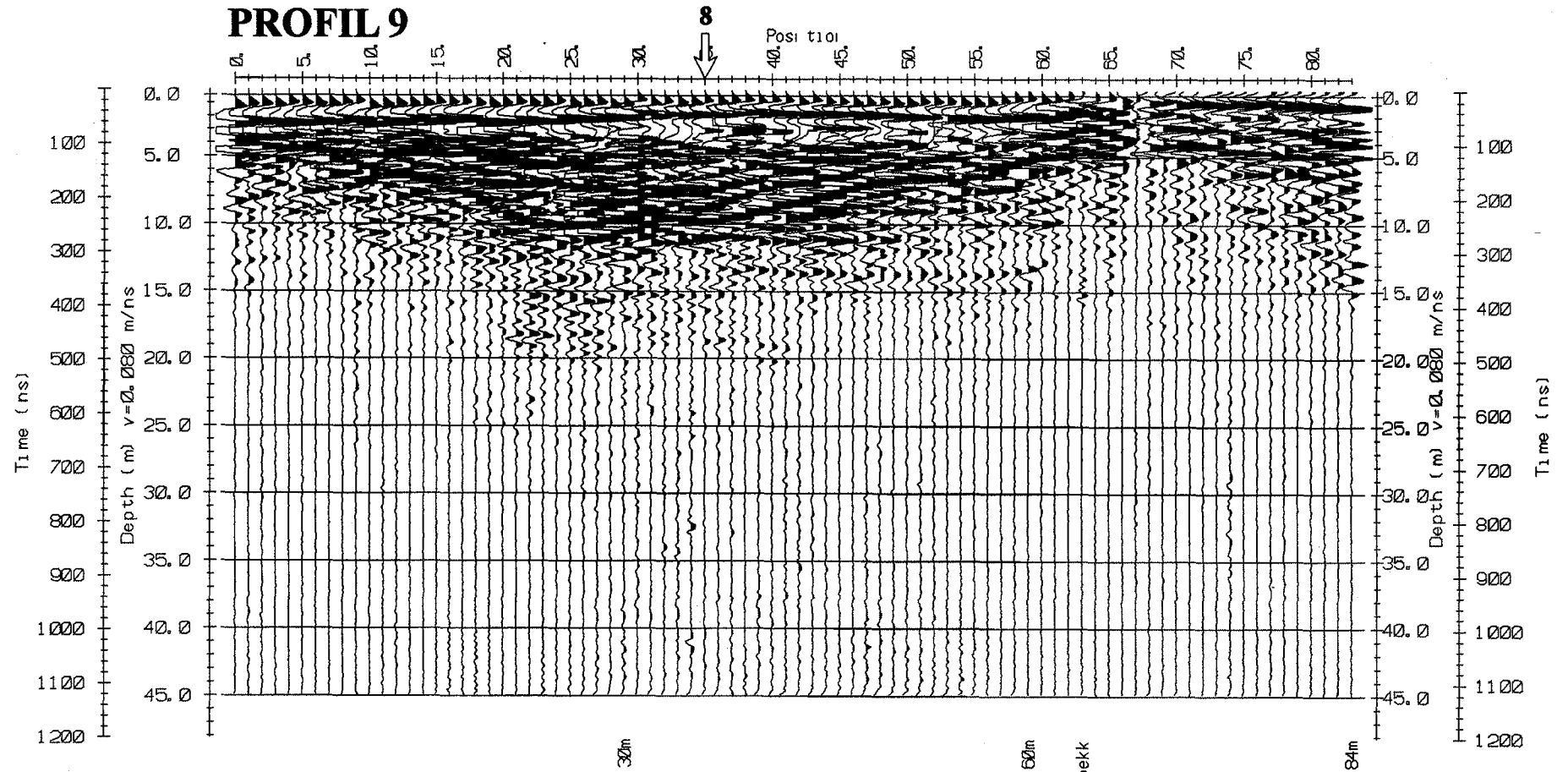


TEGNFORKLARING (opptak)

- P7 ↓ Kryssende georadarprofil
- 3 ↓ Undersøkellesbrønn

NGU/STRYN KOMMUNE GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPASSERINGER STAURI - YTRE LUNDE STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLSTOKK (Kart) 1:5000	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	August 1997 Mai 1998
	KARTBILAG NR 98.049-02	KARTBLAD NR 1318 I	

PROFIL 9



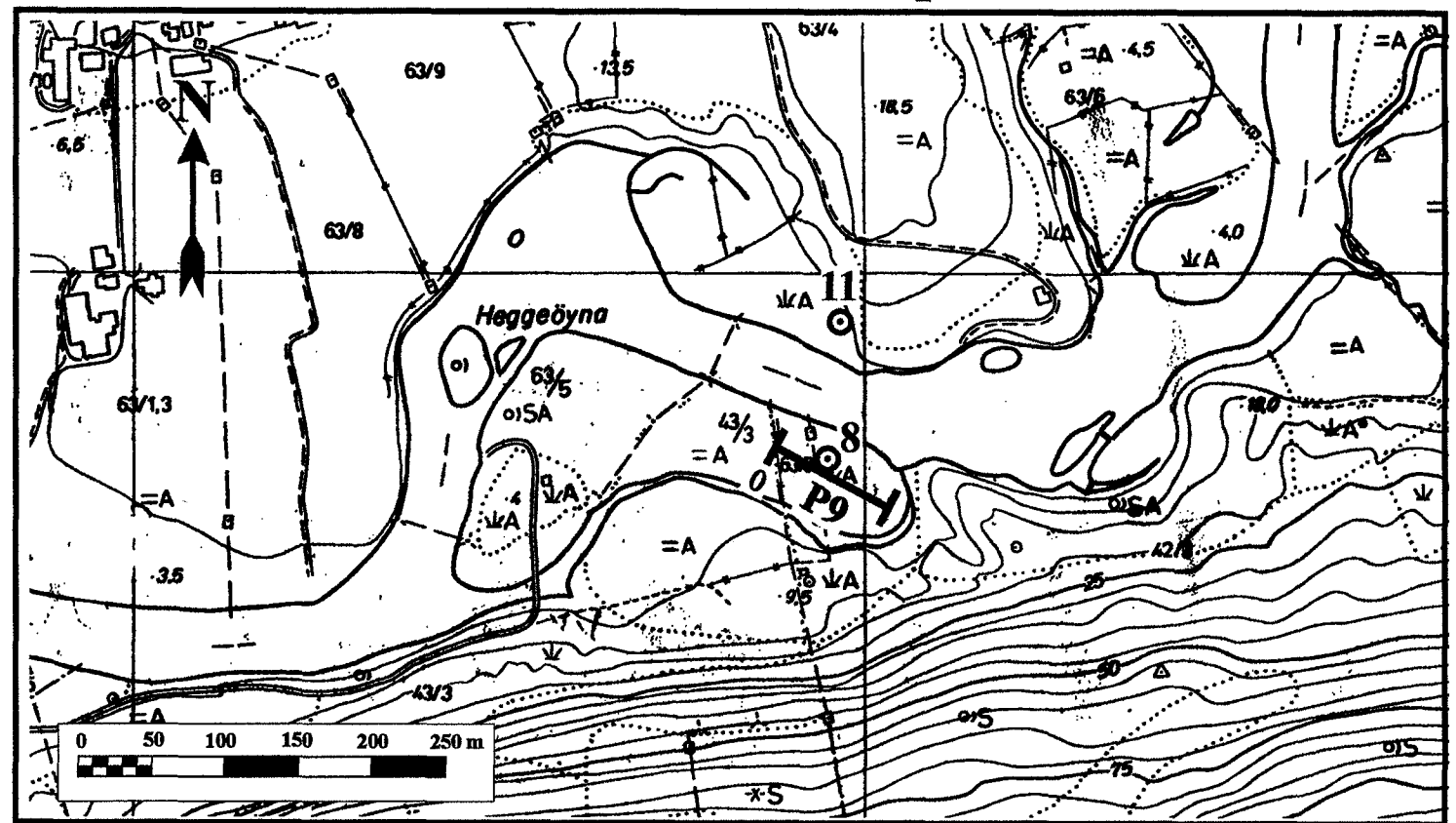
TEGNFORKLARING (opptak)

8
↓
Sonderboring

TEGNFORKLARING (Kart)

P9 — Georadarprofil m/startpunkt

8 ⊙ — Sonderboring



NGU/STRYN KOMMUNE
 GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPASSERING
HEGGØYNA
 STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

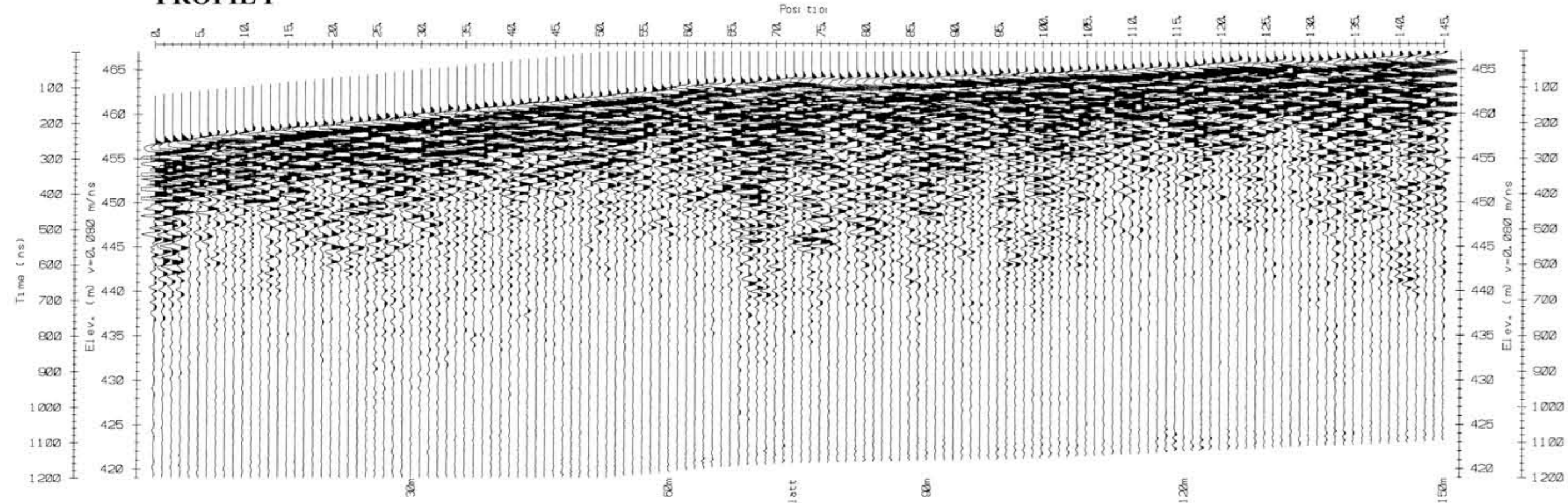
MÅLESTOKK (Kart) 1:5000	MÅLT T.L.	August 1997
	TEGN T.L.	Mai 1998
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR
 98.049-03

KARTBLAD NR
 1318 I

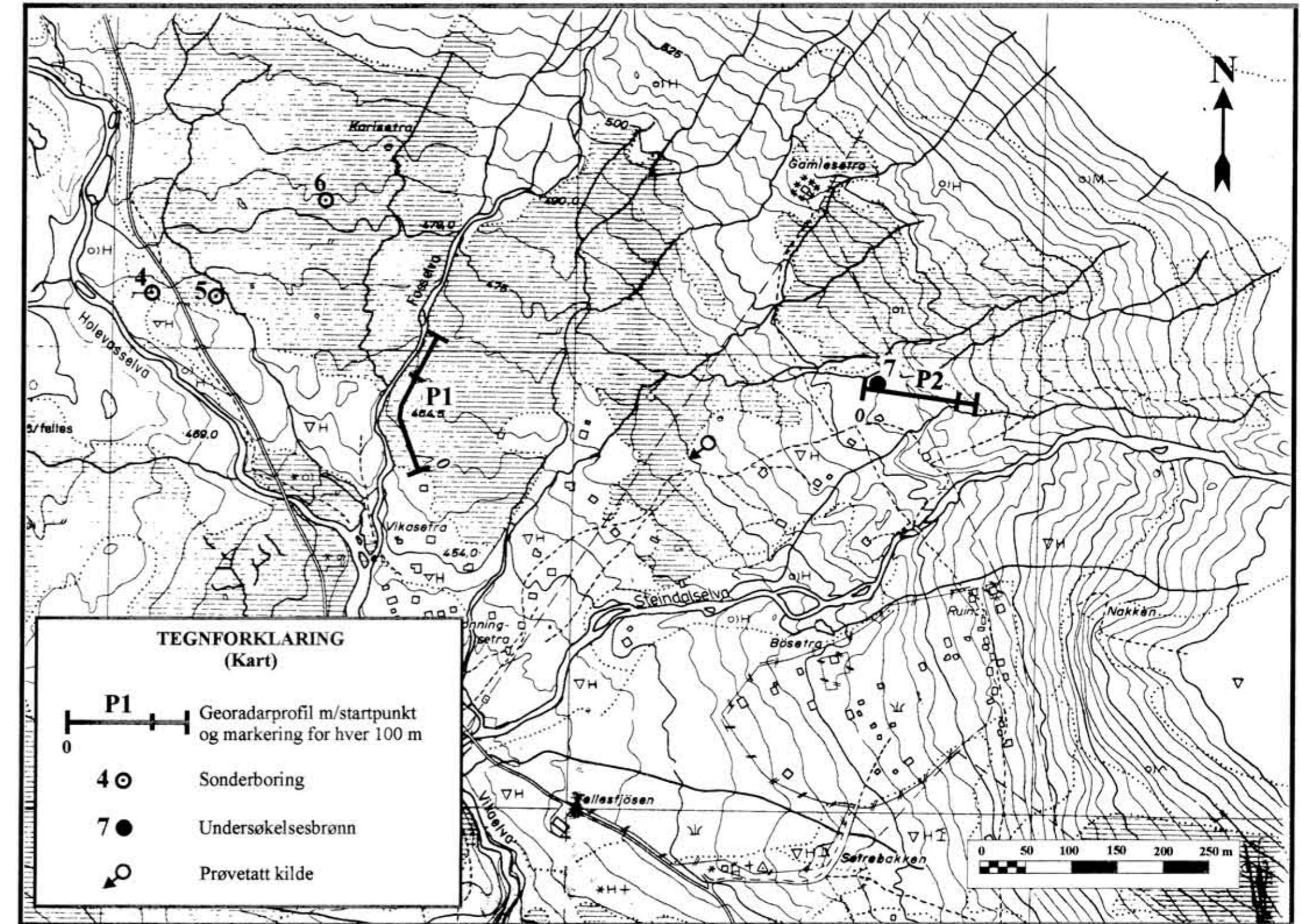
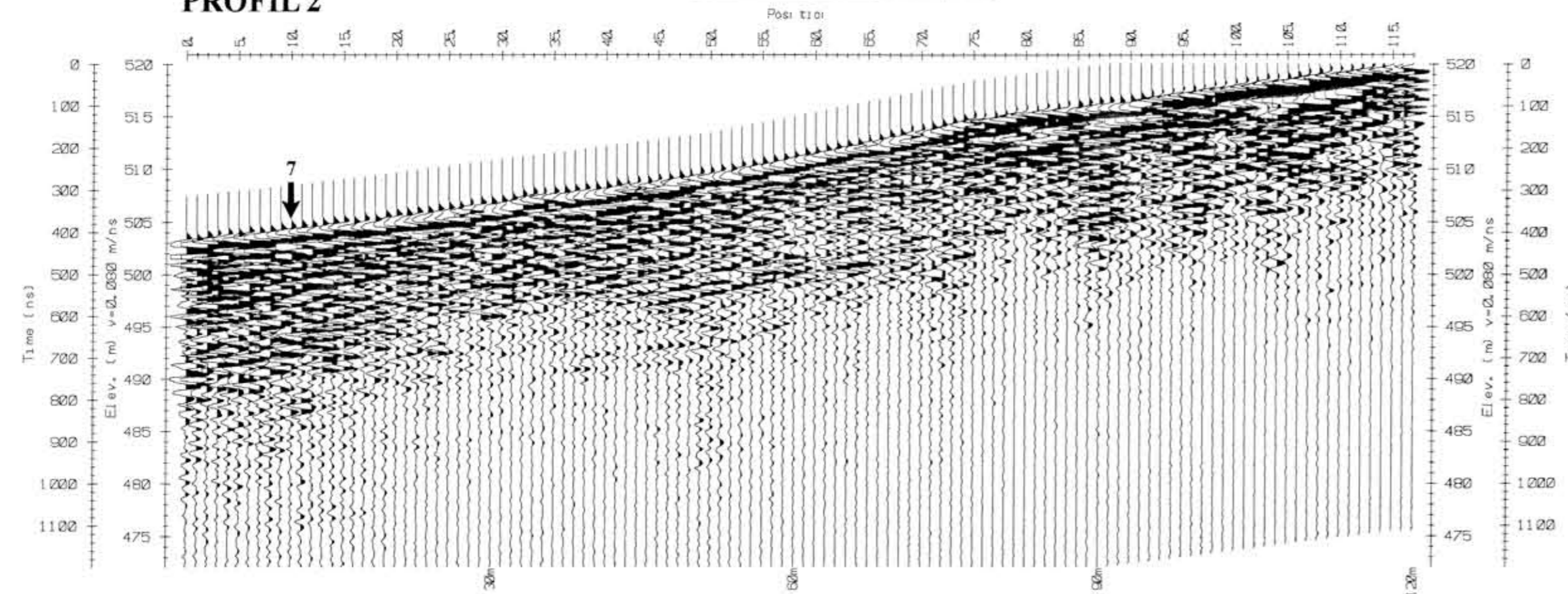
PROFIL 1



TEGNFORKLARING (opptak)

7 ↓ Undersøkelsesbrønn

PROFIL 2



NGU/STRYN KOMMUNE GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPASSERINGER BØSETRA STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK (Kart) 1:5000	MÅLT T.L. August 1997
		TEGN T.L. Mai 1998
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 98.049-04	KARTBLAD NR 1318 I