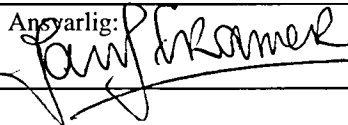


NGU Rapport 98.161

Grunnvannsundersøkelser i Kalvåg og Davik,
Bremanger kommune

Rapport nr.: 98.161		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i Kalvåg og Davik, Bremanger kommune			
Forfatter: Aase Midtgård Skrede, Harald Elvebakk, Øystein Jæger og Eilif Danielsen		Oppdragsgiver: Bremanger kommune og Norges geologiske undersøkelse	
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Bremanger	
Kartblad (M=1:250.000) Florø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Bremanger 1118 IV og Ålfoten 1218 IV	
Forekomstens navn og koordinater: UTM 32V Davik 318500 6866500, Kalvåg 282900 6855300		Sidetall: 28	Pris: 110,-
Feltarbeid utført: juni 1998		Rapportdato: 31.12.98	Prosjektnr.: 2713.14
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>I forbindelse med prosjektet «Økt bruk av grunnvann» har NGU i 1998 gjennomført grunnvannsundersøkelser for forsyningsstedene Davik og Kalvåg i Bremanger kommune, Sogn og Fjordane fylke.</p> <p>I Davik er mulighetene for grunnvannsuttak fra løsmasser undersøkt. Vannbehovet er oppgitt til 7 l/s. Det finnes i dag 4 godkjeningspliktige vannverk i bygda og ingen av disse har tilfredsstillende kvalitet. Feltundersøkelsene har omfattet befarings, georadarundersøkelser, løsmasseboringer, kapasitetstesting og uttak av masseprøve. Det ble ikke påvist noen egnet lokalitet i løsmasser som kan dekke vannbehovet for Davik. Det er imidlertid registrert flere kildeutslag i området som kan være aktuelle for mindre vannforsyninger. Disse bør kartlegges nærmere.</p> <p>Mulighetene for uttak av grunnvann i fjell er vurdert for forsyningsstedet Kalvåg. Det er ønskelig å benytte grunnvann til supplering av eksisterende overflatekilder. På grunnlag av befarings, sprekkekartlegging, studie av ulike kart og opplysninger om tidligere boringer er det foreslått til sammen 6 nye borepunkt. Disse borehullene vil trolig ikke alene kunne dekke vannbehovet for Kalvåg, men det forventes at de vil kunne gi et bra tilskudd til dagens vannkilde.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Georadar	Sonderboring	
Løsmasse	Grunnvannskvalitet	Grunnvannsforsyning	
Berggrunn		Fagrapport	

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 million nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt rensed vann. EU-normene og de nye norske drikkevannsforskriftene medfører behov for en bedring av drikkevannsforsyningen i mange områder. I en femårsperiode fra 1995-1999 vil ulike departement bevilge 100 mill. kr. hvert år til forbedring av vannforsyningen.

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

NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «Økt bruk av grunnvann». Formålet er å gi 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 Sogn og Fjordane ble det utført grunnvannsundersøkelser i Bremanger kommune 1998. Arbeidet i kommunen er planlagt i samarbeid med konsulentfirmaet ISIS og teknisk etat.

Prosjektet finansieres av Bremanger kommune (50 %) og NGU (50 %). I tillegg har ISIS/kommunen bidratt med en egeninnsats i form innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.

Bernt Olav Hilmo
Hovedprosjektleder

Aase Midtgård Skrede
forsker

INNHALDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	5
1 INNLEDNING	6
2 METODEBESKRIVELSE.....	7
2.1 Georadar.....	7
2.2 Boringer.....	7
2.3 Uttak av prøver.....	8
3 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER, DAVIK	8
3.1 Georadarmålinger.....	8
3.2 Boringer.....	11
4 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I FAST FJELL, KALVÅG	13
4.1 Feltundersøkelser	13
5 LITTERATUR	14

VEDLEGG

TEKSTBILAG

- 1 Georadar, metodebeskrivelse
- 2 Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

DATABILAG

- 1 Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling
- 2.1 - 2.5 Sonderboringer, boreprofiler
- 3.1 - 3.5 Utskrift av boreprofiler
- 4 Kornfordelingskurve av masseprøve fra sonderboring

KARTBILAG

- 98.161-01 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i Davik (M 1:50 000)
- 98.161-02 Detaljkart, georadaropptak og borehullsplassering, Davik
- 98.161-03 Detaljkart, georadaropptak og borehullsplassering, Davik
- 98.161-04 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i Kalvåg (M 1:50 000)
- 98.161-05 Detaljkart, foreslått plassering av borepunkt i fjell, Kalvåg
- 98.161-06 Detaljkart, foreslått plassering av borepunkt i fjell, Kalvåg

KONKLUSJON

Davik

For forsyningsstedet Davik er det gjort grunnvannsundersøkelser i løsmasser. Vannbehovet er av kommunen oppgitt til 7 l/s. Feltundersøkelsene har omfattet befarings-, georadarundersøkelser og sonderboringer. Løsmassene i området består stort sett av morenemateriale med dårlig vanngjennomgang, og som dermed er lite egnet for uttak av grunnvann. Det ble ikke påvist noen lokalitet i løsmasser som kan dekke vannbehovet for Davik. Det er imidlertid registrert flere kildeutslag i området som kan være aktuelle for mindre vannforsyninger. Disse kildene bør kartlegges nærmere.

Kalvåg

Mulighetene for grunnvannsuttak i fast fjell er vurdert for forsyningsstedet Kalvåg. Det er ønskelig å benytte grunnvann til supplering av eksisterende overflatevannkilder. På grunnlag av befarings-, sprekkkartlegging, studie av ulike kart og opplysninger om tidligere boringer, er det foreslått til sammen 6 nye borepunkt. Disse borehullene vil trolig ikke alene kunne dekke vannbehovet for Kalvåg, men det forventes at de vil kunne gi et bra tilskudd til dagens vannkilde.

1 INNLEDNING

I Bremanger kommune har NGU undersøkt mulighetene for uttak av grunnvann til forsyningsstedene Davik og Kalvåg. Kartbilag 98.161-01 og 98.161-04 viser lokaliseringen av de undersøkte områdene.

Aase Midtgård Skrede har vært ansvarlig for prosjektet, andre involverte er:

Øystein Jæger (befaring, feltarbeid grunnvann i fjell og løsmasser)

Alvar Braathen (feltarbeid grunnvann i fjell)

Harald Elvebakk (georadarmålinger)

Eilif Danielsen (løsmasseboringer)

Personell fra faggruppe for laboratorier, NGU, har utført kornfordelingsanalyse av en masseprøve.

Kontaktpersoner har vært Rune Oppheim Jørgensen fra ISIS og Ole Bjørn Førde fra Bremanger kommune. Disse har innhentet boretillatelse fra grunneiere og skaffet bakgrunnsmateriale for undersøkelsene.

2 METODEBESKRIVELSE

På grunnlag av feltbefaringen og gjennomgang av kart og rapporter fra tidligere undersøkelser ble det i samråd med ISIS og kommunen satt opp et prosjektforslag med kostnadsoverslag for de prioriterte områdene. Undersøkelsene ved Davik har omfattet befaring, geofysiske målinger (georadarmålinger) og sonderboringer.

2.1 Georadar

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

Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble brukt 100 MHz-antenner og senderspenningen var 1000V. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 m og flyttavstand på 0,5 m. Målingene ble utført med vogn påmontert målehjul hvor målingene ble utført automatisk for hver 0,5 m. Dette ga en sikker avstand mellom hvert målepunkt. Profilene ble ikke stukket. Kommentarer under opptakene kan bidra til at en lettere kan plassere posisjoner riktig i forhold til kartet. Ved beskrivelsen av opptakene refereres det til posisjoner angitt over opptakene. Samplingsintervall var 1,6 ns og det ble foretatt 16 summerte registreringer (stacks) i hvert punkt. Opptakstid var 700 ns. Det ble målt 4 profiler på til sammen 1,5 km.

Opptakene er terrengkorrigert der det er benyttet kart i målestokk 1:5000 (ekvidistanse 5 m) som grunnlag for høydeavlesning. Ved utskrift av opptakene er det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble benyttet SEC forsterkning (Spreading and Exponential Compensation). Ved dybde- konvertering er det benyttet en EM-bølgehastighet på 0,10 m/ns på profil 1 og 2 (morene) og 0,07 m/ns på profil 3 og 4 (vannmettet grus/morene).

2.2 Boringer

Alle sonderboringer og påfølgende rørdriking er utført med NGU's beltegående HAFO-borerigg. Riggen er utstyrt med topphammer og boring skjer ved rotasjon/slag samt vannspyling gjennom borkrone. Under rørdriking blir det forsøkt testpumping i ulike nivåer og om mulig tatt ut masseprøver og vannprøver. Det understrekes at de omtalte kapasitetstestene angir vannmengder fra en undersøkelsesbrønn (Ø 32 mm) med 1 m filter. Målingene gir informasjon om vanngjennomgangen i ulike løsmasselag og representerer ikke

vannkapasiteten for en eventuell produksjonsbrønn. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende boringer og testpumping er gitt i tekstbilag 2.

2.3 Uttak av prøver

På grunn av tette morenemasser med liten vanngjennomgang ble det ikke tatt ut noen vannprøver for analyse. En oppsugd masseprøve fra 4,7 - 5,7 m dyp i borehull 4 er analysert for kornfordeling. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende laboratorieanalyser er gitt i tekstbilag 2.

3 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER, DAVIK

I Davik finnes det 4 godkjeningspliktige vannverk. Ingen av disse har tilfredsstillende kvalitet, bl.a. fordi kildene, Steinselva og Storelva, til tider har for liten kapasitet, for høyt bakterietall og for lav pH. Midlere vannbehov er 7 l/s, mens målt maksimum døgnforbruk er 8,3 l/s. Aktuelle områder for grunnvannsundersøkelser ble valgt ut i samråd med kommunen. Det ble først valgt ut områder der en utfra en geologisk tolkning kunne forvente å finne sorterte løsmasser av sand og grus. Slike løsmasser har vanligvis god vanngjennomgang og kan dermed være egnet for uttak av grunnvann.

I samråd med kommunen/ISIS ble deretter forurensningsfare fra bebyggelse og jordbruk vurdert for hvert enkelt område. I de minst konfliktfylte områdene ble det bestemt å gå videre med grunnvannsundersøkelser.

3.1 Georadarmålinger

Kartbilag -02 og -03 viser georadaropptak og plassering av profiler. Det ble målt to profiler sør for Indre Davik opp mot eksisterende vanninntak i Gardselva. Videre ble to profiler målt i Ytre Davik, ett langs veien fra Storelva mot Løkane og Åsen og ett langs Storelva like nord for Kviene. Tabell 1 viser en oversikt over de profiler som ble målt.

Tabell 1. Oversikt over profilenes plassering, lengde og opptakstid

	Sted	Lengde (m)	Opptakstid (ns)	Kartbilagsnr.
P1	Sør for Indre Davik	457	700	-02
P2	Sør for Indre Davik	254	700	-02
P3	Langs vei, Løkane, Åsen	656.5	700	-03
P4	Langs Storelva, Kviene	136.5	700	-03

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptakene til sedimentenes 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). Nedenfor er hvert enkelt profil beskrevet ut fra opptakene, hvilke masser som indikeres, tykkelsen av disse og mulighetene for grunnvannsuttak.

Profil 1

Profil 1 ble målt langs en traktorveg med start ca 350 m nord-nordvest for nåværende vanninntak i Gardselva. Profilet stoppet ved vanninntaket. En ville undersøke dette området fordi det bl.a. lå ovenfor gårder og bebyggelse og dermed ikke kom i konflikt med forurensning. En kartlagt breelvavsetning nedenfor gårdene ble p.g.a forurensningsfare ikke undersøkt. Breelvavsetninger har vanligvis størst potensiale for grunnvannsuttak.

Penetrasjonen (dybderekkevidden) av EM bølgene varierer fra 5 til 20 m med et gjennomsnitt på ca 15 m. Refleksjonsmønsteret er kaotisk langs hele profilet og viser ingen tegn på lagdelte sand/grusavsetninger. Det kaotiske mønsteret tyder på morene med grus og stein. Dette betyr dårlige masser for grunnvannsuttak. Det er ikke mulig å se grunnvannsspeilet. En reflektor observeres fra posisjon 0 (75 m.o.h.) til ca posisjon 130 (90 m.o.h.). Dette kan være fjelloverflaten som da ligger på 10 - 15 m dyp. Videre langs profilet observeres ikke fjelloverflaten, men ofte er det slik at penetrasjonsdypet tilsvarer dypet til fjell. Overgangen mellom morene og fjell er ofte diffus og indikeres sjelden som en tydelig reflektor. Dypet er i så fall 10 - 20 m oppover mot vanninntaket. Da en ville bore, ble det anbefalt å bore ca 50 m nedenfor vanninntaket i nærheten av elva. Her indikerte georadarmålingene ca 15 m overdekke av mest sannsynlig morene hvilket betyr små muligheter for grunnvannsuttak. Boringene (Bh 2) påviste hovedsakelig morene ned til ca 14 m.

Profil 2

Profil 2 ble målt fra profil 1, posisjon 335 og nordover langs en rygg (morenerygg ?) ned mot en gårdsveg som krysset Gardselva. Penetrasjonen er 15 - 20 m langs hele profilet, men noe mindre ned mot elva, ca 10 m. Refleksjonsmønsteret er også her kaotisk noe som tyder på morene med grus og stein. Fra posisjon 0 til ca 80 observeres en delvis sammenhengende reflektor på ca 5 m dyp. Dette kan tyde på en viss lagdeling av sand/grus. Sonderboring ved posisjon 237 (Bh 1) viste et fjelldyp på ca 10 m. Dette stemmer bra med penetrasjonsdypet til EM-bølgene, og for resten av profilet er dette 15 - 20 m. De indikerte morenemassene gir små muligheter for grunnvannsuttak.

Profil 3

Profil 3 ble målt fra bru over Storelva langs vei mot Løkane og Åsen i Ytre Davik. Området er flatt og ligger delvis mellom to elver, Storelva og Hausleelva. Penetrasjonen varierer langs profilet, 3 - 15 m. Mesteparten av profilet går på vei langs dyrket mark. Gjødsling vil øke den elektriske ledningsevnen i de øverste jordlagene, og økende ledningsevne demper EM-bølgene og penetrasjonen avtar. Finstoff og leire vil også dempe penetrasjonen og det er f.eks. ikke mulig å "se" gjennom marin leire.

På dette profilet er refleksjonsmønsteret en blanding av hauget og kaotisk. Det betyr at en stedvis kan ha lagdelte sand/grusavsetninger. Dette ser en særlig fra posisjon 0 til ca 340. Området bærer preg av variasjoner i reflektiviteten, dvs variasjon av antall reflektorer som observeres. I området 0 - 60 er penetrasjonen 8 - 9 m, men en ser områder med mindre reflektivitet f.eks mellom posisjon 32 og 37. Reflektiviteten er avhengig av variasjoner i vanninnholdet som igjen er avhengig av kornstørrelse og massenes sammensetning. Tette ensartede masser gir lav reflektivitet. I området mellom posisjon 75 og 250 ser en også variasjoner i reflektiviteten, men en ser også flere tydelige lagstrukturer, særlig mellom posisjon 140 og 180 hvor en har antydning til skrålagning.. Dette kan tyde på grovkornige sand/grusavsetninger som vanligvis er godt egnet som grunnvannsreservoar. Indikert lagtykkelse er ca 10 m som tilsvarer penetrasjonen. Området er imidlertid uaktuelt til grunnvannsuttak på grunn av jordbruk og bebyggelse. Fra posisjon 250 avtar penetrasjonen til 5 - 6 m.

Fra posisjon 340 til 450 observeres en meget tydelig reflektor som skråer ned til 7 - 8 m dyp. Trolig fortsetter den mot dypet fra posisjon 450. En like tydelig reflektor skråer opp mot dagen fra posisjon ca 590. Dette kan være samme reflektor og mest sannsynlig er det bunnen av ei myr. Oversiktskartet, kartbilag -03, viser myrområder på begge sider av vegen. Yttergrensene til områdene faller sammen med reflektorens utgående i dagen. En del av området er nå dyrket mark. Slike tydelige reflektorer er typiske for myr. Reflektiviteten varierer, og en ser også tydelige strukturer som mellom posisjon 415 og 460. Om dette er strukturer i myra eller grusavsetninger fra en bekk som krysser profilet er vanskelig å si. Tykkelsen på myra er trolig litt mindre enn det som kan leses fra optakene da bølgehastigheten er litt lavere enn i

vannmettet sand/grus. Indikert dyp med 0,07 m/ns er ca 7 m. Med en hastighet på 0.04 - 0.05 m/ns blir tykkelsen 4 - 5 m. Dette øker fra posisjon 450 hvor myrbunnen er for dyp til bli indikert. De underliggende masser er det ikke mulig å si noe om.

Grunnvannsspeilet ligger trolig grunt, 1 - 2 m. Den direkte bølgen mellom sender og mottaker vises som en sammenhengende reflektor øverst på opptaket. En horisontal reflektor observeres like under denne langs deler av profilet som mellom posisjon 340 og 540 som kan indikere grunnvannsspeilet. Grunnvannsspeilet i myr går vanligvis i dagen, men her kan det være senket da området er oppdyrket.

Profil 4

Profil 4 ble målt langs Storelva sørøst for profil 3 ved Kviene. Penetrasjonen er ca 10 m langs hele profilet. Refleksjonsmønsteret er kaotisk, men med antydning til lagstrukturer som vises mellom posisjon 40 og 60 og fra posisjon 115 til slutten av profilet. Opptaket indikerer hovedsakelig morenemasser med innslag av sand/grus med små muligheter for grunnvannsuttak. Fra ca posisjon 10 til 90 observeres en svak reflektor på ca 10 m dyp som fra posisjon 50 faller brattere og observeres på ca 15 m dyp ved posisjon 88. Dette er trolig fjelloverflaten. Bh 4 ved posisjon 41 som traff fjell på 9,7 m dyp bekrefter dette. Her ble påtruffet sand og grus med stein. Dette stemmer med georadaropptakene som her viste antydning til grusstrukturer. Bh 3 og Bh 5 påtraff morenemasser med noe sand og stein. Grunnvannsspeilet ligger svært grunt, 0 - 1 m.

3.2 Boringer

På grunnlag av tolkning av de målte georadarprofilene ble det forslått fem ulike borepunkter. Beliggenheten er vist i kartbilag -02 og -03, mens borelogger og utskrifter av observerte boreparametre er vist i henholdsvis databilag 2.1 - 2.5 og 3.1 - 3.5.

Borepunkt 1 er plassert like ved Gardselva, helt mot slutten av georadarprofil 2. Fra overflaten og ned til ca. 2,7 m består massene av grus og stein. Under dette nivået er det morene helt ned til fjell på 9,7 m. På grunn av finkornige masser med liten vanngjennomgang ble det ikke forsøkt testpumping ved denne lokaliteten.

Borepunkt 2 ligger også ved Gardselva, 250 meter sørøst for Bh. 1, ved georadarprofil 1. Her er det sand og stein ned til ca. 1,7 m, deretter er det morene helt ned til 13,7 m hvor boringen ble avsluttet uten å nå fjell. Heller ikke ved denne lokaliteten ble det forsøkt testpumping, p.g.a. uegnede masser.

Borepunkt 3 ble plassert lengre vest, like ved starten av georadarprofil 4, ved elva som renner fra Hamrefossen. Massene her er nokså like som i de to foregående borehullene. Øverst er det sand og stein, og fra et nivå på ca. 2,7 m er det morene ned til fjell på 7,70 m.

Borepunkt 4 er boret ca 50 meter nord for Bh. 3, langs georadarprofil 4. Også her er det sand og stein øverst, men fra ca. 5,7 m dyp og ned til fjell på 9,7 m består massene av grusig sand. Det ble forsøkt testpumping ved nivået 4,7 - 5,7 m. Vannmengden ble anslått til å være ca. 15 l/min. Det ble pumpet opp mye sand og vannet ble ikke klart. Det er ikke foretatt kjemiske analyser av vannet, men det er tatt ut en masseprøve fra dette nivået. Kornfordelingskurven som er vist i databilag 4 viser at massene inneholder mye finstoff.

Borepunkt 5 ligger ca 60 m nordvest for Bh. 4. Her er det ca. 5,7 m sand og stein øverst, og deretter morene helt ned til fjell på 11,7 m.

Sammendrag

Grunnvannsundersøkelsene i de prioriterte områdene i Davik viser at løsmassene ikke er egnet for grunnvannsuttak. Løsmassene domineres av morene og der det er sorterte masser er det et høyt innhold av finstoff som gir dårlig vanngjennomgang.

I et område i Ytre Davik, langs georadarprofil 3, er det indikert lagdelt sand og grus. Her kan det være muligheter for uttak av grunnvann, men området ligger nær inntil bebyggelse og er av denne grunn uaktuelt for etablering av ny grunnvannsbrønn.

4 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I FAST FJELL, KALVÅG

For forsyningsstedet Kalvåg er mulighetene for uttak av grunnvann i fjell vurdert på grunnlag av befaring, sprekkekartlegging, studie av ulike kart og opplysninger om tidligere boringer. Befaringen ble foretatt sammen med Frid Gillebo fra konsulentfirmaet ISIS og Ole Bjørn Førde fra kommunen. Det ble angitt to områder (kartbilag -04) der kommunen ønsket å få undersøkt mulighetene for grunnvannsuttak fra borebrønner i fjell. Det ene området er ved eksisterende vannanlegg ved Lisetvatnet, det andre er ved Øvre Frøyen.

4.1 Feltundersøkelser

Tolkning av større sprekkesoner i berggrunnen er basert på økonomisk kartverk (M 1:5 000) og topografiske kart (M 1:50 000). Detaljert oppsprekking er målt under feltbefaring. Berggrunnen i de undersøkte områder består av varierende metamorfe vulkanitter som delvis er kraftig duktilt (plastisk) deformert. Dette kan sees av båndingen i bergarten. Forventet vannmengde ved boring i slike bergarter er fra 100 - 500 l/t per brønn.

Borelokaliseringene og- orienteringene er foreslått slik at hullene skjærer de mest markerte sprekkesonene og slik at de krysser flest mulig sprekker. Det er foreslått 4 borepunkt ved Lisetvatnet. Boringene utføres som skråboringer i prioritert rekkefølge (se kartbilag -05):

1. Borehull 1 bores med 60° fall mot sør
2. Borehull 2 bores med 60° fall mot nord
3. Borehull 3 bores med 80° fall mot sør
4. Borehull 4 bores med 60° fall mot sør

Ved Øvre Frøyen er det foreslått 2 skråboringer (se kartbilag -06). Prioritert rekkefølge er:

5. Borehull 5 bores med 70° fall mot nordvest
6. Borehull 6 bores med 70° fall mot vest

Det bør bores til ca. 100 m dyp i hvert borehull. Kapasiteten øker vanligvis dersom brønnborener utfører **hydraulisk trykking** i brønnen, og slik trykking bør derfor budsjetteres i utgangspunktet. For å unngå at overflatenære sprekker åpnes under trykking, bør mansjett plasseres på minst ca. 25-30 meters dyp. Den nøyaktige mansjett-plasseringen kan bestemmes etter boring iflg. borelogg.

Etter boring bør det utføres langtids prøvepumping i minst 3 måneder der det regelmessig blir målt kapasitet og tatt vannprøver både for kjemiske og bakteriologiske analyser. Erfaring tilsier at vannkvaliteten varierer mellom nærliggende borehull, og vannanalyser bør derfor

utføres for hvert hull. Selv om bakteriologisk kvalitet i grunnvann vanligvis er mye bedre enn i overflatevann, kan det være nødvendig med installering av enkelt vannbehandlingsutstyr for regelmessig bruk eller som beredskap.

5 LITTERATUR

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

Kildal, E.S, 1970: Måløy berggrunnskart, M 1: 250 000. Norges geologiske undersøkelse.

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

Sosial- og Helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68, 1-9 / 95.

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

<i>Medium</i>	ϵ_r	<i>v (m/ns)</i>	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<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 grunnvannsutttak, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø32 mm dampør med en meter filterlengde

bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring.

Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe 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 pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsføremst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpingen blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumpingen. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarret. 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 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 dampør med filter bestående av oppslisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. Opp-pumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømning til pumpebrønnen.

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

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

d) Langtids prøvemping av fjellbrønner

Langtids prøvemping av fjellbrønner skjer stort sett etter de samme prinsipper som prøvemping 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 pumpa etter at pumperaten er regulert slik at vannstanden i borehullet innstiller seg i et konstant nivå like over pumpa. 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.

5 VANNPRØVETAKING

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

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag

- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

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

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

6 FELTANALYSER

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

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

7 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

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

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på ± 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 ± 2.5 % for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

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

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

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

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

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

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

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

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

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

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene. Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen (Σ kationer = Σ anioner) Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

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

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

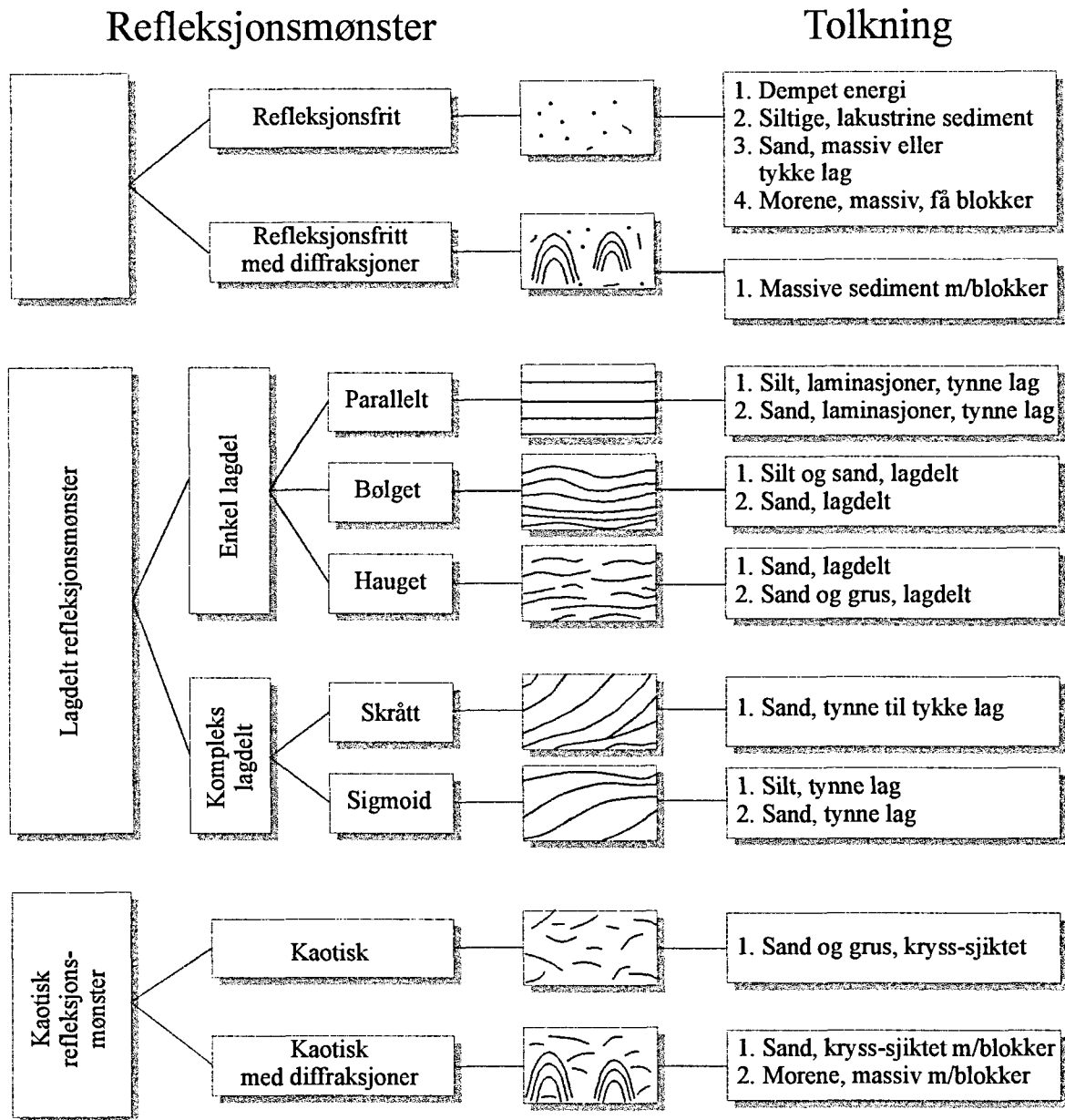
Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

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).

Brønn-ID: 406 Type brønn: Sondering Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Bremanger (1438)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 319052.00 NS-koordinater: 6866156.00 Høyde over havet: 95 meter
 Oppdragsgivers navn: Bremanger kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 21.06.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): 8.00 m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

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

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Grus og stein	0	Brunt							
1.70	2.70	Grus og stein	0	Grått							
2.70	8.00	Morene	1-3	Grått							
8.00	9.70	Fjell	0	Grått							

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 28.10.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 407 Type brønn: Sondering Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Bremanger (1438)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 319125.00 NS-koordinater: 6865950.00 Høyde over havet: 125 meter
 Oppdragsgivers navn: Bremanger kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 16.05.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 13.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

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

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Sand og stein	0	Brunt							Brun/grått
1.70	2.70	Morene	0-1	Grått							
2.70	4.70	Morene	0-4	Grått							
4.70	8.70	Morene	0-8	Grått							
8.70	13.70	Morene	1-10	Grått							

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 28.10.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 414 Type brønn: Sondering Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Bremanger (1438)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 317883.00 NS-koordinater: 6866458.00 Høyde over havet: 27 meter
 Oppdragsgivers navn: Bremanger kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 16.08.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 7.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): 5.20 m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

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

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Sand og stein	0	Brunt							
1.70	2.70	Sand og stein	0-1	Grått							
2.70	4.70	Morene	0-5	Grått							
4.70	5.20	Morene	0	Grått							
5.20	7.70	Fjell	0-8	Grått							

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 02.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 285 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Bremanger (1438)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 317903.00 NS-koordinater: 6866508.00 Høyde over havet: 26 meter
 Oppdragsgivers navn: Bremanger kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 16.08.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): 8.20 m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørmateriale: Dampør

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

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	2.70	Grus og stein	0-1	Brunt							
2.70	4.70	Sand og stein	0-1	Brunt							
4.70	5.70	Sand og stein	0-1	Brunt	0.25		15	Ja	Ja	Pumping (P)	
5.70	8.20	Grusig sand	0-8	Brunt							Grå/brunt
8.20	9.70	Fjell	0	Brunt							Grå/brunt

Merknad:
 Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 02.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 415 Type brønn: Sondering Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Bremanger (1438)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 317853.00 NS-koordinater: 6866528.00 Høyde over havet: 25 meter
 Oppdragsgivers navn: Bremanger kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 16.08.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 11.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): 10.20 m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

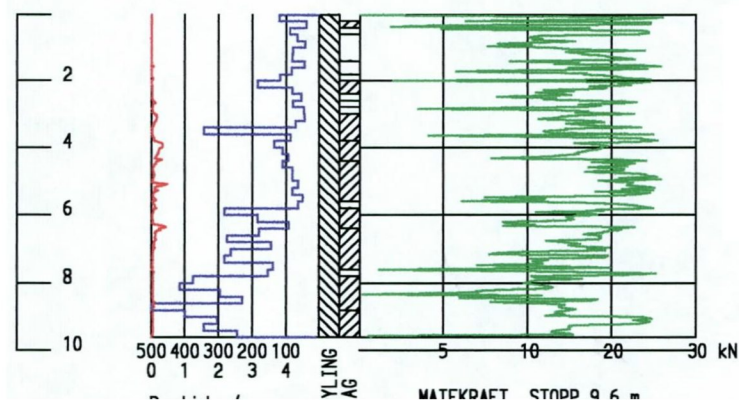
Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	5.70	Sand og stein	0	Brunt							
5.70	6.70	Morene	0-8	Brunt							
6.70	7.70	Morene	0-8	Brunt							
7.70	10.20	Morene	0-8	Grått							
10.20	11.70	Fjell	0-3	Grått							

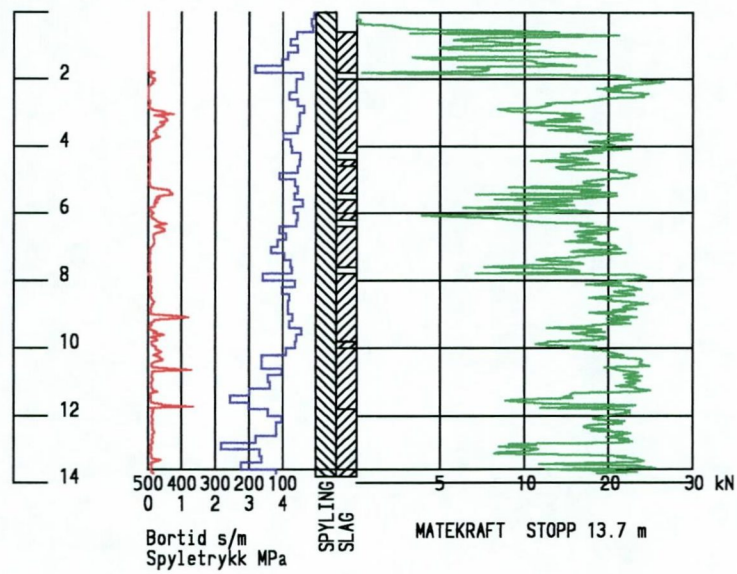
Merknad:

Andre opplysninger:

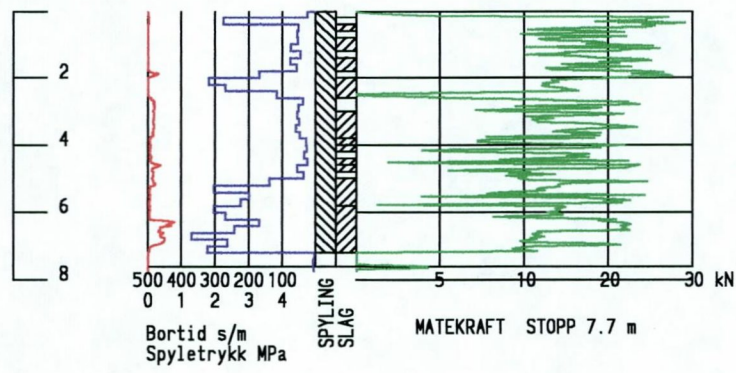
Utfyllingsdato: 02.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen



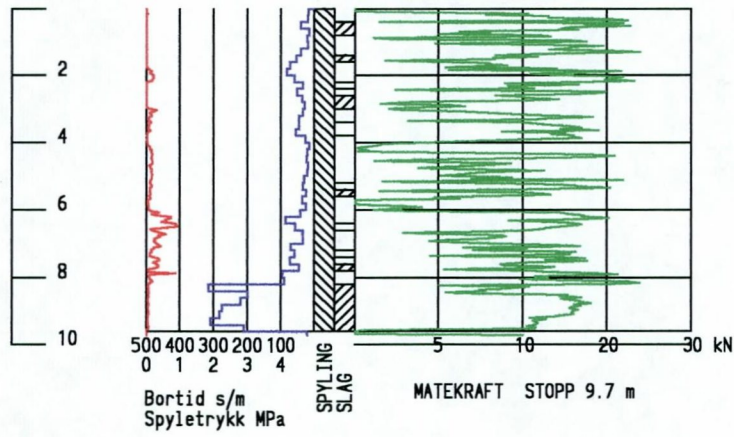
Prosjekt	Identifisering X:0319052 Y:6866156	Høyde	
Prosjektnavn Davik		Dato 1998-06-26	Målestokk 1:200
Firmanavn NGU		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 309
		Fil: LAARDA.STD	



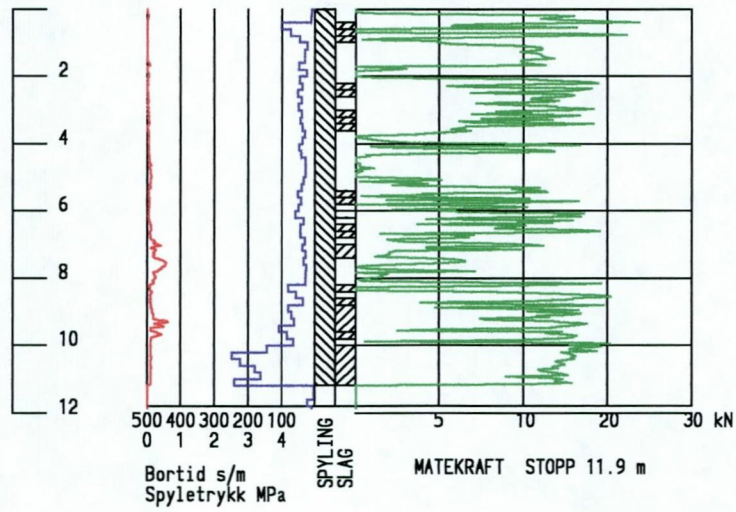
Prosjekt	Identifisering X:0319052 Y:6866156	Høyde	
Prosjektnavn Davik		Dato 1998-06-26	Målestokk 1:200
Firmanavn NGU		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 310
		Fil: LAARDA.STD	



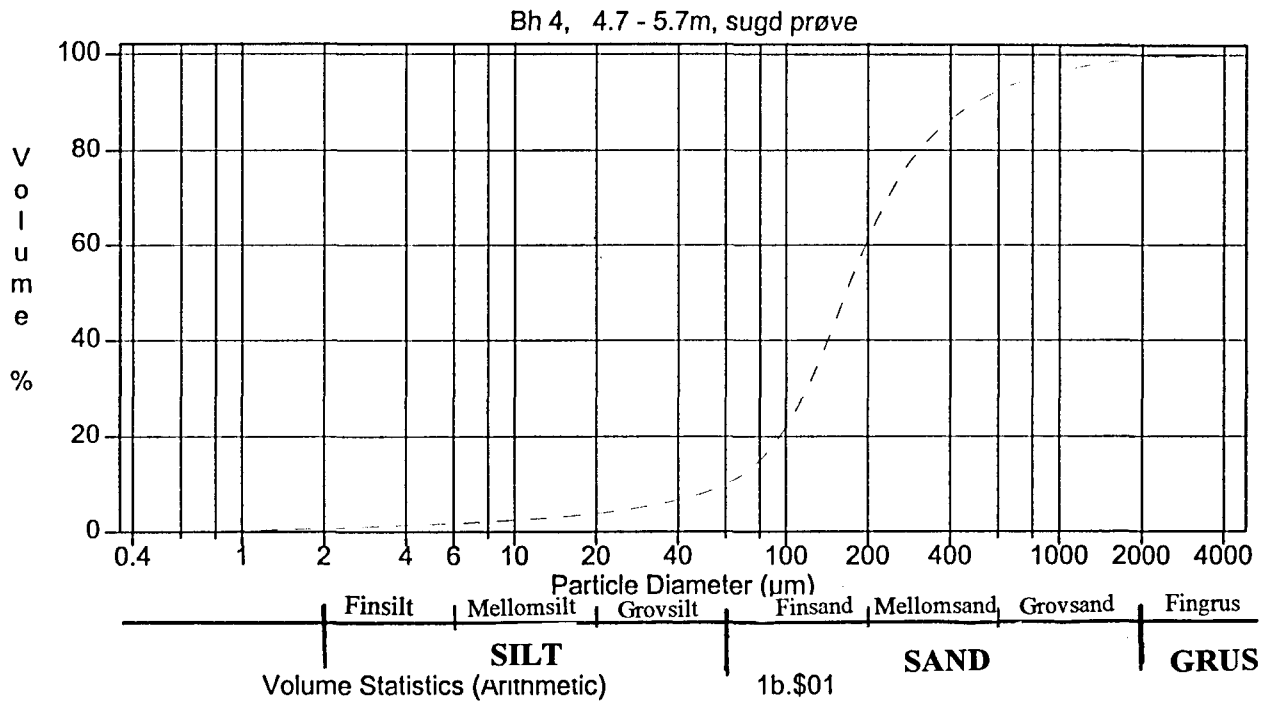
Prosjekt	Identifisering X:0319052 Y:6866156	Høyde	
Prosjektnavn Davik	Firmanavn NGU	Dato 1998-06-27	Målestokk 1:200
		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 311
		Fil: LAARDA.STD	



Prosjekt	Identifisering X:0317903 Y:6866508	Høyde	
Prosjektnavn Davik	Dato 1998-06-27	Målestokk 1:200	
Firmanavn NGU	Side 1 (1)	Hålnr (GP) 312	
	Fil: LAARDA.STD		



Prosjekt	Identifisering X:0317903 Y:6866508	Høyde	
Prosjektnavn Davik		Dato 1998-06-27	Målestokk 1:200
Firmanavn NGU		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 313
		Fil: LAARDA.STD	



Calculations from 0.375 µm to 4000 µm

Volume	100.0%		
Mean:	251.9 µm	95% Conf. Limits:	0-865.4 µm
Median:	166.7 µm	S.D.:	313.0 µm
D(3,2):	51.94 µm	Variance:	97966 µm ²
Mean/Median Ratio:	1.511	C.V.:	124%
Mode:	153.8 µm	Skewness:	4.372 Right skewed
d ₁₀ :	60.89 µm	Kurtosis:	25.82 Leptokurtic
d ₅₀ :	166.7 µm		
d ₉₀ :	490.4 µm		
Specific Surf. Area	1155 cm ² /ml		

% <	10	25	60	75	90
Size µm	60.89	107.6	196.3	266.3	490.4

1b.\$01

Volume %	Particle Diameter µm
1.000	2.701
2.000	7.287
5.000	28.86
10.00	60.89
15.00	80.63
20.00	95.13
25.00	107.6
40.00	142.0
50.00	166.7
60.00	196.3
70.00	237.1
75.00	266.3
80.00	306.7
90.00	490.4



Undersøkte områder

NGU/BREMANGER KOMMUNE
 GEORADAR, UNDERSØKTE OMRÅDER
DAVIK
 BREMANGER KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

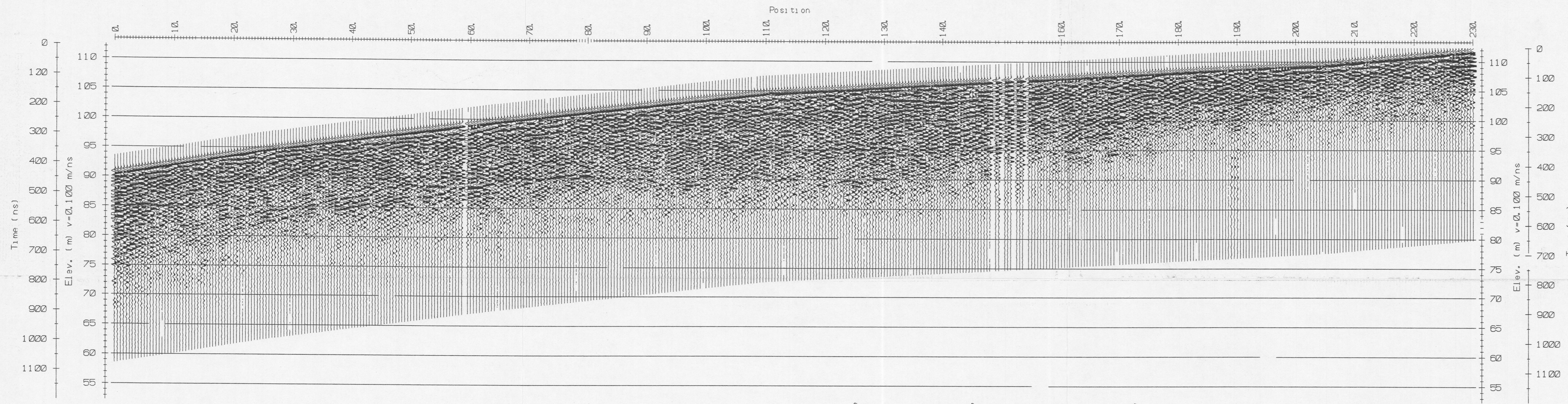
MÅLESTOKK 1:50000	MÅLT HE/ØJ	Juni -98
	TEGN HE	Des. -98
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

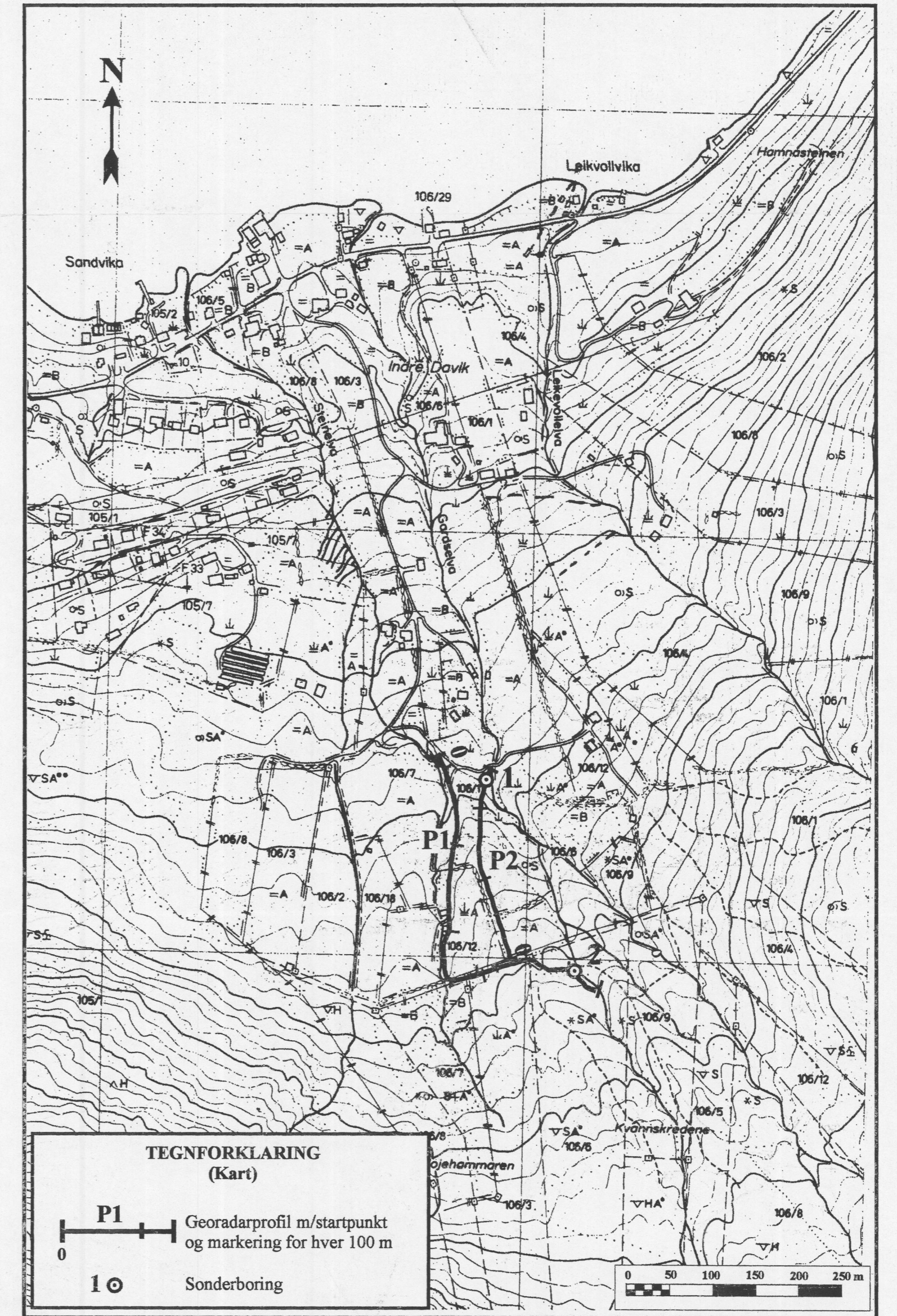
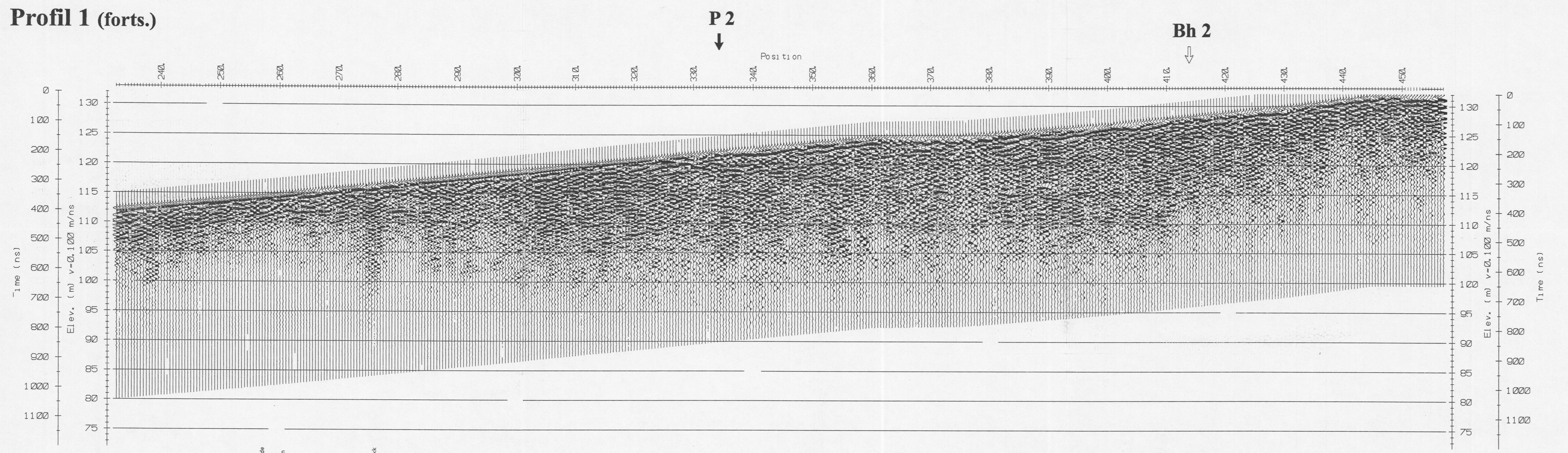
TEGNING NR
 98.161-01

KARTBLAD NR
 1218 IV

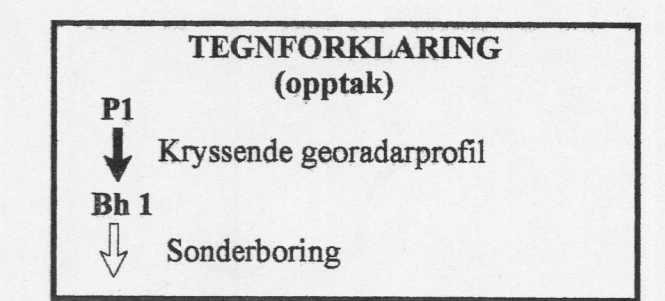
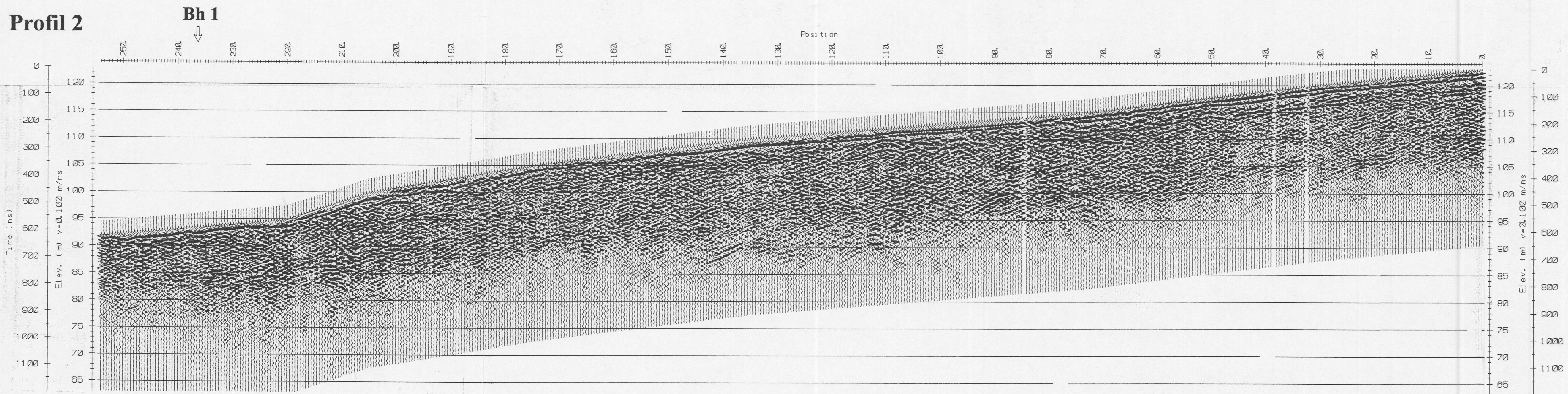
Profil 1



Profil 1 (forts.)

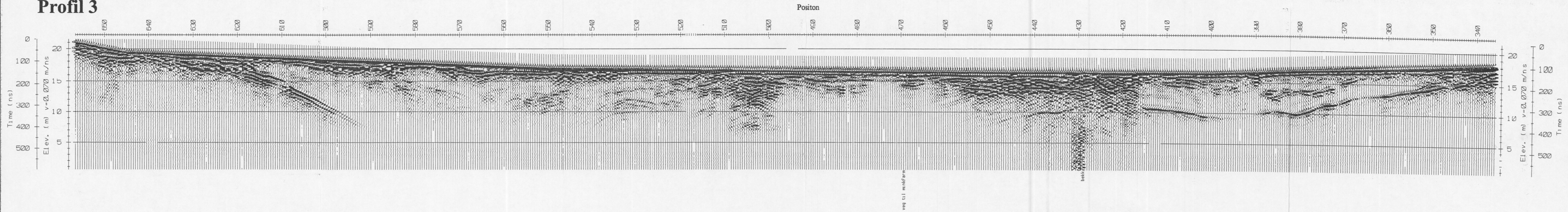


Profil 2

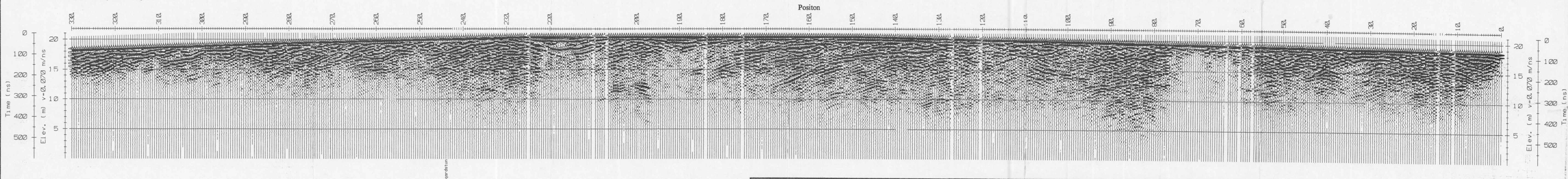


NGU/BREMANGER KOMMUNE GEORADAROPPTAK DAVIK BREMANGER, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5000 (kart)	MÅLT HE/ØJ JUNI -98 TEGN HE DES. -98 TRAC KFR KONF
	TEGNING NR 98.161-02	KARTBLAD NR 1218 IV

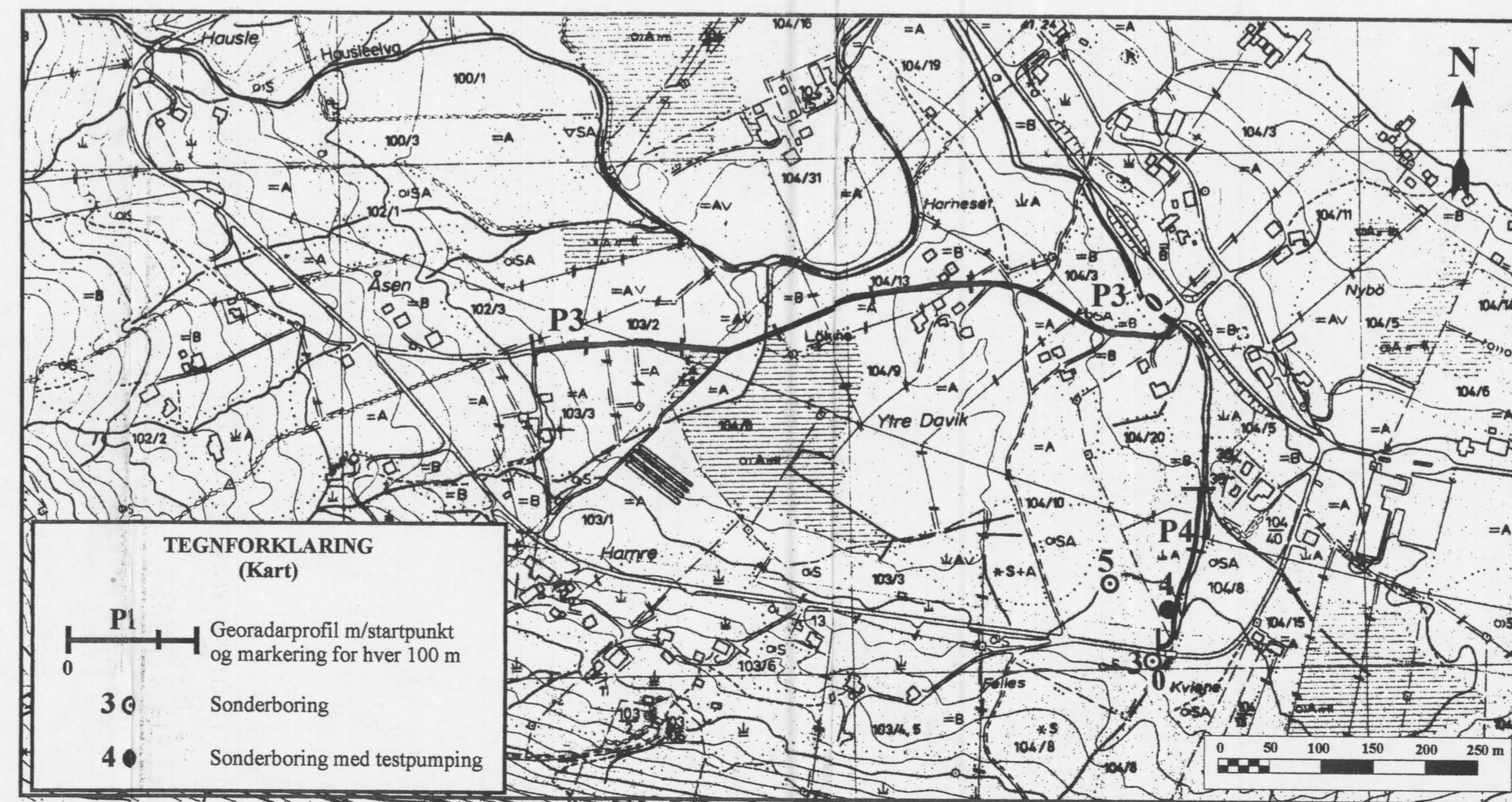
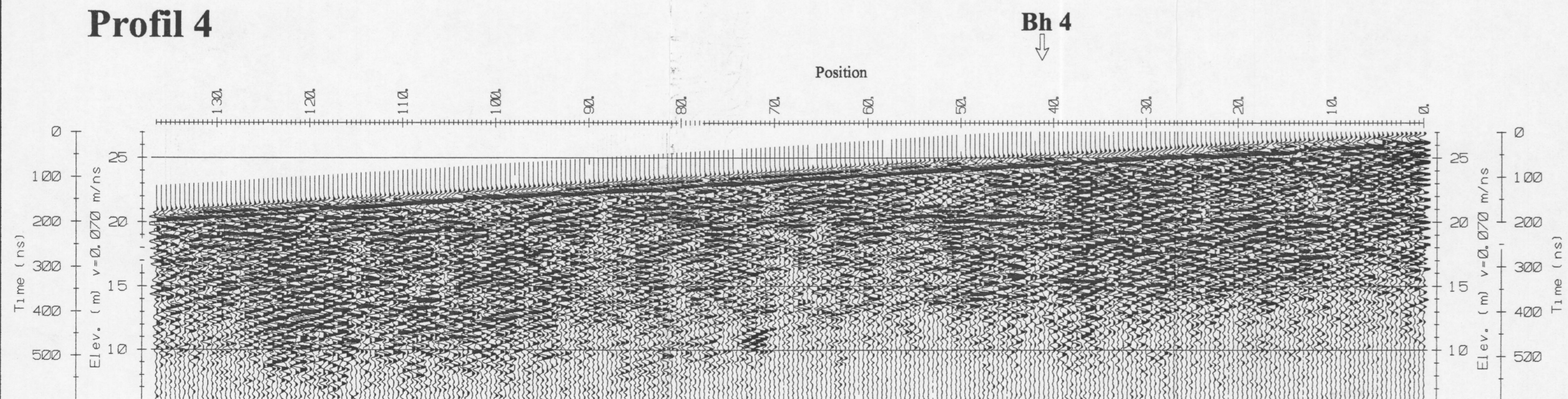
Profil 3



Profil 3 (forts.)



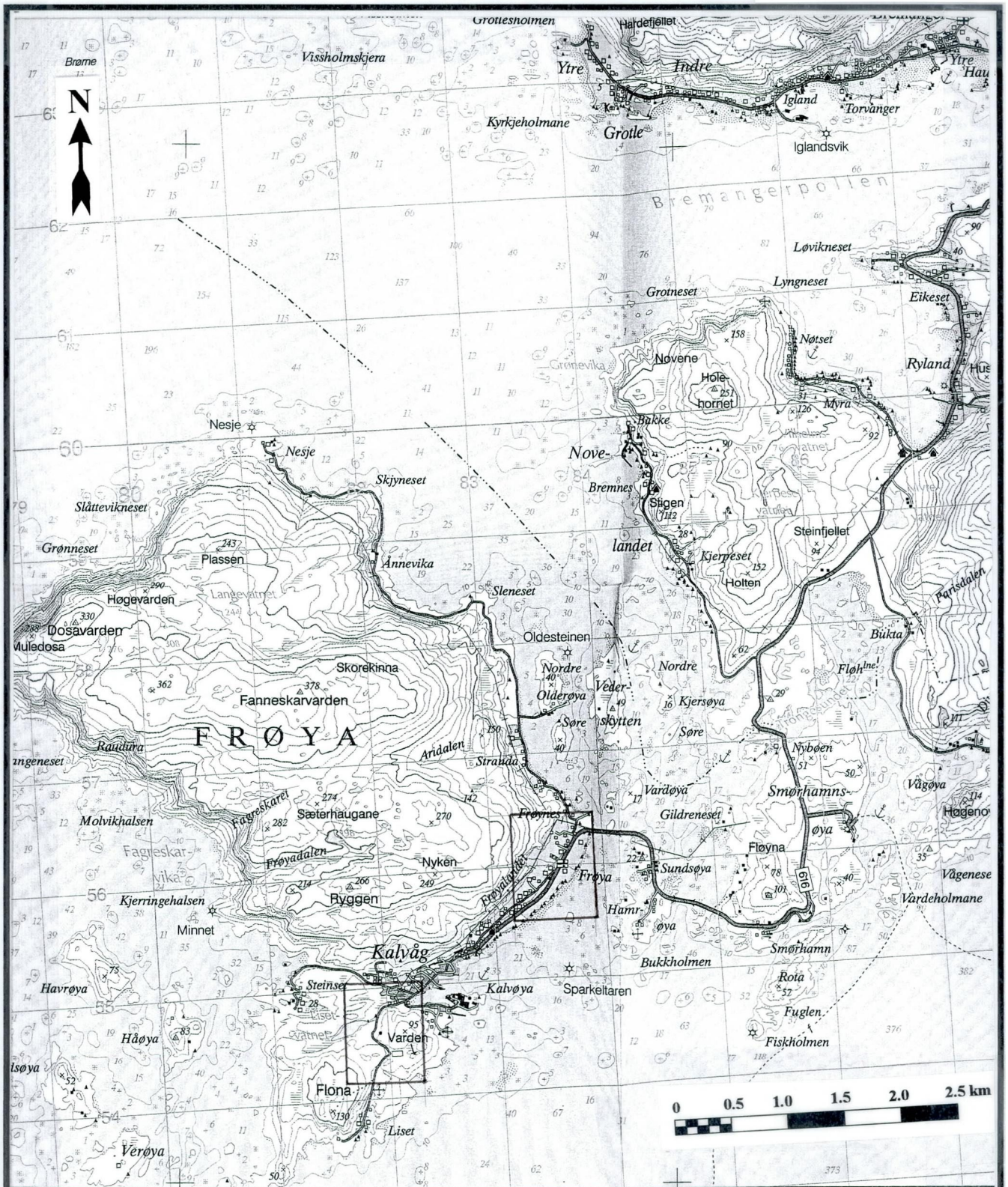
Profil 4



TEGNFORKLARING (opptak)


Bh 4
↓
Sonderboring

NGU/BREMANGER KOMMUNE GEORADAROPPTAK DAVIK BREMANGER, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT HE/ØJ	Jun -98
	1:5000 (kart)	TEGN HE	Des. -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	98.161-03	1218 IV	



79 50' 81 82 83 84 55' 85 86 87
 SOGN OG FJORDANE FYLKE FLORØ BREMANGER
 MÅLESTOKK 1:50000 SCALE

BREMANGER KOMMUNE
OVERSIKTSKART
KALVÅG
 SOGN OG FJORDANE

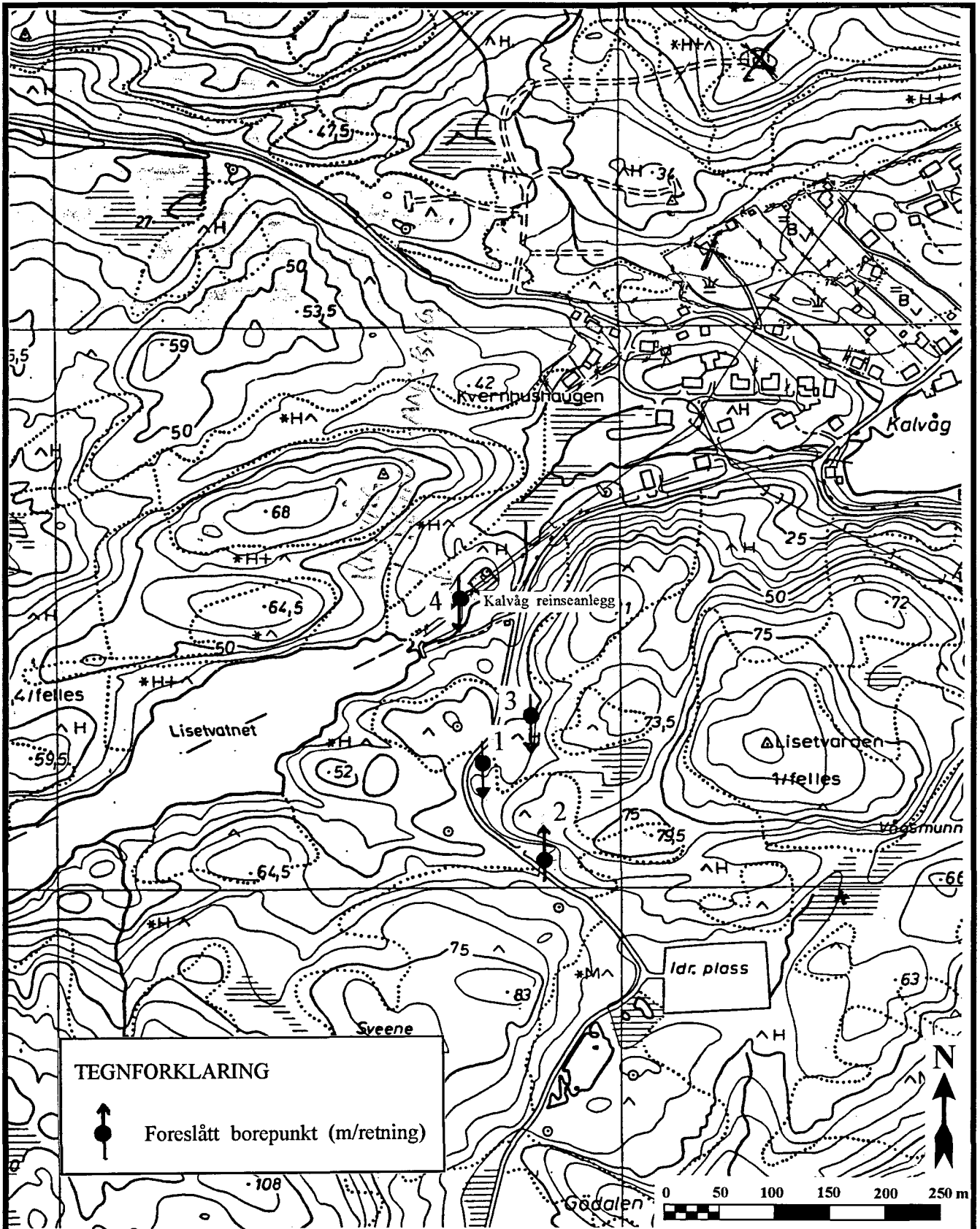
 Avmerkede områder er vist i kartbilag -05 og -06

MÅLESTOKK 1: 50 000	MÅLT	JUNI 1998
	TEGN	JAN. 1999
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 98.161-04

KARTBLAD NR
 1118 IV



BREMANGER KOMMUNE
DETALJKART

KALVÅG

SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT

TEGN

TRAC

KFR

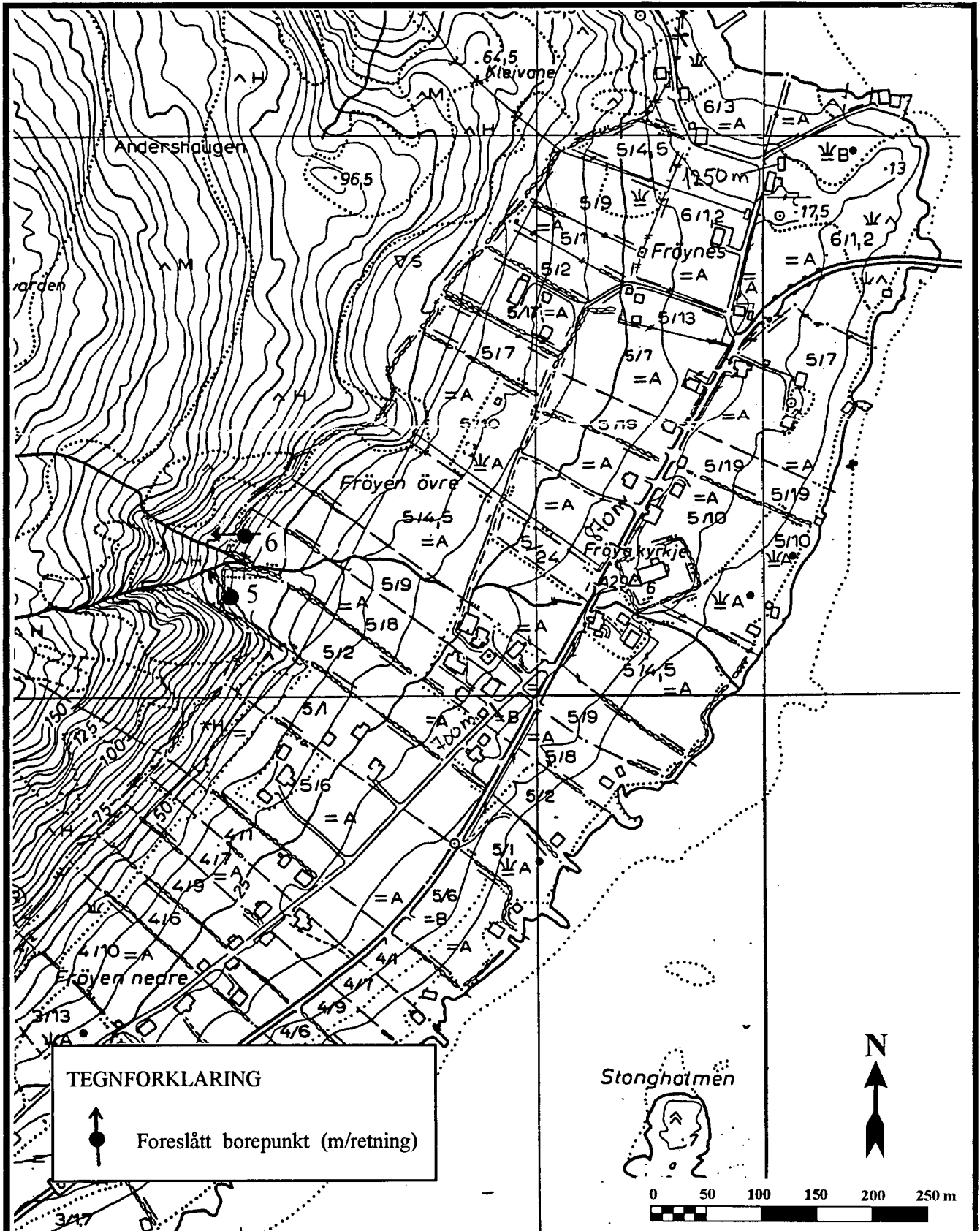
JUNI 1998

JAN. 1999

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
98.161-05

KARTBLAD NR
1118 IV



BREMANGER KOMMUNE

DETALJKART

KALVÅG

SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT

TEGN

TRAC

KFR

JUNI 1998

JAN. 1999

TEGNING NR
98.161-06KARTBLAD NR
1118 IV