

NGU Rapport 98.056

Grunnvannsundersøkelser i løsmasser for
Rødven vassverk i Rauma kommune, Møre og
Romsdal fylke.

Rapport nr.: 98.056		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser for Rødven vassverk i Rauma kommune, Møre og Romsdal fylke.				
Forfatter: Øystein Jæger, Harald Elvebakk og Eilif Danielsen		Oppdragsgiver: Rødven vassverk, Møre og Romsdal fylkeskommune og NGU		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Rauma		
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Åndalsnes 1320 - III		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 29	Pris: kr 105,-	
Feltarbeid utført: okt./nov. 1997		Rapportdato: 15.03.1998	Prosjektnr.: 2713.15	Ansvarlig: <i>Tor Erik Finne</i>
Sammendrag: <p>NGU har på oppdrag fra Rødven vassverk undersøkt mulighetene for uttak av grunnvann i løsmasser ved Rødven. Vannbehovet er oppgitt til 1,5 - 2 l/s.</p> <p>Undersøkelsene har omfattet fem profileringer med georadar i de mest aktuelle områdene og tre løsmasseboringer på lokaliteter der resultatene fra georadarundersøkelsen antydte størst muligheter for løsmasser med god vanngjennomgang.</p> <p>Boringene viser at løsmassene er tette og har dårlig vanngjennomgang. NGU konkluderer derfor med at Rødven vassverk har små muligheter for uttak av grunnvann fra løsmasser.</p>				
Emneord: hydrogeologi	geofysikk		grunnvannsforsyning	
sonderboring	løsmasse		ressurskartlegging	
vannverk lite			fagrapport	

INNHold

FORORD.....	4
1 INNLEDNING.....	5
2 METODEBESKRIVELSE.....	5
2.1 Georadar.....	5
2.2 Boringer.....	6
3 FELTUNDERSØKELSER OG RESULTATER.....	6
3.1 Georadar.....	6
3.2 Boringer.....	9
4 KONKLUSJON OG ANBEFALING.....	9
5 REFERANSER.....	10

TEKSTBILAG

- 1 Georadar - metodebeskrivelse
- 2 Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

DATABILAG

- 1 Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling

VEDLEGG

- 1.1 - 1.3 Undersøkelsesboringer, boreprofiler
- 2 Kornfordelingskurve av masseprøve fra boring 3

KARTBILAG

- 98.056 - 01 Oversiktskart, M 1: 50 000
- 98.056 - 02 Detaljkart over øvre del av Rødvendalen, M 1: 5 000, med undersøkelsespunkter og georadaropptak
- 98.056- 03 Detaljkart over nedre del av Rødvendalen, M 1: 5 000, med undersøkelsespunkter og georadaropptak

FORORD

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


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

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

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

I samråd med fylkesmyndighetene i Møre og Romsdal og ut fra kommunenes interesse for prosjektet ble kommunene Aure, Hareid, Rauma og Ørsta valgt for grunnvannsundersøkelser i 1997. Arbeidet i de enkelte kommuner er planlagt i samarbeid med teknisk etat og hvert enkelt vannverk.

Prosjektet finansieres av Møre og Romsdal fylkeskommune (30 %), de enkelte kommuner eller vannverk (20 %) og NGU (50 %). I tillegg har kommunene/vannverka bidratt med en egeninnsats i form innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.


Bernt Olav Hilmo
Hovedprosjektleder

Øystein Jæger
avd.ing.

1 INNLEDNING

Rødven vassverk henvendte seg høsten 1997 til NGU for å få utredet muligheten for uttak av grunnvann som erstatning for dagens overflatevannkilde som er en bekk. Vassverket har periodevis problemer med for høyt bakterieinnhold i vannet og for liten kapasitet.

Vannbehovet for Rødven vassverk er oppgitt til 1,5 - 2 l/s.

På kvartærgeologisk kart over Møre og Romsdal (Follestad 1995) er det avmerket et område i Rødvendalen som er angitt som breelv- og elveavsetninger. Slike løsmasseavsetninger kan erfaringsmessig være godt egnet for uttak av grunnvann og på denne bakgrunnen foreslo NGU i første omgang grunnvannsundersøkelser knyttet til disse avsetningene. NGUs forslag til gjennomføring av undersøkelsen ble akseptert av Rødven vassverk i brev av 3. oktober 1997.

Feltarbeidet ble gjennomført i oktober/november 1997 og mannskapet fra NGU var:

Avd.ing. Øystein Jæger
Forsker Harald Elvebakk (georadar)
Ingeniør Eilif Danielsen (løsmasseboringer)
Avd.ing. Oddvar Blokkum (løsmasseboringer)

Analyse av masseprøve er utført ved NGUs laboratorium.

2 METODEBESKRIVELSE

2.1 Georadar

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. En mer detaljert beskrivelse er vedlagt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble brukt 50 MHz-antenner og 1000V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 m og flyttavstand på 1 m. På grunn av unøyaktig flytting vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med reelle avstander. For enkelte profiler er det i kartbilagene markert for hver 100 profilmeter. Kommentarer under opptakene kan bidra til at en lettere kan plassere posisjoner riktig i forhold til kartet. Ved

beskrivelsen av opptakene refereres det til posisjoner angitt over opptakene. Samplingsintervall var 1,6 ns og det ble foretatt 32 summerte registreringer (stacks) i hvert punkt. Opptakstid var 1400 og 700 ns. Det ble målt 5 profiler på til sammen 1,6 km.

Opptakene er terrengkorrigert der det er benyttet kart i målestokk 1:5000 (ekvidistanse 5 m) som grunnlag for høydeavlesning. Ved utskrift av opptakene er det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble benyttet SEC forsterkning (Spreading and Exponential Compensation). Ved dybde-konvertering er det benyttet en EM-bølgehastighet på 0,07 m/ns (vannmettet grus). Hastigheten i umettet sone er noe større, og angitte dyp til grunnvannsspeil blir dermed litt mindre enn det reelle dyp.

2.2 Boringer

På grunnlag av resultatene fra georadarundersøkelsen ble det valgt ut lokaliteter for undersøkelsesboringer. Boringene ble utført på de lokalitetene hvor georadarundersøkelsene indikerte størst muligheter for å treffe sand- og grusmasser med god vanngjennomgang.

Det ble utført tre boringer med NGUs beltegående Hafo borerigg. I ett av borehullene ble det etablert undersøkelsesbrønn for kapasitetstesting og uttak av masseprøver i ulike dyp. Det ble utført kornfordelingsanalyse av en masseprøve.

Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU er nærmere beskrevet i tekstitilleg 2 og er fulgt i gjennomføringen av denne undersøkelsen.

3 FELTUNDERSØKELSER OG RESULTATER

3.1 Georadar

Kartbilag 2 og 3 viser georadaropptak og plassering av profiler.

Det ble målt 3 profiler langs vegen oppover til Dalset og videre oppover til nåværende vanninntak. Videre ble det målt 2 profiler på ei slette like sør for Rødven kirke. Tabell 1 viser en oversikt over de profiler som ble målt.

Tabell 1. Oversikt over profilenes plassering, lengde og opptakstid

	Sted	Lengde (m)	Opptakstid (ns)	Kartbilagsnr.
P1	Langs veg Dalset	1109	1400	-02
P2	Langs veg Dalset	225	700	-03
P3	Ved veg Dalset	76	700	-03
P4	Sør Rødven krk.	124	700	-03
P5	Sør Rødven krk.	81	700	-03

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptak til sedimenters sammen setning og lagdeling. Dette skjemaet er vist i databilag 1 (etter Beres & Haeni, 1991). Ved undersøkelse av muligheter for uttak av grunnvann kan resultater fra georadarmålinger ofte gi informasjon om løsmassenes beskaffenhet (grovkornig/finkornig), grunnvannsspeilets beliggenhet og sedimenttykkelse (dyp til fjell). Nedenfor er hvert enkelt profil beskrevet ut fra opptakene, hvilke masser som indikeres, tykkelsen av disse og mulighetene for grunnvannsuttak.

Profil 1

Profil 1 ble målt fra bru ved skytebanen og oppover langs vegen til Dalset og videre opp til nåværende vanninntak. De første 40 m mangler reelle data på grunn av instrumentsvikt. Penetrasjonen (dybderekkevidden) av EM bølgeene er generelt dårlig langs hele profilet og varierer fra 5 m til maksimum 10 m. Den dårlige penetrasjonen skyldes trolig finkornige masser og leire. Dette gjenspeiles også på refleksjonsmønsteret som stedvis kan karakteriseres som parallelt. Et slikt mønster betyr tynne lag av silt/finsand. Den varierende penetrasjonen kan skyldes varierende innhold av finstoff (leire). En svak tendens til haugrefleksjonsmønster kan tyde på grovere masser som sand/grus. Dette observeres mellom posisjon 140 og 260 og mellom 450 og 570. I disse områdene ble det anbefalt sonderboringer der mektigheten var størst. Det ser ikke ut som om georadarmålingene indikerer fjelloverflaten under løsmassene trolig p.g.a. overliggende leire/finstoff. Noen sikker indikasjon på grunnvannsspeilet observeres heller ikke.

En skrå reflektor mellom posisjon 482 og 497 tolkes som siderefleksjoner fra trærne i en allé langs vegen. I bakken opp mot vanninntaket, mellom posisjon 980 og 1100, vises parallellstrukturen i refleksjonsmønsteret best og indikerer tynne lag av sand/silt, dvs. tette masser. Helt på enden av profilet, nede i bekken ved vanninntaket, er det påvist fjell på 1 - 2 m dyp. Georadaropptakene viser helt på enden, posisjon 1109, et penetrasjonsdyp på ca 3 m. Det er mulig at penetrasjonsdypet i dette området, mellom posisjon 980 og 1109, tilsvarer dypet til fjell. Ut fra opptakene er dypet her ca 8 m. Dersom det ikke er vannmettede masser vil dypet bli noe større, og med en hastighet på 0.12 m/ns blir dypet 13 - 14 m.

Georadaropptakene langs profil 1 gir ingen indikasjoner på masser som kan være egnet til grunnvannsuttak.

Profil 2

Profil 2 ble målt fra bru ved skytebanen og 225 m nedover vegen. Penetrasjonen er dårlig, ca 5 m. Også på dette profilet er refleksjonsmønsteret tilnærmet parallelt som indikerer tynne lag av silt/sand. Den dårlige penetrasjonen kan tyde på underliggende tette masser. Området synes uinteressant for uttak av grunnvann.

Profil 3

Profil 3 ble målt fra vegkryss med gårdsveg til Nybø og sørover mot elva. Penetrasjonen er dårlig, 4 - 5 m, bortsett fra et område mellom posisjon 38 og 53 der den er 7 - 8 m. Refleksjonsmønsteret kan her tyde på sand/grus. Den dårlige penetrasjonen som tyder på finstoff og muligens underliggende leire, gjør området uinteressant for grunnvannsuttak.

Profil 4

Profil 4 ble målt langs en traktorveg på sørsiden av elva like nedenfor Rødven stavkirke. Fra posisjon 0 til 75 er penetrasjonen 8 - 9 m. Refleksjonsmønsteret er tilnærmet hauget og kan tyde på lagdelt sand/grus som er egnede masser for grunnvann. Fra posisjon 75 og ut profilet er penetrasjonen 3 - 4 m, og denne delen er uinteressant for grunnvannsuttak.

Profil 5

Profil 5 ble målt på tvers av profil 4 og krysset dette ved ca posisjon 65 og fortsatte over et jorde i sørøstlig retning. Fra posisjon 43 er datakvaliteten dårlig pga. batterisvikt. Penetrasjonen på første del av profilet er 7 - 8 m. Mellom posisjon 18 og 36 indikeres en horisontal reflektor på 10 - 11 m dyp som kan være fjelloverflaten. Refleksjonsmønsteret tyder ikke på masser av interesse for grunnvannsuttak av betydning.

Sammendrag

Georadarundersøkelsene i Rødven har ikke indikert sikre områder for vannuttak i løsmasser. Det undersøkte området langs vegen oppover mot dagens vanninntak består for det meste av finkornige masser, sand/silt, men kan stedvis bestå av sand/grus. Sonderboringer er anbefalt i områder der mektigheten av sand/gruslagene er størst. Penetrasjonen av EM-bølgene er jevnt over dårlig på grunn av høyt finstoffinnhold (tette masser).

Nede ved Rødven kirke, på sørsiden av elva, ble det indikert et område som kan inneholde litt grovere masser, men usikkerhet om massene og beliggenheten av området gjør det trolig uaktuelt for grunnvannsuttak.

3.2 Boringer

Plasseringen av borepunktene er vist kartbilag -02.

Ved sonderboring i borepunkt 1 (vedlegg 1.1) ble det registrert 3 - 4 m grus over hardpakket og tett sand til 13,7 m. Boringen var negativ med hensyn til grunnvannsuttak.

I borepunkt 2 (vedlegg 1.2) ble det registrert ca. 3 m grus over hardpakket og tett sand. Fjell ble påtruffet 12,2 m under bakkenivå. Boringen var negativ med hensyn til grunnvannsuttak.

Sonderboringen i borepunkt 3 (vedlegg 1.3) viste 4 - 5 m grusige masser over sand med tynne gruslag. Antatt fjell ble påtruffet 10 m under bakkenivå. Prøvepumping av undersøkelsesbrønn (φ 32 mm) i nivå 2,7 - 3,7 m og 4,7 - 5,7 ga vannmengdene 0,17 og 0 l/s. Kornfordelingsanalyse av oppsugd masseprøve fra 2,7 - 3,7 m dyp (vedlegg 2) viser siltig finsand. Dette viser at massene har liten vanngjennomgang og at forholdene for grunnvannsuttak er dårlige.

4 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Georadarundersøkelsene og boringene i Rødvendalen viser at løsmassene er finkornige og har dårlig vanngjennomgang og dermed er lite egnet for grunnvannsuttak tilsvarende det oppgitte vannbehovet på 1,5 - 2 l/s.

Grunnvann fra fjellbrønner kan være et alternativ. Bergarten i området er gneis og forventet kapasitet fra et borehull i denne bergarten er 0,1 - 0,5 l/s. Et eventuelt grunnvannsanlegg med borebrønner i fjell må derfor baseres på boring av flere brønner. Fjellboringer etter vann er alltid forbundet med usikkerhet med hensyn til kapasitet, men dersom vassverket velger å gå videre med dette alternativet anbefales det utført en geologisk kartlegging av området for å identifisere sprekke-/svakhetssoner i fjellet (grunnvann i fjell er knyttet til slike soner). En slik kartlegging omfatter tolking av flybilder, geofysiske målinger med VLF samt geologisk befaring i felten. På dette grunnlaget kan det gis en anbefaling om best mulig plassering av borehullene.

5 REFERANSER

Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375 - 386

Follestad, B.A. - 1995: Møre og Romsdal fylke - kvartærgeologisk kart M 1 : 250 000. *Norges geologiske undersøkelse*

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

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

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

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

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

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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere 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>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

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 prøvekarret. 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 boringer/lokaliteter 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 tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

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

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på $\pm 2\%$ 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, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

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

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

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

I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som 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:

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

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

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

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

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

LITTERATUR

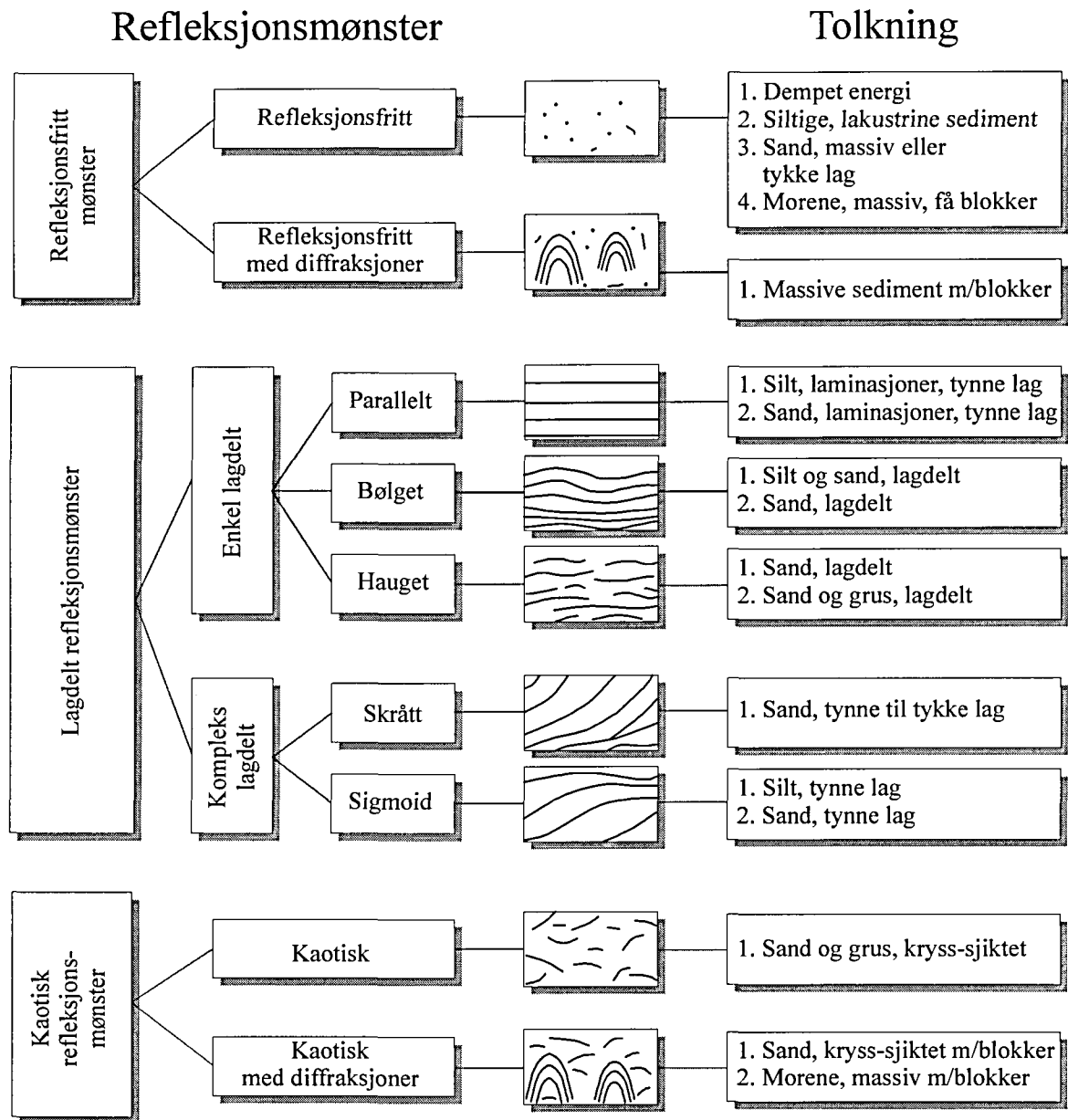
Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

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

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

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

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



Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Gaut, Sylvi

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 107 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Møre og Romsdal **Kommune:** Rauma (1539)
UTM Sone: 32 **ØV-kordinater:** 421527.00 **NS-kordinater:** 6944213.00 **Høyde over havet:** 90 meter
Oppdragsgivers navn: Rødven vassverk

BORING 1

Adresstype	Adresse	Kommentar
Oppdragsgiveradresse	Per Arne Skomsø Rødven, 6350 Eidsbygda	Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 10.11.1997 **Borerens navn:** Eilif Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 13.70 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	1.70	Grus	0	Brunt							
1.70	2.70	Grus	2 kg	Brunt							
2.70	3.70	Grus	2 kg	Brunt							
3.70	4.70	Sand	2 kg	Brunt							hardpakket
4.70	5.70	Sand	2 kg	Grått							hardpakket
5.70	6.70	Sand	3 kg	Grått							hardpakket
6.70	7.70	Sand	3 kg	Grått							hardpakket
7.70	8.70	Sand	3-6 kg	Grått							hardpakket
8.70	9.70	Sand	3-6 kg	Grått							hardpakket
9.70	10.70	Sand	6-10 kg	Grått							hardpakket

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Gaut, Sylvi

Norges geologiske undersøkelse

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
10.70	11.70	Sand	10-30 kg	Grått							hardpakket
11.70	12.70	Sand	15 kg	Grått							hardpakket
12.70	13.70	Sand	15 kg	Grått							hardpakket

Merknad:

Andre

opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.03.1998 Ansvarlig signatur: Øystein Jæger

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Gaut, Sylvi

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 108 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Møre og Romsdal **Kommune:** Rauma (1539)
UTM Sone: 32 **ØV-kordinater:** 421468.00 **NS-kordinater:** 6944187.00 **Høyde over havet:** 100 meter
Oppdragsgivers navn: Rødven vassverk

BORING 2

Adresstype	Adresse	Kommentar
Oppdragsgiveradresse	Per Arne Skomsø, Rødven, 6350 Eidsbygda	Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** **Borerens navn:** Eilif Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 13.70 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** 12.20 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	1.70	Grus		Brunt							
1.70	2.70	Grov grus	2 kg	Brunt							
2.70	3.70	Grov grus	2 kg	Brunt							
3.70	4.70	Sand og grus	2-4 kg	Brunt							
4.70	5.70	Grusig sand	2-4 kg	Brunt							
5.70	6.70	Sand og stein	2-4 kg	Grått							
6.70	7.70	Finsand	2-4 kg	Grått							hardpakket
7.70	8.70	Finsand	2-4 kg	Grått							hardpakket
8.70	9.70	Grusig finsand	2-6 kg	Grått							
9.70	10.70	Finsand	2-6 kg	Grått							hardpakket

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Gaut, Sylvi

Norges geologiske undersøkelse

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
10.70	11.70	Finsand	2-6 kg	Grått							hardpakket
11.70	12.20	Finsand	3 kg	Grått							hardpakket
12.20	12.20		3 kg	Grått							fjell

Merknad:**Andre****opplysninger:**

Utfyllingsdato: 13.03.1998 Ansvarlig signatur: Øystein Jæger

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Gaut, Sylvi

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 112 **Type brønn:** Undersøkelsesbrønn **Feltnavn:** Borpunkt 3 **Fylke:** Møre og Romsdal **Kommune:** Rauma (1539)
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 421352.00 **NS-koordinater:** 6944205.00 **Høyde over havet:** 105 meter
Oppdragsgivers navn: Rødven vassverk

BORING 3

Adressetype	Adresse	Kommentar
Oppdragsgiveradresse	Per Arne Skomsø, Rødven, 6350 Eidsbygda	Oppdragsgivers postadresse.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 10.11.1997 **Borerens navn:** Eilif Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 10.00 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** 10.00 m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

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

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	1.70	Grus		Grått							
1.70	2.70	Grus og sand	2-4 kg	Grått							
2.70	3.70	Grus	2 kg	Grått	0.17		10				Finsand pumpet opp. Vannet blir ikke klart.
3.70	4.70	Grus	2-6 kg	Grått							
4.70	5.70	Grus og stein	2-8 kg	Grått	0.00						Ingen vanngjennomgang.
5.70	6.70	Sand og grus	2-5 kg	Grått							Sand m/gruslag
6.70	7.70	Sand og grus	2-5 kg	Grått							Sand m/gruslag
7.70	8.70	Sand og grus	2-5 kg	Grått							Sand m/gruslag
8.70	9.70	Sand og grus	2-5 kg	Grått							Sand m/gruslag

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Norges geologiske undersøkelse

Gaut, Sylvi

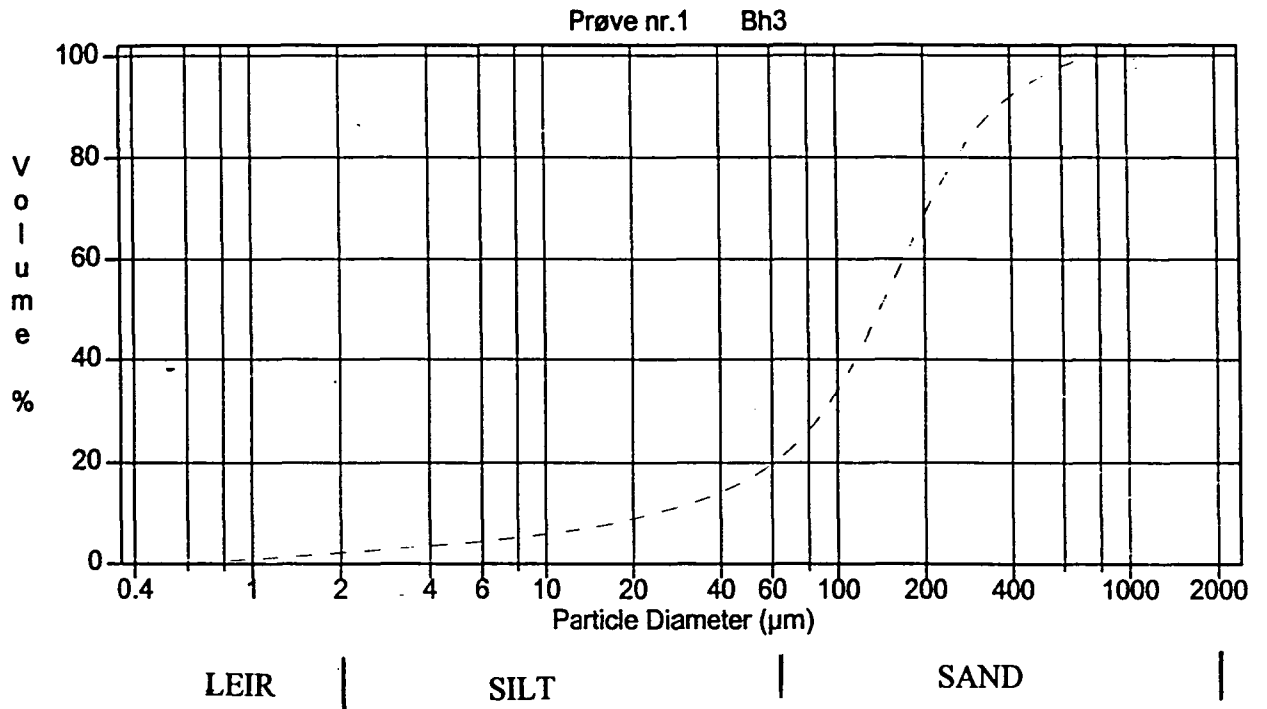
Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
9.70	10.00	Sand, grus, stein, blokk	2-5 kg	Grått							Mest sand

Merknad:

Andre

opplysninger: 1 m filter av slisset damprør med 2-4 mm slisseåpning

Utfyllingsdato: 13.03.1997 Ansvarlig signatur: Øystein Jæger



Kornfordelingskurve av oppsugd masseprøve fra 2,7 - 3,7 m dyp i borehull 3.



▭ Undersøkt område

NGU, RØDVEN VASSVERK
OVERSIKTSKART

RØDVEN

RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50000

MÅLT HE/OJ

TEGN HE

TRAC

KFR

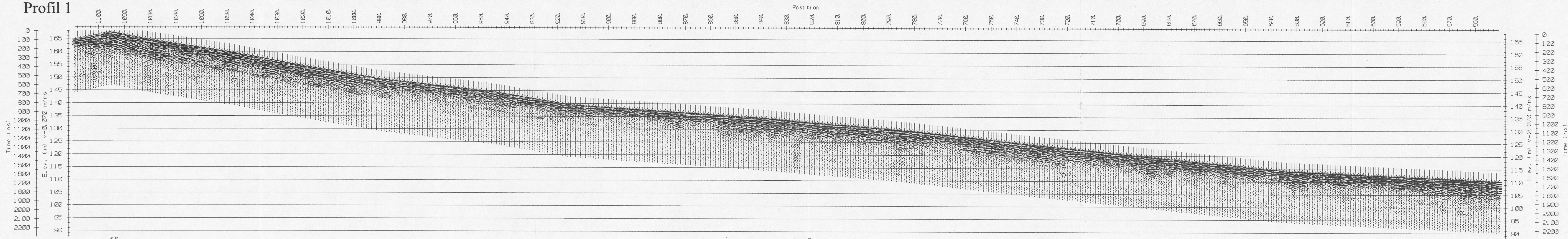
Okt. -97

Mars -98

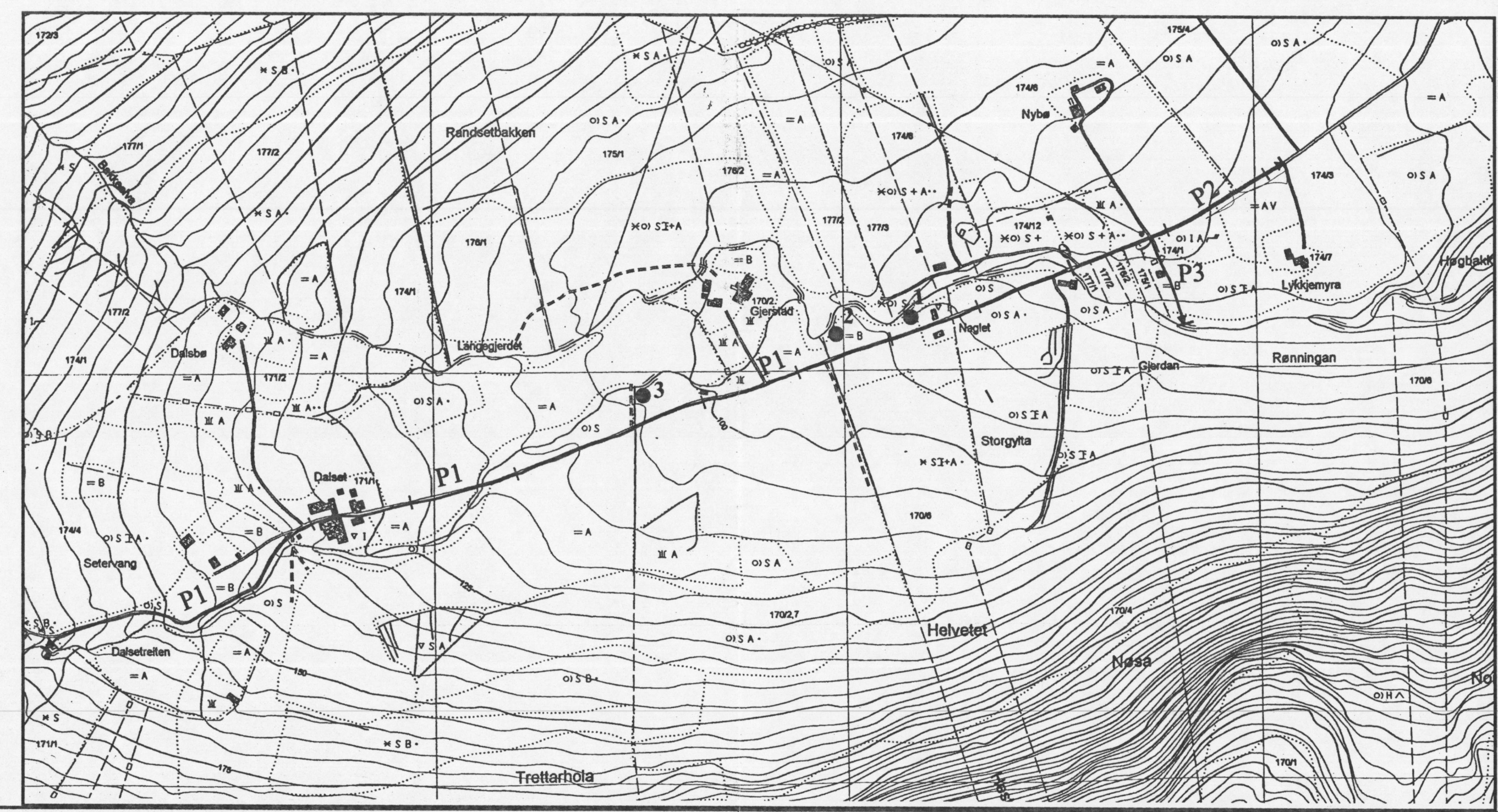
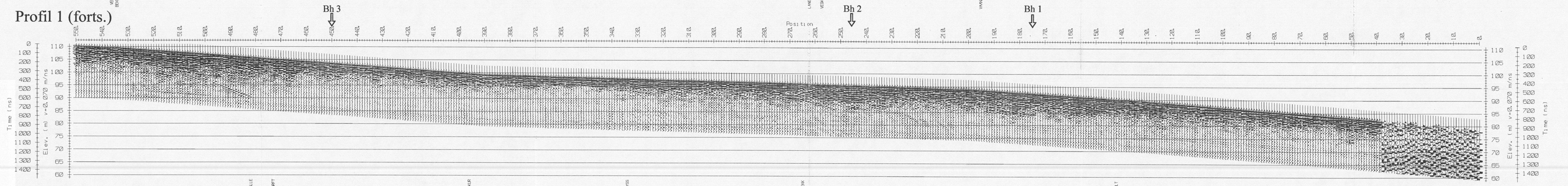
TEGNING NR
98.056-01

KARTBLAD NR
1320 III

Profil 1



Profil 1 (forts.)



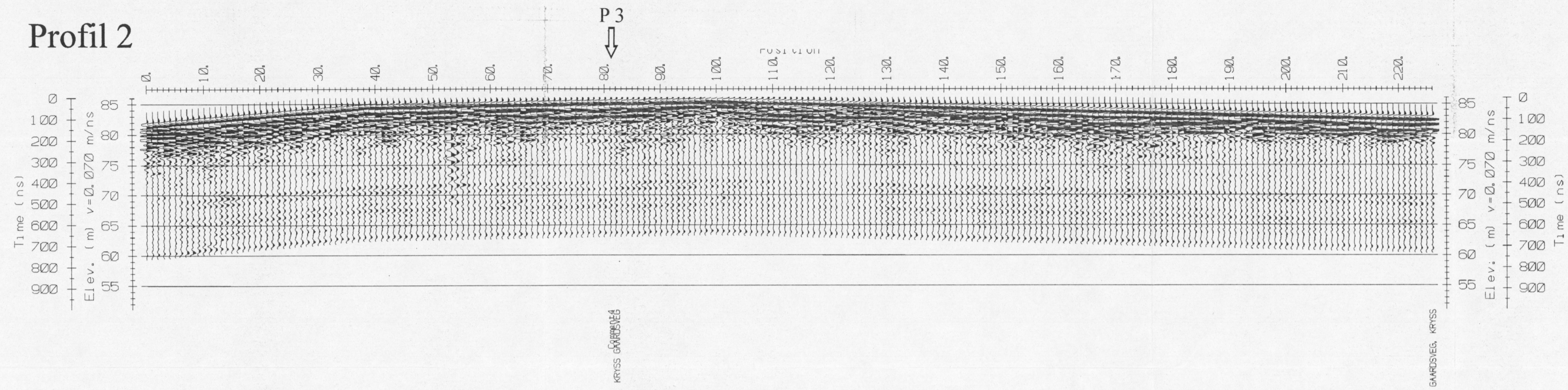
TEGNFORKLARING

0 — P1 — Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

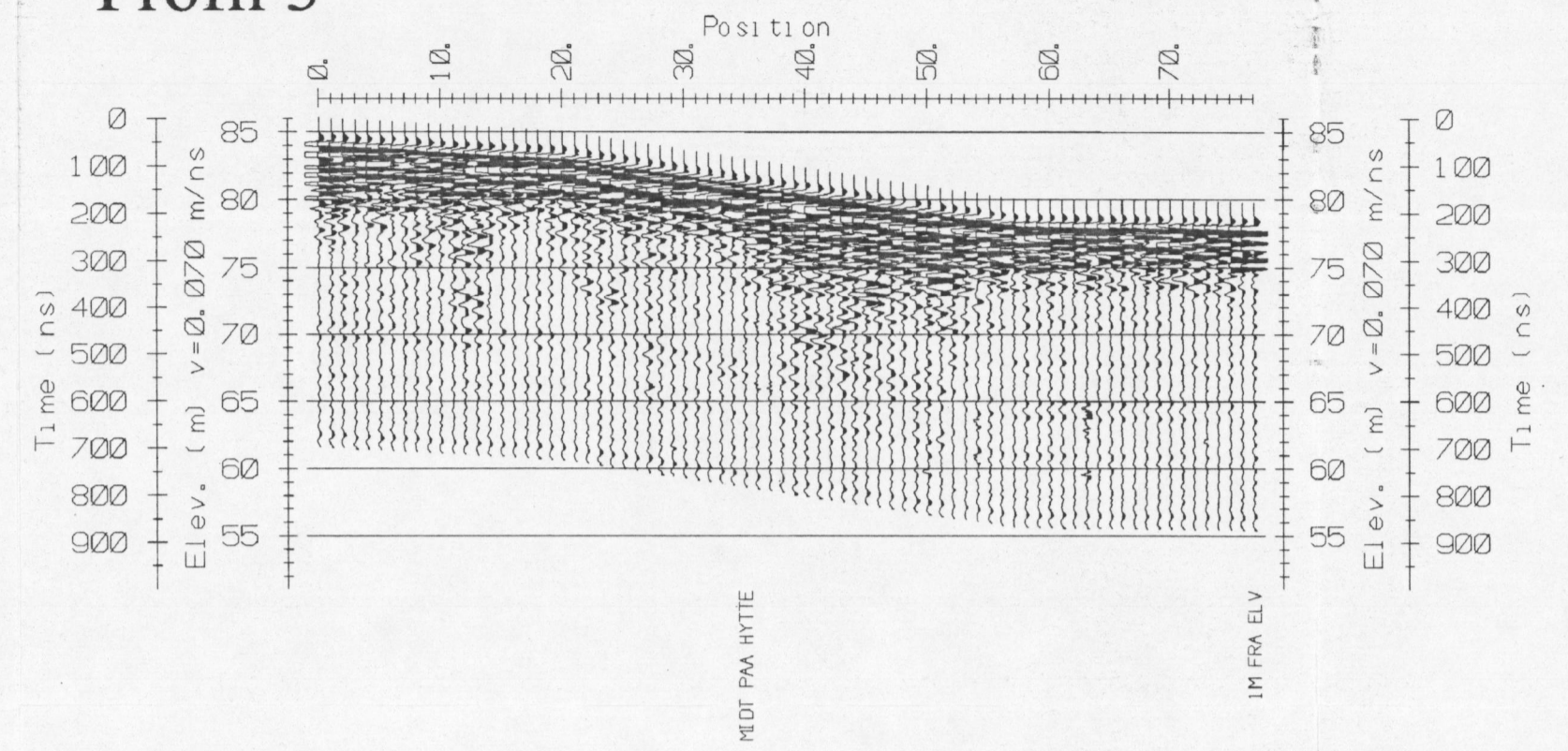
● Sondring

NGU, RØDVEN VASSVERK GEORADAROPPTAK RØDVEN RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT HE/ØJ	Økt. -97
	1 : 5000	TEGN HE	Mars -98
		TRAC	
	KFR KONF		
	TEGNING NR 98.056-02	KARTBLAD NR 1320 III	

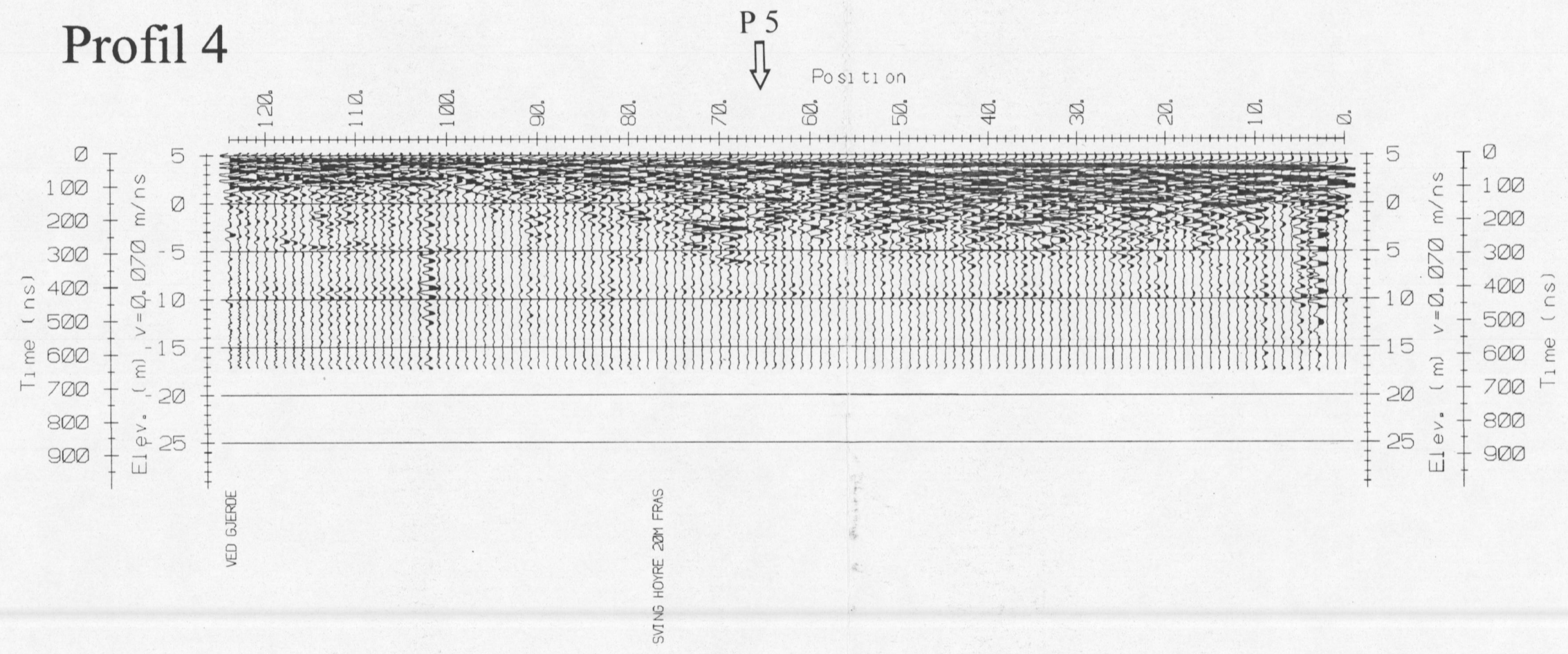
Profil 2



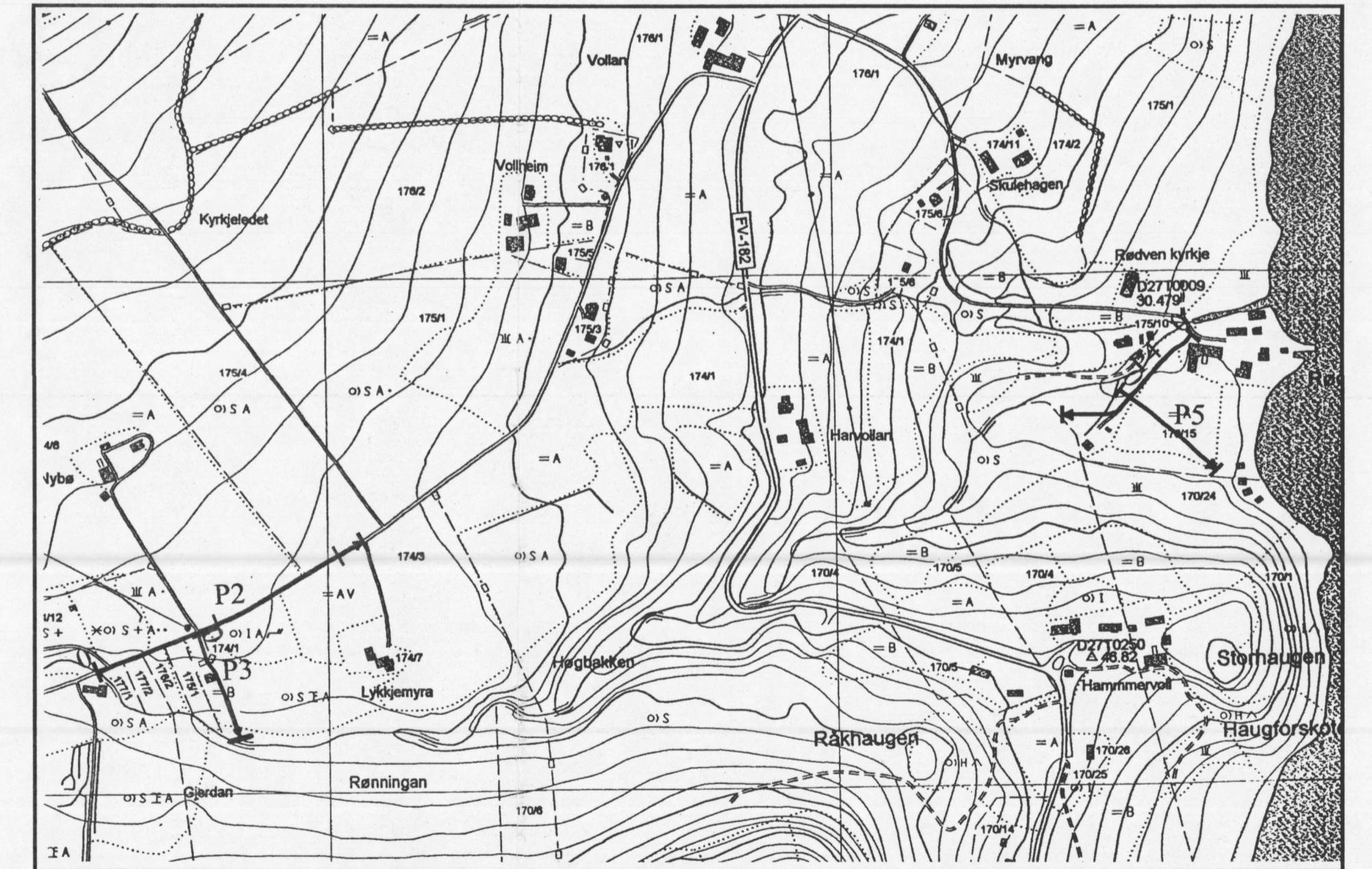
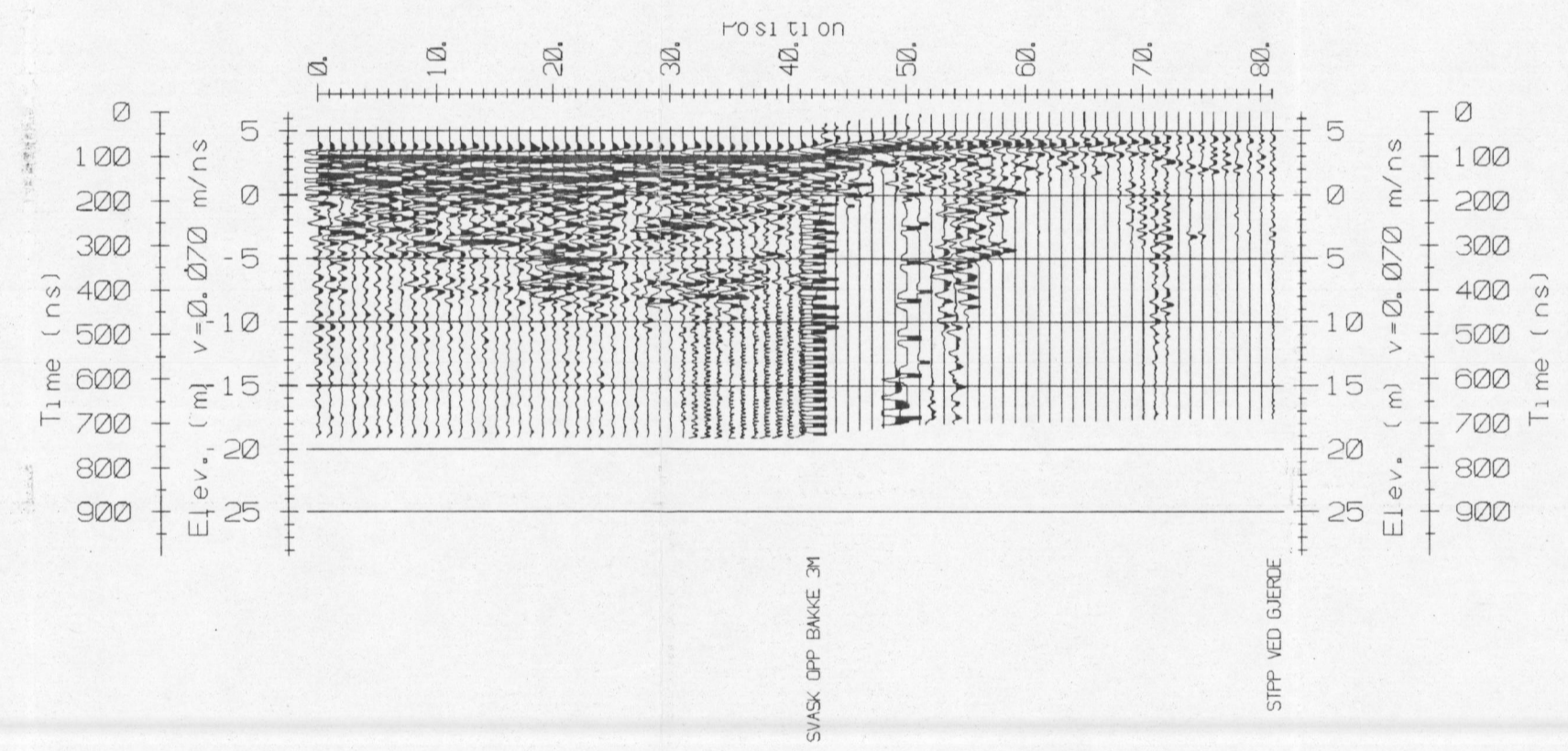
Profil 3



Profil 4



Profil 5



TEGNFORKLARING

0 P4 Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

NGU, RØDVEN VASSVERK GEORADAROPPTAK RØDVEN RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT HE/ØJ	Okt. -97
	1 : 5000 (kart)	TEGN HE	Mars -98
		TRAC	
		KFR KONF	
	TEGNING NR 98.056-03	KARTBLAD NR 1320 III	