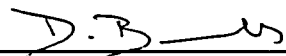


NGU Rapport 97.040

Grunnvannsundersøkelser - Frafjord, Gilja og
Ålgård, Gjesdal kommune.

Rapport nr.: 97.040		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser - Frafjord, Gilja og Ålgård, Gjesdal kommune.				
Forfatter: Øystein Jæger og Harald Elvebakk		Oppdragsgiver: Gjesdal kommune, Rogaland fylkeskommune og NGU		
Fylke: Rogaland		Kommune: Gjesdal		
Kartblad (M=1:250.000) Mandal og Stavanger		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1212 - I og 1312 - IV		
Forekomstens navn og koordinater: Frafjord, Gilja og Ålgård		Sidetall: 21	Pris: kr 180,-	
Feltarbeid utført: juli og august 1996		Rapportdato: 24.02.97	Prosjektnr.: 2713.11	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>Sommeren 1996 utførte NGU grunnvannsundersøkelser i løsmasser i Frafjord, Gilja og Ålgård i Gjesdal kommune som har omfattet georadarundersøkelser, boringer og kjemiske analyser av vannprøver.</p> <p>Undersøkelsene viser at det er mulig å ta ut grunnvannsmengder tilsvarende vannbehovet i <i>Frafjord</i> og på <i>Gilja</i>. Begge steder anbefales det prøvepumping av fullskala brønner for å avklare grunnvannets kvalitet og kapasitet over tid før nye vannverk bygges.</p> <p>Undersøkelsene i tilknytning til forsyningsstedet <i>Ålgård</i> viser at det er mulig å ta ut grunnvann fra løsmassene på Bodlestad ved Edlandsvatnet. For å avklare uttakspotensialet anbefales det utført oppfølgende undersøkelser som omfatter sonderboringer og langtids prøvepumping av fullskala brønn. I tillegg anbefales grunnvannsundersøkelser i breelavsetninger ved Klugevatn og Langavatn. De undersøkte breelavsetningene ved Limavatnet og Nese ved Edlandsvatnet er ikke egnet til grunnvannsuttak fordi massene er finkornige og har dårlig vanngjennomgang.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Geofysikk		Grunnvannsforsyning
Sonderboring		Grunnvannskvalitet		Ressurskartlegging
Løsmasse				Fagrapport

INNHOOLD

FORORD

1 INNLEDNING	6
2 METODEBESKRIVELSE.....	7
2.1 Georadar	7
3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER.....	9
3.1 Frafjord	9
3.1.1 Georadarundersøkelser	9
3.1.2 Boringer	11
3.1.3 Vannkvalitet	12
3.1.4 Anbefaling	12
3.2 Gilja	13
3.2.1 Georadarmålinger	13
3.2.2 Boringer	15
3.2.3 Vannkvalitet	16
3.2.4 Anbefalinger	17
3.3 Ålgård	17
3.3.1 Georadarmålinger	17
3.3.2 Boringer	19
3.3.3 Vannkvalitet	20
3.3.4 Anbefaling	20
4 KONKLUSJONER	21
5 REFERANSER.....	21

TEKSTBILAG

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

DATABILAG

- 1 Skjema for tolkning av refleksjonsmønstre ved georadaropptak

VEDLEGG

- 1.1 - 1.3 Undersøkellesboringer, Frafjord, boreprofiler
- 1.4 - 1.11 Undersøkellesboringer, Gilja, boreprofiler
- 1.12 - 1.16 Undersøkellesboringer, Ålgård, boreprofiler
- 2.1 - 2.4 Kornfordelingskurver av masseprøver fra undersøkellesbrønner
- 3.1 - 3.4 Kjemiske analyser av grunnvann fra Frafjord, Gilja og Ålgård

KARTBILAG

- 1 Oversiktskart Gjesdal kommune
- 2 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil, sonderboringer, undersøkelsesbrønner, Frafjord
- 3 - 5 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil, sonderboringer, undersøkelsesbrønner, Gilja
- 6 - 8 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil, sonderboringer, undersøkelsesbrønner, Ålgård
- 97.040-09 Georadaropptak, Frafjord
- 97.040-10 Georadaropptak, Gilja
- 97.040-11 Georadaropptak, Ålgård

FORORD

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


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

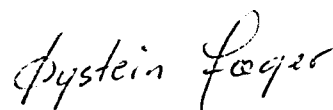
NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «Økt bruk av grunnvann». Formålet er en sikker dokumentasjon av kvantitet og kvalitet av grunnvannsforekomster som kan nyttes til allminnelig drikkevannsforsyning. Bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

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

I samråd med fylkesmyndighetene i Rogaland og ut fra kommunenes interesse for prosjektet ble kommunene Bjerkreim, Gjesdal, Hjelmeland, Hå, Sauda og Suldal valgt for grunnvannsundersøkelser i 1996. Arbeidet i de enkelte kommuner er planlagt i samarbeid med teknisk etat.

Prosjektet finansieres av Rogaland fylkeskommune (25 %), de enkelte kommuner (15 %) og NGU (60 %). 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

I Gjesdal kommune er mulighetene for grunnvannsuttak fra løsmasser undersøkt for forsyningsstedene Frafjord, Gilja og Ålgård. De undersøkte lokalitetene er elve- og breelvavsetninger hvor det ut fra en geologisk vurdering er muligheter for å finne sorterte sand- og grusmasser med god vanngjennomgang. Undersøkelsene har omfattet befaringer, profileringer med georadar, løsmasseboringer for kapasitetstesting og uttak av vannprøver og masseprøver, samt analyser av vann- og masseprøver.

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

Avd. ingeniør Øystein Jæger har vært ansvarlig for prosjektet, andre involverte var:
Forsker Gaute Storrø (befaring)
Forsker Jan Fredrik Tønnesen (georadarmålinger)
Forsker Aase Midtgård (prøvetaking og feltmålinger)
Ingeniør Bjørn Iversen (løsmasseboringer)

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

Kommunens kontaktperson har vært Torbjørn Sterri. Kommunen har bl.a. innhentet boretillatelse fra grunneiere.

De påløpte kostnader på kr. 267 300,- er i samsvar med kostnadsoverslaget.

2 METODEBESKRIVELSE

På grunnlag av feltbefaringen og gjennomgang av rapporter fra tidligere undersøkelser ble det i samråd med kommunen satt opp et prosjektforslag med kostnadsoverslag for de prioriterte områdene.

Metodebeskrivelse av georadar og hydrogeologiske/hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder står nærmere beskrevet i tekstbilag 1 og 2.

2.1 Georadar

Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc, Canada). Samplingsintervall var 1,6 ns. Tabell 1 viser en oversikt over alle målte profiler med sted, lengde, opptakstid og kartbilagsnummer. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Antenne senterfrekvens var 50 MHz, og det ble benyttet sender på 1000 V. Det ble foretatt 32 summerte registreringer (stacks) i hvert målepunkt. Det ble målt ca. 3,1 profilmeter fordelt på 20 profiler og tre delområder. Reelle lengder av profiler (målt på kart) kan være noe forskjellig fra lengder (posisjoner) angitt over georadaropptak, pga. mulig tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstand ved utførelsen av målingene. For enkelte profiler er det i kartbilagene markert for hver 100 profilmeter. Kommentarer under opptakene kan også bidra til at en lettere kan plassere posisjoner riktig i forhold til kartet. Ved beskrivelse av opptak refereres det til profilmeter (over opptakene).

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 lineær, egendefinert forsterkning.

Tabell 1. Oversikt over profilers plassering, lengde og opptakstid

Profil	Sted	Lengde (m)	Opptakstid (ns)	Kartbilagsnr.
P1	Frafjord	130	1200	09
P2	Frafjord	611	1200	09
P3	Frafjord	46	1200	09
P4	Frafjord	157	1200	09
P5	Gilja	217	1000	10
P6	Gilja	103	1000	10
P7	Gilja	82	1000	10
P8	Gilja	89	1000	10
P9	Gilja	119	1000	10
P10	Gilja	218	1000	10
P11	Gilja	77	1000	10
P12	Gilja	181	1000	10
P13	Gilja	52	1000	10
P14	Ålgård	119	1000	11
P15	Ålgård	154	1000	11
P16	Ålgård	85	1000	11
P17	Ålgård	214	1000	11
P18	Ålgård	165	1000	11
P19	Ålgård	130	1000	11
P20	Ålgård	158	600	11

3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER

Et oversiktskart som viser de undersøkte områdene er vist i kartbilag 1. Georadaropptak og profilplassering er vist i kartbilag -09 til -11. På bakgrunn av resultater fra georadarmålingene er det gjort boringer og testpumping i alle de tre undersøkte områdene som er beskrevet i denne rapporten.

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptak til sedimenters sammensetning 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). Opptakene beskrives fra vest til øst og fra sør til nord. Stedvis omtales «døde» områder i opptakene. Dette skyldes en uheldig kombinasjon av utsendt effekt, fysiske forhold i bakken og antenneavstand. Disse områdene er ikke tolkbare og må betraktes som støy.

3.1 Frafjord

Grunnvannsmulighetene i Frafjord er undersøkt med tanke på vannforsyning til planlagt boligfelt og vannbehovet er av kommunen angitt til 0,5 l/s. De undersøkte løsmassene er elve- og breelvavsetninger ved utløpet av Frafjordelva.

3.1.1 Georadarundersøkelser

I Frafjord ble det målt fire georadarprofiler. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -09. Ved dybdekonvertering av data er det valgt en EM-bølgehastighet på 0,08 m/ns da en antar forholdsvis høyt grunnvannsspeil (vannmettet sand/grus, se tekstbilag 1). Det er utført terrengkorreksjon på alle profilene og opptakene er plottet til 1000 ns. Det er boret tre undersøkelsesbrønner på nordsiden av elva.

P2

Profilen ble målt på nordsiden av elva i øst-vest retning. Området fra posisjon 611 (lengst vest) til posisjon 420 er preget av dårlig penetrasjon. Dette skyldes trolig innslag av salt grunnvann pga. nærhet til sjøen. Dette medfører økt elektrisk ledningsevne i grunnvannet, og inntrengningen av EM-bølgene avtar med økende ledningsevne. Det er derfor vanskelig å si hva slags masser det er i dette området. Området er uaktuelt som grunnvannskilde da borehull 3, som ble boret ved ca posisjon 400, viste saltvannsinnblanding. Grunnvannsspeilet indikeres

på 4 m dyp i dette området. En skrå lineær hendelse fra posisjon 520 (dagnær) til 580 (700ns) skyldes støy fra en sidereflektor. I området fra posisjon 580 til posisjon 545 mellom 300 og 400 ns ser en et eksempel på «dødt» område hvor en mangler signal (se foran). I området fra posisjon 415 til posisjon 285 varierer penetrasjonsdypet fra 10 m til ca 20 m ved posisjon 340. Grunnvannsspeilet kan ikke sees i opptaket, men ligger trolig ved høyde ca 2 m.o.h. som tilsvarer et dyp på 5 - 8 m. Refleksjonsmønsteret er skrått/hauget som indikerer sand og grus (lagdelt). Slike masser kan gi bra med grunnvann, men boring, borehull 3, viste innblanding av saltvann. Fra posisjon 285 til posisjon 210 er penetrasjonen dårlig, men fra posisjon 210 til posisjon 175 er penetrasjonen 15 - 20 m. Refleksjonsmønsteret er hauget og tyder på sand/grus. Området fra posisjon 135 til posisjon 85 viser tydelig skrått refleksjonsmønster som avspeiler sand/grusavsetning med skrålagning. Grunnvannsspeilet indikeres på 3 - 4 m dyp (noe usikker indikasjon). Penetrasjonen er god, ca 20 m, og området skulle egne seg godt for grunnvannsutttak, noe testpumping i borehull 4 ved posisjon 120 også viste (se kap. 3.1.2). Vannanalyser viste imidlertid saltvannsinnblanding fra 18,5 til 19,5 m. Den manglende penetrasjonen mellom posisjon 0 og 80 og mellom posisjon 135 og 175 kan skyldes underliggende fine masser, finsand/silt eller leire. En har tilsvarende manglende penetrasjon på motsatt side av elva. Dette kan tyde på en rygg av fine masser som krysser elva i dette området.

P1

Profilet ble målt øst for profil P2 med tilnærmet tversgående retning i forhold til dette. Området er 'dødt' mellom posisjon 130 og 88. Fra posisjon 85 til posisjon 0 øker penetrasjonsdypet fra ca 8 m til ca 20 m. Opptaket viser tydelig to avsetningsmønstre. Fra ca posisjon 80 (dagnært) til posisjon 0 (10 - 12 m) er refleksjonsmønsteret skrått og avspeiler lagdelt grove masser, sand/grus. Under ligger en lagpakke som tydelig er avsatt under andre forhold, og en ser et tydelig skille mellom de to avsetningstypene. Fra posisjon 85 (0 - 5 m) til posisjon 0 (12 - 20 m) har en et parallelt refleksjonsmønster som sannsynligvis representerer finere masser, finsand/silt, som er dårlig egnet for grunnvannsutttak. De grove massene over skulle være godt egnet for grunnvannsutttak, noe borehull 5 ved posisjon 25 også viste. Borehull 5 viste sand/grus ned til 11,5 m og deretter sand/finsand/silt ned til 17,5 m. Opptaket viser ingen klare indikasjoner på grunnvannsspeilet.

P3

Profilet ble målt på tvers av profil P2 ved ca posisjon 20. Profilet starter ved elvebredden og går 46 m nordover. Området er 'dødt' fra posisjon 46 til posisjon 3 ned til 250 - 270 ns noe som gjør det umulig å se grunnvannsspeilet. Fra 10 m dyp og ned til 22 m viser hele profilet skrått refleksjonsmønster som avspeiler lagdelt sand/grus. En antar at det 'døde' området inneholder tilsvarende masser. Borehull 4 ved posisjon 20 viste god vanngjennomgang i påvist grus/sand ned til 17,5 m.

P4

Profilet ble målt langs og nedover på sørsiden av elva. Opptaket viser sterkt varierende penetrasjon. Dette kan skyldes underliggende fine masser, se tolkning på P2. Fra posisjon 157 til posisjon 103 avtar penetrasjonsdypet fra nesten 30 m til ca 15 m. Grunnvannspeilet indikeres som en reflektor på 2 - 2,5 m dyp. Ned til 12 - 14 m er refleksjonsmønsteret tydelig skrått (meget tydelige reflektorer) og avspeiler lagdelt sand/grus. Det samme kan sies om området fra posisjon 93 til posisjon 50, men tykkelsen av sand/gruspakken er noe mindre, ca 10 m. Grunnvannspeilet ligger trolig på 3 - 4 m dyp. Begge områdene har gode muligheter for grunnvannsuttak. Refleksjonsmønsteret under sand/gruslagene er noe diffust, men antydning til parallelt mønster kan tyde på noe finere materiale.

Oppsummering

Georadarmålingene indikerer flere områder i det undersøkte feltet som kan være egnet for grunnvannsuttak. Området der P2 og P3 krysser hverandre og sørlige del av P1 er egnede områder. Testboring med pumping viste også god vanngjennomgang her. P4 viser også egnede masser for grunnvannsuttak, men områder med manglende penetrasjon kan tyde på inntrengning av saltvann eller underliggende fine masser (silt/leire ?). Grunnvannspeilet indikeres dårlig på alle profiler og det er vanskelig å angi dypet eksakt.

3.1.2 Boringer

Plasseringen av boringene er vist i kartbilag 2.

I borehull 3 (vedlegg 1.1), som ligger nærmest det planlagte boligfeltet, ble det registrert sand og grus med god vanngjennomgang over fjell på 15,3 m dyp. Prøvepumping av undersøkelsesbrønn annenhver meter mellom 5,5 og 11,5 m ga vannmengder mellom 2,5 og 3,5 l/s. I alle nivå ble det imidlertid påvist saltsmak i grunnvannet. Grunnvann fra denne lokaliteten er derfor uegnet til drikkevannsforsyning.

I borehull 4 (vedlegg 1.2) ble det registrert grus og sand over fjell/blokk på 20,5 m dyp. Kornfordelingsanalyser av oppsugde masseprøver (vedlegg 2.1 og 2.2) viser at massene er dominert av grov sand. I fem nivå mellom 5,5 og 19,5 m ble det testpumpet fra en undersøkelsesbrønn og kapasiteten ble målt til i overkant av 2,0 l/s i alle nivå. I tillegg ble det registrert svært god vanngjennomgang i de øvrige nivåene. Også her ble det påvist saltvannsinnblanding i grunnvannet, men bare i det dypeste nivået (18,5 - 19,5 m).

Borehull 5 ble boret ned til 17,5 m (vedlegg 1.3). Øverste 10-12 m av profilet består av sand og grus med god vanngjennomgang. Kornfordelingsanalyser av oppsugde masseprøver fra nivå 5,5 og 9,5 m viser godt sortert grovsand (vedlegg 2.2). Under dette nivået er det tettere

masser og kornfordelingsanalysen av oppsugd masseprøve fra nivå 12,5 - 13,5 m viser godt sortert finsand. Ved testpumping av undersøkelsesbrønn i nivå 4,5 - 5,5 m og 8,5 - 9,5 m ble kapasiteten målt til henholdsvis 2,5 og 2,75 l/s, mens kapasiteten ble målt til 0,3 l/s i nivå 12,5 - 13,5 m.

3.1.3 Vannkvalitet

I borehull 3 var det saltsmak på grunnvannet i alle nivå og feltmålinger av ledningsevnen viste svært høye verdier ; 650 - 6700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dette viser at grunnvannet på denne lokaliteten ikke er egnet til drikkevann.

Kjemiske analyser av seks grunnvannsprøver fra borehullene 4 og 5 (vedlegg 3.2 og 3.3) viser lave verdier for pH og alkalitet. I borehull 4 er det målt høye klorid - verdier i alle nivå og i det dypeste nivået (18,5 - 19,5 m) er verdien særlig høy; 360 mg/l. I dette nivået er det også høye verdier for natrium, magnesium og ledningsevne og dette viser at vannet er saltvannsblandet.

I nivåene 4,5 - 5,5 og 18,5 - 19,5 m i borehull 4, samt nivå 8,5 - 9,5 m i borehull 5, ble det målt jernverdier noe over veiledende verdi i drikkevannforskriftene (Sosial- og helsedepartementet 1995).

Begge vannprøvene fra borehull 5 og vannprøven fra nivå 4,5 - 5,5 m i borehull 4 har forhøyede verdier for nitrat og dette viser at grunnvannet er påvirket av gjødsling fra landbruket. Verdiene er allikevel godt under største tillatte verdi i drikkevannsforskriftene.

3.1.4 Anbefaling

Undersøkelsene viser at det er mulig å ta ut mer grunnvann enn det angitte vannbehovet på 0,5 l/s fra løsmassene i området. På grunnlag av undersøkelsesresultatene anbefales det etablering av fullskala brønn for langtids prøvepumping i området ved borepunkt 5. Brønnen bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

Brønntype:	Vertikal rørbrønn
Brønndiameter:	Tilpasses pumpevalg
Filterplassering:	5 - 10 m u/bakken
Filtertype/lysåpning:	Kontinuerlige slisser (con-slot)/1 mm

Prøvepumpingen bør strekke seg over minst 3 måneder med uttak av vannprøver for analyser og kapasitetsmålinger for å kontrollere vannkvalitet og kapasitet over tid.

Etter prøvepumpingsperioden kan brønnen benyttes som produksjonsbrønn.

3.2 Gilja

Undersøkelsen i Gilja er utført for å klarlegge mulighetene for grunnvannsuttak som alternativ til dagens overflatevannkilde og har omfattet ni georadarprofileringer (kartbilag -09 til -11) og åtte boringer (vedlegg 2.7 til 2.14). De undersøkte lokalitetene er elve- og breelvavsetninger langs Dirdalsåna og Giljabekken. Vannbehovet for Gilja er av kommunen oppgitt til 1 - 2 l/s.

3.2.1 Georadarmålinger

I dette området ble det målt i alt 9 profiler. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -10. Det er benyttet en EM-bølgehastighet på 0,08 m/ns. Terrengekorreksjon er utført på alle profiler og opptakene er plottet til 1000 ns. I det undersøkte området er det boret fire undersøkelsesbrønner.

P5

Profilen ble målt på sørsiden av Giljabekken i øst-vest retning. Refleksjonsmønsteret for de øverste 8 - 10 m er hauget og tyder på forholdsvis grove masser, sand/grus, med mulighet for grunnvannsuttak. Penetrasjonsdyppet er 15 - 20 m langs hele profilen. Fjelloverflaten indikeres som en svak (?) reflektor på 12 - 14 m dyp langs hele profilen. Fjellreflektoren sees best fra posisjon 30 til posisjon 95 og fra posisjon 170 til 185 (200?). Mellom de øverste grove massene og fjelloverflaten (10 - 14 m) har en trolig noe finere materiale. Refleksjonene fra dette laget er mye svakere og kan tyde på mindre variasjoner i vanninnholdet. Anbefalt boring ved ca posisjon 135 ga svært lite vann. Boringen viste stein, grus, sand ned til 9,5 m (ikke boret lenger). Det er vanskelig å bestemme nivået på grunnvannsspeilet.

P6

Profilen startet ved Giljabekken ved posisjon 136 på profil P5 og ble målt sørover. Også på dette profilen kan en se fjelloverflaten. Ved posisjon 20 er dypet til fjell ca 12 m, og det avtar sørover til ca 5 m ved posisjon 100. Det er vanskelig å bestemme refleksjonsmønsteret over fjell bl.a. på grunn av 'døde' områder. Dette, i tillegg til stigende fjelloverflate (mindre løsmassemektighet), gjør at en vanskelig kan anbefale områder for uttak av grunnvann.

P7

Profilet ble målt ca 500 m nordvest for P5 og gikk i nord-nordvestlig retning. Traser med 'døde' områder opptrer mellom posisjonene 68 og 40. Fjelloverflaten skrår trolig oppover fra 10 - 11 m dyp ved posisjon 0 til 4 - 5 m dyp ved posisjon 80. Over fjellreflektoren (usikker) er refleksjonsmønsteret hauget/kaotisk og indikerer sand/grus (usortert?). Dette kan være morene over fjell. Mulig grunnvannsspeil indikeres ved høyde 91 m.o.h.. Anbefalt boring utført ved ca posisjon 30 ga negativt resultat mht. uttak av grunnvann. Borehull 7 viste stein, grus, sand (moreneaktig) ned til 6 m.

P8

Profilet ble målt langs og på nordsiden av Divdalsåna i nordvestlig retning. Refleksjonsmønsteret viser ingen klare strukturer og kan betegnes som kaotisk. En reflektor observeres fra posisjon 45 - 87 på 7 m dyp (76 m.o.h.). Dette kan være fjelloverflaten, men det kan også være grense mellom elveavsetninger og en underliggende morene. Grunnvannsspeilet kan ikke sees på opptaket. Mulighetene for grunnvannsuttak er trolig små, noe som ble bekreftet av borehull 9 (se 3.2.2).

P9

Profilet ble målt fra elvebredden i nordøstlig retning og krysser P8 ved posisjon 40. Mesteparten av profilet er 'dødt' ned til ca 10 m dyp. Resten av opptaket har kaotisk/hauget refleksjonsmønster og en ser få klare strukturer. Det er ikke mulig å se fjelloverflaten eller grunnvannsspeil. Penetrasjonen er god, ca 30 m. Opptaket gir ikke noe entydig svar på hva slags masser en har, men mulighetene for grunnvannsuttak synes dårlige.

P10

Profilet ble målt nord for eiendommen Kvidaland langs foten av en bratt skråning/ur. Fjelloverflaten kan trolig observeres langs hele profilet. Ved posisjon 0 - 70 er dypet til fjell 7 - 8 m. Fra posisjon 70 til posisjon 110 øker dypet til 12 - 14 m for så å avta til ca 8 m ved posisjon 140. Lengst vest ved posisjon 216 er dypet 10 - 11 m. Den indikerte reflektoren kan også være toppen av en morene, men terrenget rundt tilsier forholdsvis liten avstand til fjell. Over fjellreflektoren er opptaket preget av 'døde' områder og det er vanskelig å si hva slags masser en har. Mulig hauget refleksjonsmønster kan tyde på sand/grus. Grunnvannsspeilet indikeres trolig ved kote 60 - 61 m.o.h. som tilsvarer et dyp på 2,5 m lengst vest ved posisjon 216 og 4 - 5 m ved posisjon 65. Testboringer, borehull 8a, viste blokk/stein på 3,5 m dyp under sand/grus. Borehull 8c viste sand/grus ned til 7 m der borehullet stoppet i noe tettere masser (morene?). Dette, sammen med antatt liten avstand til fjell gjør ikke området spesielt egnet til grunnvannsuttak.

P11

Profilet ble målt på tvers av P10 og krysset P10 ved posisjon 90. Også på dette profilet opptrer 'døde' områder. Fjelloverflaten burde kunne indikeres, men det kaotiske refleksjonsmønsteret

viser ingen tydelige strukturer. Det er heller ikke mulig å se grunnvannsspeilet. Testpumping, borehull 8c, viste små vannmengder fra 3,5 m.

P12

Profilet ble målt på sørsiden av Dirdalsåna, nedover og langs ei elveslette ca 400 m vest for P10. Opptaket indikerer tydelig to avsetningstyper. Øverst ligger trolig en elveavsetning med nesten horisontale reflektorer. Refleksjonsmønsteret er hauget/parallelt og tyder på lagdelt sand/grus. Tykkelsen på lagpakken er ca 15 m ved posisjon 0 og nesten 20 m ved posisjon 180. Fra posisjon 70 til 165 vises 'døde' områder, men en antar at disse områdene representerer tilsvarende masser som beskrevet foran. Under denne horisontale lagpakken opptrer avsetninger med tydelig skrått refleksjonsmønster. Dette er spesielt synlig i området fra posisjon 40 til 105 og tyder på skråstilte lag av sand/grus. Penetrasjonen tyder på en tykkelse på minst 12 m. Begge de beskrevne lagpakken inneholder trolig masser som er godt egnet til grunnvannsuttak. Grunnvannsspeilet indikeres ved høydekote 54,5 m.o.h. ved posisjon 0 og ved 54 m.o.h. ved posisjon 180, hvilket tilsvarer et dyp på 2 - 5 m. Boring ved posisjon 50 og ca 30 m sør for profilet viste grus/sand ned til 11,5 m (ikke boret lenger), og testpumping viste god vanngjennomgang. Det ble ikke boret ned i skrålagene, men dersom vannkvaliteten i den øvre lagpakken ikke tilfredsstiller ønskede krav, bør det bores ned i skrålagene f.eks. ned til ca 30 m ved posisjon 75.

P13

Profilet ble målt på tvers av P12 ved posisjon 117 fra elva og sørover. Også her opptrer 'døde' områder. En ser imidlertid tydelig de to lagpakken som er beskrevet for P12. En laggrense indikeres på 14 - 15 m dyp. Skrålagene beskrevet for P12 indikeres her som horisontale strukturer da profilet antagelig går på tvers av avsetningsretningen. Grunnvannsspeilet indikeres ved kote 54 m.o.h. på 4 - 5 m dyp. Området egner seg godt til grunnvannsuttak.

Oppsummering

Det beste området for grunnvannsuttak i området Gilja ser ut til å være på elvesletten der profilene P12 og P13 ble målt. Her indikeres to avsetningstyper, en horisontal elveavsetning (sand/grus) og en underliggende breavsetning (skrå lag) som begge kan være godt egnet til grunnvannsuttak.

3.2.2 Boringer

Plasseringen av boringene går fram av kartbilagene 3 - 5.

Borehull 6, ved Giljabekken, ble boret ned til 10,5 m (vedlegg 1.4). Massene består av dårlig sortert grus og sand, og blir tettere mot dypet. I fire nivå ble det utført testpumping av undersøkelsesbrønn. Brønnen gav svært lite vann. Størst kapasitet ble målt til 0,5 l/s ved 7,5 m

dyp. Feltanalyser viser at grunnvannet har for høy konsentrasjon av jern i forhold til kravene til drikkevann.

I borehull 7a og 7b (vedlegg 1.5 - 1.6) er det bare 4-5 m løsmasser over fjell, og ingen testpumper ble utført.

I borehullene 8a og 8b (vedlegg 1.7 - 1.8) er dyp til fjell (blokk ?) henholdsvis 3,6 og 1,7 m. I borehull 8c (vedlegg 1.9) er det 7,5 m stein, grus og sand over morene. Testpumper annenhver meter av undersøkelsesbrønn fra 3,5 m ga vannmengdene 0,5, 1,25 og 0,8 l/s. Kornfordelingsanalyse av oppsugd masseprøve fra nivå 6 - 7 m viser ensgradert middels sand (vedlegg 2.3).

I borehull 9 (vedlegg 1.10) er det 6,8 m til fjell. Testpumping ble forsøkt, men brønnen var tørr fordi grunnvannsspeilet ligger dypere enn 6 m. Det dype grunnvannsspeilet skyldes trolig tett elvebunn.

Borehull 10 (vedlegg 1.11) ble boret ned til 11,5 m i grus og sand over mere finkornige masser. Kornfordelingsanalyser av oppsugde masseprøver (vedlegg 2.3) viser at massene er dominert av grov sand mellom 2,5 og 9,5 m under bakken. Testpumper av undersøkelsesbrønn påmontert 1 m sandspiss ble utført annenhver meter fra 3,5 - 11,5 m og kapasiteten i hvert av nivåene nedover i dypet ble målt til 3,5, 2,5, 2,9, 1,8 og 0,7 l/s. Planlagt fortsettelse av boringen mot dypet kunne ikke gjennomføres fordi borekrona gikk tett på grunn av høyt finstoffinnhold i massene.

3.2.3 Vannkvalitet

Det er utført kjemiske analyser av fire grunnvannsprøver fra borehull 10, en grunnvannsprøve fra borehull 8c og en vannprøve fra Dirdalsåna ved borehull 10 (vedlegg 3.3 - 3.4)

Analysene viser lav pH og alkalitet i alle prøvene. Grunnvannet fra nivå 6 - 7 m i borehull 8c har jerninnhold høyere enn veiledende verdi i drikkevannsforskriftene.

Vannprøvene fra borehull 10 har forhøyede nitratverdier og dette viser at grunnvannet er påvirket av gjødsling fra landbruket. Verdiene er imidlertid under det halve av største tillatte konsentrasjon i forskriftene.

3.2.4 Anbefalinger

Resultatet av undersøkelsen indikerer at det ikke vil være mulig å ta ut grunnvannsmengder tilsvarende det oppgitte vannbehovet på 1-2 l/s i området oppstrøms bebyggelsen fordi løsmassene har dårlig vanngjennomgang og noen steder liten mektighet. På ei elveslette ved Dirdalsåna nedstrøms Gilja, ved borehull 10, er det imidlertid mulig å ta ut større vannmengder enn det oppgitte vannbehovet.

For en sikker vurdering av grunnvannets kapasitet og kvalitet anbefales langtids prøvepumping av fullskala brønn over en periode på minst tre måneder. Brønnen bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

Plassering:	ved borehull 10
Type:	vertikal rørbrønn
Diameter:	tilpasses pumpevalg
Filterplassering:	5 - 10 m u/ bakken
Filtertype/lysåpning:	kontinuerlige slisser (con- slot)/ 1 mm

I prøvepumpingsperioden må grunnvannet prøvetas med jevne mellomrom for kjemiske og bakteriologiske analyser. Dersom resultatene av prøvepumpingen er tilfredstillende, kan brønnen senere benyttes som produksjonsbrønn.

3.3 **Ålgård**

Undersøkelsen skal bidra til å avklare om det vil være mulig å dekke vannbehovet for Ålgård (ca 30 l/s) med grunnvann som erstatning for dagens overflatevannkilde eller evt. som reservevannkilde. På grunnlag av kvartærgeologisk kart «Jæren», M 1:100 000 (Wangen et al. 1987), ble løsmasseavsetninger på lokalitetene Nese og Bodlestad ved Edlandsvatnet samt en breelvavsetning ved Limavatnet valgt ut for grunnvannsundersøkelser. Undersøkelsene har omfattet georadarprofileringer (kartbilag -11) og fem boringer i løsmasser (vedlegg 1.12 - 1.16).

3.3.1 Georadarmålinger

I dette området ble det i alt målt ni profiler. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -11. Terrenghorrekksjon er utført på alle profiler unntatt P14 og P15 (flatt terreng). Opptakene er plottet til 1000 ns, unntatt P20 som er plottet til 600 ns. Det er brukt EM-bølgehastighet på 0,08 m/ns. Det er boret fire undersøkelsesbrønner i det undersøkte området. Profilene 14, 15 og 16 er målt på en odde i Limavatnet. Profilene P17, P18 og P19 ble alle målt like sør for

eiendommen Bodlestad, langs og ved utløpet av ei elv. Profil P20 ble målt på en holme ute i Edlandsvatnet ved gården Nese.

P14

Profilet ble målt langs vannet på nordsiden av odden. Opptaket viser et kaotisk refleksjonsmønster som kan indikere grove masser, sand/grus. En meget svak reflektor observeres på 10 -11 m dyp og på ca 15 m dyp. En mulig tolkning kan være grove masser (sand/grus) over en ca 5 m tykk morene som igjen ligger på fjell. De grove massene indikerer muligheter for uttak av grunnvann. Det er ingen klare indikasjoner på grunnvannsspeilet da det trolig ligger for høyt til å kunne sees på opptaket.

P15

Profilet ble målt sørøstover med dreining mot øst over odden. Fra posisjon 0 til 70 indikeres tydelig en reflektor på 8 - 9 m dyp. Denne fortsetter trolig langs hele profilet. Ved ca posisjon 65 indikeres en annen reflektor på 14 - 15 m dyp. Dette kan være fjellet som stikker opp, mens reflektoren over muligens kan representere toppen av en morene og samsvarer bra med tolkningen på profil P14. Den mest interessante delen av profilet mht. grunnvannsuttak er området fra posisjon 60 til 110 hvor penetrasjonen er størst. Refleksjonsmønsteret er kaotisk/hauget og indikerer grove masser, sand/grus. Det er ingen klar indikasjon på grunnvannsspeilet.

P16

Profilet krysset P14 og P15 og ble målt på tvers av odden. En reflektor på ca 10 m dyp indikerer trolig grensen mot morenen som nevnt under P14 og P15. Fjellet indikeres ca 5 m dypere ved kote 90 m.o.h.. Grunnvannsspeilet indikeres (usikkert) ved kote 101 m.o.h.. Refleksjonsmønsteret er kaotisk/hauget og avspeiler sand/grus med muligheter for grunnvannsuttak. Undersøkellesbrønn ved posisjon 45 ga imidlertid lite vann. Borehull 12 viste grus/sand (noe stein) ned til 7,5 m etterfulgt av hardpakket finsand ned til 9,5 m (morene?) hvor hullet stoppet.

P17

Fra posisjon 70 til 90 på profil P17 har en tilnærmet null penetrasjon pga. en fylling (steinfylling i dagen). Fra disse posisjonene øker penetrasjonen gradvis i begge retninger. Fra posisjon 110 til 210 er penetrasjonen god, 25 - 30 m. Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget, men fra posisjon 100 til 150 er det mer skrått. Begge mønstre indikerer grove masser, sand/grus, som sammen med den gode penetrasjonen skulle tilsi at området er godt egnet til grunnvannsuttak. Første del (ca 30 m) av profilet har en annen retning enn resten av profilet. Dette forklarer at en ikke ser de samme skrålagene her.

P18

P18 er en fortsettelse av P17 mot øst på andre siden av elva. Penetrasjonsdypet er litt mindre, 20 - 25 m. En svakt hellende reflektor som kan representere bunnen av en elveavsetning

indikeres på 6 - 7 m dyp. En kan imidlertid også tolke dette som grunnvannsspeilet. I og med at elva har et fall her, vil også grunnvannsspeilet ha samme helning langs elva. Dette stemmer med at reflektoren stiger svakt oppover langs elva. Under denne avsetningen har en skrått refleksjonsmønster som vises spesielt godt fra posisjon 50 til 140. Ellers er refleksjonsmønsteret kaotisk og tyder på grus/sand. Ut fra penetrasjonsdyp og indikerte grove masser skulle området være godt egnet til grunnvannsuttak. Det er vanskelig å se fjellet, og det er derfor vanskelig å bestemme tykkelsen av massene.

P19

Profilen ble målt på tvers av profil P17 og P18, mellom de to profilene. Bortsett fra området mellom posisjon 67 og 78 hvor en krysset elva over en bro, er penetrasjonsdypet relativt stort, 20 - 25 m. Refleksjonsmønsteret er hauget langs hele profilen og indikerer grus/sand. Etter som profilen er målt på tvers av antatt avsetningsretning som indikert på profil P18, vil lagene bli mer eller mindre horisontale. En kan også her svakt observere et topplag på 5 - 6 m tykkelse, eller det kan være grunnvannsspeilet. Opptaket bekrefter tolkningen på profil P17 og P18 med grove masser og gode muligheter for uttak av grunnvann.

P20

Hele opptaket er preget av dårlig penetrasjon, 8 - 10 m. En tydelig reflektor indikeres fra posisjon 20 til 50 ved kote 94 m.o.h. (7 - 8 m dyp) som kan representere en underliggende morene eller fjell. En har fjell i dagen lengst sørøst på profilen ved posisjon 158 og en kan tenke seg at holmen skyldes fjellet som kommer opp selv om dette ikke er en entydig konklusjon fra georadaropptakene. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan representere grus/sand, men den dårlige penetrasjonen indikerer begrenset mektighet slik at området trolig egner seg dårlig for grunnvannsuttak. Boring ved posisjon 25 ga også negativt resultat mht. grunnvannsuttak. Borehull 11 påviste grus/sand ned til 5,5 m etterfulgt av tettere og finere masser. Den indikerte reflektoren ved kote 94 m.o.h. ble påtruffet som finsand/ moreneaktig materiale på 7,5 m dyp.

Oppsummering

De beste mulighetene for uttak av grunnvann i de undersøkte områdene i Ålgård er området like sør for Bodlestad (profil P17, P18, P19). Her ble det indikert grove masser, sand/grus, og den gode penetrasjonen, 25 - 30 m, er også med på å gjøre området interessant.

3.3.2 Boringer

Boring 11, på Nese (kartbilag 7), viser ca. 7 m sand over tette morenemasser (vedlegg 1.15). Testpumping av undersøkelsesbrønn i nivåene 2,5 - 3,5 og 4,5 - 5,5 m ga svært lite vann, henholdsvis 0,1 og 0,25 l/s. Kornfordelingsanalyse av oppsugd masseprøve fra nivå 4,5 - 5,5 m viser finsand (vedlegg 2.3).

Boring 12, ved Limavatnet (kartbilag 8), viser lignende grunnforhold som på Nese (vedlegg 1.16). Testpumping av undersøkelsesbrønn i nivå 4,5 - 5,5 m ga vannmengden 0,25 l/s. og kornfordelingsanalyse av oppsugd masseprøve fra samme nivå viser godt sortert middels sand (vedlegg 2.4).

I borehullene 1a og 1b, ved Bodlestad (kartbilag 6), er det fjell/blokk på 3,7 m dyp (vedlegg 1.12 - 1.13). Georadaropptakene viser imidlertid ingen tegn på fjell i så høyt nivå. I borehull 2 er det 22,3 m sand og grus over fjell/blokk (vedlegg 1.14). Testpumping av undersøkelsesbrønn ble utført i flere nivå mellom 5,5 og 21,5 m. Vannmengdene varierte fra 0,5 til 2,5 l/s. Kornfordelingsanalyser av oppsugde masseprøver går fram av vedlegg 2.1 og viser vekslende lag av middels til grusig sand.

3.3.3 Vannkvalitet

Det er utført kjemiske analyser av fire vannprøver fra borehull 2 på Bodlestad og en vannprøve fra elva Straumåna ved boring 2 (vedlegg 3.1).

Analysene viser lav pH og alkalitet i alle vannprøvene. Verdiene for jern i grunnvannet varierer mellom 0,051 og 0,10 mg /l og dette er høyere enn veiledende verdi i drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995). I de grunneste nivåene, 4,5 - 5,5 og 8,5 - 9,5 m, er verdiene for mangan også høyere enn veiledende verdi i forskriften. Både jern- og manganinnholdet ligger imidlertid innenfor grensen for største tillatte konsentrasjon.

3.3.4 Anbefaling

På *Nese* og ved *Limavatnet* var resultatene fra undersøkelsene negative. Begge steder inneholder massene mye finstoff og vanngjennomgangen er dårlig.

Ved *Bodlestad* er det mulig å ta ut grunnvann. Det vil bli nødvendig med oppfølgende undersøkelser for å avklare uttakspotensialet, men boringene indikerer likevel at det kan bli vanskelig å dekke det oppgitte vannbehovet fra denne avsetningen alene. Dersom kommunen velger å gå videre med undersøkelser på denne lokaliteten anbefales det etablering av fullskala grunnvannsbrønn for langtids prøvepumping. Georadarmålingene viser muligheter for grunnvannsuttak langs P17 og P18 og det anbefales oppfølgende sonderboringer for å lokalisere det gunstigste punktet for etablering av en slik brønn.

For å avklare grunnvannsmulighetene for Ålgård ytterligere anbefaler NGU undersøkelser av breelvavsetninger ved Klugevatnet og Langavatnet som er avmerket på jordartskart Jæren (Wangen, Østmo og Andersen 1987) i tillegg til evt. oppfølgende undersøkelser ved Bodlestad.

4 KONKLUSJONER

Grunnvannsundersøkelsene i Gjesdal kommune viser at det er mulig å ta ut grunnvannsmengder tilsvarende vannbehovet i *Fraffjord* og på *Gilja*. Begge steder anbefales det prøvepumping av fullskala brønner for å avklare grunnvannets kvalitet og kapasitet over tid før nye vannverk bygges.

Undersøkelsene i tilknytning til forsyningsstedet *Ålgård* viser at det er mulig å ta ut grunnvann fra løsmassene på Bodlestad ved Edlandsvatnet. For å avklare uttakspotensialet anbefales det oppfølgende undersøkelser med sonderboringer og langtids prøvepumping av fullskala brønn. I tillegg anbefales grunnvannsundersøkelser i breelvavsetninger ved Klugevatn og Langavatn.

De undersøkte breelvavsetningene ved Limavatnet og Nese ved Edlandsvatnet er ikke egnet til grunnvannsuttak fordi massene er finkornige og har dårlig vanngjennomgang.

5 REFERANSER

- Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.
- Falkum, T. 1982: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart MANDAL - 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Jæger, Ø. 1992: Høle 1212-I, sand- og grusressurskart, 1: 50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Jæger, Ø. 1992: Fraffjord 1312-IV, sand- og grusressurskart, 1: 50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Soldal, O. og Ragnhildstveit, J. 1992: Grunnvatn i Gjesdal kommune. *NGU Rapport 92.095*.
- Sosial- og helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. *Nr 68, 1-9/95*.
- Wangen, O.P., Østmo, S.R. and Andersen, B.G. 1987: THE JÆREN MAP AREA, Quarternary deposits - Scale 1:100 000. *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 dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<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 OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

a) Metodikk

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

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

b) Dataregistreringer

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

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

c) Tolkning

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

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

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

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

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

b) Dataregistreringer

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

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumping blir brukt til en helhetlig vurdering av 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 spesielle prøvetakere. Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 BORINGER AV FJELLBRØNNER

a) Metodikk

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

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

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

5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

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

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

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

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

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

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm damprør med filter bestående av oppslisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. 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 sèssongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

c) Tolkning

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

d) Langtids prøvepumping av fjellbrønner

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

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

7 VANNPRØVETAKING

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

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

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

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser

og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

8 FELTANALYSER

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

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

9 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved 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
- pH
- alkalitet
- fargetall
- turbiditet
- 30 kationer
- 7 anioner

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 $\pm 7.5\%$.

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 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

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

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

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

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

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

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

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

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

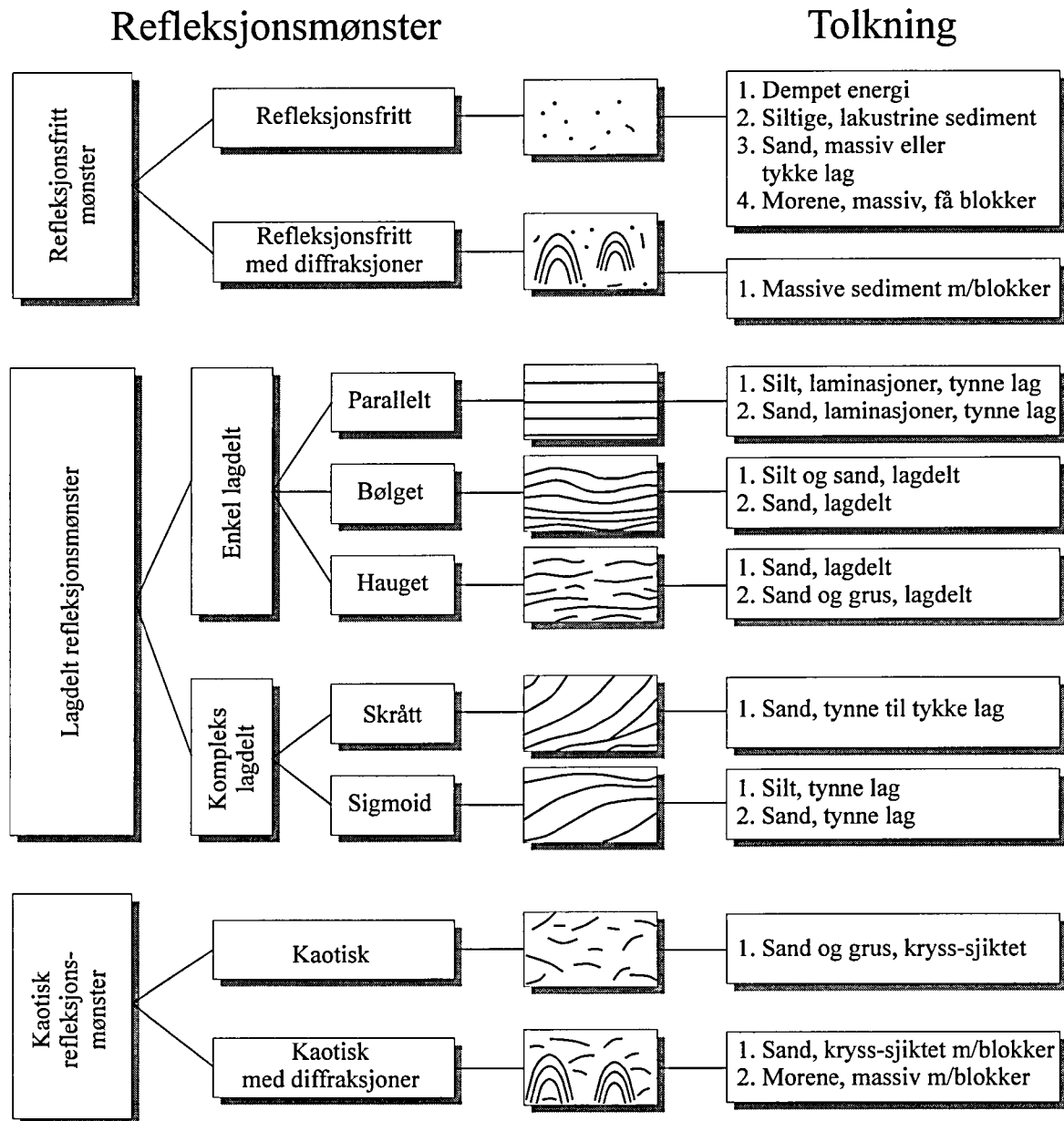
Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

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).

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Frafjord, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 21.08.96

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34341 **N-S:** 652608

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 5 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 14 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør
prøvepumpingen ble startet ca. ved maksimum flo, kl.15.45

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus		S	-	borte				
3,5	stein, grus	1.00	S	-	"				
	sand/grus	0.45	S	0-5	"				
5,5	sand/grus	0.50	S	-	"				
	sand/grus	1.00	S	-	"	8,2		150	brakkvann
7,5	sand/grus	1.10	S	-	"				
	sand/grus	1.15	S	-	"	7,6		175	brakkvann
9,5	sand/grus	1.20	S	-	"				
	sand/grus	1.10	S	-	"	7,6		225	saltvann
11,5	sand/grus	0.40	S	-	"				
	sand/grus	0.45	DS	-	"	7,5		210	saltvann
13,5	sand/grus	0.40	S	-	"				
	sand/grus	0.35	S	-	"				
	blokk/fjell fra 15,3 m								
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunnt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Frafjord, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 22.08.96

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34369 **N-S:** 652603

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 5 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 2,20 m (etter pumping)

MERKNAD: 22m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus		S	-	borte				
	stein, grus, sand	1.40	S	-	"				
3,5	grus	1.00	-	-	"				
	grus	1.05	DS	-	"				
5,5	grus	0.36	S	-	"	7,9		130	MP5 + VP6
	grus, sand	1.20	DS	-	"				
7,5	grus, sand	1.20	DS	-	"				meget god vanngjennomgang
	grus, sand	0.55	DS	-	"				
9,5	grus, sand	0.50	DS	-	"	7,2		150	MP6 + VP7
	grus, sand	1.30	DS	-	"				
11,5	grusig sand	0.38	DS	-	"				meget god vanngjennomgang
	grusig sand	1.10	DS	-	"				
13,5	grusig sand	0.56	DS	-	"	7,3		150	MP7 + VP8
	grusig sand	0.50	DS	-	"				
15,5	grusig sand	0.36	DS	-	"				
	grusig sand	0.50	DS	-	"				
17,5	grusig sand	1.10	S	0-5	"	7,7		120	MP8 + VP9
	moreneaktig	1.30	S	5-10	"				tettere masser
19,5	løse, vekslende	1.10	S	0-5	"	7,9		120	MP9 + VP10, mye sand, god
	løse, vekslende	1.25	S	-	"				vanngjennomg.
21,5	fjell/blokk på 20,5 m								
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

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

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Frafjord, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 22.08.96

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34392 **N-S:** 652587

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 6 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 14 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	-	borte				
	grus, sand	0.30	DS	-	"				
3,5	grus, sand	0.25	DS	-	"				
	grus, sand	0.15	DS	-	"				
5,5	grus, sand	0.35	-	-	"	8,3		150	MP10 + VP11
	grus, sand	0.40	DS	-	"				
7,5	grus, sand	0.45	DS	-	"				
	grus, sand	0.35	DS	-	"				
9,5	sand, grus	1.21	S	0-5	"	7,3		165	MP11 + VP12 tettere masser
	sand, grusig	1.10	-	5	"				
11,5	sand, grusig	0.45	DS	5	"				
	sand	0.35	-	-	"				
13,5	sand, finsand, løst	0.25	-	-	"			20	MP12 bare finsand
	sand, finsand, løst	0.25	-	-	"				
15,5	lagdelt sand/finsand	1.00	DS	0-5	"				
	finsand/silt	0.30	-	-	"				
17,5	finsand/silt	0.35	-	-	"				
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

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

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 23.08.96

BORPUNKT NR: 6

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV SONE: 32 V Ø-V: 34305 N-S: 652080

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 97 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 10 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand				B/G				
	grus, sand	0.45	S	-	G				
3,5	stein, grus, sand	0.55	S	-	G				
	stein, grus, sand	1.25	DS	-	G			12	ikke pumpet klart vann noe grovere
5,5	grus/sand	0.40	S	-	borte				
	grus/sand	1.00	S	-	"	8,9		30	
7,5	grus/sand	1.15	S	5-10	"				tettere masser
	grus/sand	1.25	S	5-10	"				tettere masser
9,5	grus/sand	2.50	S	5-10	"				tettere masser
	grus/sand	3.20	S	10	"				
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 27.08.96

BORPUNKT NR: 7a

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34305 **N-S:** 652080

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 95 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	-	B B				
	grus, sand	0.50	DS	-	lysebrunt				
3,5	stein, grus, sand	2.20	DS	-					
5,5	grus,sand blokk/fjell fra 5,2 m		S						
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 27.08.96

BORPUNKT NR: 7b

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34305 **N-S:** 652080

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 95 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S						
3,5	grus, sand sand, grusig	0.39 0.45	DS DS	0-5	borte "				moreneaktig
5,5	sand, grusig stein, grus, sand	1.10	S	5-8 8-10	" "				moreneaktig moreneaktig
7,5	blokk/fjell ? fra 5,4 m								
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 27.08.96

BORPUNKT NR: 8a

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34130 **N-S:** 652240

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 65 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann-trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann-føring [l/min]	Merknad
1,5	grus, sand	DS	-	B					
3,5	grus, sand blokk/fjell ? fra 3,6 m	S	0-5	lysbrunt					
5,5									
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brun

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 27.08.96

BORPUNKT NR: 8b

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34130 **N-S:** 652240

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 65 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vanntrykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vannføring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/min]	
1,5	stein, grus, sand				delvis borte				
	fjell/blokk ? fra 1,7m								
3,5									
5,5									
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 27.08.96

BORPUNKT NR: 8c

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 34117 **N-S:** 652226

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 65 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 8 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	0-5	lysbrunt				
3,5	stein, grus, sand grus,sand	2.10 2.10	DS S	- 10-5	lysbrunt lysbr./borte	12,4		30	tette masser
5,5	grus, sand grus, sand, stein	1.20 2.05	S S	- 0-5	borte "	9,6		75	
7,5	grus, sand, stein morene ?	1.50 3.45	S	- 10-15	" "	8,0		50	MP13 + VP14 tettere
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 28.08.96

BORPUNKT NR: 9

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV SONE: 32 V Ø-V: 34182 N-S: 652128

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 82 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: > 6 m

MERKNAD: 6 m 5/4"rør står igjen

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	sand, stein, grus		S	B					
3,5	sand, stein, grus	2.45	S	borte					
	sand, grus, hardt	3.10	S	G					
5,5	sand, grus, hardt	4.30	S	G					
	sand, grus, vekslende	3.45	S	G					
7,5	sand, grus, vekslende blokk/fjell fra 6,8 m	2.45	S	G					
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brun

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gilja, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 28.08.96

BORPUNKT NR: 10

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1312 IV SONE: 32 V Ø-V: 34048 N-S: 652213

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 55 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,47 m

MERKNAD: boringen avsluttet fordi krona tettet seg etter 11,5 m
12 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	-	B				
3,5	grus	0.50	DS	-	borte	8,8		210	MP14 + VP15
	grus	1.00	DS	-	"				
5,5	grus	1.10	DS	-	"	8,1		150	MP15 + VP16
	grus, sand	1.30	DS	0-10	"				
7,5	grus	1.00	S	-	"	7,7		175	MP16 + VP17
	grus	1.05	S	-	"				
9,5	stein, grus, sand	2.10	S	-	"	7,7		110	MP17 + VP18
	stein, grus, sand	2.05	S	0-10	"				
11,5	grus, sand	1.40	S	3-6	"	8,3		40	
	grus, sand	1.10	S	-	"				
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Bodlestad - Ålgård, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 19.08.96

BORPUNKT NR: 1a

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1212 I SONE: 32 V Ø-V: 31997 N-S: 651727

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 103 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	blokk, sand		S	-	borte				
	blokk, sand	3.05	S	-	G				mye blokker
3,5	blokk, sand	4.10	S	-	borte				
	blokk/fjell ? på 3,7 m								
5,5									
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Bodlestad - Ålgård, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 19.08.96

BORPUNKT NR: 1b

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1212 I SONE: 32 V Ø-V: 31997 N-S: 651727

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 104 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	blokk, grus, sand		S	-	G				
	stein, grus, sand	3.00	S	-	borte				
3,5	grus, sand	1.50	S	-	"				
	blokk/fjell ? fra 3,7 m								
5,5									
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Bodlestad - Ålgård, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 20.08.96

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1212 I SONE: 32 V Ø-V: 32022 N-S: 651743

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 105 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 2,40 m

MERKNAD: 22 m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	-	borte				
3,5	stein, grus, sand	3.10	S	-	B				
	grus, sand	2.05	S	0-3	borte				
5,5	grus, sand	1.15	-	-	"				
	grus, sand	1.20	-	-	"	7,7		150	MP1 + VP1
7,5	grus, sand	1.35	-	-	"				
	grus, sand	1.00	DS	-	"	11,0		30	
9,5	grus, sand	1.05	DS	-	"				
	grus, sand	0.55	S	-	"	8,2		75	MP2 + VP2
11,5	grus, sand	1.10	DS	0-5	"				mer sand
	grus, sand	3.04	S	10-12	"				mer sand
13,5	grus, sand	1.20	S	0-10	"				løsere
	grus, sand	1.20	S	0-5	"	10,3		40	
15,5	grus, sand	1.05	S	"	"				
	grus, sand	1.45	S	"	"				vekslende
17,5	grus, sand	1.20	S	"	"				
	grus, sand	1.25	S	"	"	8,6		100	MP3 + VP3
21,5	grus, sand	1.30	S	0-10	"				
	grus, sand	1.15	S	0-5	"				
21,5	grus, sand	1.10	S	-	"				
	grus, sand blokk/fjell	1.35	S	0-10	"	9,2		50	MP4 + VP4 vekslende
23,5	fra ca. 22,3 m								
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brun

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

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

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Ålgård, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 29.08.96

BORPUNKT NR: 11

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1212 I **SONE:** 32 V **Ø-V:** 31868 **N-S:** 651737

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 104 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0.7 m (etter pumping)

MERKNAD: 6m 5/4"rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	grus, sand		-	-	B/G				
3,5	grus, sand grusig sand	0.55 0.55	DS -	- -	B/G B/G			5	mye sand ", ikke pumpet klart vann
5,5	grusig sand grusig sand	0.55 0.45	DS -	- -	G G			15	MP18, ikke pumpet klart vann
7,5	grusig sand, tettere moreneaktig sand, finsand	1.36 2.05 1.35 ? 2.30 ?	S S S	0-5 10-20 0-10 10-15	delvis borte delvis borte G G				morene ?, meget tette masser
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: ved Limavatnet, Gjesdal kommune

UTFØRT DATO: 02.09.96

BORPUNKT NR: 12

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1212 I **SONE:** 32 V **Ø-V:** **N-S:**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 105 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Merknad
1,5	sand, grus, stein		-	-	lysbrunt				
3,5	sand, grus, stein	1.05	DS	-	lysbrunt				mye sand mye sand, for lav vannstand
	grus, sand, stein	0.55	DS	-	lysbrunt				
5,5	sand, noe grusig	1.00	DS	-	lysbrunt	11,0		10-15	MP19, en del grovt, for fine
	sand, grus, stein	1.05	DS	-	borte				
7,5	sand, grus, stein	1.10	DS	-	"				endel grovt
	sand	0.50	-	-	"				
9,5	sand/finsand	3.10	S	5	"				morene ? morene ?
	sand/finsand, hardpakket	5.30	S	5-15	"				
	morene	6.10	S	10-20	"				
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

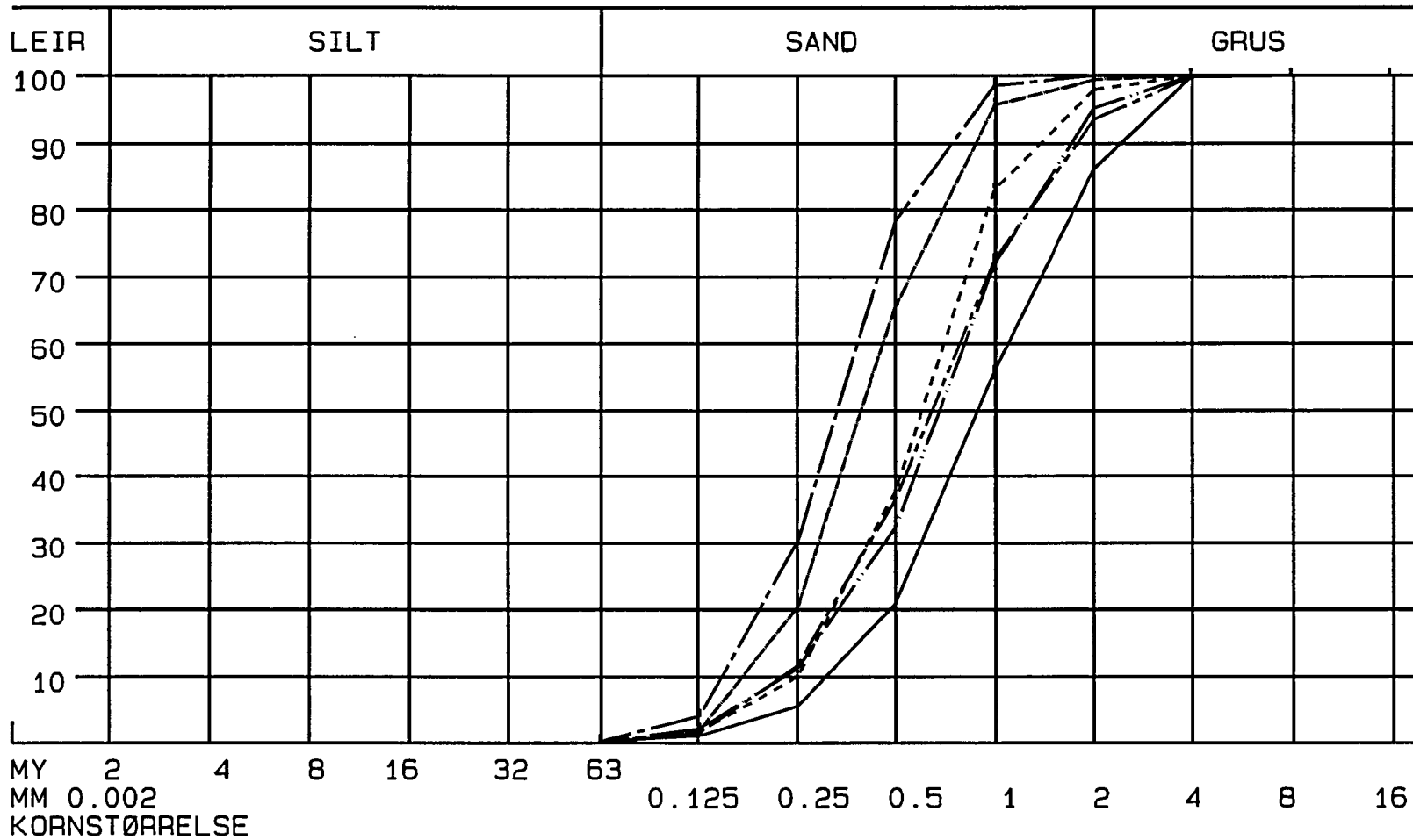
VP: Vannprøve

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

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

XXX XXX

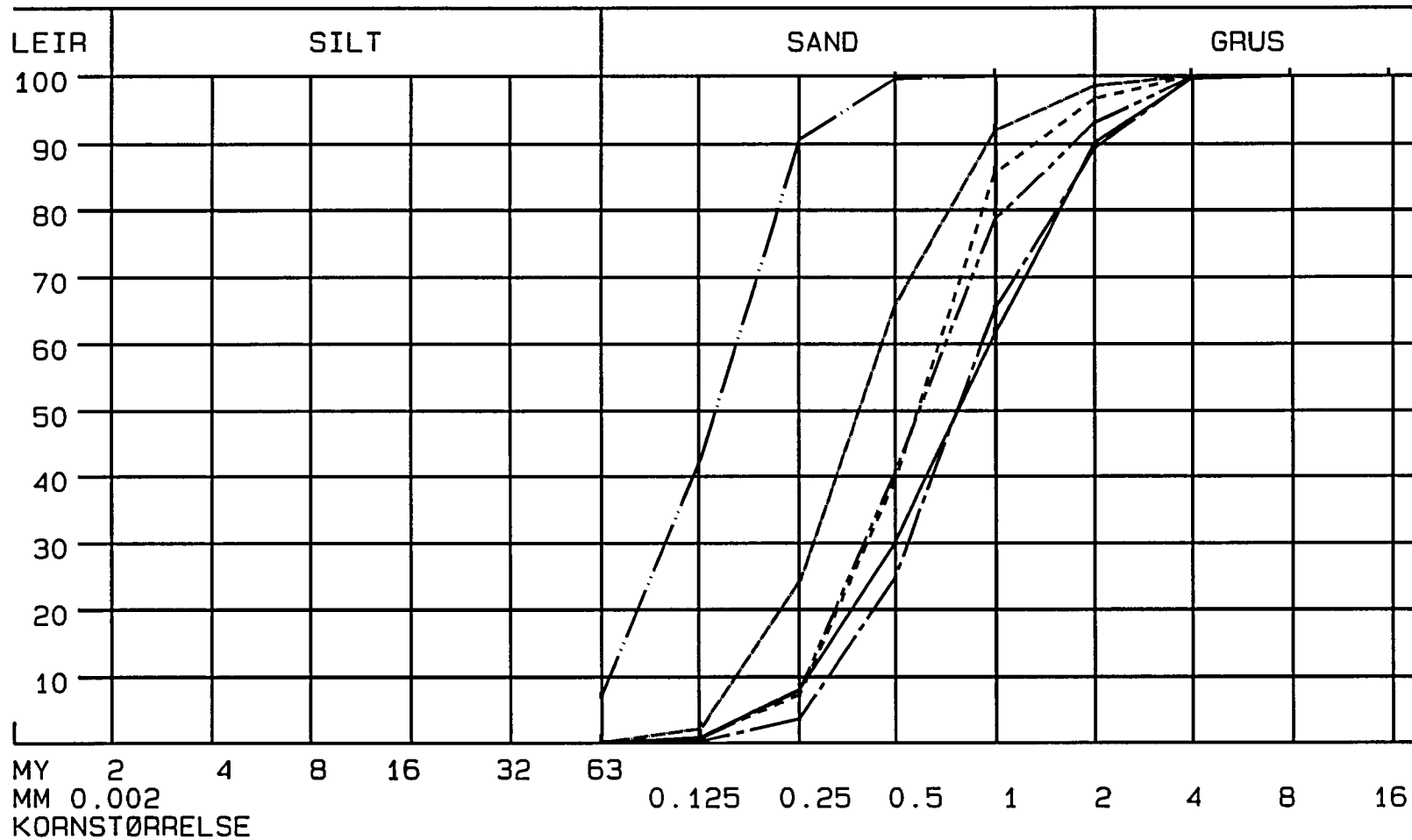


- Borpunkt 2: 4,5 - 5,5 m
- Borpunkt 2: 8,5 - 9,5 m
- Borpunkt 2: 16,5 - 17,5 m
- Borpunkt 2: 20,5 - 21,5 m
- Borpunkt 4: 4,5 - 5,5 m
- Borpunkt 4: 8,5 - 9,5 m

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

XXX XXX

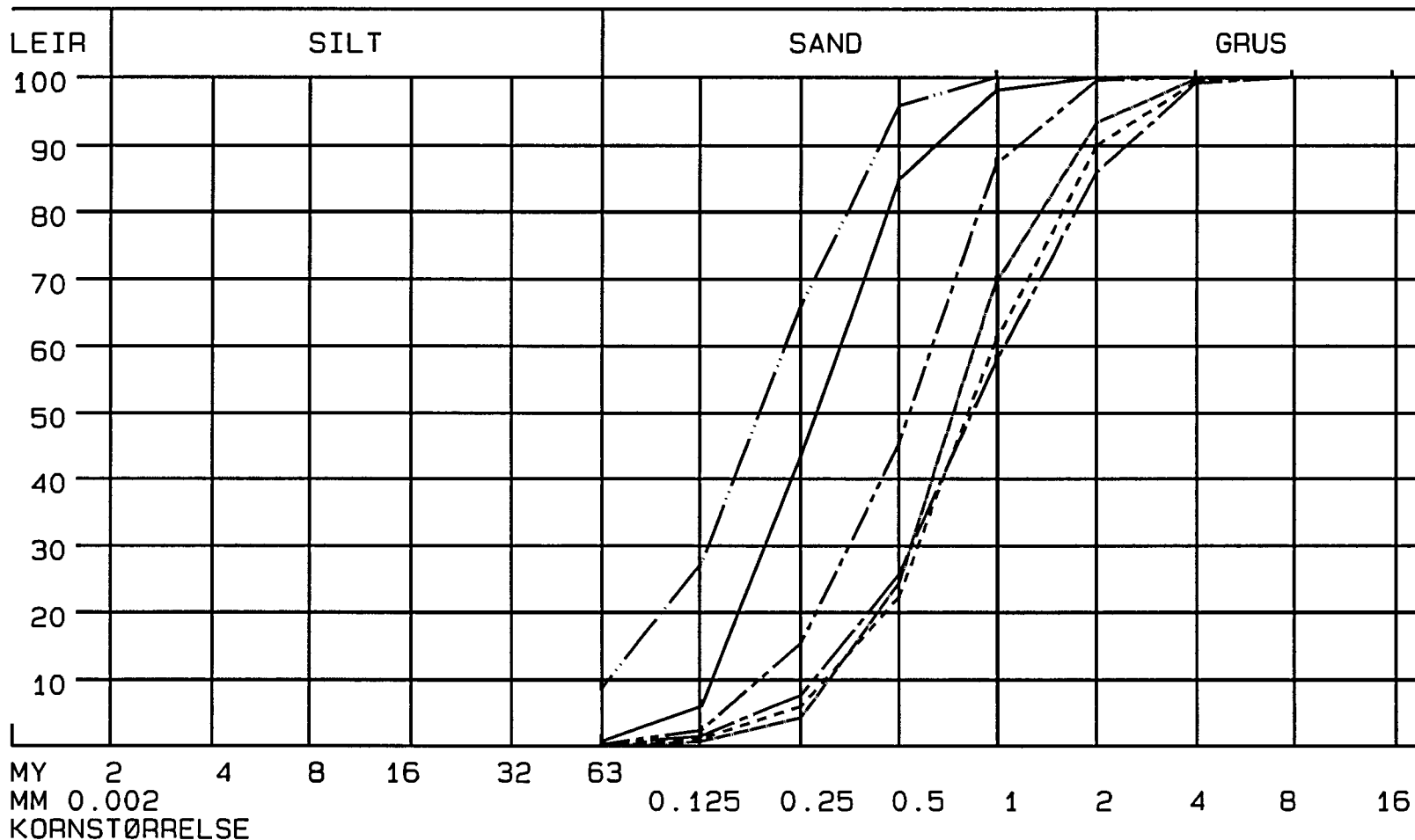


- Borpunkt 4: 12,5 - 13,5 m
- - - - - Borpunkt 4: 16,5 - 17,5 m
- Borpunkt 4: 18,5 - 19,5 m
- Borpunkt 5: 4,5 - 5,5 m
- - - - - Borpunkt 5: 8,5 - 9,5 m
- Borpunkt 5: 12,5 - 13,5 m

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

XXX XXX

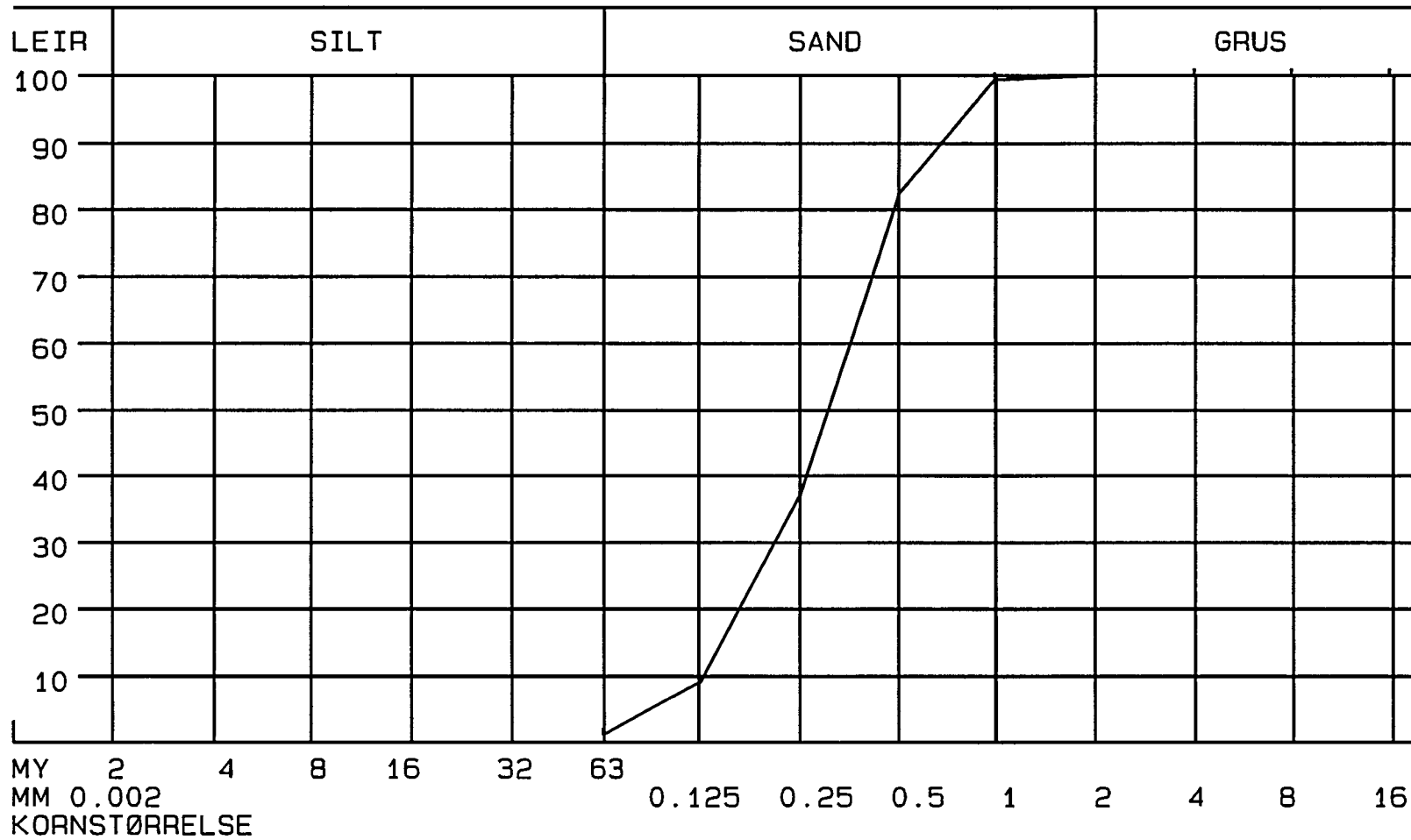


- Borpunkt 8c: 6,0 - 7,0 m
- Borpunkt 10: 2,5 - 3,5 m
- Borpunkt 10: 4,5 - 5,5 m
- Borpunkt 10: 6,5 - 7,5 m
- Borpunkt 10: 8,5 - 9,5 m
- Borpunkt 11: 4,5 - 5,5 m

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

XXX XXX



MY 2 4 8 16 32 63
MM 0.002
KORNSTØRRELSE

— Borpunkt 12: 4,5 - 5,5 m

VANNANALYSER

FYLKE: Rogaland

KART (M711): 1212 I

KOMMUNE: Gjesdal

PRØVESTED: Bodlestad

OPPDRAKSNUMMER: 1996.0225

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 1 borehull 2	VP 2 borehull 2	VP 3 borehull 2	VP 4 borehull 2	elva ved borehull 2									Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Dato	20.08.96	20.08.96	21.08.96	21.08.96	21.08.96										
Brønntype															
Prøvedyp m	4,5 - 5,5	8,5 - 9,5	16,5 - 17,5	20,5 - 21,5											
Brønndimensjon mm	32	32	32	32											
X-koordinat Sone: 32 V	32022	32022	32022	32022	32022										
Y-koordinat Sone: 32 V	651713	651713	651713	651713	651713										
Fysisk/kjemisk															
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,52		6,69		7,02		6,74		6,73				7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab µS/cm	77	69	92	84	73	70	79	76	51	50				< 400	
Temperatur °C	7,7	8,2	8,6	9,2	18,6									< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,08	0,16	0,15	0,23	0,09									0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	5,2	4,3	2,4	3,6	9,6									< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,14	0,36	0,10	0,14	0,13									< 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	0,055	<0,05	<0,05	0,057	<0,05										1,5
Klorid mg Cl/l	23,4	25,7	24,1	23,1	15,5									< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										0,16
Brom mg Br/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1										
Nitrat mg NO ₃ /l	7,35	9,02	4,36	4,74	2,38										44
Fosfat mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2										
Sulfat mg SO ₄ /l	4,996	5,837	4,499	4,17	3,53									< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	. 0,97	. 1,16	. 1,00	. 1,06	. 0,65									<i>!Feil ved</i>	
Kationer															
Silisium mg Si/l	1,6	3,1	3,4	4,1	0,213										
Aluminium mg Al/l	0,115	0,0645	<0,02	<0,02	0,0228									< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,0671	0,101	0,0513	0,075	0,0178									< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	1,1	1,7	1,5	1,9	0,915										20
Kalsium mg Ca/l	3,5	4,8	3,5	4,1	2,3									15-25 ²	
Natrium mg Na/l	5,8	6,4	6,4	6,5	4,6									< 20	150
Kalium mg K/l	1,2	1,6	<0,500	<0,500	<0,500									< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,0225	0,0243	0,0025	0,0039	0,0017									< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005									< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,0025	0,0053	0,0022	0,0022	<0,0020									< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										0,02
Nikkel mg Ni/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02										0,05
Kadmium mg Cd/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005										0,005
Krom mg Cr/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01										0,05
Sølv mg Ag/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01										0,01
Sum kationer ³ meq/l	. 0,55	. 0,70	. 0,59	. 0,66	. 0,40									<i>!Feil ved</i>	
Ionebalanseavvik ⁴ %	- . 28	- . 25	- . 26	- . 23	- . 24									<i>!Feil ved</i>	

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

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

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

VANNANALYSER

FYLKE: Rogaland

KART (M711): 1312 IV

KOMMUNE: Gjesdal

PRØVESTED: Frafjord

OPPDRAKSNUMMER: 1996.0225

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 6 borehull 4	VP 7 borehull 4	VP 8 borehull 4	VP 9 borehull 4	VP 10 borehull 4	VP 11 borehull 5								
Dato	22.08.96	22.08.96	22.08.96	22.08.96	22.08.96	22.08.96								
Brønntype														
Prøvedyp m	4,5 - 5,5	8,5 - 9,5	12,5 - 13,5	16,5 - 17,5	18,5 - 19,5	4,5 - 5,5								
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32 V	34369	34369	34369	34369	34369	34392								
Y-koordinat Sone: 32 V	652603	652603	652603	652603	652603	652587								
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,06		6,09		5,76		6,30		6,99		6,03	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab µS/cm	111	103	136	128	46	44	176	166	670	632	61,5	58	< 400	
Temperatur °C		7,9		7,2		7,3		7,7		7,9		8,3	< 12	25
Alkalitet mmol/l		0,08		<0,04		<0,04		<0,04		0,11		0,06	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l		2,4		3,2		<1,4		1,6		4,5		5,2	< 1	20
Turbiditet F.T.U		2,4		0,26		0,77		0,77		1,6		0,63	< 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		0,067		0,056		<0,05		0,063		0,479		0,052		1,5
Klorid mg Cl/l		26,3		59,4		17,4		89,1		360		11,1	< 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		27,6		5,13		0,991		0,714		0,316		16,0		44
Fosfat mg PO ₄ /l		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		
Sulfat mg SO ₄ /l		7,52		6,33		3,95		5,83		30,0		4,37	< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l		. 1,43		. 1,94		. 0,64		. 2,69		. 10,91		. 0,73		
Kationer														
Silisium mg Si/l		2,2		1,8		1,5		1,8		2,2		1,7		
Aluminium mg Al/l		0,105		0,0884		0,0743		0,0315		<0,02		0,109	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l		0,069		0,0473		0,0394		0,0434		0,0671		0,0394	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l		2,8		2,9		0,661		3,1		10,6		1,1		20
Kalsium mg Ca/l		5,3		4,5		0,896		3,9		8,7		3,4	15-25 ²	
Natrium mg Na/l		7,8		12,4		5,3		20,2		92,3		4,3	< 20	150
Kalium mg K/l		0,627		0,921		<0,500		0,868		3,6		1,1	< 10	12
Mangan mg Mn/l		0,0085		0,0046		0,0044		0,0024		0,0011		0,0054	< 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		0,0024		0,0076		0,0023		<0,002		<0,002		0,0039	< 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		. 0,85		. 1,03		. 0,34		. 1,35		. 5,41		. 0,48		
Ionebalanseavvik ⁴ %		- . 25		- . 31		- . 31		- . 33		- . 34		- . 21		

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

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

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

VANNANALYSER

FYLKE: Rogaland

KART (M711): 1312 IV

KOMMUNE: Gjesdal

PRØVESTED: Frafjord (VP12-VP13) Gilja (VP14-VP17)

OPPDRAKSNUMMER: 1996.0225

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

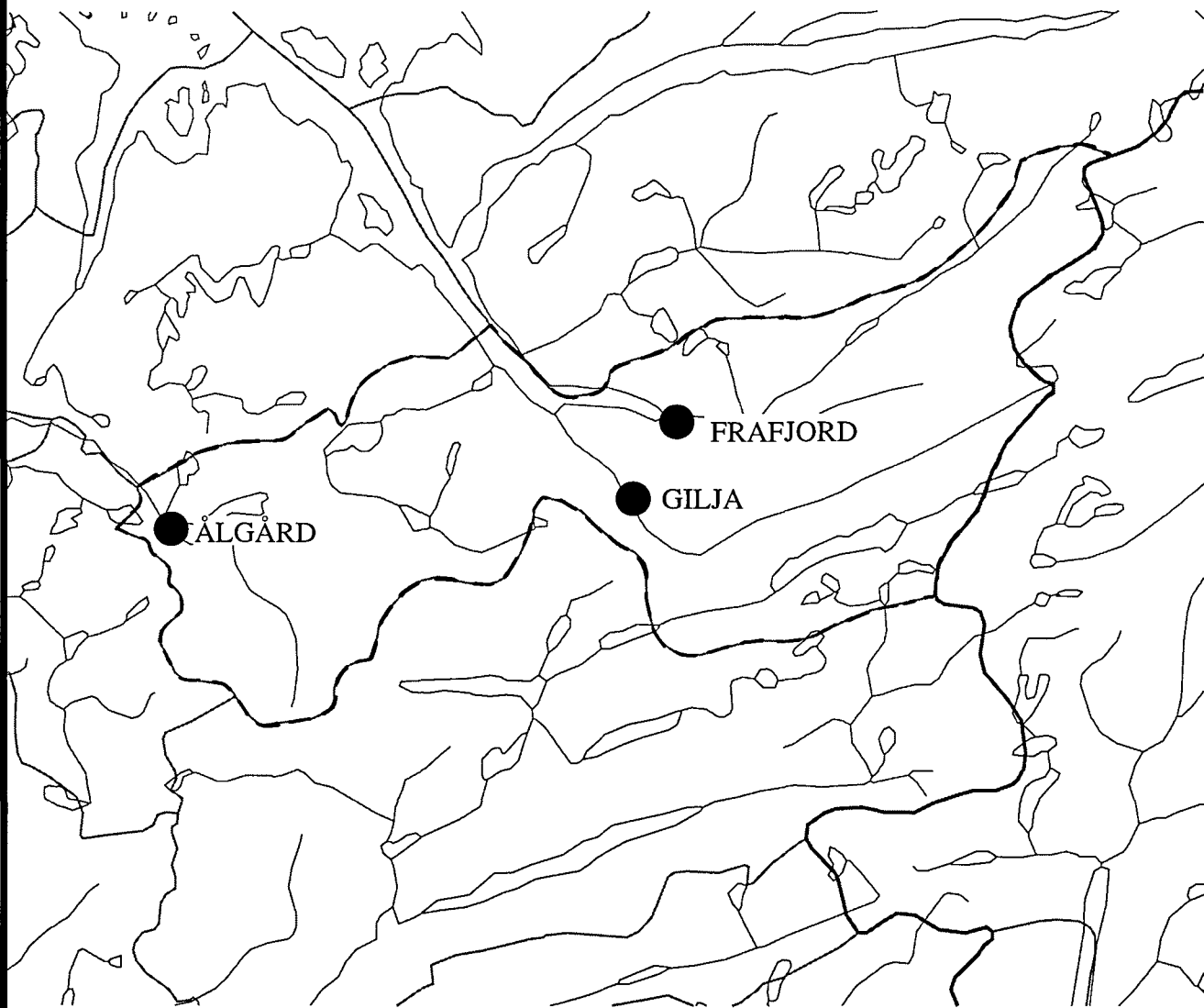
Brønn-nr/sted	VP 12 borehull 5	VP 13 elva v/bh.5	VP 14 borehull 8c	VP 15 borehull 10	VP 16 borehull 10	VP 17 borehull 10								
Dato	22.08.96	22.08.96	27.08.96	28.08.96	29.08.96	29.08.96								
Brønntype														
Prøvedyp m	8,5 - 9,5		6,0 - 7,0	2,5 - 3,5	4,5 - 5,5	6,5 - 7,5								
Brønndimensjon mm	32		32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32 V	34392		34117	34048	34048	34048								
Y-koordinat Sone: 32 V	652587		652226	652213	652213	652213								
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,61	6,92	6,79	6,24	6,37	6,86	7,5-8,5	6,5-8,5 ²					
Ledningsevne, felt/lab μ S/cm	59,4	56	32,0	31	41,8	39	95,5	90	96,4	91	93,6	89	< 400	
Temperatur $^{\circ}$ C	7,3	18,1	8,0	8,8	8,1	7,7							< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,08	0,12	0,09	0,12	0,17	0,23							0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	4,1	5,6	6,4	3,6	1,6	2,3							< 1	20
Turbiditet F.T.U	2,4	0,16	4,6	0,39	0,43	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	0,087	<0,05	0,059	0,066	0,057	0,081								1,5
Klorid mg Cl/l	13,0	5,53	9,82	24,5	23,7	19,9							< 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	11,9	2,67	3,93	19,2	18,6	16,6								44
Fosfat mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2								
Sulfat mg SO ₄ /l	3,97	2,19	3,36	4,87	4,98	5,09							< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,73	0,38	0,51	1,23	1,25	1,18								
Kationer														
Silisium mg Si/l	2,2	0,438	2,6	2,7	3,1	4,1								
Aluminium mg Al/l	0,0746	0,0417	0,0927	0,0568	0,0495	0,0258							< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,069	0,0493	0,0927	0,0375	0,0454	0,0276							< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	1,1	0,337	0,675	1,5	1,6	1,9								20
Kalsium mg Ca/l	3,2	2,8	1,5	5,6	5,6	5,7							15-25 ²	
Natrium mg Na/l	4,2	2,0	4,2	6,3	6,3	6,3							< 20	150
Kalium mg K/l	<0,500	<0,500	2,1	1,5	0,940	0,543							< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,0047	0,006	0,0068	0,0124	0,0331	0,0137							< 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	0,0031	0,0027	0,0053	0,0042	0,0032	0,0025							< 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	0,45	0,27	0,37	0,72	0,71	0,73								
Ionebalanseavvik ⁴ %	- 24	- 17	- 16	- 26	- 28	- 24								

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%



OVERSIKTSKART

GJESDAL KOMMUNE

ROGALAND

MÅLESTOKK

MÅLT ØJ

JULI 1996

TEGN Ø.J.

JAN. 1997

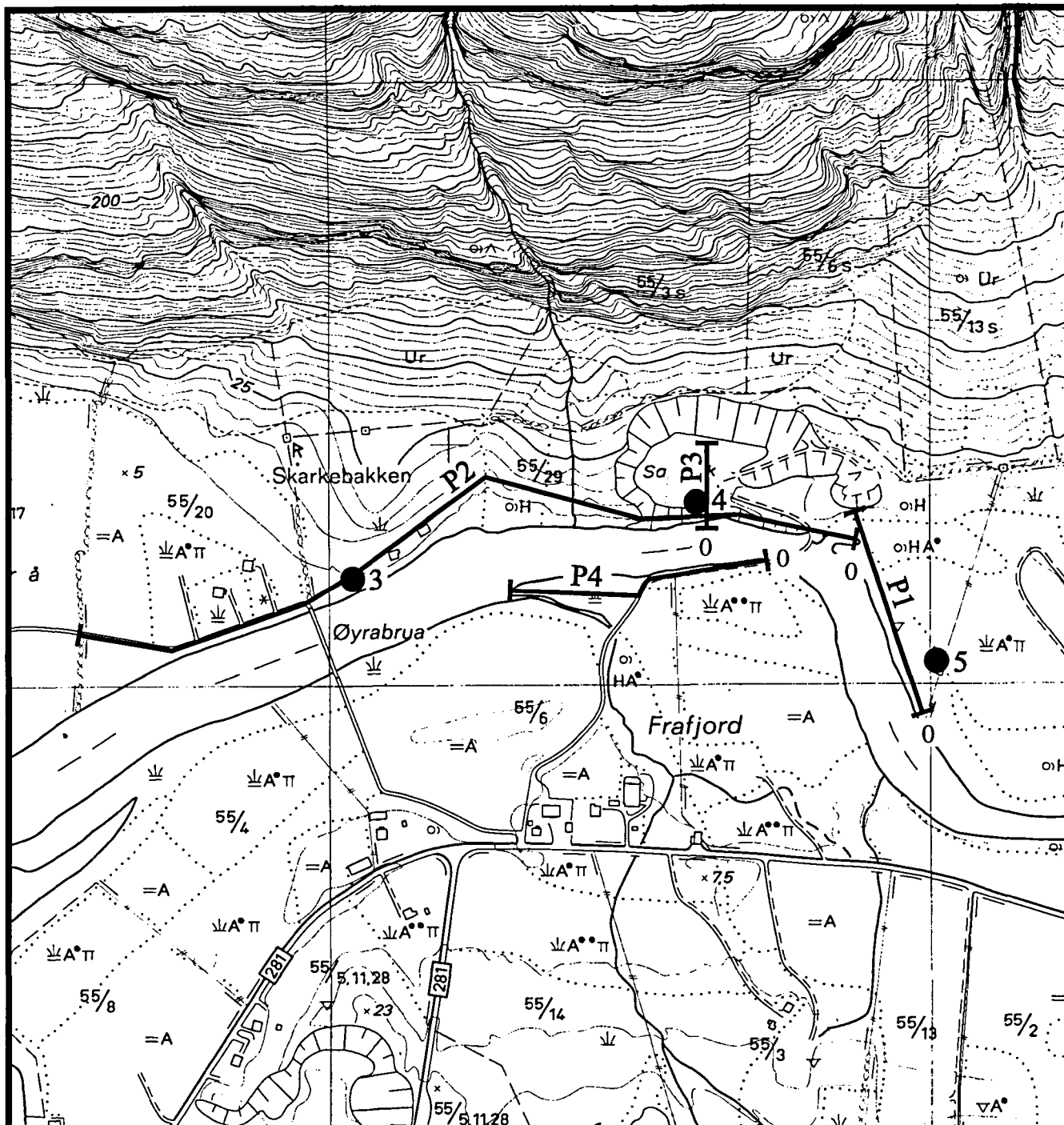
TRAC

KFR

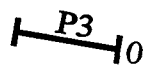
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
97.040-1

KARTBLAD NR



TEGNFORKLARING:



georadarprofil m/startposisjon



sonderboring m/testpumping

GJESDAL KOMMUNE

DETALJKART

FRAFJORD

ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 5000

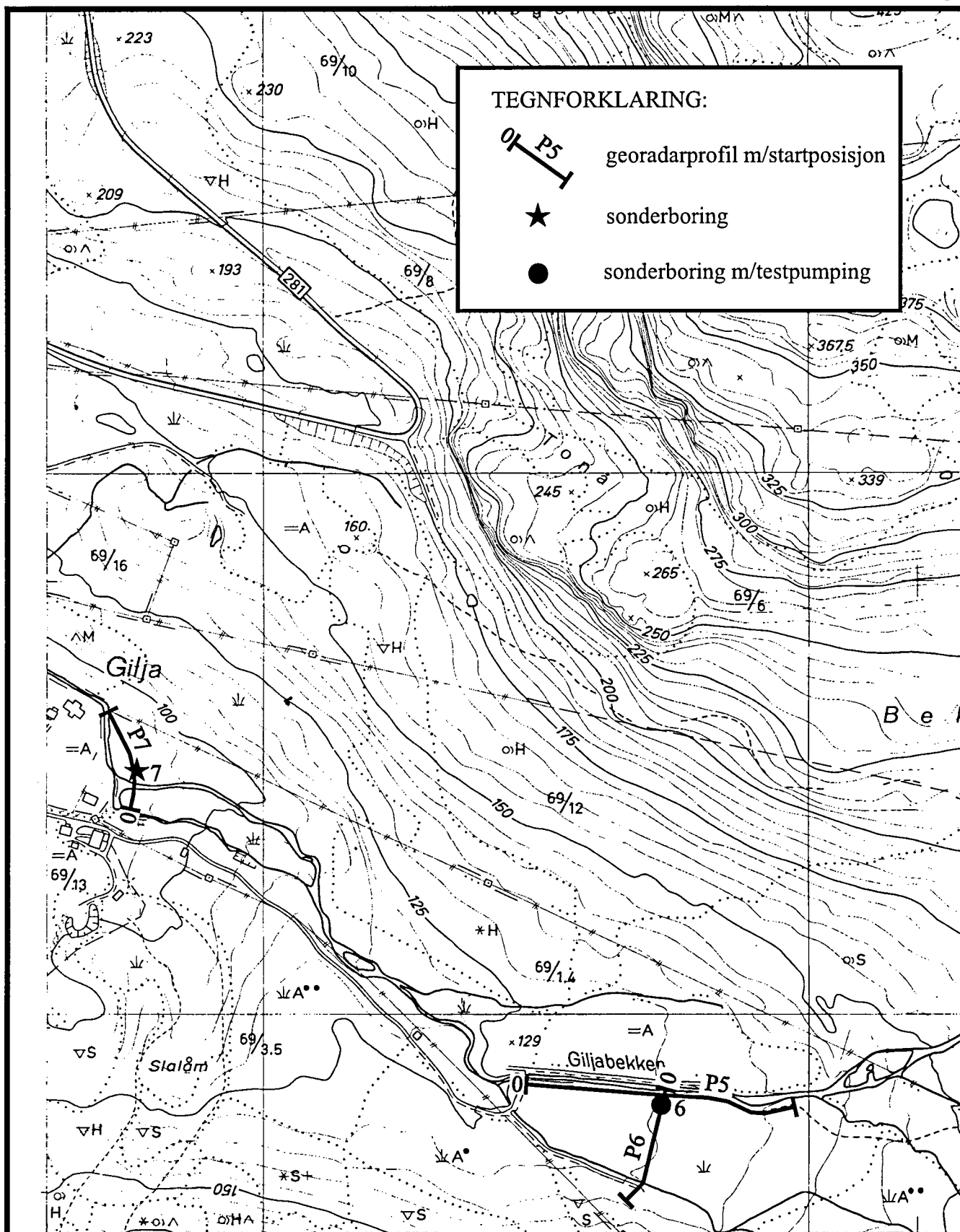
MÅLT JFT/ØJ JULI 1996

TEGN AaM/ØJ JAN. 1997

TRAC

KFR

TEGNING NR
97.040-2KARTBLAD NR
AQ 020-5-1



GJESDAL KOMMUNE

DETALJKART

GILJA

ROGALAND

MÅLESTOKK

1: 5000

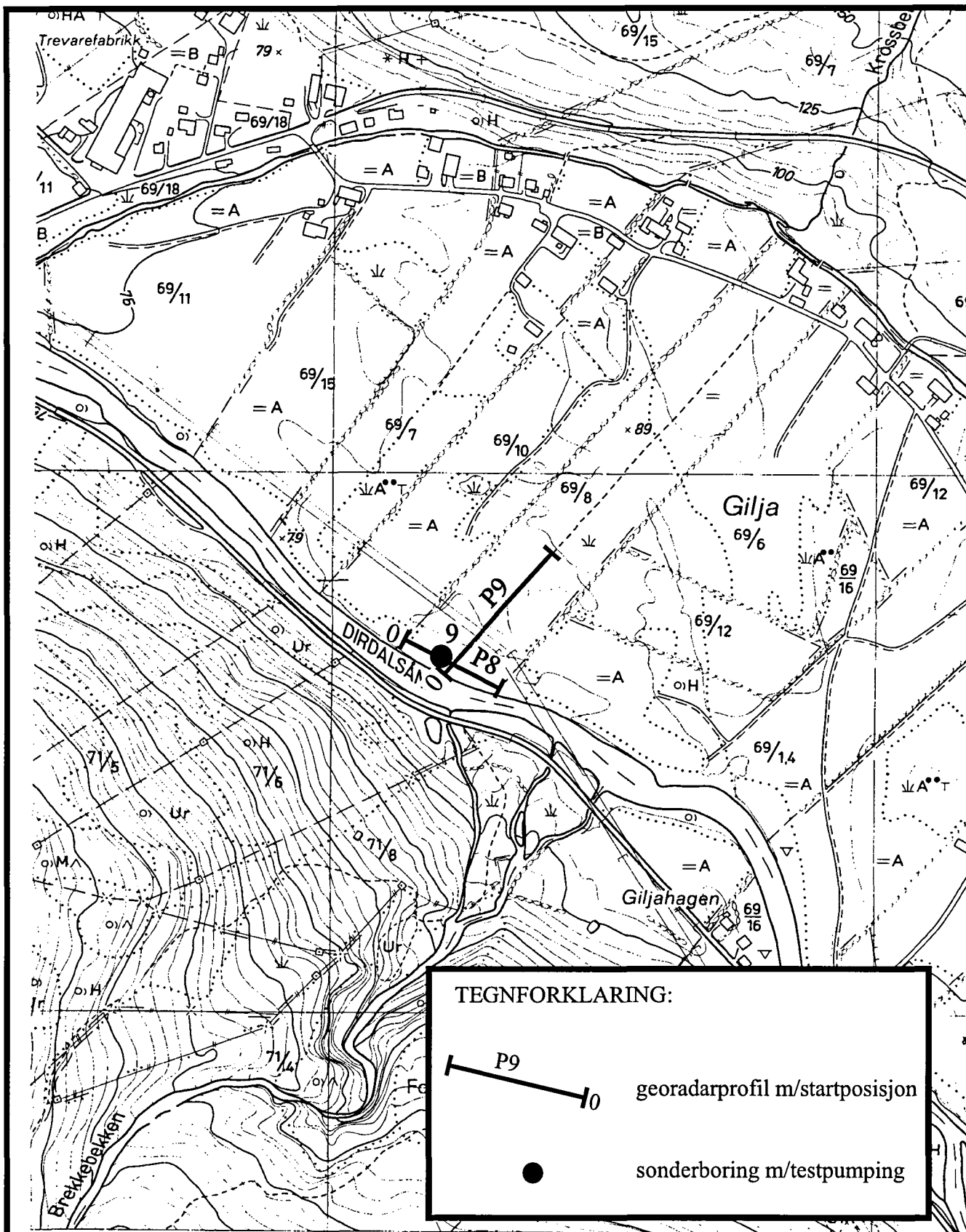
MÅLT JFT/ØJ JULI 1996

TEGN AaM/ØJ JAN. 1997

TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIMTEGNING NR
97.040-3KARTBLAD NR
AQ 019-5-1



GJESDAL KOMMUNE

DETALJKART

GILJA

ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

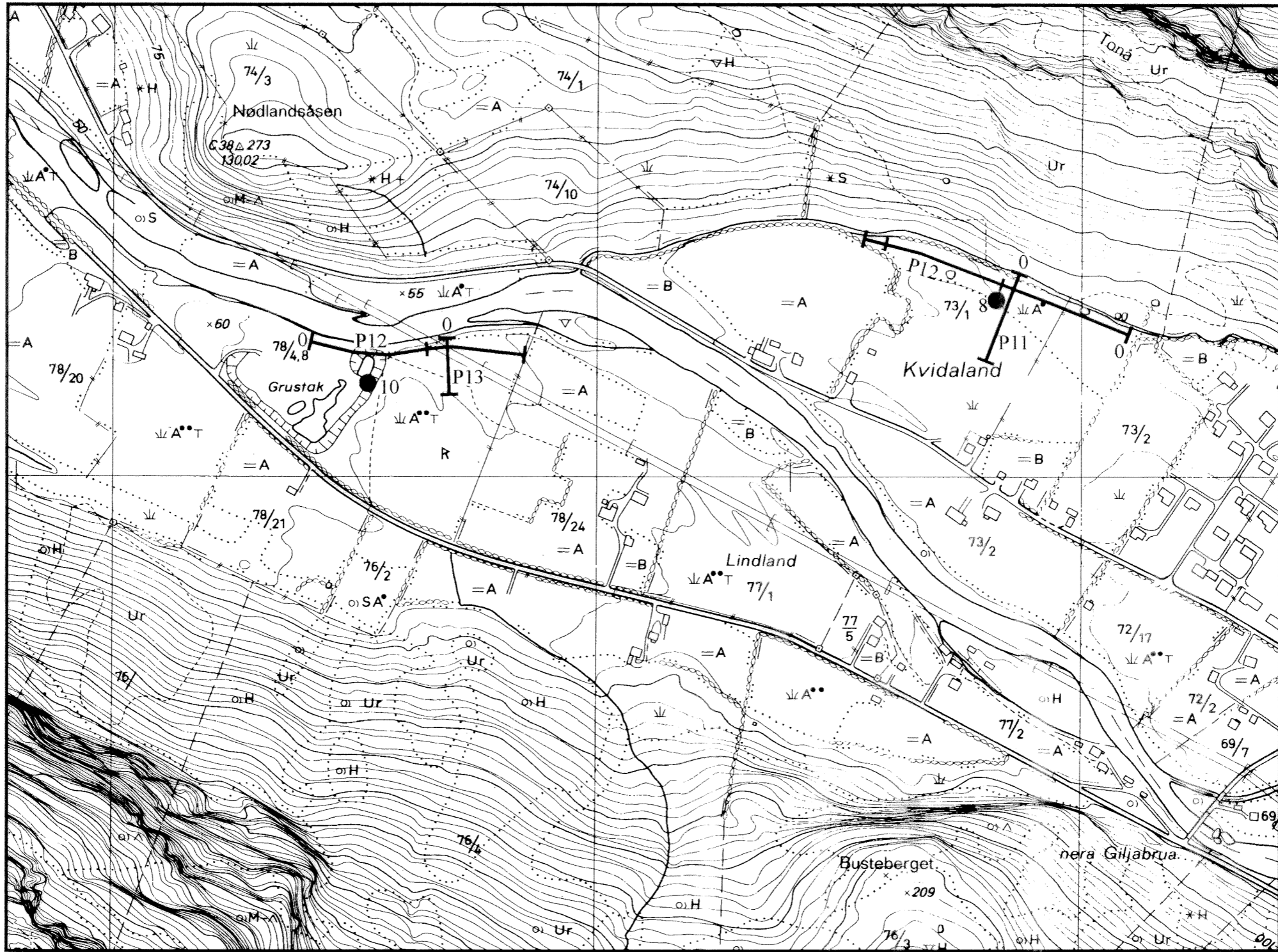
MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT JFT/ØJ JULI 1996

TEGN AaM/ØJ JAN. 1997

TRAC
KFRTEGNING NR
97.040-4KARTBLAD NR
AP 019-5-1

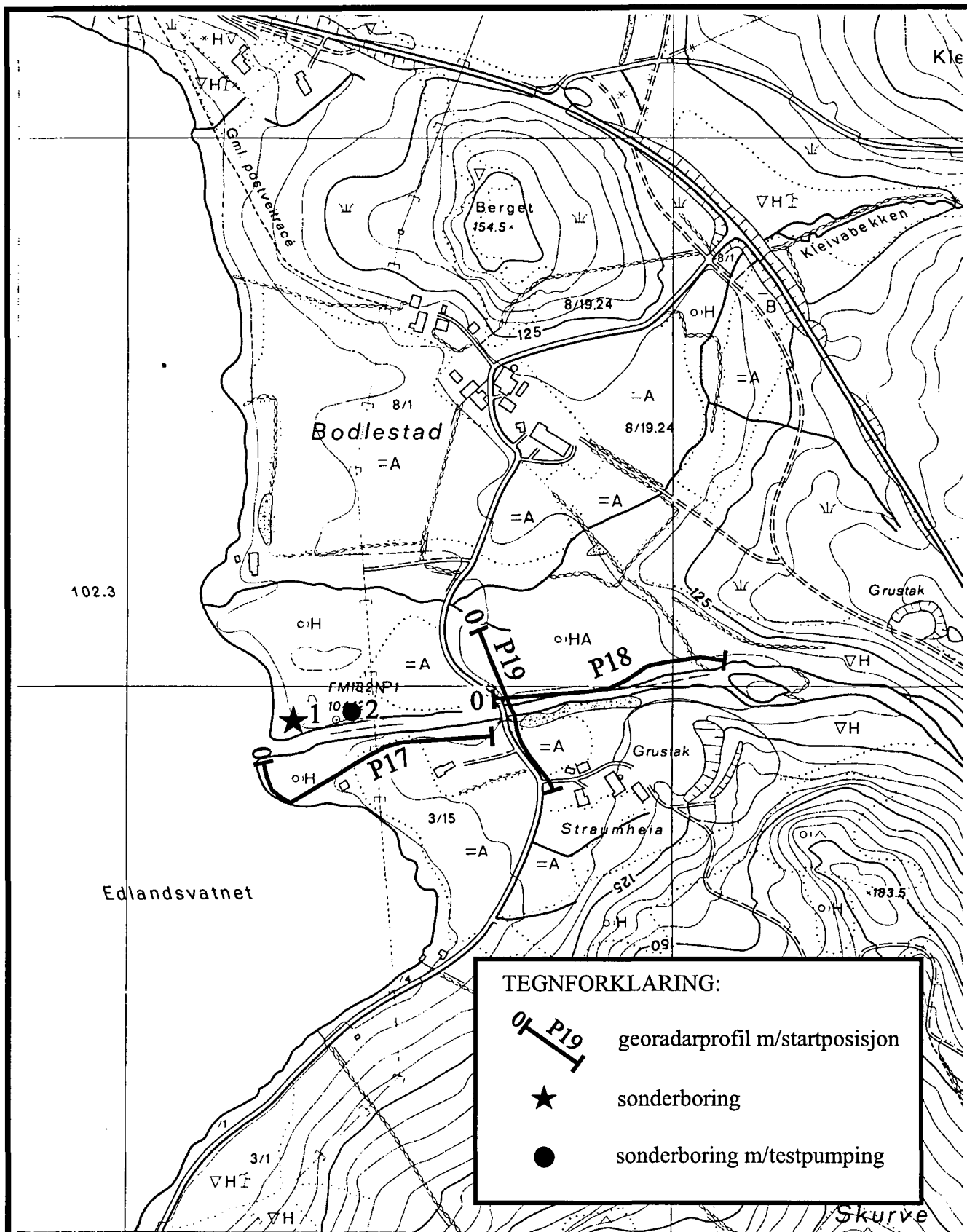


TEGNFORKLARING:

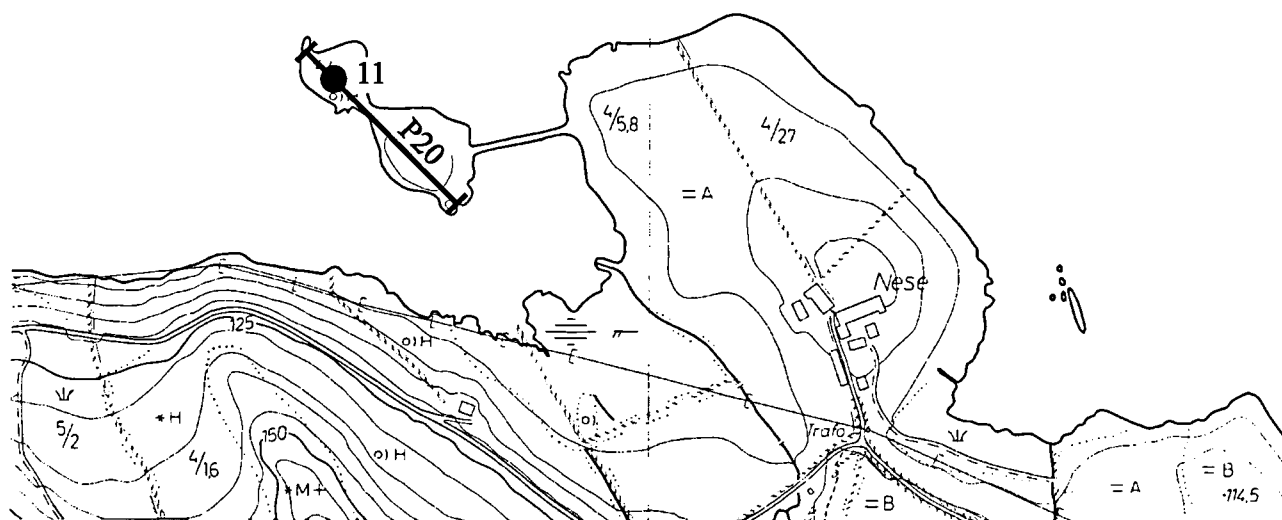
georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

 sonderboring m/testpumping

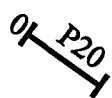
GJESDAL KOMMUNE DETALJKART GILJA GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT JFT/ØJ	JULI 1996
		TEGN EM	FEB. -1997
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.040-5	TRAC	
		KFR	
		KARTBLAD NR AP 019-5-2	



FORSYNINGSSTED ÅLGÅRD DETALJKART BODLESTAD GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT JFT/ØJ	JULI 1996
		TEGN AaM/ØJ	JAN 1997
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.040-6	KARTBLAD NR AM 018-5-2	

Edlandsvatnet
1022

TEGNFORKLARING:



georadarprofil m/startposisjon



sonderboring m/testpumping

FORSYNINGSTED ÅLGÅRD

DETALJKART

NESE

GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT JFT/ØJ

TEGN ØJ/AaM

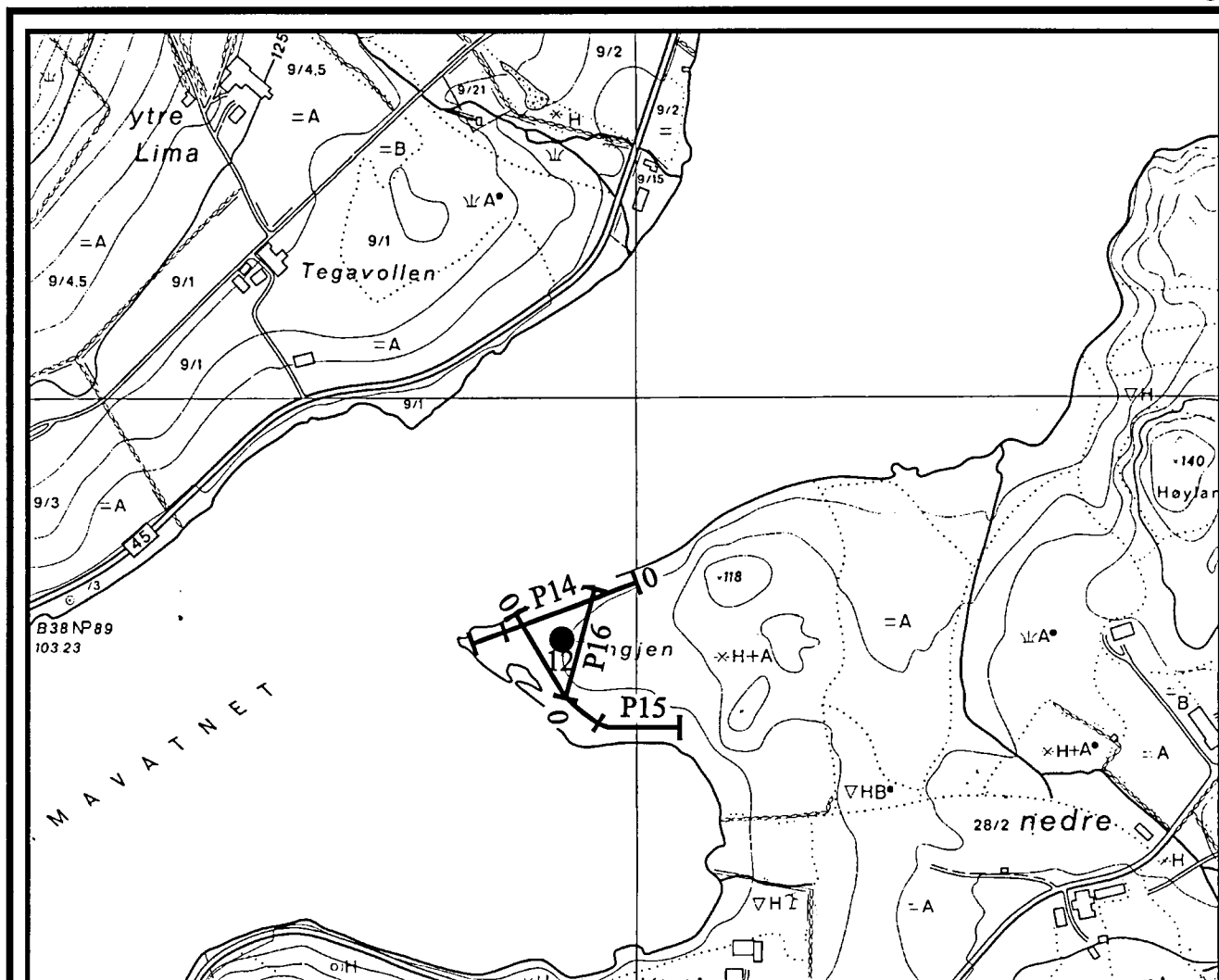
TRAC

KFR

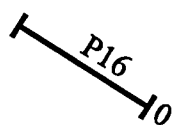
JULI 1996

JAN 1997

TEGNING NR
97.040-7KARTBLAD NR
AM 018-5-1



TEGNFORKLARING:



georadarprofil m/startposisjon



sonderboring m/testpumping

FORSYNINGSTED ÅLGÅRD

DETALJKART

LIMAVATNET

GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT JFT/ØJ

TEGN AaM

TRAC

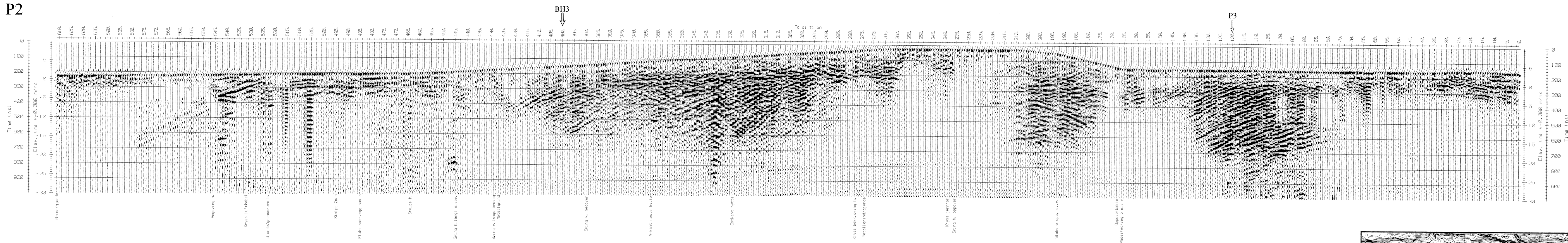
KFR

JULI 1996

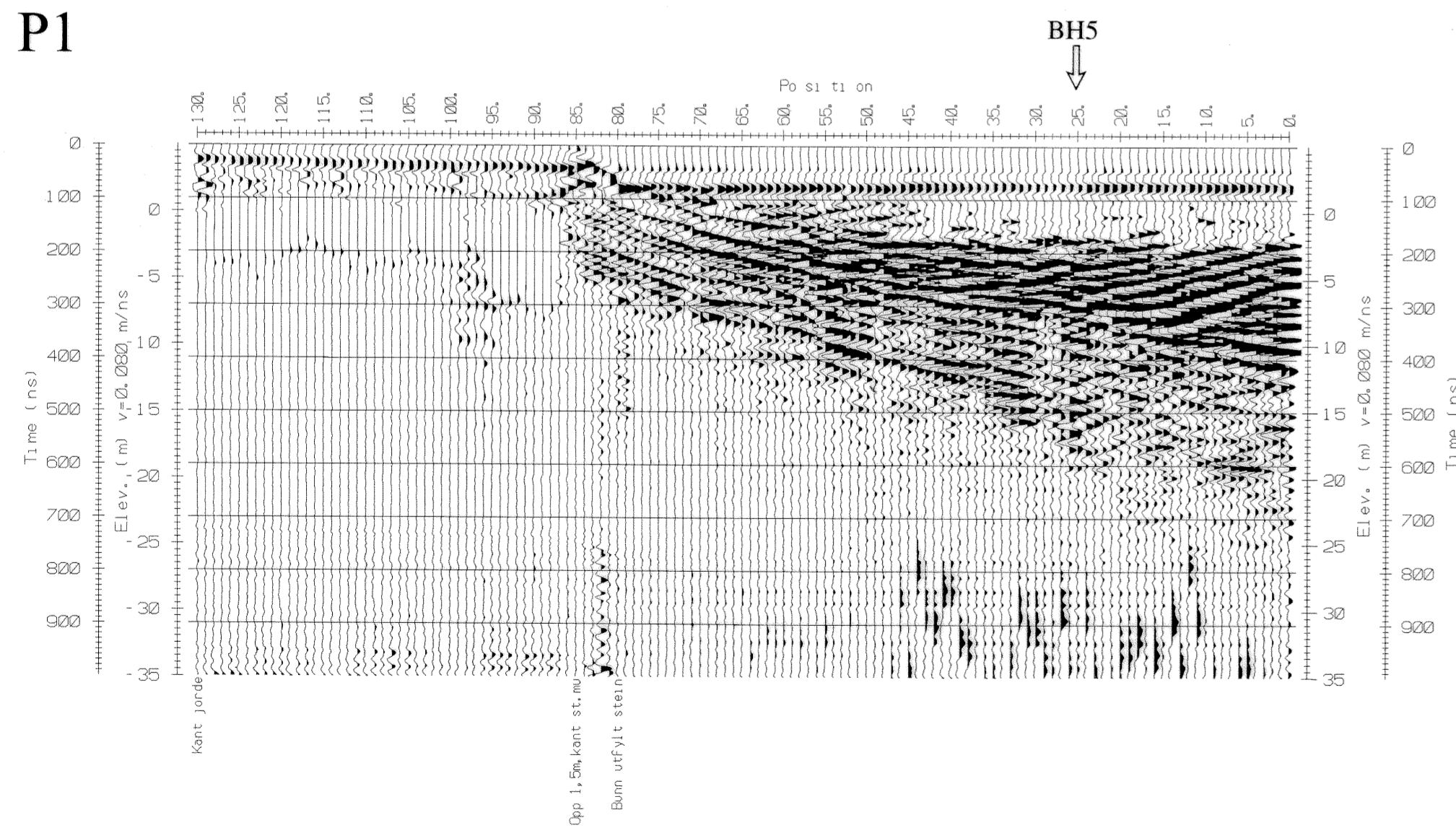
JAN 1997

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIMTEGNING NR
97.040-8KARTBLAD NR
AM 018-5-2

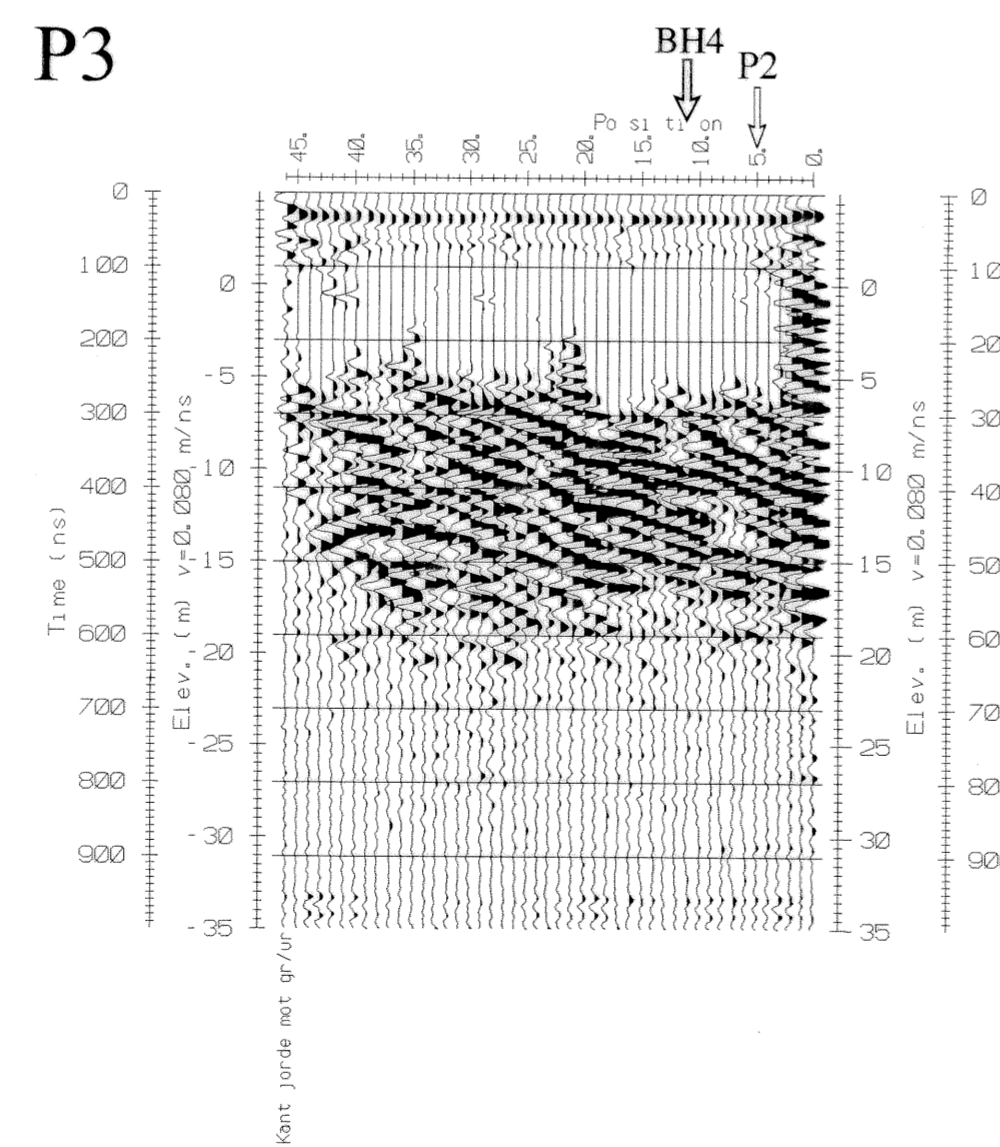
P2



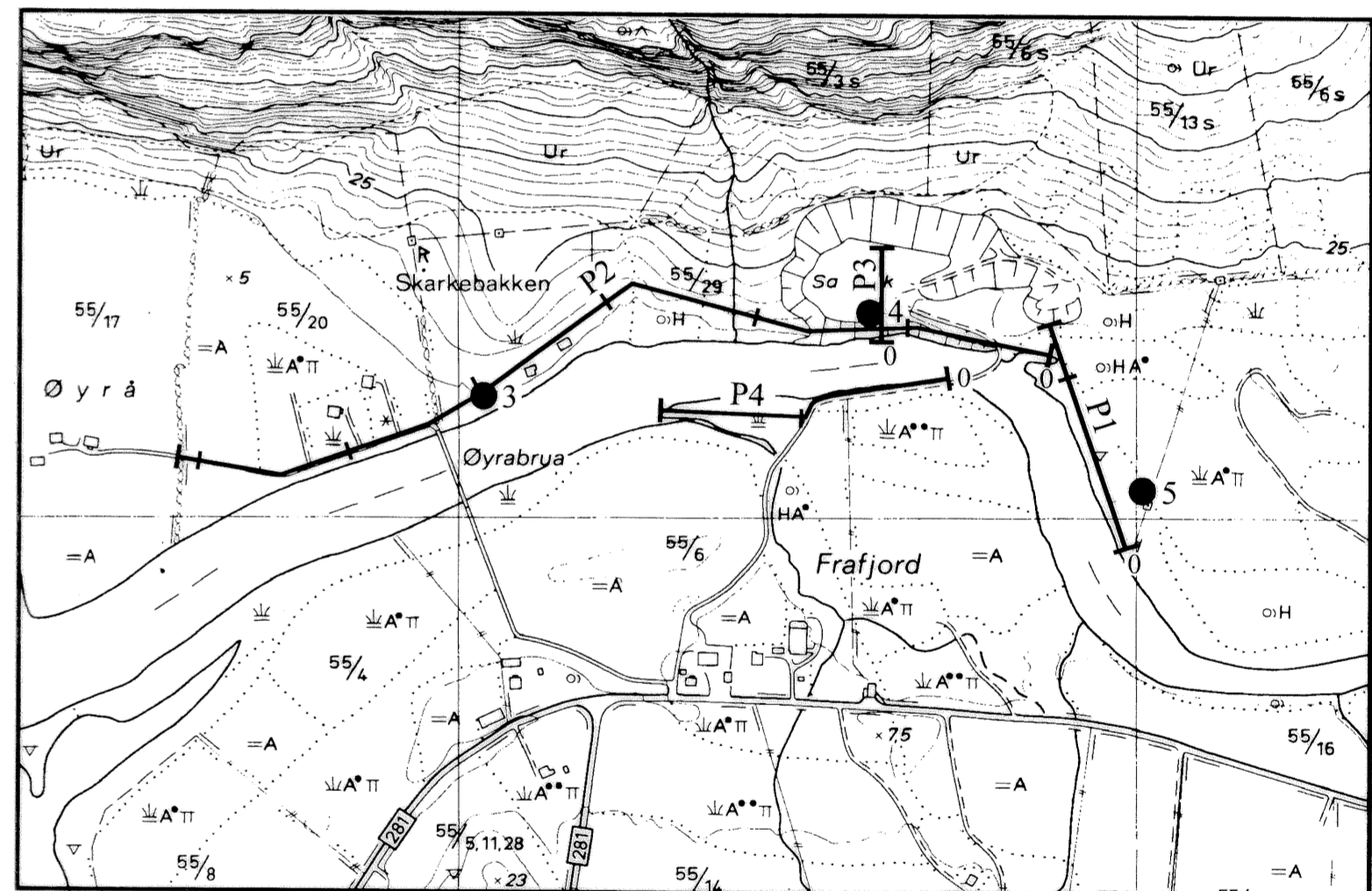
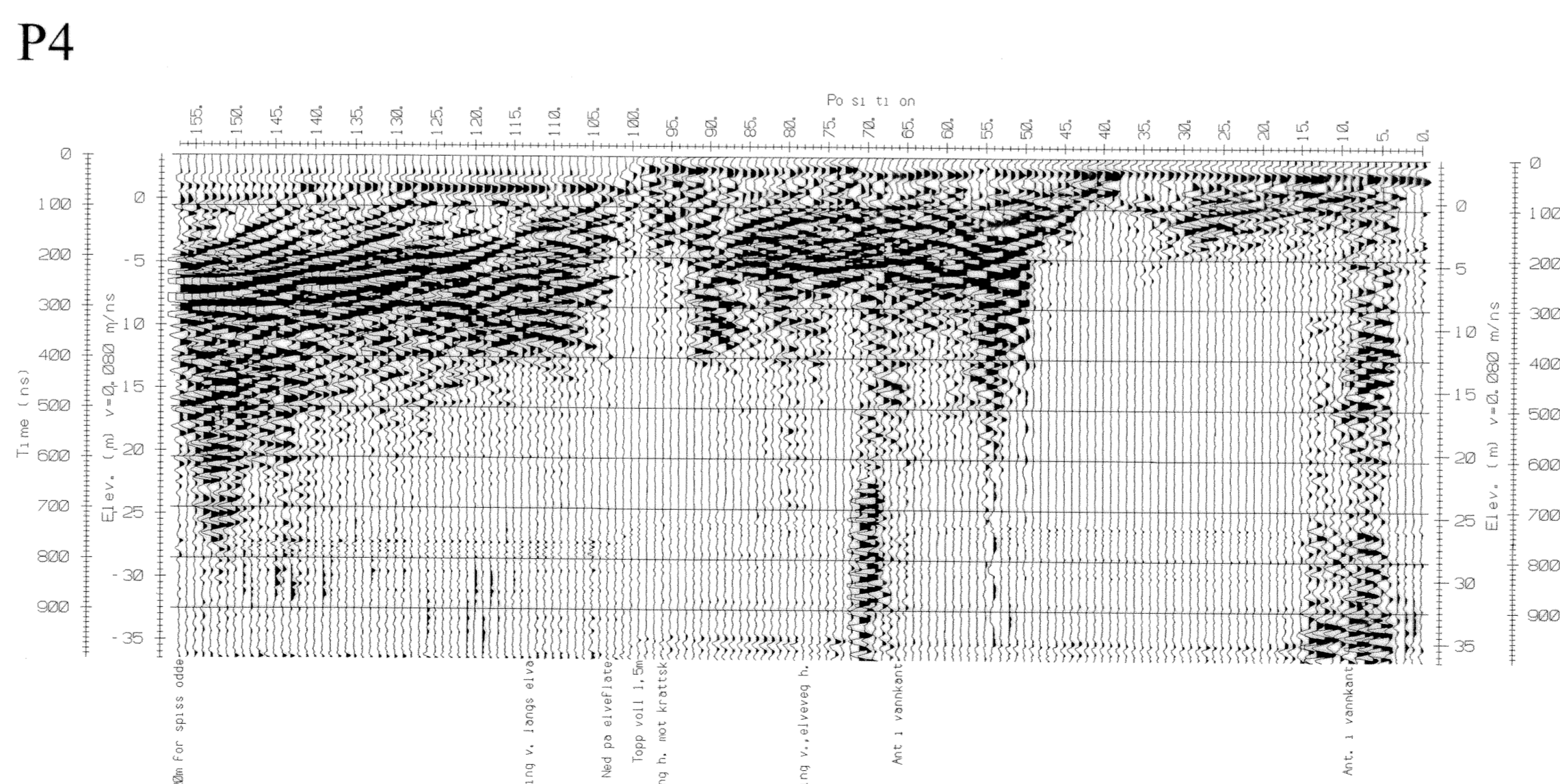
P1



P3



P4

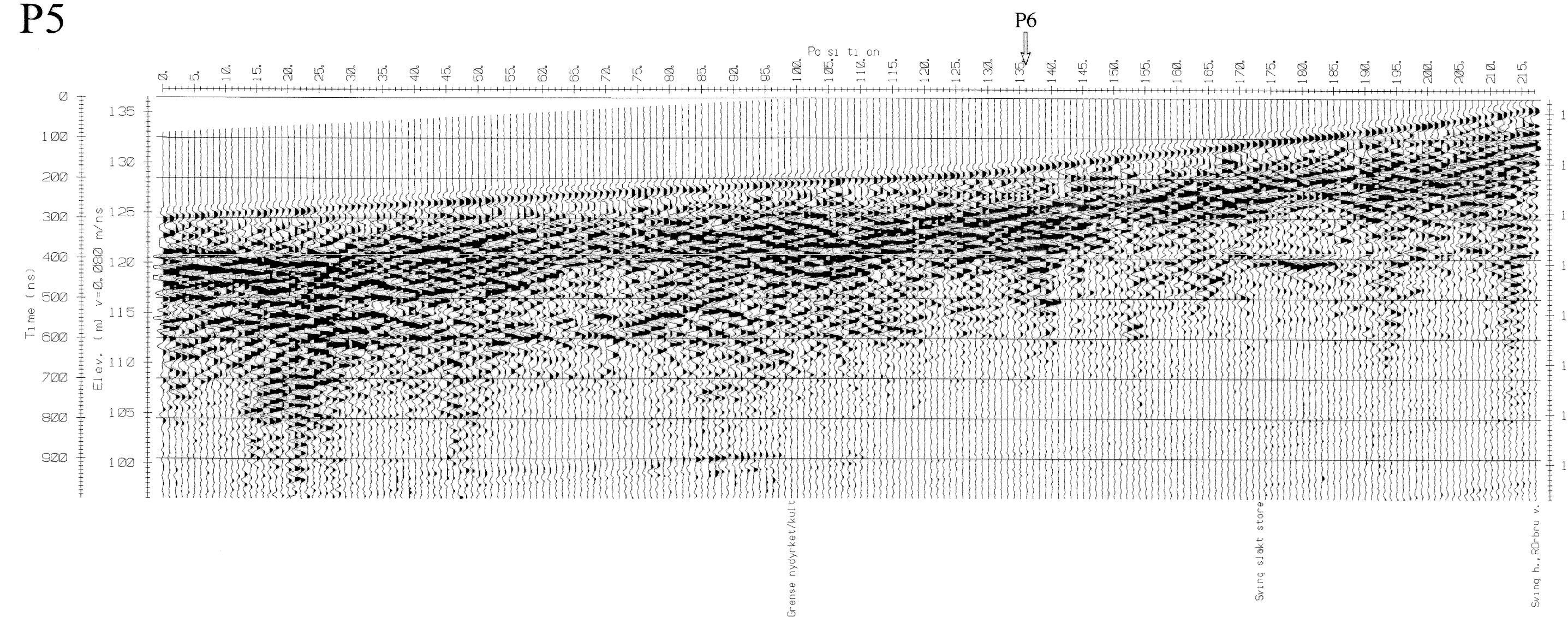


TEGNFORKLARING:

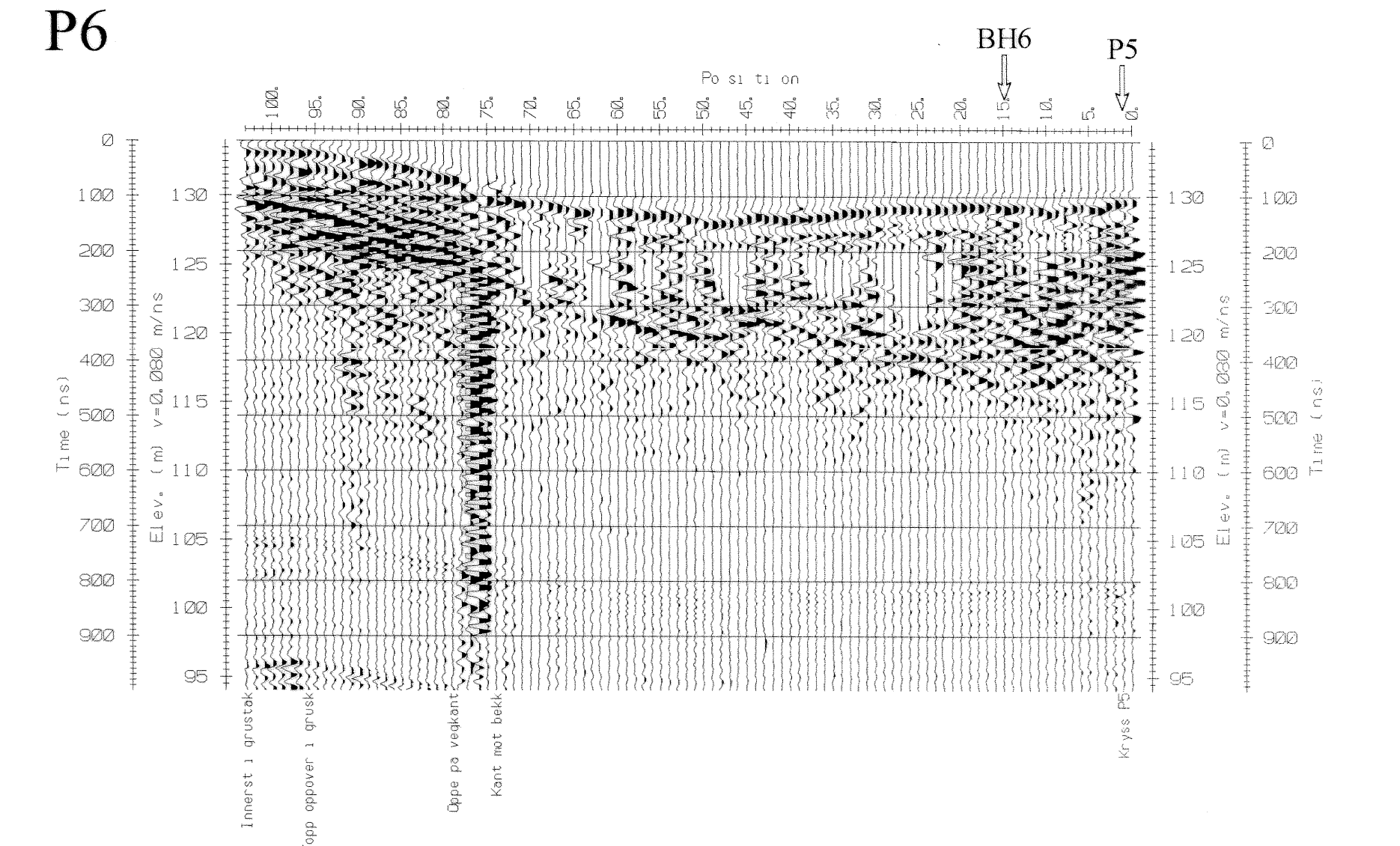
- P4 — 10 Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter
- Sonderboring m/testpumping

GJESDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, P2, P3 & P4 FRAFJORD GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	juli -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.040-9	KARTBLAD NR AQ 020-5-1	

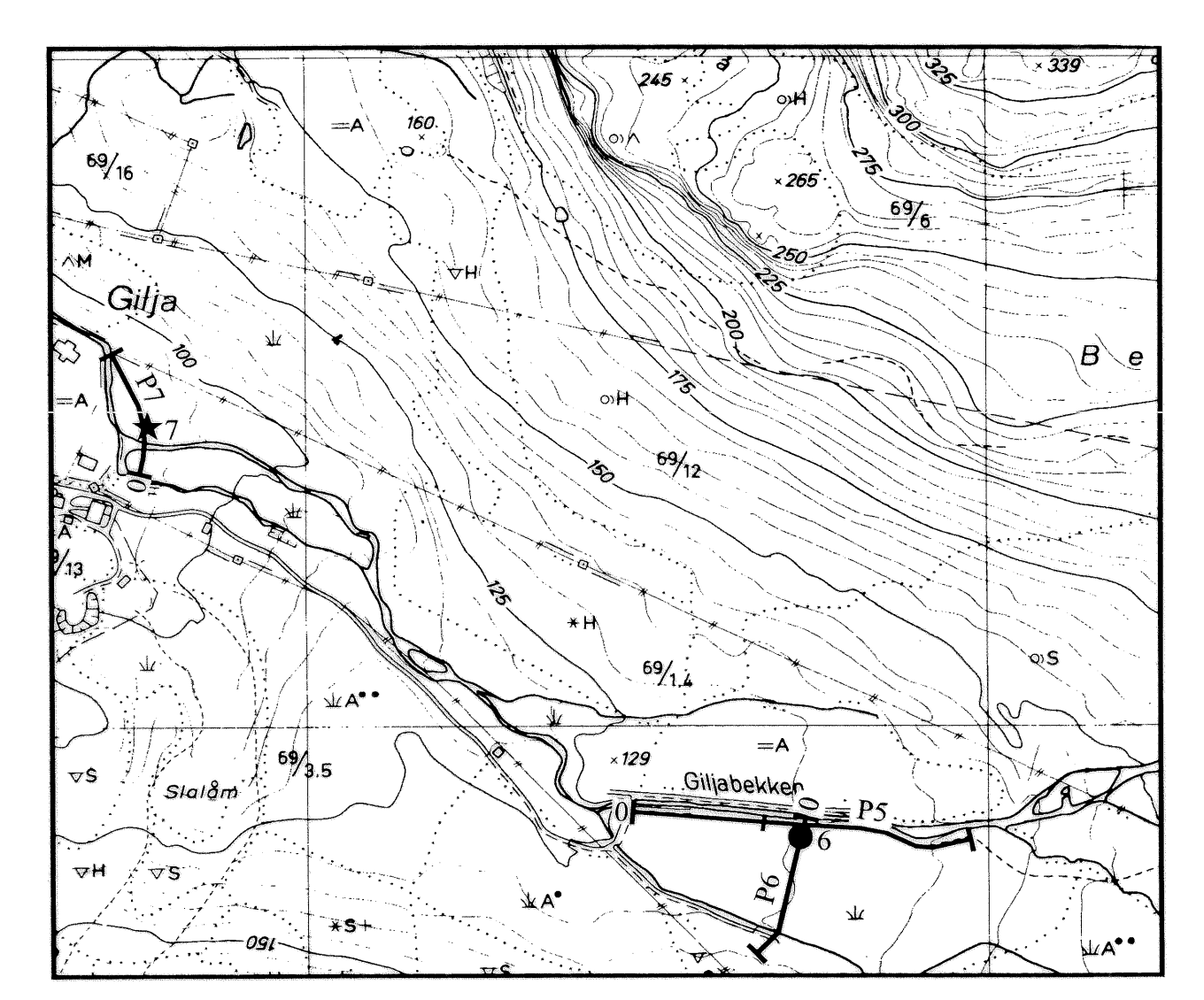
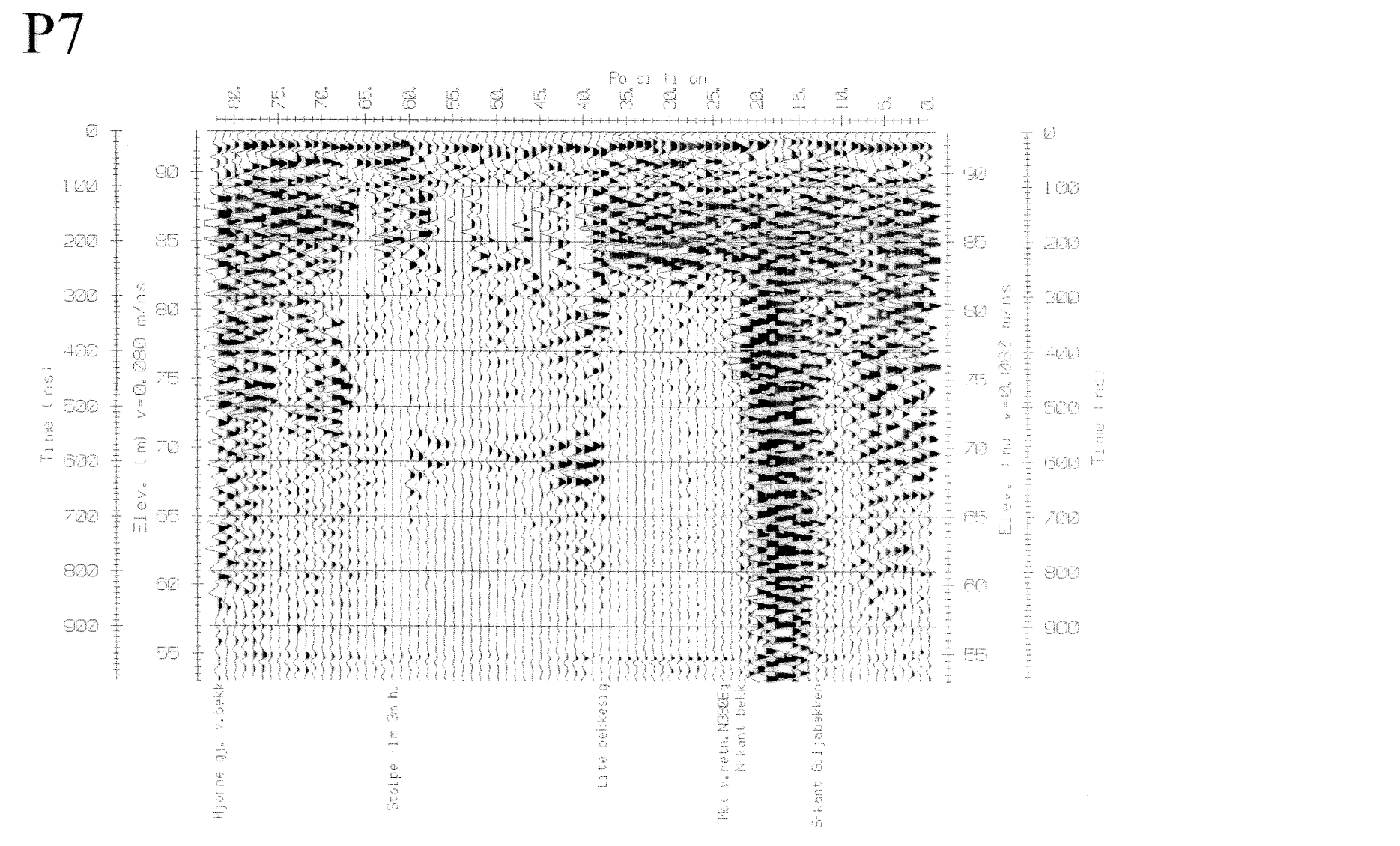
P5



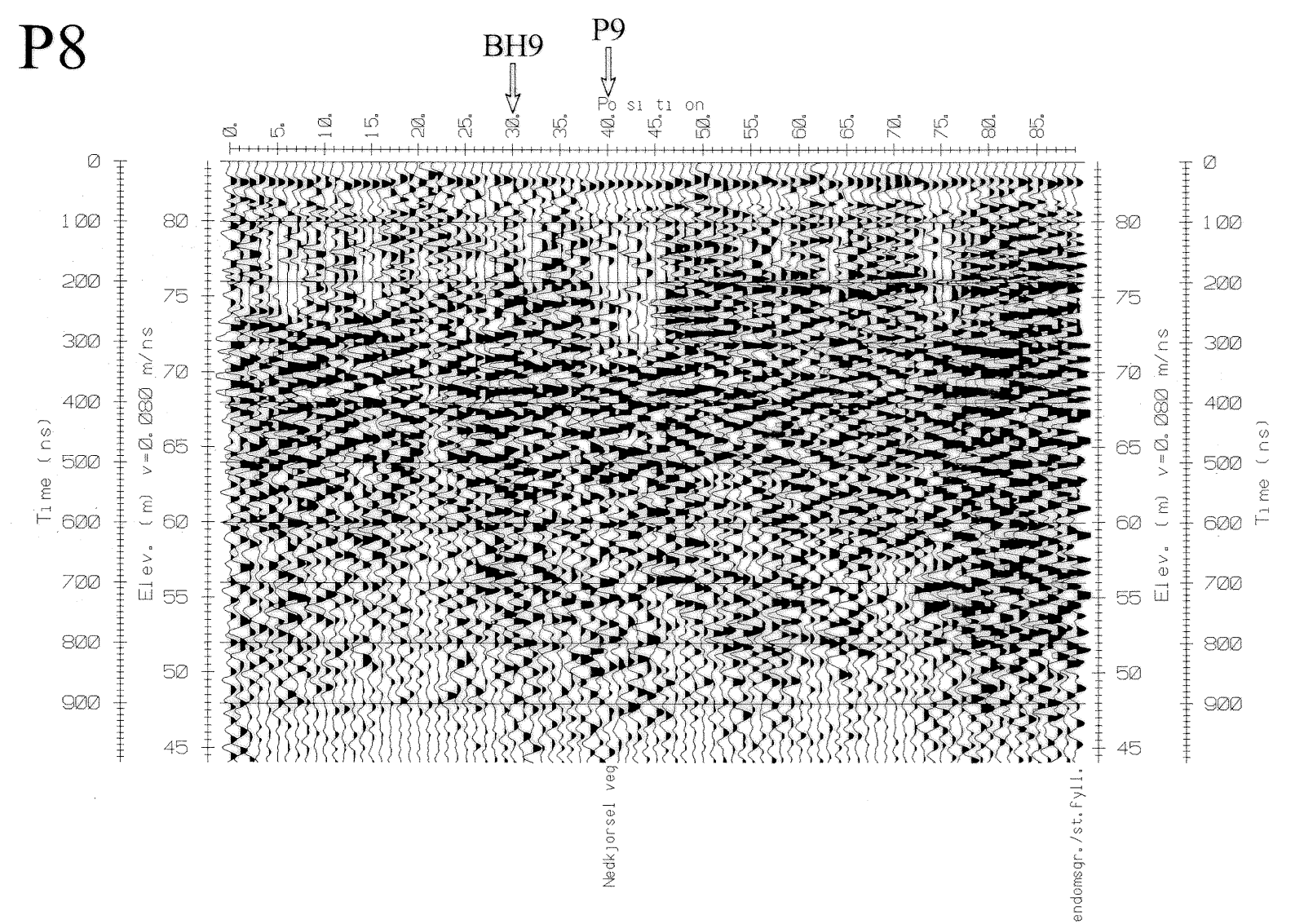
P6



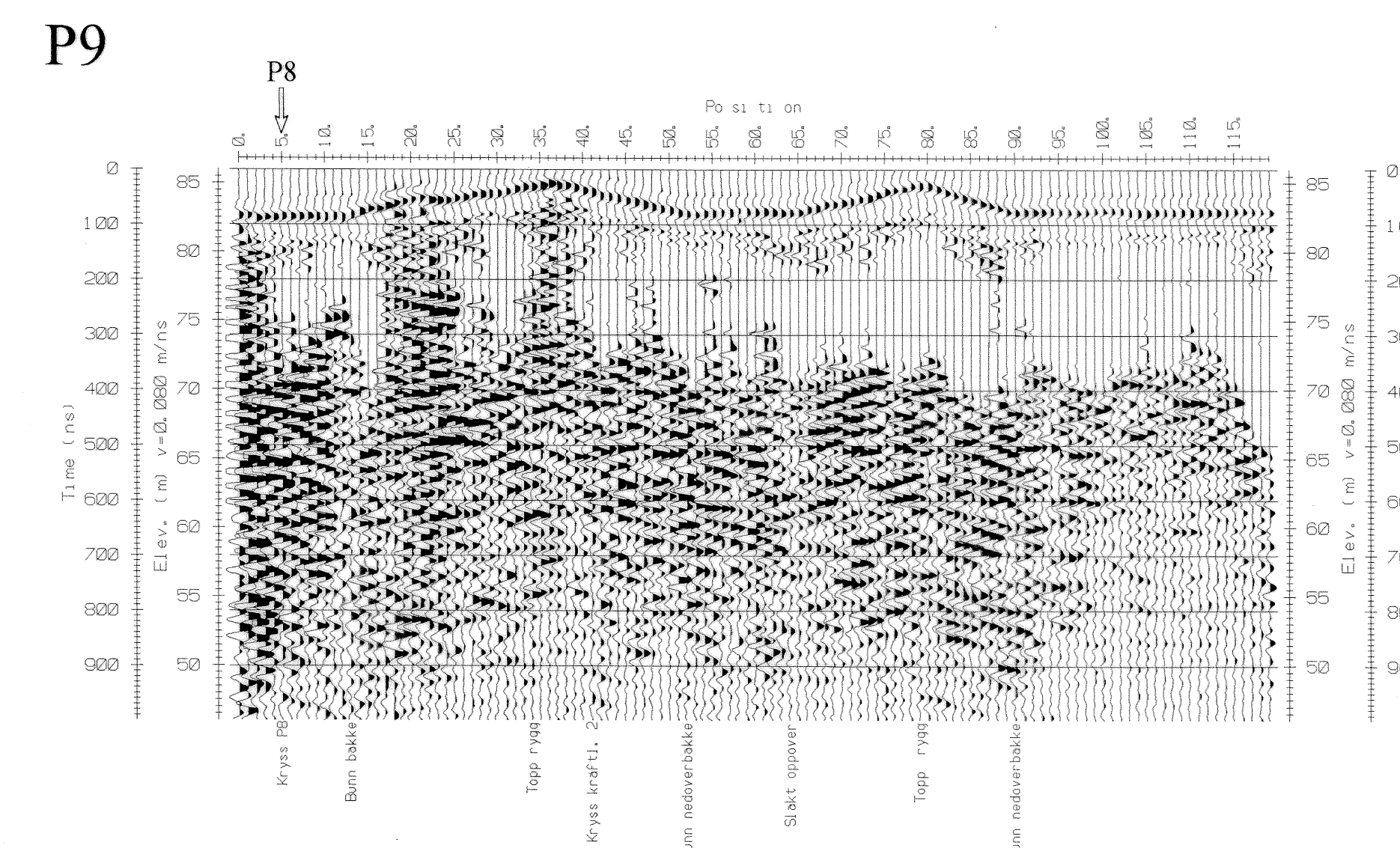
P7



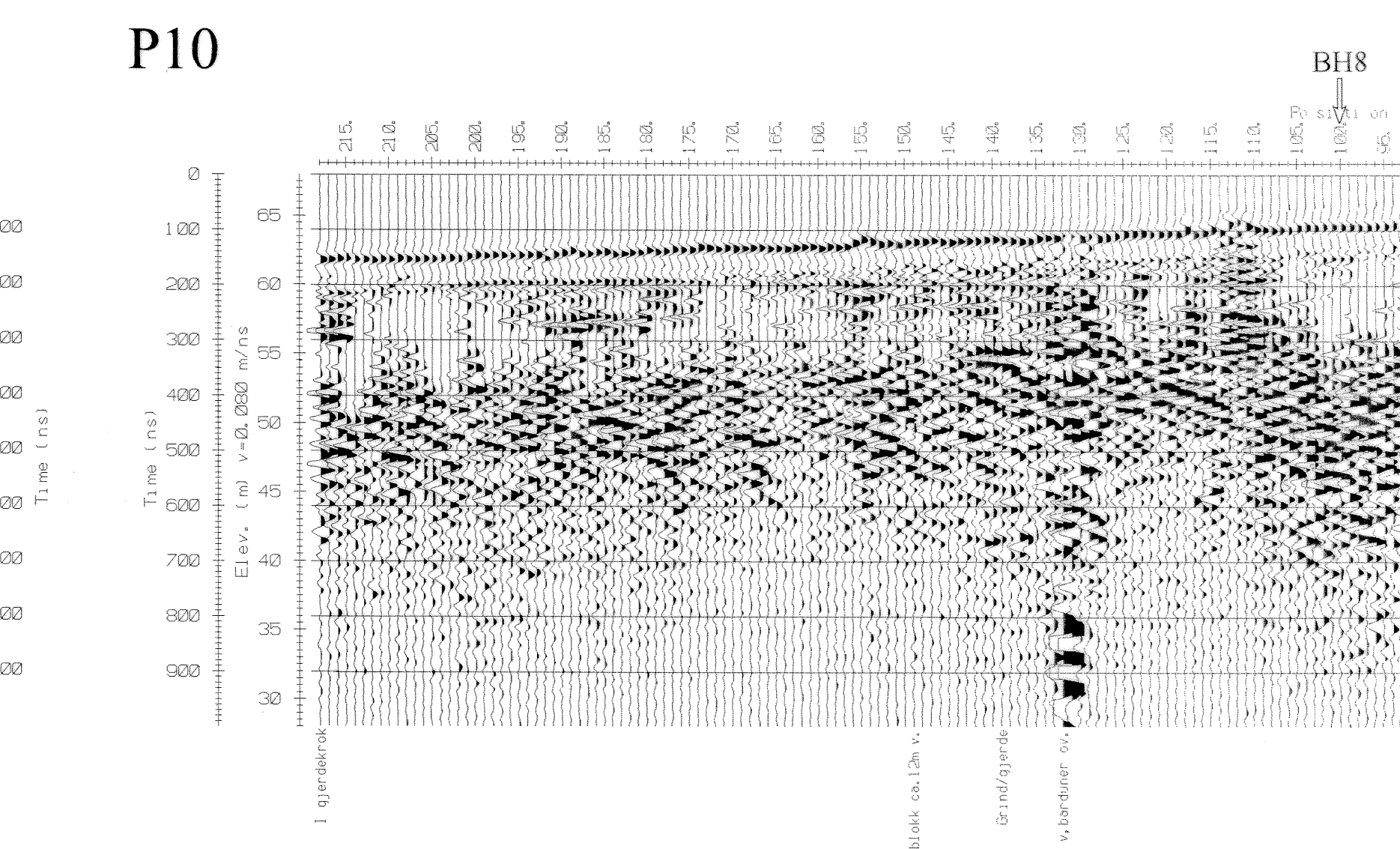
P8



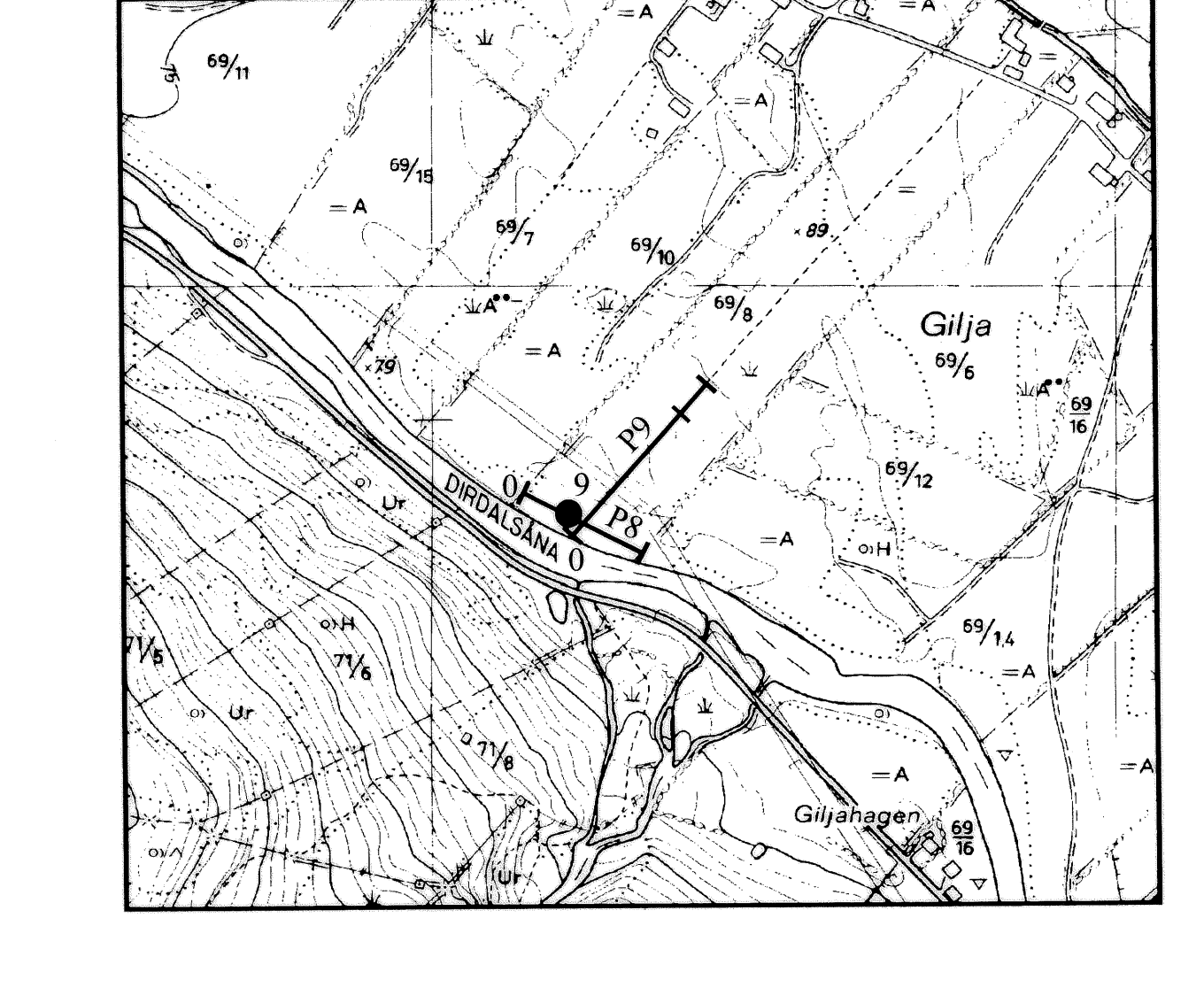
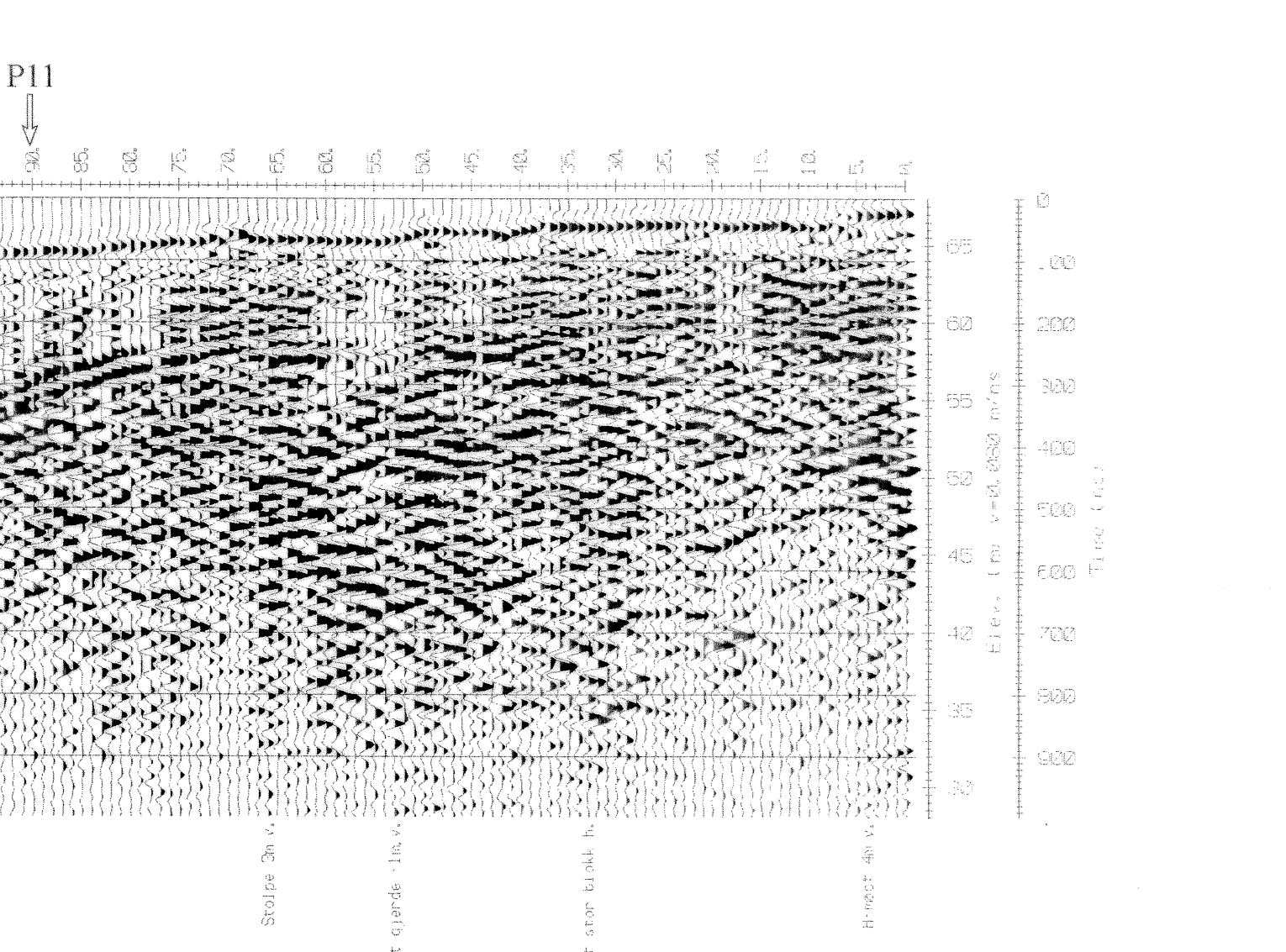
P9



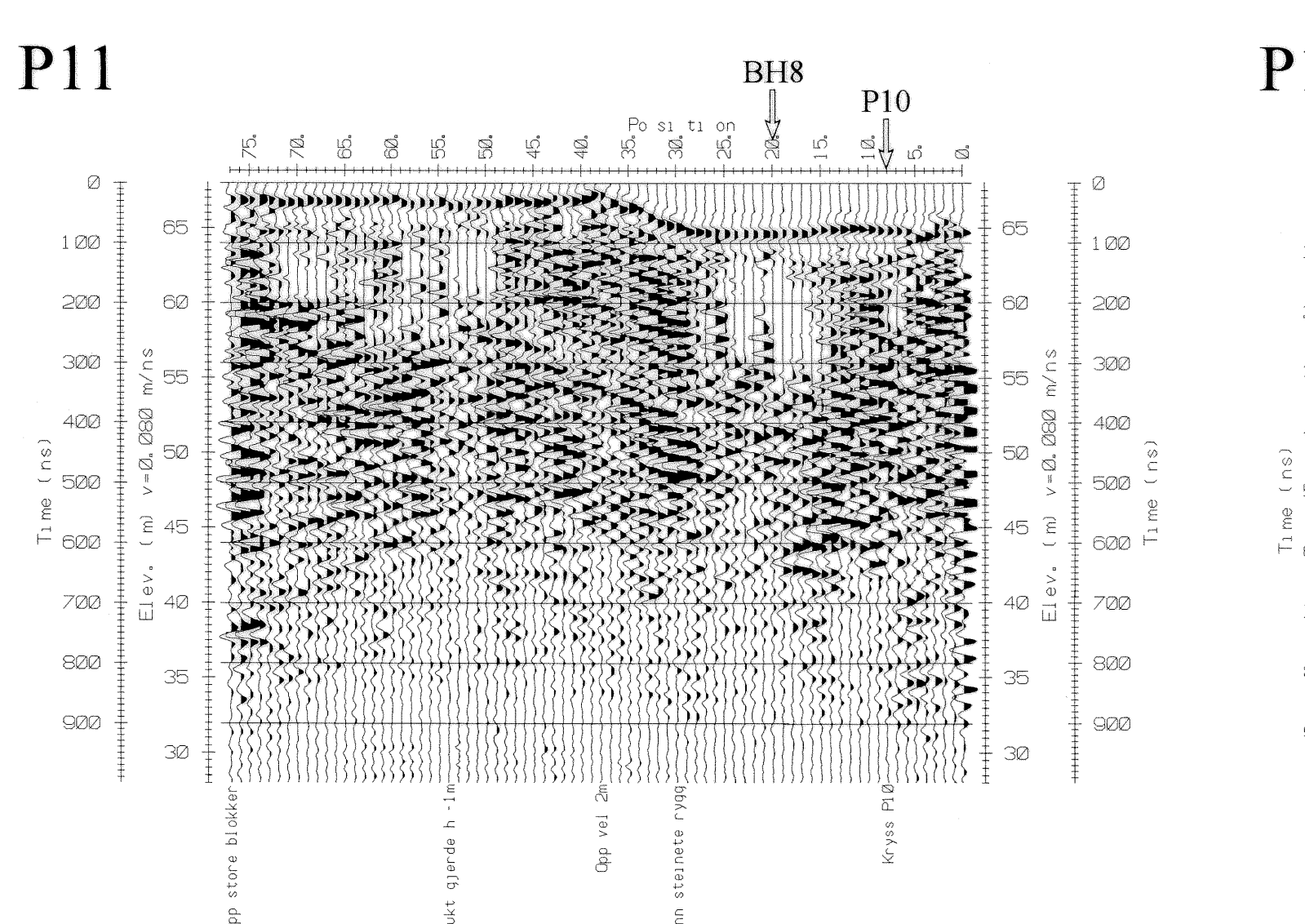
P10



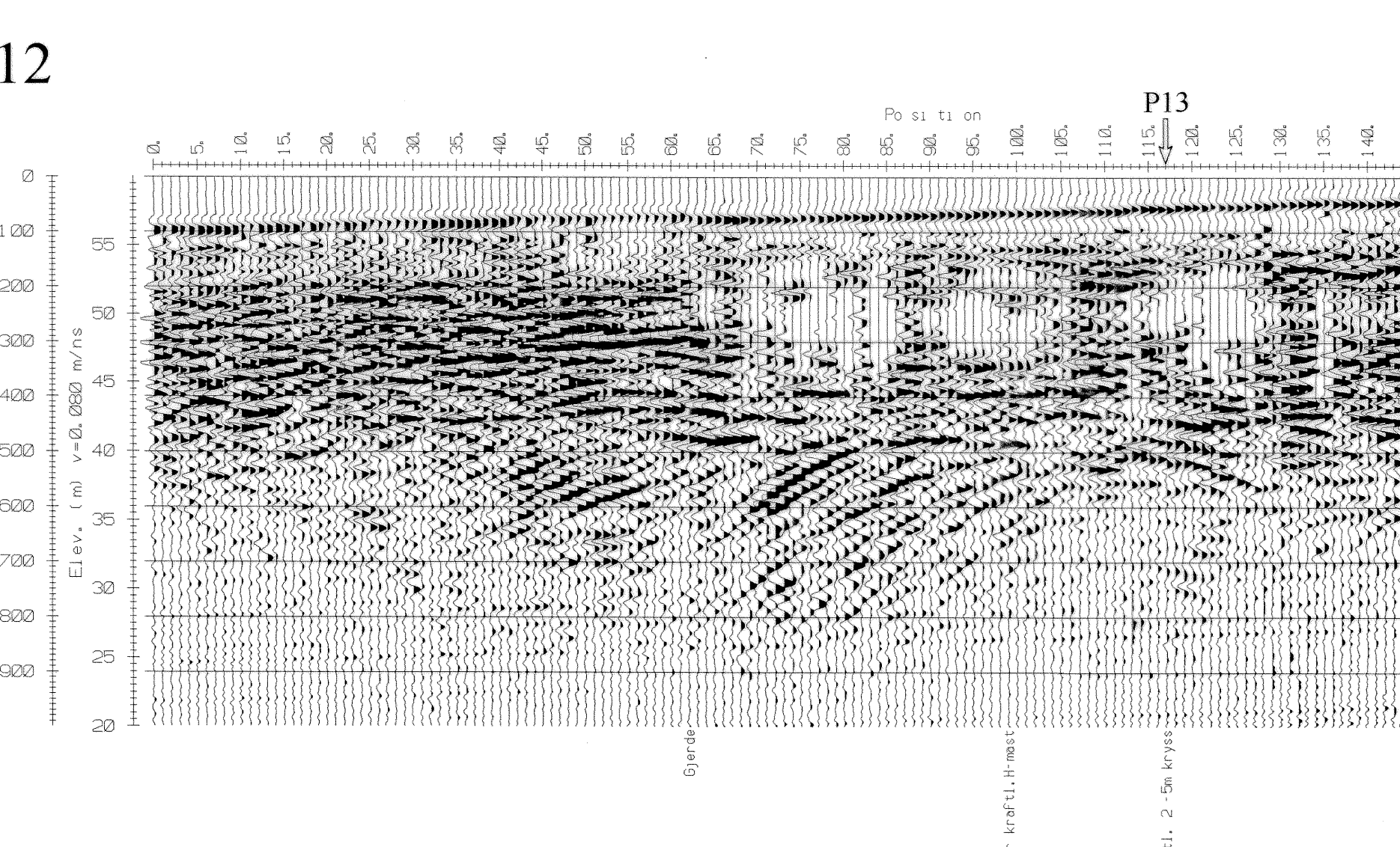
P11



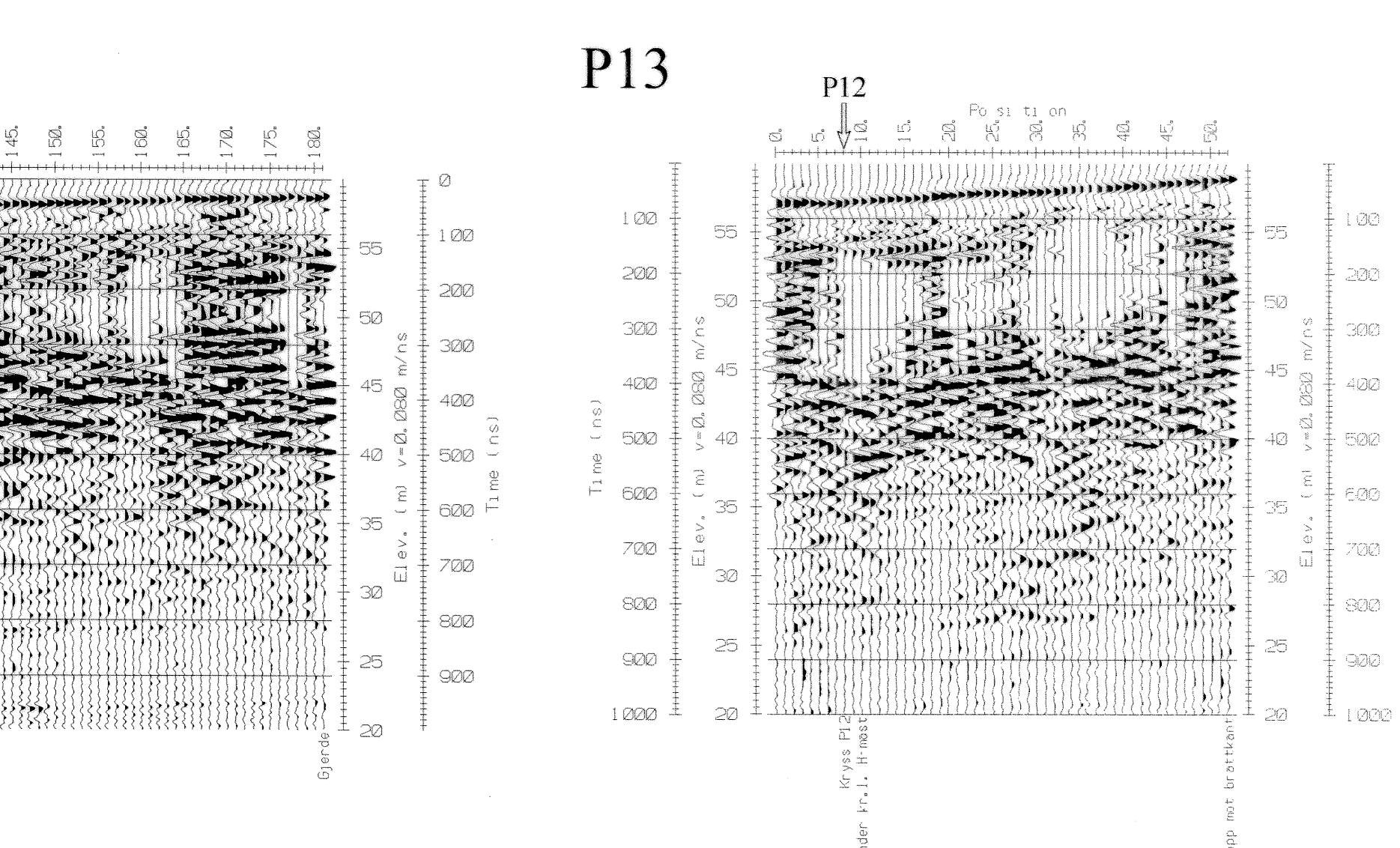
P11



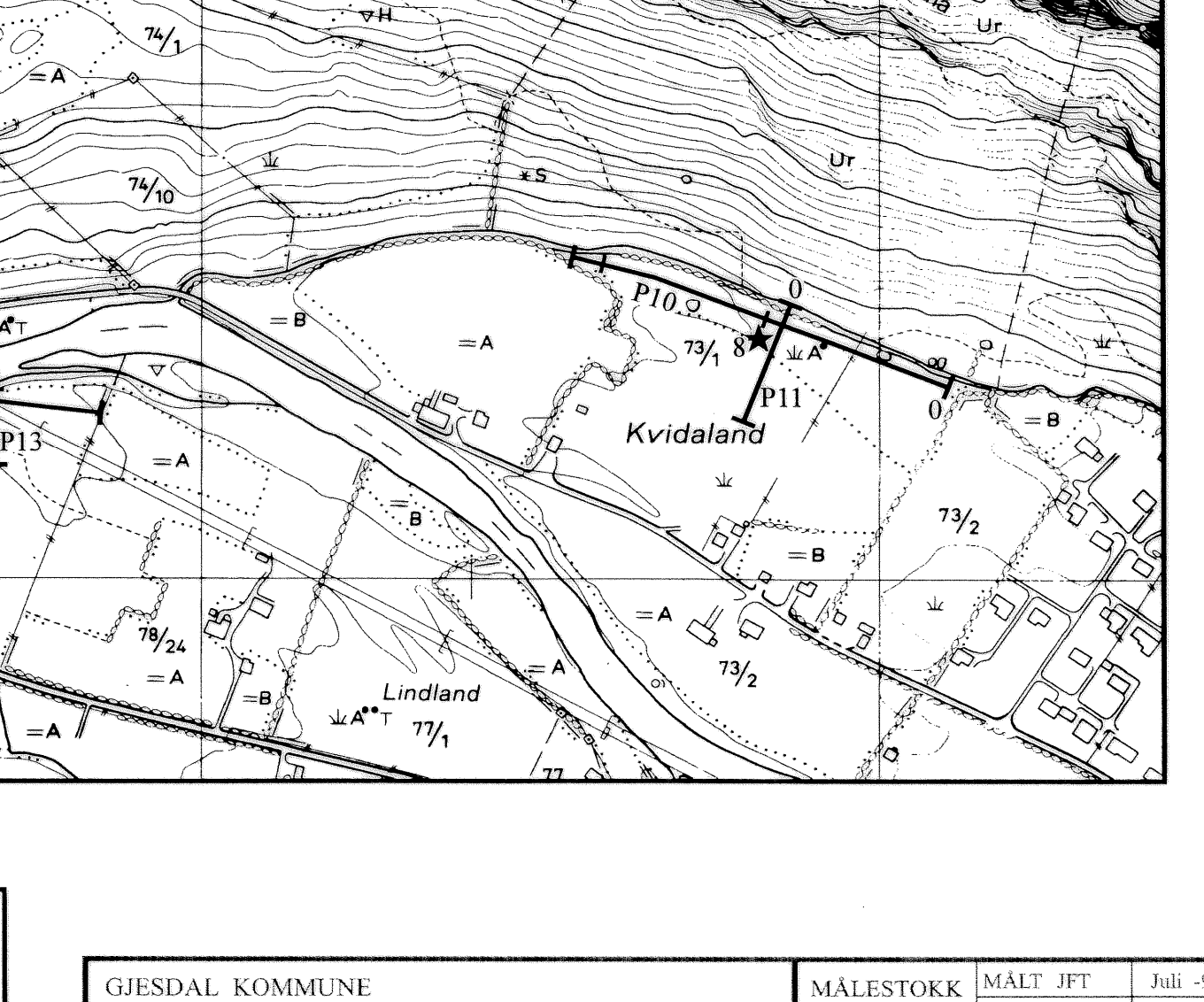
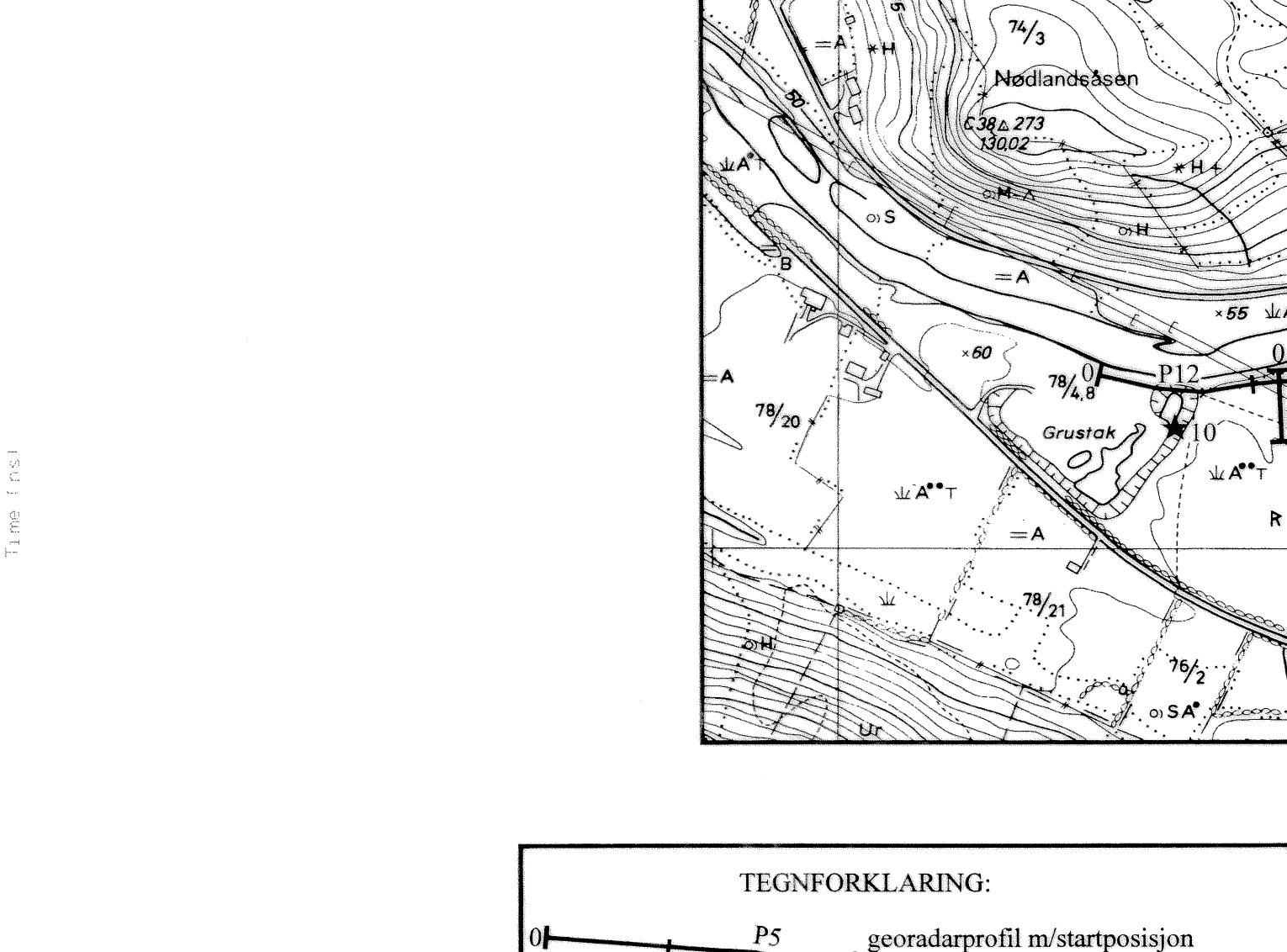
P12



P13



P12

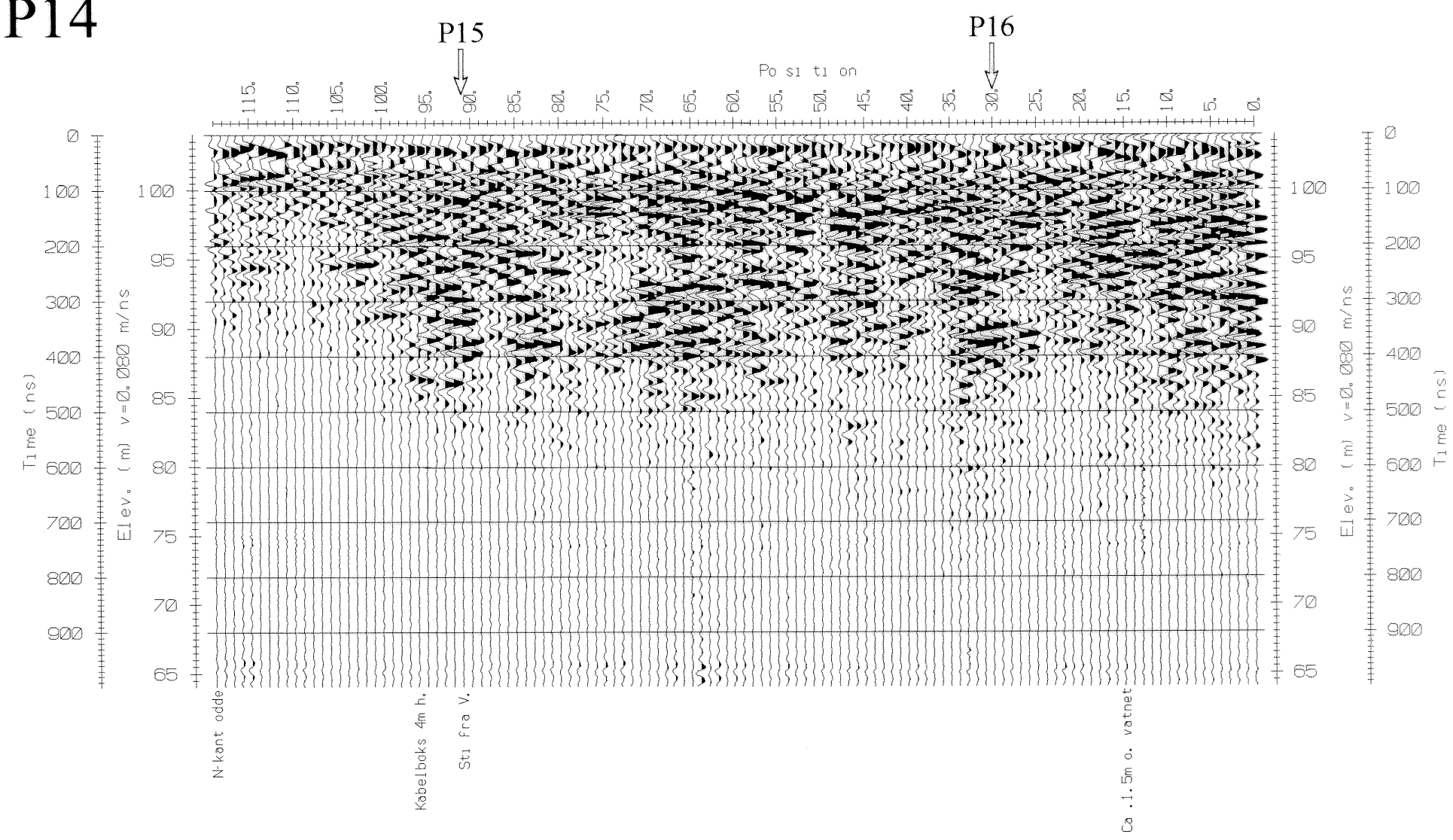


TEGNFORKLARING:

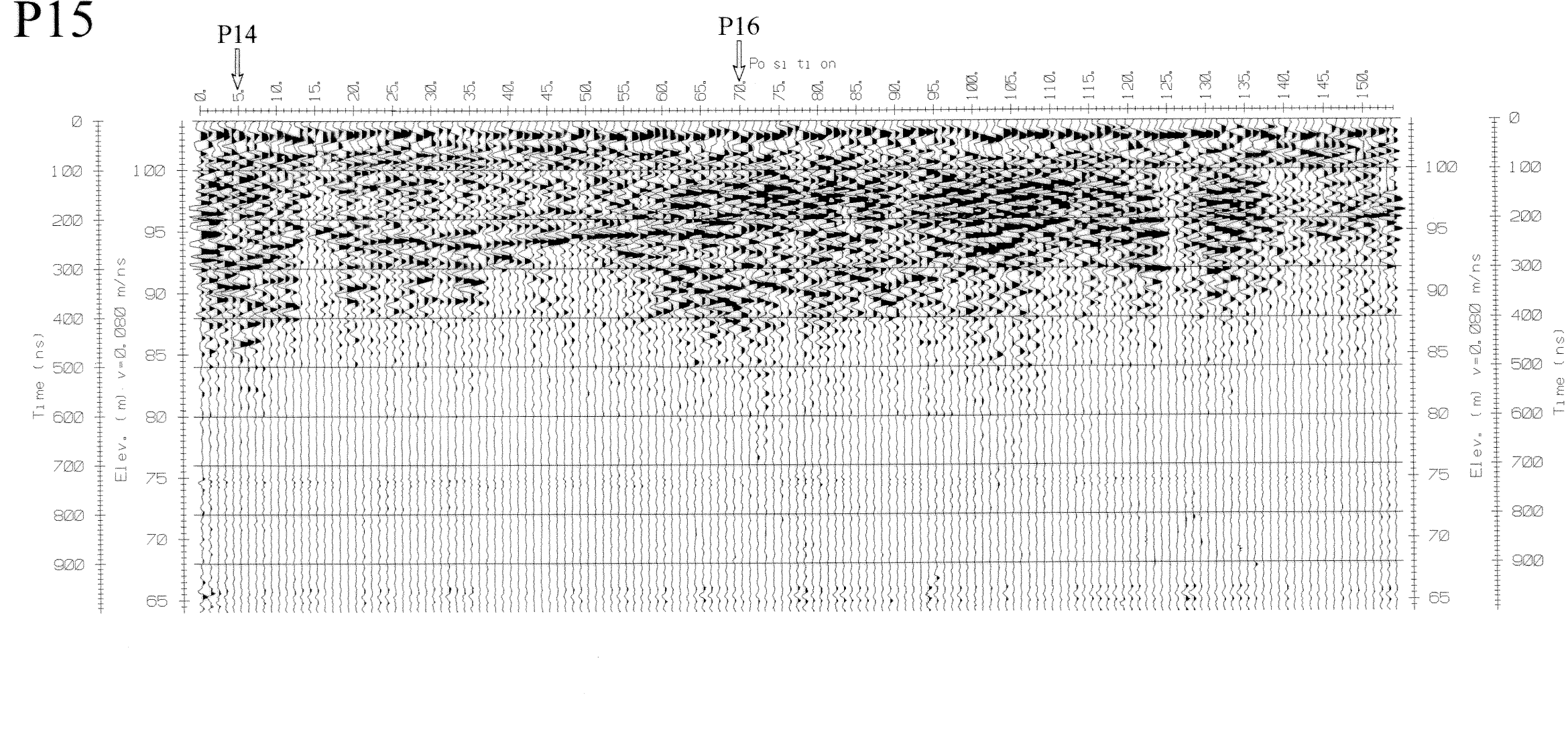
- P5 georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter
- ★ sonderboring
- sonderboring m/testpumping

GJESDAL KOMMUNE		MALESTOKK	MALT JFT	Jul -96
GEORADAROPPTAK P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13		1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb -97
GILJA			TRAC	
GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND			KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE		TEGNING NR	KARTBLAD NR	
TRONDHEIM		97.040-10	AQ 019-5-1, AP 019-5-1, AP 019-5-2	

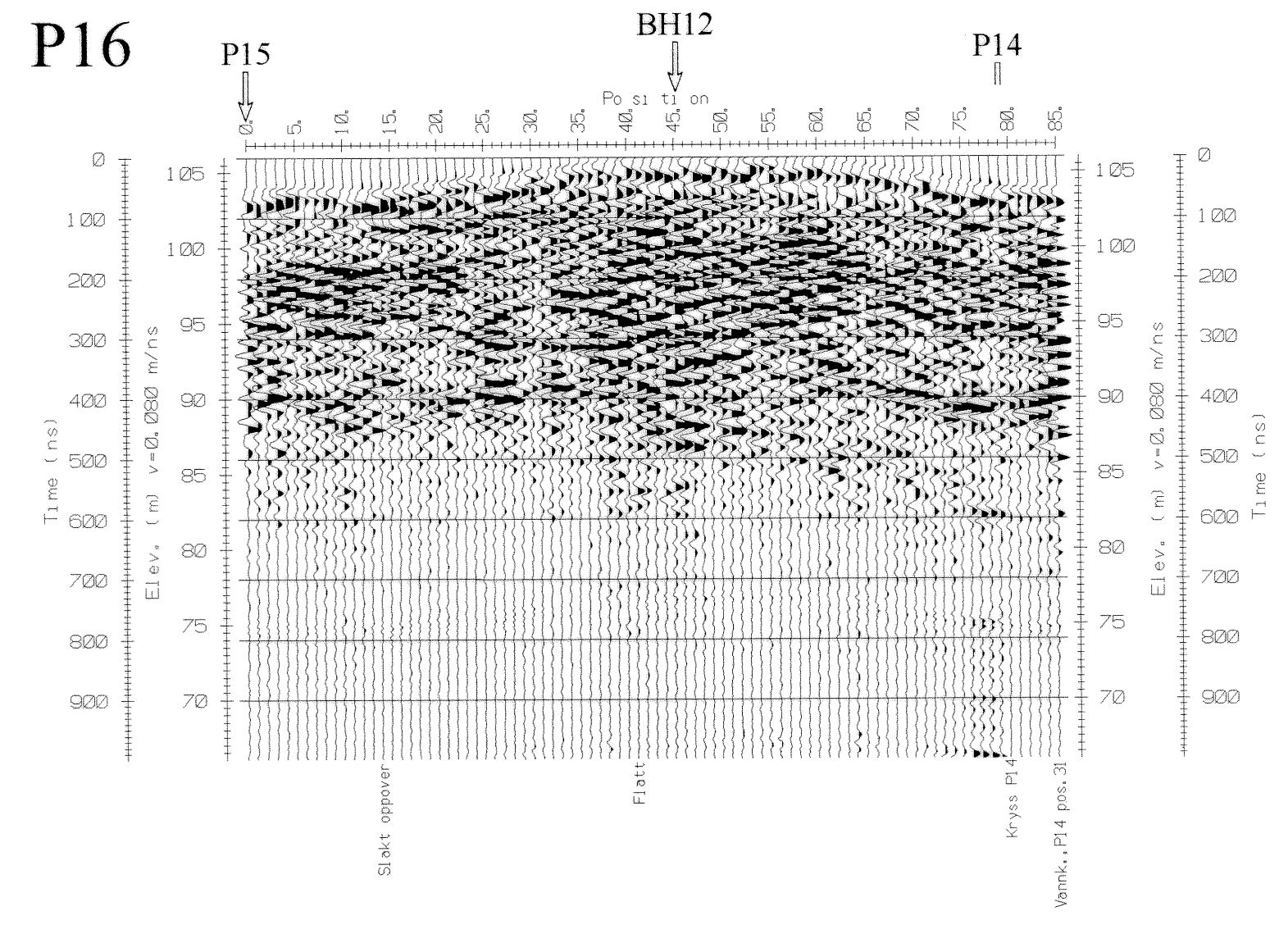
P14



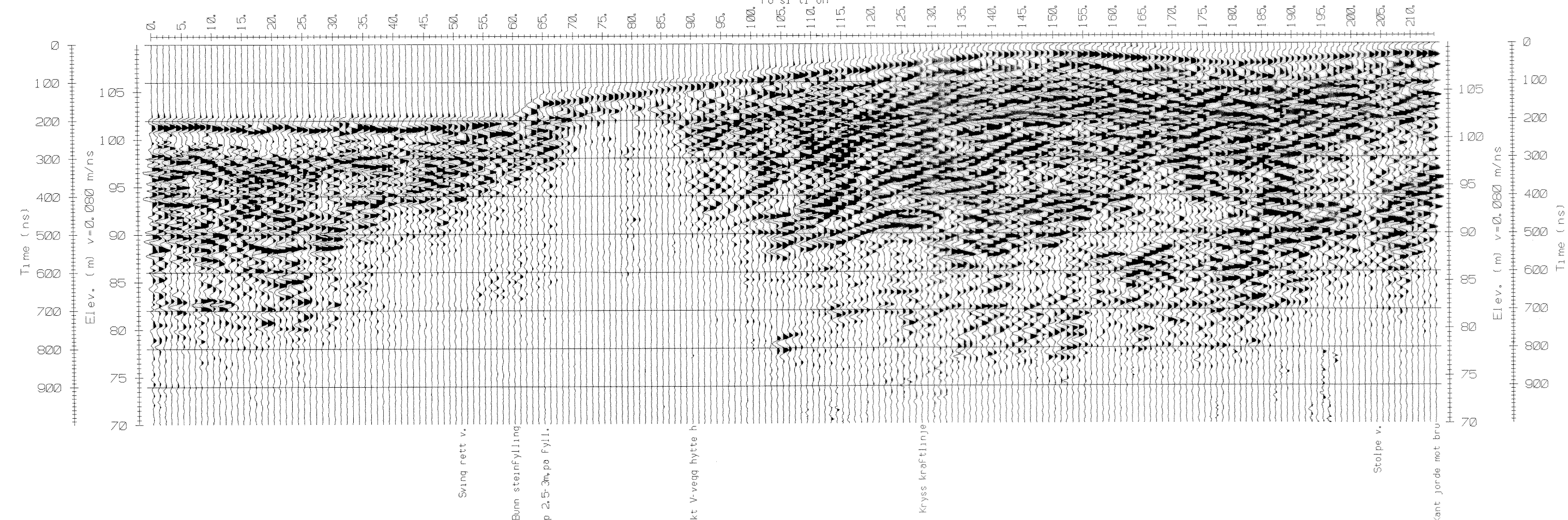
P15



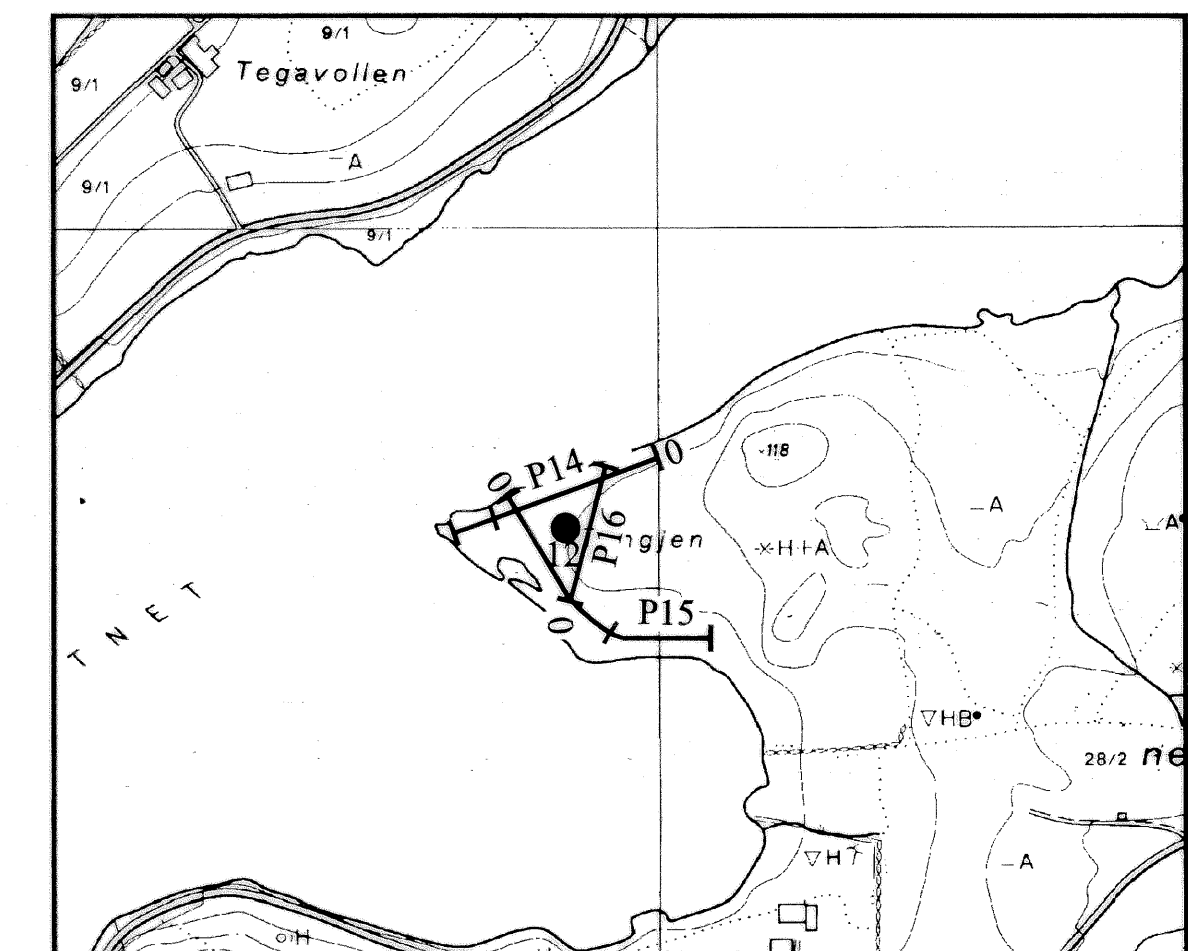
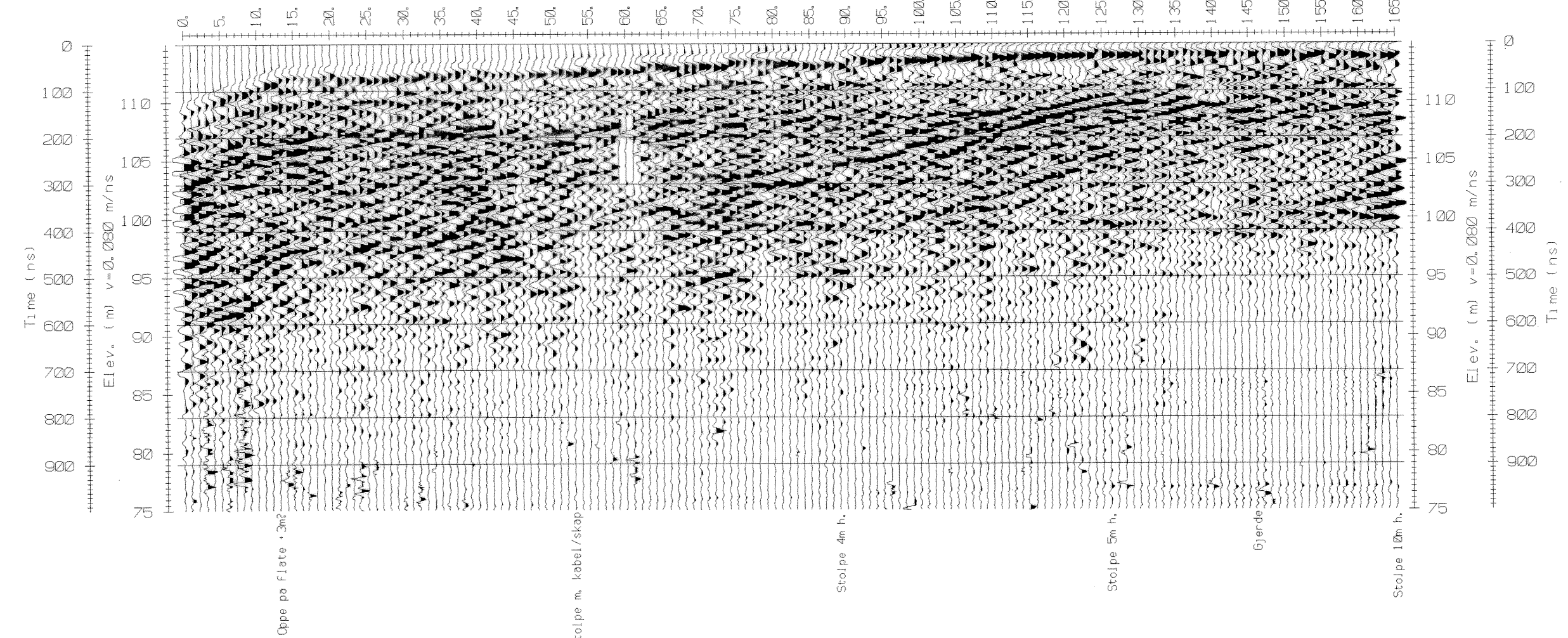
P16



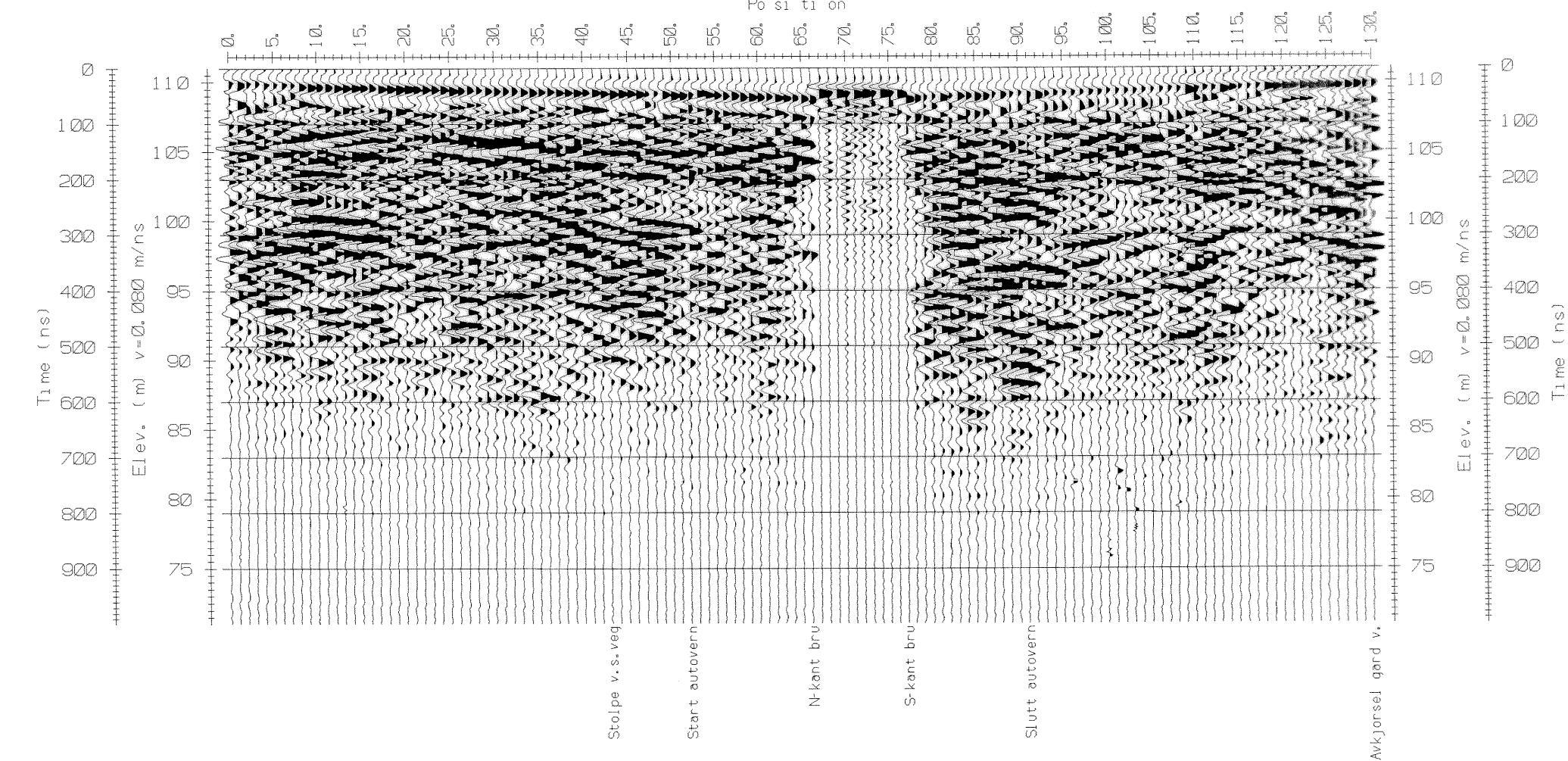
P17



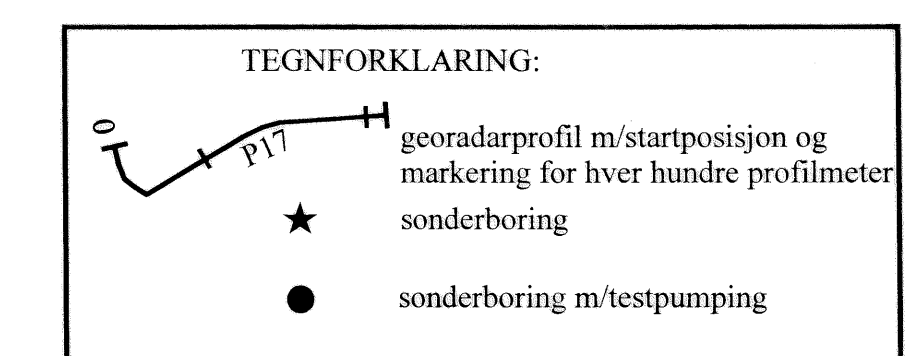
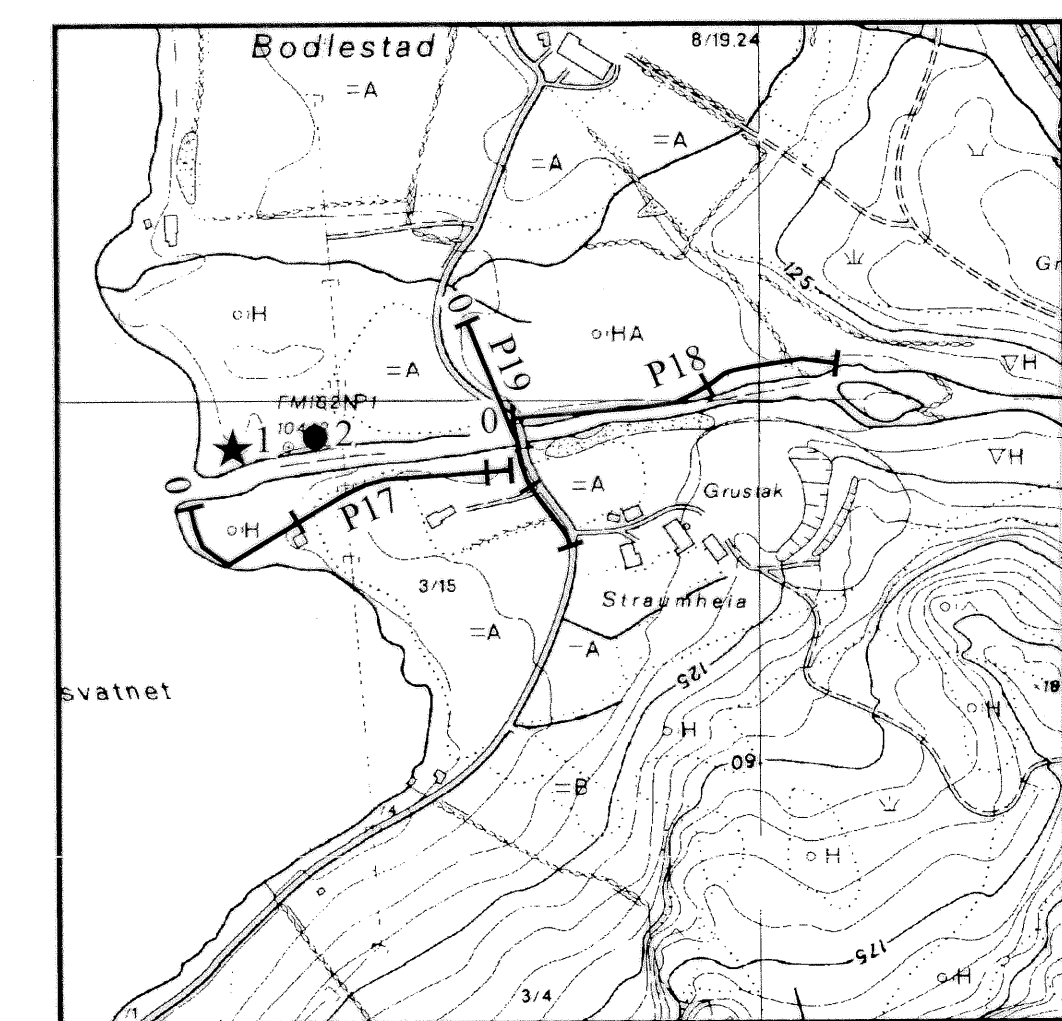
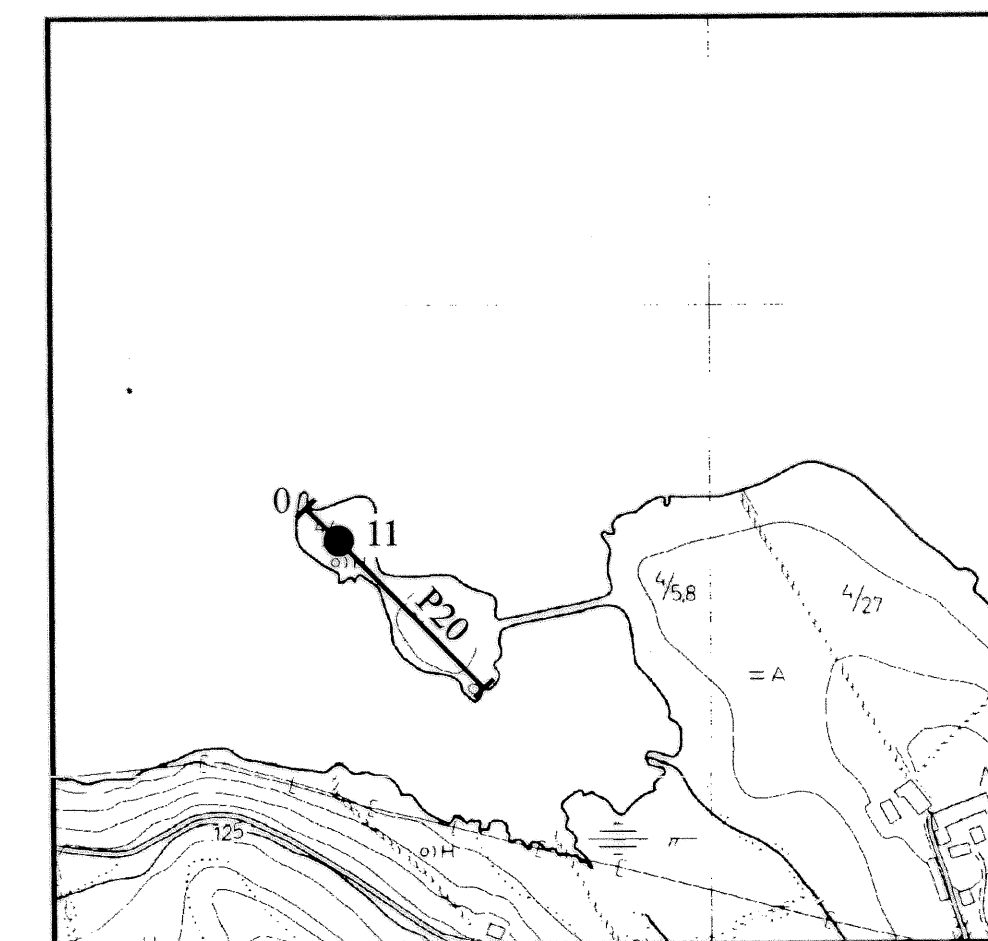
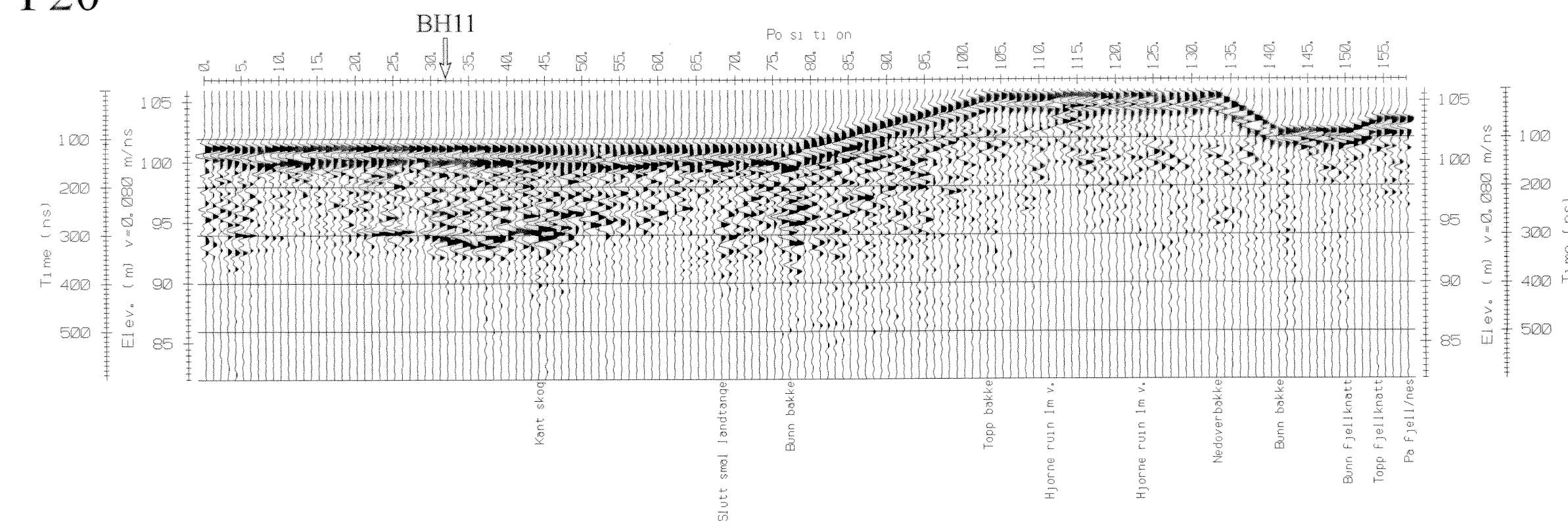
P18



P19



P20



GJESDAL KOMMUNE
 GEORADAROPPTAK P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20
ÅLGÅRD
 GJESDAL KOMMUNE, ROGALAND
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MALESTOKK	MÅLT JFT	juli -96
1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -97
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 97.040-11	KARTBLAD NR AM 018-5-1, AM 018-5-2	