

NGU Rapport 98.046

Grunnvannsundersøkelser i Jondal kommune

Rapport nr.: 98.046	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i Jondal kommune		
Forfatter:	Oppdragsgiver:	
Aase Kjersti Midtgård, David Banks Torleif Lauritsen, Bjørn Iversen og Gaute Storrø	Jondal kommune, Hordaland fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse.	
Fylke:	Kommune:	
Hordaland	Jondal	
Kartblad (M=1:250.000) Odda	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Jondal 1315 IV og Varaldsøyra 1215 II	
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 79	Pris: 215,-
	Kartbilag: 10	
Feltarbeid utført: aug. - sept. 1997	Rapportdato: 27.04.98	Prosjektnr.: 27.1312
		Ansvarlig: <i>Bent Olev. Hjelme</i>

Sammendrag:

I forbindelse med "Prosjekt vannforsyning" (PROVA) har NGU i 1997 gjennomført grunnvannsundersøkelser for seks forsyningsssteder i Jondal kommune, Hordaland fylke. Grunnvann fra løsmasser er vurdert for Jondal sentrum, Herand og Øvre Krossdalen. Oppgitt vannbehov er henholdsvis 200 000, 100 000 og 50 000 l/døgn. Feltundersøkelsene har omfattet befaring, georadarundersøkelser, løsmasseboringer for kapasitetstesting og uttak av vannprøver og masseprøver. Det ble påvist gode muligheter for grunnvannsuttak ved **Herand** og for **Jondal sentrum**. Etter NGUs vurdering vil trolig de oppgitte vannbehovene der kunne dekkes. I **Øvre Krossdalen** er det ingen egnede løsmasseavsetninger, men bygda vil trolig kunne forsynes med grunnvann fra fjell ved å bore brønner på de foreslåtte lokalitetene.

Mulighetene for uttak av grunnvann i fjell er også vurdert for forsyningssstedene Torsnes, Hammaren og Kysnes. Vannbehovet for Torsnes er noe usikkert, men er i overkant av 50 000 l/døgn, for Hammaren og Kysnes er det omlag 20 000 l/døgn (50 000 l/døgn for hele Kysnesstranda). Vurderingene er gjort på grunnlag av befaring, sprekkekartlegging, studie av ulike kart og opplysninger om tidligere borer. Ved **Hammaren** bør et tilleggsborehull på henvist lokalitet gi et tilfredsstillende supplement til eksisterende vannverk. For forsyningssstedene **Torsnes** og **Kysnes** bør vannbehovet kunne dekkes ved å bore i de prioriterte områdene.

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 forurensset ferskvann. Likevel har nesten 1 mill nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt renset 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 nytes 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 Hordaland ble det utført grunnvannsundersøkelser i Jondal kommune 1997. Arbeidet i kommunen er planlagt i samarbeid med teknisk etat.

Prosjektet finansieres av Hordaland fylkeskommune (25 %), Jondal kommune (25 %) og NGU (50 %). I tillegg har kommunene/vannverka bidratt med en egeninnsats i form innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.


Bernt Olav Hilmo

Hovedprosjektleder

INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	6
1 INNLEDNING	7
 GRUNNVANSUNDERSØKELSER I LØSMASSER	
2 METODEBESKRIVELSE.....	8
2.1 Georadar	8
2.2 Boringer.....	8
2.3 Prøvebehandling.....	9
3 FELTUNDERSØKELSER I LØSMASSER	9
3.1 Jondal sentrum.....	9
3.1.1 Georadarmålinger.....	10
3.1.2 Boringer.....	11
3.1.3 Vannkvalitet	12
3.1.4 Anbefalinger.....	13
3.2 Øvre Krossdalen.....	13
3.2.1 Geroradarmålinger.....	13
3.2.2 Boringer.....	14
3.2.3 Vannkvalitet	14
3.2.4 Anbefalinger.....	15
3.3 Herand	15
3.3.1 Georadarmålinger.....	15
3.3.2 Boringer.....	16
3.3.3 Vannkvalitet	16
3.3.4 Anbefalinger.....	17
 GRUNNVANSUNDERSØKELSER I FAST FJELL	
4 INNLEDNING	18
5 BERGGRUNNSGEOLOGI	18
6 FELTUNDERSØKELSER I FAST FJELL	20
6.1 Torsnes	20
6.1.1 Berggrunnsgeologi	20
6.1.2 Utførte undersøkelser	21
6.1.3 Forslag til borepunkter	21
6.2 Hammaren	23
6.2.1 Berggrunnsgeologi	24
6.2.2 Utførte undersøkelser	24
6.2.3 Forslag til borepunkter	24
6.3 Kysnes	25
6.3.1 Berggrunnsgeologi	25

6.3.2 Utførte undersøkelser	26
6.3.3 Forslag til borepunkter	26
6.4 Øvre Krossdalen.....	26
6.4.1 Berggrunnsgeologi	26
6.4.2 Utførte undersøkelser	27
6.4.3 Forslag til borepunkter	27
7 ANDRE BETRAKTNINGER, FAST FJELL.....	28
8 ANBEFALINGER, FAST FJELL	29
9 REFERANSER	31

VEDLEGG

TEKSTBILAG

- 1 Georadarometodebeskrivelse
- 2 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder
- 3 Telefaks fra Jondal kommune med oversikt over vannbehov
- 4 Vurdering av eksisterende Torsnes vassverk, utdrag fra DOP-rapport
- 5 NGU-rapport fra 1984 (v/Rohr-Torp) om boring ved Hammaren / Kysnes
- 6 Brev som beskriver eksisterende fjellborehull ved Hammaren / Kysnes
(hullnummereringen er også benyttet på kartbilag -05)

DATABILAG

- 1.1 - 1.11 Sonderboringer, boreprofiler
- 2.1 - 2.4 Kornfordelingskurver av masseprøver fra sonderboringer
- 3.1 - 3.4 Vannanalyser
- 4.1 - 4.2 Sprekkemålinger

KARTBILAG

- 98.046-01 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i løsmasser i Jondal kommune
- 98.046-02 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Jondal sentrum
- 98.046-03 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Øvre Krossdalen
- 98.046-04 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Herand
- 98.046-05 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i fast fjell, Jondal - vest
- 98.046-06 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i fast fjell, Jondal - øst
- 98.046-07 Detaljkart, Torsnes
- 98.046-08 Detaljkart, Hammaren
- 98.046-09 Detaljkart, Kysnes
- 98.046-10 Detaljkart, Øvre Krossdalen

KONKLUSJON

Grunnvann i løsmasser

Mulighetene for grunnvannsuttak i løsmasser er vurdert for forsyningsstedene Jondal, Herand og Øvre Krossdalen, vannbehovet er henholdsvis 200 000, 100 000 og 50 000 l/døgn.

Feltundersøkelser ble utført sommeren 1997 og har omfattet befaring, georadarundersøkelser, løsmasseboringer for kapasitetstesting og uttak av vannprøver og masseprøver. Det ble påvist gode muligheter for grunnvannsuttak ved **Herand** og i **Jondal sentrum**. Etter NGUs vurdering vil trolig de oppgitte vannbehovene der kunne dekkes. Grunnvannskvaliteten er generelt god med unntak av noe lav pH og alkalitet. Innenfor det aktuelle undersøkelsesområdet i **Øvre Krossdalen** ble det ikke påvist noen lokalitet i løsmasser med tilstrekkelig vannføring.

På grunnlag av positive resultater fra de innledende undersøkelsene anbefales det videre undersøkelser i form av langtidsprøvepumping av fullskala brønner for forsyningsstedene Jondal og Herand. En sikker vurdering av vanngiverevne og grunnvannskvalitet kan først gjøres etter fullskala langtidsprøvepumping. Pumpingen bør foregå over minimum tre mnd. og det bør tas vannprøver jevnlig og foretas registreringer av kapasitet og grunnvannsnivå over tid.

Grunnvann i fast fjell

Mulighetene for grunnvannsuttak i fast fjell er vurdert for forsyningsstedene Torsnes, Hammaren, Kysnes og Øvre Krossdalen. Feltundersøkelsene ble utført 10. og 11. september 1997. Vannbehovet for Torsnes er noe usikkert, men et minimumsanslag ligger på 50 000 l/døgn. Oppgitt vannbehov for Hammaren er omlag 20 000 l/døgn, for hele Kysnesstranda er det 50 000 l/døgn, mens 20000 l/døgn er tilstrekkelig for selve Kysnes. Øvre Krossdalen har også et vannbehov på 50 000 l/døgn. Kommunen bør kontrollere vannbehovet ved alle de undersøkte lokalitetene, dette gjelder spesielt ved Torsnes og Øvre Krossdal.

Dersom vannbehovet for **Torsnes** er 4000 - 5000 l/t betraktes boring etter grunnvann i fjell ved ca. 6 prioriterte steder å være et mulig alternativ. Dersom vannbehovet er > 5000 l/t vil NGU fraråde boring i fjell dersom man ikke har utelukket alle andre muligheter.

Et tilleggsborehull på henvist lokalitet på **Hammaren** bør gi et tilfredsstillende supplement til eksisterende vannverk. Dersom et supplement til eksisterende vannverk på **Kysnes** er nødvendig, bør man bore på den henviste lokaliteten. Vannbehovet for **Øvre Krossdalen** bør kunne tilfredsstilles ved å bore inn til 5 fjellbrønner på de prioriterte lokalitetene.

1 INNLEDNING

I Jondal kommune har NGU undersøkt mulighetene for uttak av grunnvann til seks forsyningssteder. Grunnvann fra løsmasser er vurdert for Jondal sentrum, Herand, og Øvre Krossdalen, for sistnevnte sted er det også undersøkt muligheter for uttak av grunnvann fra fjell. Ved forsyningsstedene Torsnes og Kysnes er det ingen egnede løsmasseavsetninger, og aktuelle steder for fjellboringer er foreslått. Kartbilag 98.046-01, -05, og -06 viser lokaliseringen av de undersøkte områdene.

Aase Kjersti Midtgård har vært ansvarlig for prosjektet, andre involverte var:

David Banks (vurdering av fjellboringer)

Øystein Jæger (befaring)

Torleif Lauritsen (georadarmålinger)

Gaute Storrø (grunnvannsundersøkelser i løsmasser)

Bjørn Iversen (løsmasseboringer)

Personell fra faggruppe for laboratorier, NGU, har utført uorganisk-kjemisk analyser av vannprøver og kornfordelingsanalyser av masseprøver.

Kommunens kontaktperson har vært Miljøvernrettleiar Anders Ellingsen. Kommunen har innhentet boretilatelse fra grunneiere.

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

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. Undersøkelsene ved Jondal, Herand og Øvre Krossdalen har omfattet befaring, geofysiske målinger (georadarmålinger) og sonderboringer med uttak av masseprøver/vannprøver samt kapasitetstesting.

2.1 Georadar

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

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

2.2 Boringer

Alle sonderboringer og påfølgende rørdriving er utført med NGU's beltegående Borros-rigg. Riggen er utstyrt med topphammer og boring skjer ved rotasjon/slag samt vannspycling gjennom borkrone. Under rørdriving blir det utført testpumping i ulike nivåer og tatt ut masseprøver og vannprøver. Det understrekkes at de omtalte kapasitetstestene angir vannmengder fra en undersøkelsesbrønn (Ø 32 mm) med 1 m filter. Målingene gir informasjon om vannjennomgangen i ulike løsmasselag og representerer ikke vannkapasiteten for en eventuell produksjonsbrønn. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende borer og testpumping er gitt i tekstbilag 2.

2.3 Prøvebehandling

Alle prøver ble samlet inn ved hjelp av Honda vakuumpumpe. For hver prøvetaking ble det samlet inn to 500 ml plastflasker i felt. Prøvene ble gitt følgende behandling før analyse;

- 100 ml plastflaske, filtrert (0,45 µm filter) og syrekonservert (suprapure HNO₃) for ICAP
- 100 ml plastflaske, filtrert (0,45 µm filter) for IC
- 500 ml plastflaske, ubehandlet for alkalitet, pH, fargetall, turbiditet og ledningsevne

Elektrisk ledningsevne og temperatur ble målt for alle prøver i felt. I tillegg ble det gjort feltmålinger av nitratinnhold for enkelte vannprøver.

Det ble samlet inn prøver av opp-pumpet masse fra alle vannprøvetakingslokaliteter. Masseprøvene ble analysert for kornfordeling. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende vannprøvetaking og vannanalyser er gitt i tekstbilag 2.

3 FELTUNDERSØKELSER I LØSMASSER

3.1 Jondal sentrum

Jondal sentrum blir i dag forsynt fra Jondal vassverk som har inntak i Støldalselva. Vannet er surt og har svært varierende bakteriologisk kvalitet; koliforme bakerier er påvist i lav konsentrasjon gjennom hele året, men om sommeren kan innholdet være høyt.

Dimensjonerende vannbehov for en eventuell ny vannkilde er angitt til 200 000 l/døgn (140 l/min). I samråd med kommunen ble det valgt ut to områder som var aktuelle for grunnvannundersøkelser.

Det ene området var elveslettene på begge sider av elva ved Jondalsøyra (ovenfor skolen og kirken). Her ble det målt et georadarprofil (P1) på nordsiden av elven (kartbilag 98.046-02), det ble også utført en hastighetsanalyse ved Fjøringen (CMP2).

Støldalselva munner ut i vestenden av Byrkjelandsvatnet og elveslettene i dette området ble valgt ut som det andre aktuelle undersøkelsesområdet. Her ble det målt tilsammen 4 georadarprofil (P2-P5) og utført 3 borer (kartbilag 98.046-02).

3.1.1 Georadarmålinger

Ved dybdekonverteringen har en benyttet hastighet framkommet ved hastighetsanalyse, CMP-måling, ved Jondalsøyri (CMP2). Hastighetsanalysen ga en gjennomsnittshastighet på 0,08 m/ns. Denne hastigheten er også benyttet i opptakene fra Byrkjelandsvatnet. P.g.a topografiske grader langs profilene, er opptakene terrengrigerte. Terrenghøydene er hentet fra topografiske kart i målestokk 1:5000 med 5 m koteavstand, og opptakene er forsynt med høydeakser som refererer til havoverflata.

3.1.1.1 Jondalsøyri

Området ligger på nordsida av Jondalselva (kartbilag 98.045-01). I området er det utført målinger med georadar langs profil 1. Opptaket og profilets plassering er presentert i kartbilag -02. Opptaket indikerer grove masser (sand og grus) og et varierende dyp til fjell. Løsmassene skulle gi gode muligheter til grunnvannsuttak der dypet til fjell er størst.

P1

Opptaket er plottet fra vest mot øst (oppstrøms). Et hauget reflektormønster indikerer grove masser, trolig lagdeling av sand og grus. I starten av profilet antas fjelloverflata å ligge på ca. 3-4 m dyp, og ved ca. posisjon 45 er fjelldypet redusert til ca. 1-2 m. Herfra skrår fjelloverflata ned til ca. 8 m dyp ved posisjon 75. Løsmassetykkelsen avtar gradvis videre fram mot posisjon 200, hvor fjell sees i dagen. Også ved posisjonene 249 og 256 er fjell blottet (se merknader nederst i opptaket). Mellom posisjonene 300 og 490 danner fjelloverflata ei traufom med største dyp på ca. 18 m omkring posisjonene 360-380. Svakere reflektivitet innenfor trauet indikerer mer ensgradert materiale (sand) enn i profilet for øvrig. Fra posisjon 490 til enden av profilet er fjelloverflata dagnær. Grunnvannsspeilet kan ikke, med sikkerhet, påvises i opptaket, men muligheten for grunnvannsuttak skulle være god der dypet til fjell er størst.

3.1.1.2 Byrkjelandsvatnet

Området ligger på sørsida av Jondalselva like nedenfor Byrkjelandsvatnet (se kartbilag -01). Innenfor det undersøkte området er det utført georadarmålinger langs 4 profiler (P2-P5). Opptakene og profilenes beliggenhet er vist i kartbilag -02. Skrålager indikerer grove masser som sand og grus, og dypet til fjell strekker seg til over 40 m på det dypeste. Muligheten for grunnvannsuttak skulle derfor være meget god.

P2

Opptaket er plottet fra sør mot nord. Øverst i opptaket sees et ca. 8 m tykt topplag med et kraftig og hauget reflektormønster. Dette tolkes som grovt fluvialt materiale av sand, grus og stein. Under topplaget sees skråstilt lagdeling (foreset-lag) ned til ca. 40 m dyp, hvor skrålagene flater ut (bottomset). Skrålagene representerer trolig utbygging av vifte fra Stølsdalselva. Reflektiviteten i skrålagene er noe svakere enn i topplaget, noe som kan

indikere mer ensgradert materiale (bedre sortert). Grunnvannsspeilet trer ikke tydelig fram i opptaket, men kan muligens erkjennes ved ca. 3 m dyp. Muligheten for grunnvannsuttak skulle være meget god.

P3

Sekvensene fra P2 gjenkjennes i dette profilet. Opptaket viser et ca. 8 m tykt fluvialt topplag som trolig består av sand, grus og stein. Under topplaget sees breelvmateriale med skråstilt lagdeling. Disse massene er trolig bedre sortert enn topplaget (svakere reflektivitet). Mot slutten av profilet flater foreset-lagene ut på et gradvis grunnere dyp. I de siste 10-15 m av profilet sees bare meget svakt skrånende lag, og penetrasjonsdypet er mindre. Reduksjon i penetrasjonsdyp skyldes sannsynligvis godt ledende finstoff (silt/leire). Grunnvannsspeilet kan trolig sees ved ca. 3 m dyp, og lokaliteten skulle egne seg godt for grunnvannsuttak.

P4

Opptaket er plottet fra vest mot øst. Profilet går på tvers av P3, og dermed vinkelrett på viftas avsetningsretning. Topplaget fra P2 og P3 gjenkjennes i opptaket. Elveavsetningen sees også her ned til ca. 8 m dyp, og tolkes som grove masser av sand, grus og stein. Under dette laget sees et hauget reflektormønster med kraftig reflektivitet som trolig består av sand og grus, og tykkelsen av denne avsetningen ser ut til å avta raskt i vestlig retning. En underliggende, markert overgang til svakere reflektivitet representerer trolig et skifte i avsetningstype, sannsynligvis bedre sortert og mer finstoffholdig materiale. Fjelloverflata kan muligens erkjennes fra posisjon 140 (nivå 44 m.o.h) til ca. posisjon 92 (nivå 40 m.o.h).

Grunnvannsspeilet sees stedvis ved ca. 3 m dyp. Muligheten for grunnvannsuttak ser ut til å være god der dypet til finstofflag er størst.

P5

Opptaket er plottet fra vest mot øst. Et topplag sees ned til max 8 m dyp. Dette tolkes å bestå av sand, grus og stein. Grunnvannsspeilet sees tydelig gjennom hele profilet, ved 3 m dyp i vestenden av profilet (posisjon 239) og ved 5 m dyp i øst (posisjon 0). Under topplaget er reflektiviteten meget varierende, men for det meste meget svak. Dette indikerer ensgradert materiale, trolig finstoff. Fjelltopografien kan erkjennes ved ca. nivå 45 m.o.h. mellom posisjonene 239 og 150. Fra posisjon 150 går fjelloverflata ned til ca. nivå 30-35 m.o.h, og ligger på dette nivået ut til posisjon 0.

3.1.2 Boringer

På grunnlag av tolkning av de målte georadarprofilene ble det forslått ulike borepunkter. Beliggenheten og resultatene er vist i henholdsvis kartbilag -02 og databilag 1.1 - 1.3. Borehull 1 ble plassert i kanten av dyrka mark ved posisjon 100 m i georadarprofil 3, 10 m øst

for profillinjen. Det ble boret ned til 25,5 m dyp og massene består hovedsakelig av grus og sand. I de øverste 5 m er det i tillegg en del stein, og mot dypet er det mer vekslende sand- og gruslag. Det ble testpumpet i fem ulike nivåer mellom 6,5 og 19,5 m. Fra 6,5 til 7,5 m ble det målt en kapasitet på 40-90 l/min, vannmengden økte noe nedover i dypet, ved nivåene 8,5-9,5, 12,5-13,5, og 14,5-15,5 ble det målt henholdsvis 175, 150 og 200 l/min. I tillegg ble vanngjennomgangen vurdert til å være svært god ved spyling av røret i nivå 10,5-11,5 m og 17,5-18,5 m. Testpumpinga ved 18,5-19,5 m ga små vannmengder p.g.a mye sand. Databilag 2.1 inneholder kornfordelings-kurver fra masseprøver pumpet opp fra borehull 1. Prøven fra 6,5 - 7,5 m er mest finkornig, i dette nivået ble det også målt lavest vannføring. De øvrige masseprøvene viser at det er liten variasjon i kornstørrelse målt i de ulike nivåene mellom 8,5 og 15,5 m dyp.

Borehull 2 er plassert i et skogsområde ca 90 m vest for Bh.1 og ble boret til 19,5 m. Øverste 3 m består av svært grove masser med en del stein og blokk, under dette nivået er det vekslende lag med sand og grus. Sandinnholdet øker og massene blir tettere fra ca. 13 m dyp. Det ble ikke utført testpumping ved denne lokaliteten.

Borehull 3 er plassert mellom borehull 1 og 2. Det grove topplaget er her ca. 5,5 m tykt, under dette nivået er det grus og sand ned til 19,5 m hvor boringen ble avsluttet. Det ble testpumpet ved nivåene 7,5-8,5, 9,5-10,5, 13,5-14,5 og 17,5-18,5 m. Opp-pumpet vannmengde var størst ved de grunneste nivåene (opptil 150 l/min) og avtok nedover i dypet. Kornfordelingskurvene av masseprøver fra borehullet viser at massene blir mer finkornige mot dypet (databilag 2.3).

3.1.3 Vannkvalitet

Det ble samlet inn fire vannprøver fra borehull 1 og to vannprøver fra borehull 3, i tillegg ble det tatt ut vannprøver fra Støldalsevla og Jondalselva for å vurdere kvaliteten på vannet som infiltreres i grunnvannsmagasinet. Analyseresultatene er gitt i databilag 3.1-3.2. Det generelle trekk for alle vannprøvene er at de har for lav pH og alkalitet, vannprøven fra 12,5-13,5 m i borehull 3 har i tillegg for høyt jerninnhold (0,65 mg/l), men ellers er alle kravene i drikkevannsnormen tilfredsstilt. Ioneinnholdet er generelt lavt; elektrisk ledningsevne er målt til rundt 20 μ S/cm i alle grunnvannsprøvene. Prøvene fra ellevannet viser imidlertid enda lavere verdier; mellom 10 og 14 μ S/cm. Silisiuminnholdet er generelt lavt, men målte verdier i grunnvannsprøvene er likevel 2-3 ganger høyere enn i ellevannsprøvene. Dette er tegn som tyder på at vannet har en viss oppholdstid i grunnen. Temperaturen er også en indikasjon på dette; målte temperaturer i borehull 1 og 3 varierte mellom 5,3 og 7,1 °C, mens elvene holdt en temperatur på ca. 10 °C.

3.1.4 Anbefalinger

Boringene viste gode forhold for grunnvannsuttak og NGUs vurdering er at det vil være mulig å dekke det oppgitte vannbehovet på 200 000 l/døgn (140 l/min). Det vil være nødveding med pH-justering og alkalisering ved et eventuelt vannforsyningasanlegg. En endelig vurdering av kapasitet og kvalitet vil kreve langtids prøvepumping av fullskala brønn. Både borehull 1 og 3 vil trolig kunne dekke det oppgitte vannbehovet. Beliggenheten til borehull 3 er mer gunstig med tanke på avstand fra dyrka mark, mens uttaksmengden er størst i borehull 1.

Brønn for langtids prøvepumping ved borehull 1 bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

brønnstype:	vertikal rørbrønn
brønndiameter:	bestemmes av pumpevalg (minimum $D_i = 150$ mm)
filterplassering:	13 - 16 m under bakkenivå (3 m filter)
filtertype/lysåpning:	kontinuerlige slisser (con-slot) / 1,2 mm

For å skaffe data for utarbeidelse av klausuleringssoner rundt et eventuelt vannverk må det etableres et nett av overvåkningsbrønner for måling av grunnvannstanden under pumpeforsøk og langtids prøvepumping.

Dersom prøvepumpingen blir vellykket, kan brønnen senere benyttes som produksjonsbrønn.

3.2 Øvre Krossdalen

Øvre Krossdalen har i dag ikke kommunal vannforsyning, vannbehovet er beregnet til å være 50 000 l/døgn (35 l/min). På grunn av intensiv jordbruksaktivitet var det bare et begrenset område som var aktuelt for grunnvannsundersøkelser i løsmasser.

3.2.1 Geroradarmålinger

Det er utført georadarmålinger ved lokalitetene, Flatabø og Holmahaugen (kartbilag -01). Profil 6 ble målt ved Holmahaugen (øverst i dalen), mens profilene 7 og 8 ligger ved Flatabø. Opptakene og profilenes plassering er presentert i kartbilag -03. Ved dybdekonverteringen har en benyttet hastighet framkommet ved hastighetsanalyse, CMP-måling, ved Flatabø (CMP1). Målingen ga en gjennomsnittshastighet på 0,08 m/ns. Denne hastigheten er også benyttet ved Holmahaugen. Ved Holmahaugen ser løsmassemektingen langs profilet ut til å være i

misnte laget for grunnvannsuttak av betydning. Ved Flatabø indikerer målingene sand ned til ca. 15 m dyp, med økende innhold av finstoff mot dypt.

P6

Opptaket er plottet fra vest mot øst. I store deler av profilet ser løsmassemektigheten ut til å være svært liten. Et kraftig og hauget reflektormønster tolkes som grove masser, trolig lagdeling av sand, grus og stein. Fjellreflektoren indikeres helt i overflata ved posisjonene 0, 145, 158, 187, 240 og 253. Bare mellom posisjonene 30 og 60 antas mektigheter av betydning. Størst fjelldyp sees ved posisjon 50. Her tolkes fjelloverflata til å ligge på ca. 12 m dyp (nivå 435 m.o.h). De beskjedne løsmassemektighetene langs profilet gjør at muligheten for grunnvannsuttak synes usikker.

P7 og P8

Opptak P7 er plottet fra vest mot øst, mens P8 presenteres i målt retning, fra sør mot nord. Et relativt svakt og hauget reflektormønster ned til ca. 15 m dyp tolkes som lagdeling av sand. Gradvis avtagende reflektivitet nedover i opptakene indikerer økende innhold av finstoff mot dypt. Fjellreflektoren erkjennes ikke i opptakene. Fjelloverflata antas derfor å ligge dypere enn 15 m. Heller ikke grunnvannsspeil lar seg påvise i opptakene, men nærheten til Flatabøelvi og Brattabøelvi indikerer et grunnvannsnivå på max. 1 m. Muligheten for grunnvannsuttak skulle være tilstede, forutsatt at massene ikke er for finkornige.

3.2.2 Boringer

Det ble bare gitt boretillatelse i området ved Holmahaugen. Her ble det utført tilsammen 5 sonderboringer langs Brattabøelva, de fire første borehullene inneholdt stort sett morenemasser uegnet for større vannuttak. Borehull 5 ble boret på en liten elveslette der en sideelv fra sørøst munner ut i hovedelven. Her var det 5-6 meter sand og grus over morene. Massene ble mer finkornige mot dypt, dette vises på kornfordelingskurven i databilag 2.3. Testpumping ved nivå 2,5, 4,5 og 5,5 m ga vannmengder på 10 -20 l/min.

3.2.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøver fra de 3 nivåene som ble testpumpet i tillegg til en vannprøve fra Brattabøelva. Databilag 3.2 viser resultatet av vannanalysene. Med unntak av for høyt jern- og manganinnhold er vannkvaliteten generelt god. Vannprøvene fra de dypeste nivåene har gunstig pH og alkalitet, sammenlignet med vannkjemien fra de undersøkte løsmassene ved Byrkjelandsvatnet (forsyningsstsed for Jondal sentrum) og ved Herand.

3.2.4 Anbefalinger

På grunn av begrenset utbredelse og mektighet på sand- og gruslaget i borehull 5, vil uttaksmengden trolig ikke være tilstrekkelig til å dekke det oppgitte vannbehovet på 50 000 l/døgn (35 l/min). Kvaliteten er imidlertid nokså god og lokaliteten kan brukes som vannforsyning til enkelthusstander og gårds bruk.

3.3 Herand

Vannforsyningen for Herand ble opprettet i 1967 med elven Kalvafossen som vannkilde. pH-verdien til vannet varierer fra svært surt til nøytralt. Den bakteriologiske kvaliteten er også svært varierende; koliforme bakterier blir påvist i lav konsentrasjon gjennom hele året, men om sommeren kan innholdet være høyt. Vannbehovet er av kommunen oppgitt til å være 100 000 l/døgn (70 l/min). I samråd med kommunen ble det bestemt å utføre grunnvannsundersøkelser på elvesletten ved Storelva. Det er sparsomt med løsmasser i området, og flere steder er det fjellblotninger, også langs elveløpet. Det ble målt to georadarprofil (P9 og P10), og utført tilsammen 3 borer (Bh.1, Bh.2 og Bh.3).

3.3.1 Georadarmålinger

Området ligger øst for Herandsvatnet (kartbilag -01). Georadarundersøkelsene omfattet to profiler, P9 og P10, på sørsida av Storelvi. Opptakene og profilenes beliggenhet presenteres i kartbilag -04. Det er ikke utført CMP-måling i området (uegnede forhold). Ved dybdekonverteringen har en benyttet et erfaringstall på 0,08 m/ns for gjennomsnittlig hastighet. Med tanke på grunnvannsuttak er området nærmest Herandsvatnet mest egnet. Her er løsmassemektigheten størst og lagdelingen skråstilt (deltautbygging).

P9

Opptaket er plottet fra vest mot øst. Løsmassemektigheten er minst (< 5 m) mellom posisjonene 0 og 25, samt mellom posisjonene 160 og 260. I området fra posisjon 25 til posisjon 160 varierer fjelldypet mellom ca. 5 m og 12 m. Her antas sedimentene å bestå av sand, grus og stein. Vest for posisjon 260 sees skråstilt lagdeling med helning mot vest. Dette indikerer vestlig deltautbygging. Skrålagnene antas å bestå av sand og grus, og har størst mektighet (ca. 20 m) ved ca. posisjon 430-455. Nærmest Herandsvatnet (profilets siste 30 m) avtar tykkelsen av sand og grus til ca. 8-10 m. Brå slutt på reflektiviteten under dette dypet indikerer overgang til finstoff, trolig leire. Ved posisjon 360 erkjennes fjelloverflata på ca. 8 m dyp (nivå 73 m.o.h.). Vest for denne posisjonen kan fjellet følges til ca. posisjon 445, hvor

fjellreflektoren detekteres på ca. 23 m dyp (nivå 57 m.o.h). Muligheten for grunnvannsuttak skulle være meget god der skrålagnene har størst mektighet.

P10

I starten av profilet viser opptaket kraftig og hauget reflektivitet ned til fjell på ca. 8-9 m dyp. Sedimentene antas å bestå av grove masser (sand, grus og stein). Mot sør avtar løsmassetykkelsen raskt. Fra posisjon 45 og ut til enden av profilet antas fjelloverflata å gå nesten i dagen. Beskjedne løsmassetykkeler tilsier usikker mulighet for grunnvannsuttak av betydning.

3.3.2 Boringer

Borepunktene ble plassert på grunnlag av tolkning av georadarprofilene. Borehull 1 ble boret ved Storelva omlag 100 m fra Herandsvatnet (ved posisjon 430 m på georadarprofil 9). Her er det litt stein i overflatene, men ellers består massene av sand og grus helt ned til fjell på 18,6 m. Analyse av masseprøvene fra ulike dyp viser liten variasjon i kornstørrelse (databilag 2.4), det er imidlertid en antydning til at massene blir mer finkornige mot dypet. Det ble testpumpet annenhver meter fra nivå 5,5 til 15,5 meter, kapasiteten varierte fra knapt 100 l/min til 180 l/min. Borepunkt 2 ble boret i utkanten av jordet, like nedenfor skråningen fra vegen, for å undersøke løsmassemektigheten. Dyp til fjell ble målt til 1,6 m. Det tredje borepunktet ble plassert i skjæringspunktet mellom georadarprofilene P9 og P10. Her er det vekslende masser av stein, grus og sand ned til fjell eller blokk på 6,5 m. Det ble ikke forsøkt testpumping ved denne lokaliteten.

3.3.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøver fra hvert av de 6 nivåene som ble prøvepumpet i borehull 1. I tillegg ble det tatt en vannprøve fra Storelva. Analyseresultatene er gitt i databilag 3.3-3.4 Med unntak av for lav pH og alkalitet er grunnvannskvaliteten generelt god. Nitratinnholdet er høyere i grunnvannet enn i ellevannet og skyldes trolig jordbruksaktivitet. Høyeste målte verdi (ved 10,5-11,5 m) er likevel bare tiendeparten av største tillatte koncentrasjon på 44 mg/l. På grunn av mye sand ved 15,5 m ble det ikke pumpet klart vann og vannprøven fra dette nivået (VP 19) har derfor svært høy turbiditet. Sammenlignet med vannprøven fra elva har grunnvannet 2-3 ganger høyere ledningsevne og mye lavere fargetall. Temperaturen i det øverste nivået som ble prøvepumpet (4,5-5,5 m) er omlag den samme som målt i elva (10 °C), og så avtar temperaturen nedover i dypet til 6,3 °C. (Bortsett fra økningen til 9,3 °C ved 14,5-15,5 m som skyldes lav pumpekapasitet.) Alle disse faktorene tyder på at vannet har en viss oppholdstid i grunnen.

3.3.4 Anbefalinger

Boringene viste gode forhold for grunnvannsuttak og NGUs vurdering er at det vil være mulig å dekke det oppgitte vannbehovet på 100 000 l/døgn (70 l/min). Det vil være nødvendig med pH-justering og alkalisering ved et eventuelt vannforsyningasanlegg. En endelig vurdering av kapasitet og kvalitet vil kreve langtids prøvepumping av fullskala brønn.

Brønn for langtids prøvepumping ved borehull 1 bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

- brønntype: vertikal rørbrønn
- brønndiameter: bestemmes av pumpevalg (minimum $D_i = 150$ mm)
- filterplassering: 11,5 - 13,5 m under bakkenivå (2 m filter)
- filtertype/lysåpning: kontinuerlige slisser (con-slot) / 1,2 mm

Dersom prøvepumpingen blir vellykket, kan brønnen senere benyttes som produksjonsbrønn.

GRUNNVANSUNDERSØKELSER I FAST FJELL

4 INNLEDNING

For Torsnes, Hammaren, Kysnes og Øvre Krossdalen er mulighetene for uttak av grunnvann i fjell vurdert på grunnlag av befaring, sprekkekartlegging, studie av ulike kart og opplysninger om tidligere borer. Feltundersøkelsene ble utført 10. og 11. september 1997 av David Banks. Et møte med teknisk sjef i Jondal kommune fant sted den 10. september. Befaringen på Hammaren ble foretatt sammen med vannverksansvarlig Tore Hammer.

Jondal kommune har angitt fire områder (Kartbilag -05 og -06) der en ønsket å få undersøkt mulighetene for grunnvannsuttak fra borebrønner i fjell. Dette omfatter:

- Torsnes
- Hammaren
- Kysnes
- Øvre Krossdal

Det understrekkes at en vurdering av om grunnvann fra fjell kan være en interessant alternativ vannforsyning eller supplement til dagens anlegg, avhenger av at kommunen har noenlunde pålitelige tall for vannbehovet. Dette er ikke tilfelle ved flere av de undersøkte vannverkene, derfor vil NGUs vurderinger være forbundet med betydelig usikkerhet.

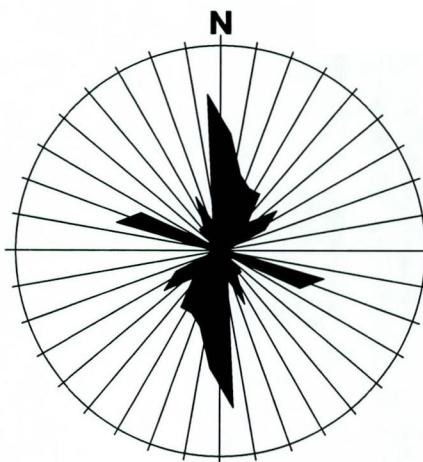
5 BERGGRUNNSGEOLOGI

Berggrunnen i de undersøkte områder består av prekambriske bergarter. En grov geologisk inndeling kan hentes fra Sigmunds (1992) 1:3.000.000 berggrunnskart. Ved Torsnes, Hammaren og Kysnes, klassifiseres bergartene som "Gruppe 98": Gneiss, migmatitt og foliert granitt. Ved Øvre Krossdal, tilhører bergartene "Gruppe 96": Metabasalt, metaandesitt og amfibolitt. Morland (1997) har rapportert statistikk over brønnkapasiteter basert på denne inndelingen, for samtlige av Norges bergarter.

Tabell 1. Statistisk fordeling av brønnytelser i bergartene som forekommer ved Jondal. (25 % av brønner har en ytelse lavere enn nedre kvartil; 75% av brønner har en ytelse lavere enn øvre kvartil, osv.). Fordi bergartsenhetene ved de undersøkte lokalitetene ikke inneholder et tilstrekkelig datagrunnlag for å kunne sitere statistikk, presenteres resultatene fra de geografisk nærmeste bergrunnsenhettene (Kinsarvik for Gruppe 96, og Hardangervidda for 98). Etter Morland (1997).

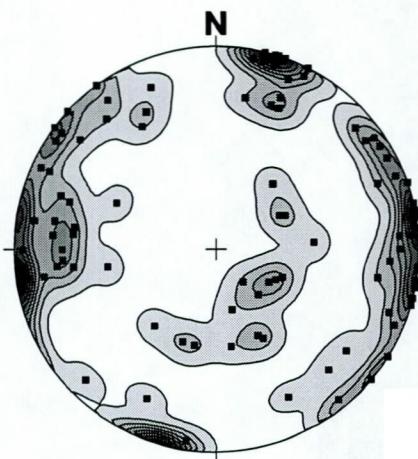
	25%-prosentil (nedre kvartil)	50%-prosentil (median)	75%-prosentil (øvre-kvartil)
Bergartsgruppen 96 (hele Norge)	300 l/t	500 l/t	1200 l/t
Bergartsenhet 867 (Kinsarvik-området) n = 18	240 l/t	450 l/t	1200 l/t
Bergartsgruppe 98 (hele Norge)	380 l/t	750 l/t	1800 l/t
Bergartsenhet 850 (Hardangervidda) n = 33	400 l/t	1200 l/t	2500 l/t

Under feltbefaringen er det registrert sprekkeretninger i fjellet. Dette kan ha betydning for orientering av skrådde brønner. Sprekkemålingene presenteres i form av sprekkeroser og projeksjoner på kartbilag -07, -08, -09, og -10 for de enkelte undersøkte områdene. Tar man alle områdene sammen, får man følgende bilde:



Sprekkerose
N = 105

Nedre hemisfære projeksjon av poler til sprekkeplaner



Det vil si at hovedsprekkeretningen har N-S strøk (men med ganske stor spredning rundt denne retningen) og tilnærmet vertikalt fall. Den sekundære retningen har VNV-ØSØ strøk og tilnærmet vertikalt fall. Den tredje retningen er subhorisontal.

6 FELTUNDERSØKELSER I FAST FJELL

6.1 Torsnes

Torsnes har nå et privat vannverk som er basert på et vanninntak fra Torsneselvi (se kartbilag -07). Vannverket leverer vann av varierende kvalitet (tekstbilag 4) og ofte med en sur pH-verdi. Turbiditet og farge er moderat, mens bakteriologisk kvalitet er også svært varierende. Klausulering av vanninntaket er mangefull og det foregår ikke vanndesinfeksjon. 220 personer er tilknyttet vannverket, som skal levere $150.000 \text{ m}^3/\text{år}$ med vann, iflg. tekstbilag 4. Kommunen opp gir (10.09.97) et vannbehov på 2-3 l/s (7000-11000 l/t). Et mer beskjedent anslag på vannbehovet (basert på ca. 400 l/pers./døgn) er ca. 4000 - 5000 l/t. (Tekstbilag 3 viser et minimums anslag på 50 000 l/døgn, dvs. ca. 2000 l/t).

6.1.1 Berggrunnsgeologi

Bergarten her består av foliert kvartsdioritt og tonalitt iflg. Sigmond et al. (1984). I felten kan man se at bergarten er meget inhomogen, med bl.a. innslag av øyegneiss, båndet gneiss og med store lysere ganger. I noen områder kan det virke som om "øyegneis" dominerer. Foliasjonen varierer mye, men har gjennomgående svakt fall med varierende retning.

Her finnes flere lineamenter / sprekkesoner i terrenget med retning ca. N-S til NNV-SSØ, og en annen gruppe lineamenter med retning NØ-SV. Detaljoppsprekking (se rosediagrammet på kartbilag -07) har to hovedretninger; nemlig tilnærmet N-S og VNV-ØSØ, med vertikalt fall.

6.1.2 Utførte undersøkelser

Det er benyttet økonomisk kartverk (M 1:5 000) og topografiske kart (M 1:50 000) for tolkning av større sprekkesoner i berggrunnen. Feltundersøkelser ble konsentrert i nærheten av eksisterende vanninntak og høydebasseng slik at man minimaliserer evt. pumpehøyde fra borehullet til eksisterende inntak (kartbilag -07). Strøk og fall på detaljoppsprekking er målt med 400^g kompass med klinometer, og konvertert til 360° (databilag 4.1).

6.1.3 Forslag til borepunkter

Med et vannbehov på i overkant av 4000 l/t, og en forventet medianytelse pr. brønn på ca. 750 l/t, innebærer boring etter en vannforsyning i fjell en betydelig risiko. Man bør derfor regne med inntil 5-6 borehull. Det bør også i utgangspunkt regnes med behov for hydraulisk trykking.

Borelokaliseringene og- orienteringene er foreslått slik at hullene skjærer de mest markerte sprekkesonene og slik at de krysser flest sprekker. Lokaliseringene er i tillegg til de rent hydrogeologiske vurderingene, valgt utfra følgende forhold:

- Borepunktene er plassert nærmest mulig eksisterende vannkilde
- Borepunktene er ansatt og skrådd slik at de i minst mulig grad vil komme i konflikt med eksisterende arealbruk.
- Borepunktene er plassert slik at det er grei adkomst for borerrigg.

Det er viktig at brønnene bores skrått som angitt slik at de krysser flest mulig av de steiltstående sprekken. Et loddrett borehull har mindre sannsynlighet for å treffe tilstrekkelig mange vannførende sprekker. Det anbefales å bore hullene med et fall på 45°. Dette kan oppnås med mange vanlige borerrigger og gir et optimalt kompromiss for å treffe både horisontale og vertikale sprekker.

Boringene bores i prioritert rekkefølge (se kartbilag -07):

1. Enten borehull F2 med 45° fall mot N 180°

eller borehull F3 med 45° fall mot N 145° (men ikke begge), slik at hullet skjærer den store sprekkesonen.

2. Borehull G1 med 45° fall mot N 160°.
3. Borehull H med 45° fall mot N 160°. Nødvendig å rygge boreriggen inn til boreplassen.
4. Borehull E med 45° fall mot N 360°. Liten adkomst vei fra skogsveien. Dette hullet avsluttes i kort avstand fra elven. Man bør derfor være spesielt nøyne med bakteriekontroll her.
5. Borehull D med 45° fall mot N 150°
6. Borehull C med 45° fall mot N 085°. Nødvendig å krysse en smal bru (bestående av en 2 m bred betongdekk, 3" tykk. Brua støttes opp av 2 x ca. 10-12" "I" girdere).

Dersom man har behov for å bore flere borepunkt (f.eks. pga. problematisk adkomst for borerigg, eller for dårlig ytelse), foreslås følgende punkt:

7. Enten borehull G2 med 45° fall mot N 005°
eller borehull G3 med 45° fall mot N 330° (men ikke begge), slik at hullet skjærer den store sprekkesonen.
8. Borehull I med 45° fall mot N 130°. Kontroller kloakk-forhold ved nærliggende hytter.
9. Borehull B med 45° fall mot N 165°. Rett på fjell.
10. Borehull F1 med 45° fall mot N 325 °.
11. Borehull A med 45° fall mot N 145 ° Rett på fjell. (Dette ligger nær elven og kan gi problemer med utilstrekkelig oppholdstid.)

Ved punkt F og G kan det være nødvendig å fylle ut fra skogsveien med steinmasser, for å oppnå den optimale vinkelen med hensyn til de større sprekkesoner.

Hullene bores ned til 80-100 meters dyp med en helning på 45°.

Adkomst for en borerigg bør være uproblematisk for de fleste hullene. Brua mellom hullene A og C er smal og muligens begrenset i sin bærekapasitet. Veien ned til hull H er også smal. Dersom det skal bores hull H eller C, kan det derfor være nødvendig med en mindre beltegående rigg. Kommunen bør i allfall foreta en befaring til de aktuelle lokalitetene sammen med boreren før noe endelig kontrakt undertegnes, slik at adkomst kan bekreftes.

Hullene (G1,G2, G3), (F1, F2, F3) og (H, I) ligger nær hverandre i samme sprekkesone. Dersom sonen er betydelig vannførende kan det hende at det ikke blir nødvendig å bore flere enn ett hull fra hver av disse grupperingene. På denne måten vil en unngå fare for en eventuell gjensidig påvirkning av flere brønner i samme sprekkesone. Man bør ikke sette i gang med noen boring før man har avklart det faktiske vannbehovet. Er vannbehovet så høyt som 17.000 l/t er grunnvann i fjell en lite realistisk løsning. Ved et vannbehov på ca. 4000 l/t, blir en slik mulighet mer realistisk med ca. 6 brønner, selv om det innebærer en viss risiko. Hvis

vannbehovet er > 5000 l/t tilråder NGU ikke grunnvann i fjell som vannforsyningssaltsalutativ. En nøye kost/nytte/risiko vurdering bør foretas av grunnvann kontra vannbehandling av overflatevann, før noen beslutning tas om boring.

6.2 Hammaren

Hammaren vassverk er pr. dags dato basert på ett fjellborehull (kartbilag -08; pkt. 10 på kartbilag -05), som ble boret med 6" diameter til 100 m, for ca. 15 år siden (dvs. ca. 1982). Hullet ble først boret til 70 m, og sprengt (uten resultat). Det ble deretter boret dypere til 100 m, hvor man anslo en kapasitet på 160 l/t. Tidlig i september 1997 (1 uke før befaringen), ble hullet (iflg. vannverksansvarlig Tore Hammer) hydraulisk trykket. Ingen skikkelig prøvepumping var utført, men det virket som om kapasiteten hadde gått opp til 700 - 800 l/t. Vannet fra vannverket pumpes opp til en kombinert gravd brønn / høydebasseng (kartbilag -08), med 2 m diameter og 2,5 m dyp. Brønnen er gravd ned til fjell og gir i seg selv litt vann. Vannverket betjener maksimum 50 pers. om sommeren, som ville tilsi et vannbehov på 800-900 l/t. Det kan altså være behov for et lite supplement til vannverket.

Nord for Hammaren har kommunen tidligere boret et fjellhull (kartbilag -08; pkt. 9 på kartbilag -05) ved Borva, etter anbefaling fra Erik Rohr-Torp (NGU) i 1984 (se tekstbilag 5). Hullet skulle forsyne et nytt boligfelt, og ble skrådd ØSØ-over under veien med et fall på 60°. Hullets diameter er 5-6", med foringsrør av sort plast. Brønnen ble vellykket (påstått kapasitet på 4000 l/t, uten trykking, men ingen tilgjengelige prøvepumpingsdetaljer), men etterpå ble den "mistet" av kommunen. Under befaring september 1997, ble hullet funnet på nytt; det ligger i nærheten av veien, ca. 50 m nord for den sørlige eiendomsgrensen. Vannstanden var ca. 40 cm under rørtopp (ca. 30 cm under bakken). Brønnen ligger nå i midten av det planlagte boligfeltet, og kan trolig skades av anleggsvirksomhet dersom brønntoppen ikke beskyttes. Brønnen bør absolutt kunnes tas i bruk som vannforsyning til boligfelt, men nyutbyggingen kan trolig komme i konflikt med klausulering av brønnen, noe som kommunen bør undersøke som hastesak.

Borva

Man har allerede et eksisterende borehull ved Borva som ble boret etter anbefaling fra NGU. Påstått kapasitet er 4000 l/t (uten trykking). Kommunen bør:

- beskytte brønntoppen fra anleggsarbeid; bl.a. med låsbar brønnhatt.
- sørge for at boligfeltet utformes med klausulering av borehullet i tankene

- gjennomføre en skikkelig kort- og langtidsprøvepumping på hullet, for å bekrefte kapasiteten.
- vurdere å trykke hullet dersom kapasiteten viser seg å være for lav.
- ta hullet i bruk som vannforsyning til boligfeltet.

6.2.1 Berggrunnsgeologi

Bergarten her består av foliert kvartsdioritt og tonalitt iflg. Sigmond et al. (1984). Noen pegmatittganger kan sees i felten. Det er få lineamenter / sprekkesoner som er tydelige i terrenget. En mulig lineament passererer kun noen få titalls meter sør for Hammaren vannverk. Lineamentet kan imidlertid ikke sees tydelig i terrenget. SV for høydebassenget går bekken over en liten foss, hver berggrunnen blottes. Her kan det sees intense oppsprekking, som muligens kan skyldes sprekkesonen.

Med tanke på detaljoppsprekking, er hovedretningen NNØ-SSV (kartbilag -08).

6.2.2 Utførte undersøkelser

Tolkning av større sprekkesoner i berggrunnen er basert på økonomisk kartverk (M 1:5 000) og topografiske kart (M 1:50 000). Detaljert oppsprekning er målt under feltbefaring (databilag 4.2). Undersøkelsene fokuserte på området i nærheten av eksisterende vannverk.

6.2.3 Forslag til borepunkter

Med et vannbehov på 800-900 l/t, og et eksisterende borehull med kapasitet på 700-800 l/t, er det kun behov for et lite påskudd med vann. Før man tar noen avgjørelse om ny boring bør eksisterende brønnkapasitet måles ved en kortvarig prøvepumping (1-2 døgn). Dersom kapasiteten er for liten kan man vurdere en ny boring. Dersom kapasiteten synes å være tilstrekkelig, bør en langtidsprøvepumping foretas i det eksisterende hullet for å kontrollere om ytelsen kan vedlikeholdes i en lengere periode.

Om man bestemmer seg for en ny boring, anbefales borepunkt B på kartbilag -08.

Borepunkt B bores i den SØ-kanten av beitemarka med 45° fall mot N 110° .

Boringen vil sannsynligvis kreve en beltegående rigg. Hydraulisk trykking bør budsjetteres i utgangspunktet.

Dersom man i fremtiden skulle ha behov for ytterligere borer, kan borepunkt C og D gi gode muligheter for vann (kartbilag -08).

Hull B, C og D er plassert med tanke på:

- ankomst
- muligheter til å skjære lineamenter / sprekkesoner
- orientring av sprekkeretninger slik at borehullet krysser flest mulig sprekker
- sannsynlig topografisk stressfelt. Sprekker som er parallelle med topografisk gradient er sannsynligvis mer åpne i foten av en bratt bakke.

6.3 Kysnes

Ved Kysnes er det behov for en vannforsyning som vil kunne forsyne:

- 6 eksisterende hus
- 6 nye hus
- 1 ny skole

Under et møte med teknisk sjef i kommunen (10.9.97) ble det anslått et vannbehov på 20000 l/døgn (800-900 l/t). For hele Kysnesområdet er det totale vannbehovet 50000 l/døgn, (tekstbilag 3) Eksisterende vannverk (kartbilag -09; pkt. 8 på kartbilag -05) består av ett fjellborehull, men det kan (iflg. kommunen) være nødvendig med et supplement. Det ble imidlertid opplyst (tekstbilag 6) at det eksisterende borehullet gir 1700 l/t (etter trykking), som bør være nok til å dekke behovet.

6.3.1 Berggrunnsgeologi

Bergarten her består av foliert granitt og granodioritt, iflg. Sigmond et al. (1984). Bergarten kan beskrives som en meget inhomogen, foliert granittisk gneis, med ganger og med innslag av en rosafarget granitt/pegmatitt-lignende bergart, med noen små granater. En mørkegrønn (kloritt?) mineralisering kan sees på flere sprekkeflater, spesielt på sprekker med strøk 100-110°, og på subhorisontale sprekker. Det kan ikke sees noen tydelige sprekkesoner utfra topografiske kart eller undersøkelser av terrenget, med unntak av lokalitet 4 (se kartbilag -09), hvor en mindre sprekkesone med strøk 158°N, og steilt fall mot V, kan sees i en veiskjæring

ved anleggsveien. Detaljoppssrekningen her er dominert av N-S til NNV-SSØ gående sprekker med sekundære NØ-SV og ØSØ-VSV retninger.

6.3.2 Utførte undersøkelser

Tolkning av større sprekkesoner i berggrunnen er basert på økonomisk kartverk (M 1:5 000) og topografiske kart (M 1:50 000). Detaljert oppsrekning er målt under feltbefaring (databilag 4.2). Undersøkelsene var fokusert på området i nærheten av eksisterende vannverk.

6.3.3 Forslag til borepunkter

Man har allerede et eksisterende borehull ved Kysnes (kartbilag -09). Påstått kapasitet er 1700 l/t (etter trykking). Kommunen bør:

- avklare fremtidig vannbehov. Vannbehovet synes å være 800 - 900 l/t noe som den eksisterende brønnen bør kunne tilfredsstille.
- gjennomføre en langtidsprøvepumping på hullet, for å bekrefte kapasiteten

Dersom det fortsatt er ønskelig å bore et supplerende hull, anbefales et hull ved lokalitet 2 (kartbilag -09). Hullet bores til 80 - 100 m dyp med fall på 45°, og med retning N 070°. Man bør i utgangspunkt budsjetttere med hydraulisk trykking.

6.4 Øvre Krossdal

NGU undersøker Øvre Krossdal både med tanke på vannforsyning fra fjell og fra løsmasser. Nåværende vannforsyning er et elevinntak på Brattabølva (ved lokalitet 5 på kartbilag -10) og betjener ca. 50 pers.

Vannbehovet ved vassverket er oppgitt til å være 50 000 l/døgn (2083 l/t). Dette kan også være overvurdert, siden 50 pers. * 400 l/d/pers = 20.000 l/døgn = 830 l/t.

6.4.1 Berggrunsgeologi

Berggrunnen i Øvre Krossdal består av prekambriske bergarter (NGUs foreløpige berggrunnskart 1315 IV (Ingdahl et al. 1990)) tilhørende bergarter fra Kinsarvikformasjonen, en del av Ullensvangsgruppen av metamorfe bergarter. Mer spesifikt, beskrives bergartene som migmatisert meta-andesitt og metadacitt. I felten kan berggrunnen sees å være foliert, litt forskifret og mørkt. På fjellblotninger tyder en rustfarge på oksidasjon av jernmineraler. Det er ingen klare tegn på migmatisering av berggrunnen.

Et begrenset antall målinger på detaljoppsprekking, antyder to hovedsprekkeretninger med (i) strøk NØ-SV og steilt fall og (ii) strøk ØSØ-VNV og tilnærmet vertikalt fall (kartbilag 10). En mulig tredje N-S retning kan også antydes. Foliasjonen har strøk mellom N 190° og N 240°. Det er flere subhorisontale sprekker parallelle med foliasjonen. Det er ikke mulig å tyde noen klare lineamenter eller sprekkesoner i terrenget eller på kart.

6.4.2 Utførte undersøkelser

Tolkning av større sprekkesoner i berggrunnen er forsøkt gjort basert på økonomisk kartverk (M 1:5 000) og topografiske kart (M 1:50 000), men det var vanskelig å påvise noen lineamenter som kan være sprekkesoner. Detaljert oppsprekning er målt under feltbefaring (databilag 4.2). Undersøkelsene fokuserte på området i nærheten av eksisterende vanninntak.

6.4.3 Forslag til borepunkter

Med et vannbehov på ca. 2100 l/t, og en forventet medianytelse pr. brønn på ca. 450 - 500 l/t, innebærer boring etter en vannforsyning i fjell en viss risiko. Man bør derfor regne med inntil 4-5 borehull. Det bør også i utgangspunkt regnes med behov for hydraulisk trykking.

Foreslalte borelokaliseringer er i tillegg til de rent hydrogeologiske vurderingene, valgt utfra følgende forhold:

- Borepunktene er plassert nærmest mulig eksisterende vannkilde
- Borepunktene er ansatt og skrådd slik at de i minst mulig grad vil komme i konflikt med eksisterende arealbruk.
- Borepunktene er plassert slik at det er grei adkomst for borerigg.

Det er viktig at brønnene bores skrått som angitt slik at de krysser flest mulig av de steiltstående sprekken. Et loddrett borehull har mindre sannsynlighet for å treffe en tilstrekkelig mengde vannførende sprekker.

Boringene bores i prioritert rekkefølge (se kartbilag -10):

1. Borehull C, på N-siden av elven (ankomst over ny bru), rett over elven fra lokalitet 6, med med 45° fall mot N 330°.
2. Borehull E, ved lokalitet 8, boret med 45° fall mot N 055°. Fjellblotning like ved. Strømforsyning eksisterer. Vil være behov for avgjerdning av området rundt hullet.

3. Borehull D, ved lokalitet 7, boret med 45° fall mot N 190°. Nødvendig å bore igjennom en begrenset dekning av blokkaktig morene.
4. Borehull A, mellom lokalitetene 5 og 6 med 45° fall mot N 190°
5. Borehull B ved lokalitet 6 med 45° fall mot N 190°

Hullene bores ned til 80-100 meters dyp med en helning på 45° (unntatt hull C med fall på 60°).

Området ved Øvre Krossdalen synes å bestå av et naturlig "basseng" i fjellet, som delvis er fylt med moreneaktige masser. Disse massene vil gi en viss beskyttelse til evt. fjellbrønner fra jordbruksforeurensning, og vil også utgjøre en viss vannlagringskapasitet som fjellbrønnene kan trekke på.

Akomst for en borerigg bør være uproblematisk for de fleste hullene, men en beltegående rigg er sannsynligvis nødvendig for å komme til hull C, E og D. Ankomst til hull C er over den nye brua (kartbilag -10). Kommunen bør foreta en befaring til de aktuelle lokalitetene sammen med boreren før noe endelig kontrakt undertegnes, slik at adkomst kan bekreftes. Både hull A og B er skrådd under beitemarkt (grunnet begrensede aktuelle alternative lokaliseringer). Dette kan medføre arealbrukskonflikt slik at kommunen muligens må akseptere enten begrensninger på beitemarka eller evt. vannbehandling/desinfisering.

7 ANDRE BETRAKTNINGER, FAST FJELL

Grunnvann i fjell kan være en mulig løsning med tanke på vannforsyning flere steder i Jondal kommune. Statistikken tilsier at bergartene ved Jondal er dårlige til middels vanngivere.

Grunnvann fra fjell som vannforsyning ved Jondal innebærer derfor en viss risiko med tanke på kvantitet. Den løsningen bør derfor avveies nøy mot andre løsninger (f.eks. vannbehandling). Hvis en stor andel av vannet benyttes til jordbruk, bør man vurdere å fortsette å benytte overflatevann til dette formål, mens man benytter en mindre mengde grunnvann i fast fjell til drikkevann. Den muligheten vil selvfølgelig kreve en viss duplisering av ledningsnettet.

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

Siden korttidstesting kan overvurdere brønnens kapasitet, bør prøvepumping over lengre tid (flere måneder) utføres ved å montere en nivåmåler i brønnen som styrer start og stopp av pumpa. Grunnvannsnivået i brønnen holdes konstant lavt og utpumpet vannmengde måles (enten ved integrasjonsteller eller vippekar el.l.). En mer langvarig kapasitetstest gir et sikrere resultat enn korttidstesting, bl.a. fordi brønnens kapasitet kan påvirkes av variasjoner i nedbørsmengder. Testen bør fortrinnsvis utføres i en tørr årstid, dvs. sent på sommeren eller før snøsmelting, men bør også omfatte en grunnvannsnydannelsesperiode (høstnedbør eller snøsmelting) for å kunne kontrollere om dette medfører f.eks. bakterieforurensning i brønnen.

Brønnene bør sikres mot at overflatevann kan trenge direkte inn. Langtidsprøvepumping bør utføres med kapasitetsmåling og vannprøvetaking både til kjemiske og bakteriologiske analyser. Analyseprogrammet bør omfatte fluor. Det anbefales også å gjøre en egen analyse på grunnvannets radoninnhold ved Statens strålevern. Hvis kapasitet og kvalitet er bra, kan brønnen(e) kobles til vassverket. Erfaring tilsier at vannkvaliteten varierer mellom nærliggende borehull, og analyser bør utføres for hvert hull. Radon og fluor kan leilighetsvis utgjøre et problem i grunnvann i bergartene som finnes ved Jondal (Midtgård et al. 1997). Vann fra ett borehull med for høyt fluorinnhold kan dilueres med mindre fluorrikt vann fra et annet borehull.

Selv om bakteriologisk kvalitet i grunnvann vanligvis er mye bedre enn i overflatevann, kan det være nødvendig med installering av enkelt vannbehandlingsutstyr for bruk på regelmessig eller beredskapsbasis.

Kommunen bør utarbeide og praktisere en beskyttelsesplan for eksisterende og evt. nye borehull i fast fjell. En slik plan vil omfatte definering av klausuleringssoner rundt brønnene.

8 ANBEFALINGER, FAST FJELL

- (i) Kommunen bør kontrollere vannbehovet ved alle de undersøkte lokalitetene. Dette gjelder spesielt ved Torsnes og Øvre Krossdal, hvor vannbehovet kan være overvurdert.
- (ii) Kommunen bør foreta en revision av kapasitet og infrastruktur ved eksisterende kommunale og private grunnvannsverk. Denne revisjonen vil omfatte:
 - (a) Lokalisering, dyp og helning av borehull.
 - (b) Installert pumpekapasitet

- (c) Borehullkapasitet (dersom dette ikke er dokumentert fra før, utføres det en kontrollert prøvepumping).
- (d) Om hullet har blitt hydraulisk trykket
- (e) Vannkvalitet.

(iii) Ved de lokalitetene hvor man fremdeles ønsker alternativ / supplerende vannforsyning fra grunnvann i fjell:

- (a) **Torsnes.** Dersom vannbehovet er 4000 - 5000 l/t betraktes boring etter grunnvann i fjell ved ca. 6 prioriterte steder å være et mulig alternativ. Dersom vannbehovet er > 5000 l/t vil NGU fraråde boring i fjell dersom man ikke har utelukket alle andre muligheter.
- (b) **Hammaren.** Et tilleggsborehull på henvist lokalitet bør gi et tilfredsstillende supplement til eksisterende vannverk.
- (c) **Borva.** Kommunen bør
 - kartfeste
 - beskytte,
 - prøvepumpe
 - ta i bruk og
 - etablere klausuleringssoner rundt den eksisterende fjellbrønnen.
- (d) **Kysnes.** Dersom et supplement til eksisterende vannverk er nødvendig, bør man bore på den henviste lokaliteten.
- (e) **Øvre Krossdal.** Vannbehovet bør kunne tilfredsstilles ved å bore inn til 5 fjellbrønner på de prioriterte lokalitetene

(iv) Alle nye brønner bør

- hydraulisk trykkes
- testes ved hjelp av et program prøvepumping og prøvetaking
- prøvetas for radon og fluorid, i tillegg til "vanlige" parametre.
- få utarbeidet og igangsatt klausuleringssoner.

9 REFERANSER

- Banks, D., 1992: Estimation of apparent transmissivity from capacity testing of boreholes in bedrock aquifers. *Applied Hydrogeology*, Volume 1, 4/1992.
- Henriksen, H., Jæger Ø. 1992: Grunnvann i Jondal kommune. NGU Rapport 92.122.
- Midtgård, A.K., Banks, D., Frengstad, B., Krog, J.R., Strand, T. og Lind, B. 1997. Kjemisk kvalitet av grunnvann i fast fjell i Hordaland fylke. NGU-rapport 97.164.
- Ingdahl, S.E., Torske, T. & Kvale, A. 1990. Jondal: berggrunnskart 1315 IV, 1:50.000, foreløpig utgave, NGU.
- Morland, G. 1997: Petrology, lithology, bedrock structures, glaciation and sea level. Important factors for groundwater yield and composition of Norwegian bedrock boreholes ? NGU-rapport 97.122.
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge. 1:1.000.000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Sigmond, E.M.O. 1992. Berggrunnskart, Norge med havområder. M. 1:3.000.000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Sosial- og Helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68, 1-9 / 95.
- Thoresen, M.K. 1990. Kvartærgeologisk kart over Norrge. Tema: Jordarter, M = 1:1 millioner. *Norges geologiske undersøkelse*.

TEKSTBILAG

- 1 Georadarometodebeskrivelese
- 2 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder
- 3 Vannbehov for ulike vannverk i Jondal kommune, telefaks fra Teknisk etat 15.12.97
- 4 Vurdering av eksisterende Torsnes vassverk, utdrag fra DOP-rapport
(Driftsoppfølging av vannverk i Hordaland, Folkehelsa 1996)
- 5 NGU-rapport fra 1984 (v/Rohr-Torp) om boring ved Hammeren / Kysnes
- 6 Brev som beskriver eksisterende fjellborehull ved Hammaren / Kysnes
(hullnummereringen er også benyttet på kartbilag 1)

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 oversøres 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 antennearvstanden øker, vil reflekterte bølger få lengre 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 antennearvstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde

på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antennen (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antennen gi bedre vertikal oppløsning.

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

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

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 vannspylning. 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 borer.

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 dreiling 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 øksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrostatiske ledningsevne.

Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreiling 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 testpumpinga spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpinga 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 brønnsfilteret. Dette gjøres ved vekselsvis spycling og pumping av brønnen, dreiling 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 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 testpumpinga blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpedde masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpedde 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 oppumpedde prøver tas like etter oppstart av testpumpinga. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekaret. 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	Produksjons-brønn
Ø50-100 mm damprør med oppslisset filter	El. Sugepumpe (terroppstilt)	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 (terroppstilt)	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 målekår og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle sesongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

c) Tolkning

Pumperaten og senkingen 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 testpumpingene 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 tilslaget 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 fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyser minimum en gang pr. måned.

5 VANNPRØVETAKING

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

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag

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

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

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

6 FELTANALYSER

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

Den største fordelen med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av borer/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 fysisk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktessats: 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 fysisk-kjemiske parametre på vannprøver:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - ledningsevne - pH - alkalitet - fargetall | <ul style="list-style-type: none"> - 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 ± 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 atomadsorbsjon 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:

$\Sigma\text{Anioner} + \Sigma\text{kationer}$ [mekv/l]	20	7	0.9
Ionebalanseavvik [%]	2	3	12

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

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkreditidingsdokument 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: Grunnvannundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

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

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

JONDAL KOMMUNE
TEKNISK ETAT
5627 JONDAL
TELF: 53 66 84 58
FAX: 53 66 86 77

TELEFAX

Dato: 15.12.97

Sendt til: NGU, V/AASE MIDTOÅRD

Telefax nr:

Sendt av: JONDAL KOMMUNE, V/ANDERS ELLINGSEN

Antal sider inkl. denne: 1

MELDING:

VASSSTRONG	JONDAL KOMMUNE
JONDAL	200.000 L/DØGN
HERAND	100.000 L/DØGN
KYSNES	50.000 L/DØGN
TORSNES	50.000 L/DØGN
ØVRE KROSSDALEN	50.000 L/DØGN

TORSNES VASSVERK, privat

VURDERING AV VASSVERKET/KONKLUSJONAR:

Eigaren av vassverket fylte ikkje ut VREG skjema verken i 1983 eller 1990, og heller ikkje DOP-skjema i 1990, men VREG-skjema frå 1994 finst. I tillegg er vurderinga basert på opplysningar frå møtet i Norheimsund og frå Næringsmiddeltilsynet i Norheimsund for åra 1988 og 1990.

Vasskjelda er Indre Torsneselva, og nedbørfeltet inneholder 25 hytter. Overvakainga av vasskvaliteten ved Næringsmiddeltilsynet i Norheimsund viser at pH-verdien til vatnet varierer mellom 5,6 og 8,1, men største delen av året er vatnet surt. Turbiditeten kan unntaksvis vere litt høg, men som gjennomsnitt for året er den og fargen moderat. Den bakteriologiske kvaliteten er svært varierende, og liknar den for Herand vasslag og Jondal vassverk. Om vinteren påvisast ikkje tarmbakteriar i vatnet, men om sommaren kan einskilde prøver ha høgt innhold av gammal fekal ureining, og lågt innhold av fersk slik ureining. Med betre vern mot fekal ureining vil enkel vassbehandling med sandfiltrering og desinfeksjon kunne gi godt drikkevatn. Vi tilrår verna nedbørfelt og enkel vassbehandling framfor fullreinsing, som vil vere alternativet dersom den fekale ureininga i nedbørfeltet ikkje kan fjernast/reduserast.

Med verna nedbørfelt, og sandfiltrering og desinfeksjon som behandling, vil vassverket kunne leve god drikkevasskvalitet. Vatnet er surt og bør behandlast for å redusere korrosiviteten mot metall og cementbaserte materiale.

GENERELLE OPPLYSNINGAR

Namnet til vassverket	Torsnes vassverk
Koda til vassverket	12 27 03
Tilknytte personar	220
Vassproduksjon (kbm/år)	150 000

OPPLYSNINGAR OM VASSKJELDE/VASSBEHANDLINGSANLEGG

Namnet til vasskjelda	Indre Torsneselva
Type vasskjelde	Elv
Type anlegg	-
Vassbehandlingsprosess	Ubehandla

VURDERING AV VASSVERKET		MERKNADER
1. Områdehygieniske tilhøve i relasjon til vassbehandling og inntak	2	Den første hygieniske barrieren manglar; den fekale ureining i området må under kontroll
2. Vassbehandlingsanlegget	-	Desinfeksjon manglar
3. Vasskvalitet	2	Surt, lågt tal av tarmbakteriar nesten heile året, kan vere høgt om sommaren.
4. Leidningsnettet	0	
5. Tilstanden til vassverket	2	Må ha verna nedbørfelt, filtrering og desinfeksjon, bør ha alkalisering.

Vurderingssystem

- 4: Tilfredsstilande.
- 3: Tilfredsstilande m/merknader.
- 2: Ikke tilfredsstilande. Med enkle middel kan tilfredsstilande tilhøve oppnåast.

- 1: Ikke tilfredsstilande. Det krevjast store utbetringar for å oppnå tilfredsstilande tilhøve.
- 0: Ikke vurdert.
- : Ikke til stades.

Hv - CC 491

Mulig grunnvannsforsyning til Selsvik - Solesnes og fire planlagte boliger ved Kysnes.

Erik Rohr-Torp	Jondal kommune	
	Jondal	
Hordaland	Jondal	
Odda	1315 IV Jondal og 1215 II Varaldsøy	
	3	
Selsvik 350.0-6688.2		
Kysnes 338.9-6677.0	2	
8. oktober 1984	2206.00	Erik Rohr-Torp

Det er anvist borplasser for fellesvannverk i Selsvik - Solesnes-området. Videre er det tatt ut borplass for fire planlagte boliger på Kysnes.

Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning
Fjell	

MULIG GRUNNVANNSFORSYNING TIL SELSVIK - SOLESNES OG FIRE
PLANLAGTE BOLIGER VED KYSNES.

Uttalelse fra Norges geologiske undersøkelse etter befaring 8. oktober 1984 ved forsker Erik Rohr-Torp. Fra Jondal kommune deltok teknisk sjef Midtun og avdelingsingeniør Eide. Fra Vestnorsk brunnboring a/s deltok Helge Sæterstøl.

Selsvik - Solesnes.

Et fellesvannverk vil måtte dekke vannbehovet for 50-60 husstander. Dette tilsvarer ca. 200 personer, og ettersom lekkasje på et nytt ledningsnett antas å bli små, vil døgnbehovet bli 200-250 liter pr. person. Totalt blir behovet ca. 50 000 liter/døgn, eller ca. 2.000 liter/time som stabil ytelse fra borebrønner pumpet mot tilstrekkelig dimensjonert høyde/utjevningsbasseng.

Fjellgrunnen i Selsvikområdet består av forgneisete, omvandlete vulkanske bergarter med granittisk sammensetning. Over disse, under Jondhorn er fyllitter og glimmerskifre blottet, mens området fra Jondhorn mot Selsvik består av overskjøvet hellegneis og grønnstein. Av disse bergartene er de omvandlete granittiske vulkanittene sentralt i bygda de som erfaringsmessig gir de beste resultatene ved dypbrønnsboring. Skiffrigheten i området stryker nordøstlig, og fallet er slakt, 20°- 30° mot nordvest.

Fire borplasser ble tatt ut i de omvandlete vulkanittene. De er angitt på kartbilag 1. Bortsett fra borplass 3, er de alle ansatt i markerte sprekkesoner. Borplass 1 anses som gunstigst, 2 og 4 likeverdige, og 3 dårligst. På grunn av det slake nordvestlige fallet bør boringene ansettes på vestsiden av sprekkesonene, og det bores loddrett. Bergarten kan holde sprekker åpne til store dyp, slik at det anbefales å bore inntil 120 meter.

Ved boreplass 2 kan det være vanskelig å starte boring ved sprekkesonens vestside på grunn av løsblokker og overdekning. Derfor er plassene 2 a, 2 b og 2 c angitt på kartet. Hvis man ved graving klarer å starte boring ved 2 a anbefales dette, ellers bores 2 b eller 2 c. Det bores bare ett av alternativene.

Det finnes så vidt vi vet ingen borer i disse bergartene i Jondal, men vi har opplysninger om noen i Ullensvang. De omvandlete vulkanittene synes å være middels gode vanngivere, og ytelser omkring 1.000 liter/time kan i heldig fall oppnås i et borehull. Erfaringsmaterialet er imidlertid spinkelt, slik at eventuelle borer bør anses som prøveboringer inntil prøvepumping eventuelt viser at kapasitetene er tilstrekkelige. Ved å bore hull 1 først, vil man få en god antydning om hva som kan forventes de andre borestedene.

Området omkring skytebanen øst for Selsvik ble også vurdert under befaringen. Sydvest-siden av dalen består av samme bergarter som området ved Selsvik, men det er færre gode sprekkesoner. Derfor anses området mindre gunstig for et fellesvannverk. Den mest markerte sprekkesonen løper i sørkant sydvest for standplassen. En borebrønn for skytebanen bør derfor ansettes mot denne sonen. Boreplass ble tatt ut hvor fjell står i dagen nord for standplassens vestside. Det bores skrått, med fall 70° (20° avvik fra loddlinjen), og med retning mot sydvest (rett mot sprekkedalen). Mulighetene for å få tilstrekkelig vann synes gode på 60-80 meters dyp.

Kysnes.

Kommunen har en liten eiendom mellom veien og sjøen. Eiendommen er tenkt utbygget med 3-4 boliger. Vannbehovet antas å være omkring 500 liter/time om vannet pumpes direkte fra en borebrønn. Benyttes utjevningsbasseng vil en konstant ytelse i underkant av 200 liter/time være tilstrekkelig.

Fjellgrunnen består av en grovkornet granittisk øyegneis. Dette er en bergart som gir vekslende resultater ved dypbrønnsboring. Ytelser mellom 300 og 600 liter/time er imidlertid alminnelig i en borebrønn. Nord-nordøstrettete steile sprekker forekommer, og en boring bør søke å skjære flest mulig av disse. Borplass ble tatt ut ned for veien omtrent midt på eiendommen (kartbilag 2). Det bores skrått, med fall 60° (30° avvik fra loddlinjen), og med retning mot nordvest (inn under veien).

Området ligger noe utsatt med hensyn til å trekke saltvann inn i en borebrønn. Det bør derfor ikke bores dypere enn nødvendig for å dekke vannbehovet. Boredypet bør være mellom 40 og 70 meter. Videre bør vannet brukes med en viss forsiktighet.

Prøvepumping.

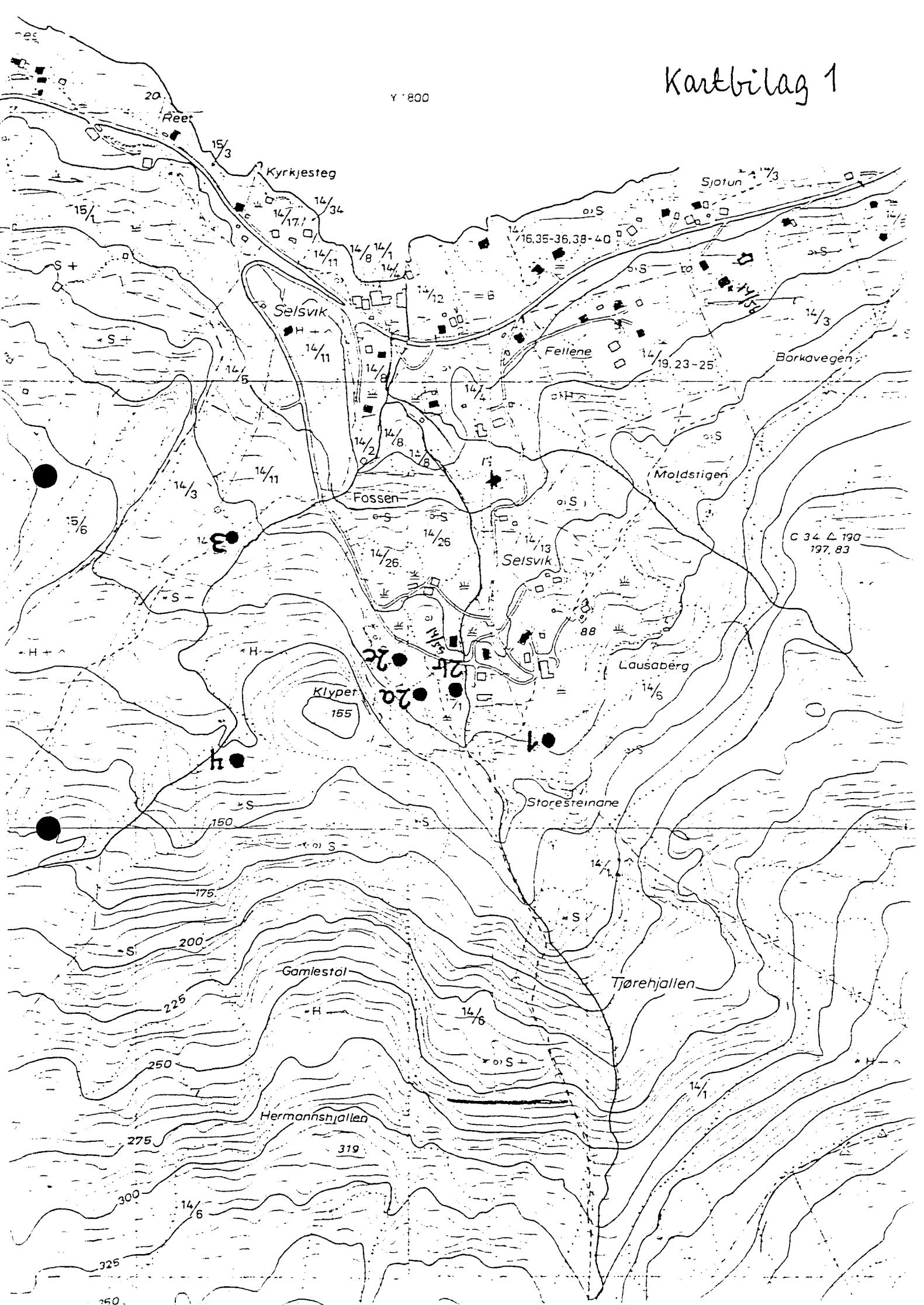
Hvis hullene blir boret, og ytelsene anses tilstrekkelige, må de prøvepumpes over tid for å konstatere at kapasitet og kvalitet ikke forandres. Hullene bør pumpes på de aktuelle fremtidige uttak i en til to måneder før kostbare utjevningsbasseng og ledningstraseer anlegges.

For ordens skyld gjøres oppmerksom på at dypbrønnsboring i fjell alltid er forbundt med en viss usikkerhet.

Oslo 17. oktober 1984

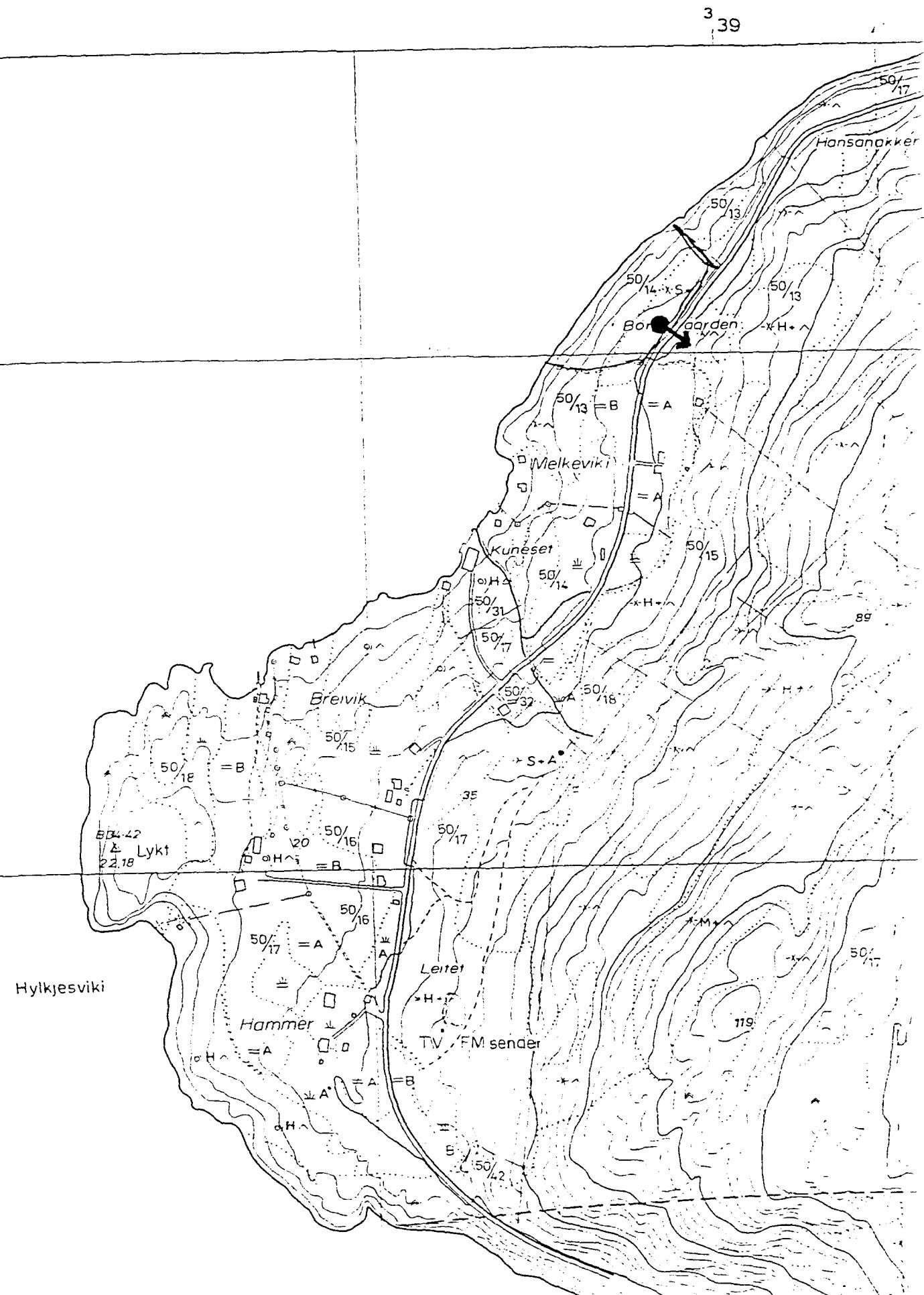
Erik Rohr-Torp
Forsker

Kartbilag 1



Karbilag 2

EIMDALEN)



Jondal kommune
Miljøvernrettleiaren
5627 Jondal

Norges geologiske undersøkelser
v/Aase Midtgård
Leiv Erikssons vei 39
7002 Trondheim

Geologiske undersøkelser	
97/00519 - 004	
17 JUL 1997	
Enhet:	VANN
Saksbeh.:	AUM
Arkiv:	2713.12

Jondal 13.07.97

Vedrørande grunnvannsundersøkingar i Jondal kommune.
Borehol på Kysnesstrand.

Sender dei opplysninga eg har om vassforsyninga på Kysnesstrand. Etter det eg har funne ut av er det bora 10 hol. Alle opplysninga eg har er omtrentlege. Plasseringa er markert med ein sirkel på kartet. Di større sirkel, di usikrare er opplysninga. Plasseringa av boreholet er ein stad innafor sirkelen. Nærare kan eg ikkje stadfesta dei. Når det gjeld kor mykje vatn kvart hol gjev så er dette og omtrentlege tal. Når det gjeld borehol nr 5, Berit Urheim så er det ikkje bora, men skote opp. Mengda visste ein ikkje, men det forsyner 4 husstandar og ein gard med 6 - 7 storfe.

Oversikt borehol på Kysnesstrand i Jondal kommune.

1	Olav Storesletten, tlf 536 68 874	42 m djupt	2500 l/t
2	Thorleif Solheim, tlf 536 68 883		600 l/t
3	Egil Traet, Frans Skogseth, tlf 536 68 992		600 l/t
4	Geir Traet, tlf 536 68 913		2000 l/t
5	Berit Urheim, tlf 536 68 889	Forsyner 4 husstandar og ein gard.	
6	John Skogseth tlf 536 68 938		3000 l/t
7	Bjarne Gangdal		200 l/t
8	Jondal Kommune, tlf 536 68 458		1700 l/t
9	Jondal kommune, tlf 536 68 458		4000 l/t
10	Hammaren vassverk v/Jarle Hammer 536 68 891		300 l/t

Elles så er det helst ytste delen av Kysnesstranda, Hammaren (markert med gult) som har dårligast med vatn

med helsing
Jondal kommune


miljøvernrettleiar

DATABILAG

- 1.1 - 1.11 Sonderboringer, boreprofiler
- 2.1 - 2.4 Kornfordelingskurver av masseprøver fra sonderboringer
- 3.1 - 3.4 Vannanalyser
- 4.1 - 4.2 Sprekkemålinger

GRUNNVANSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Ved Byrkjelandsvatnet, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 10.09.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV

SONE: 32 V

Ø-V: 35025

N-S: 668572

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 3-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 2,7 m

MERKNAD: 16 m 5/4 står igjen som peilerør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Bore- slam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	Prøver	Merknad
1,5	stein, sand, grus		DS	-	borte					
	stein, sand, grus	2,00	S	-	brunt					
3,5	stein, sand, grus	2,00	DS	-	brunt					
	stein, sand, grus	1,55	DS	-	brunt					
5,5	stein, sand, grus	3,25	DS	-	borte					
	grus, sand grovt	1,00	DS	-	borte					
7,5	grus, sand grovt	0,50	-	-	borte	6,2	20	40-90	MP1 + VP1	
	grus, sand grovt	0,35	-	-	borte					
9,5	grus, sand grovt	0,50	-	-	borte	5,5	20	175	MP2 + VP2	
	grus, sand grovt	1,10	DS	-	borte					
11,5	grus, sand grovt	0,45	DS	-	borte					meget god vanngjennomgang
	grus, sand grovt	0,40	DS	-	borte					
13,5	grus, sand grovt	0,40	DS	-	borte	5,5	11	150	MP3 + VP3	
	grus, sand grovt	0,45	-	-	borte					
15,5	grus, sand grovt	0,40	-	-	borte	5,3	12	200	MP4 + VP4	
	grusig sand vekslende sand/grus	1,05	DS	0,5	borte					
17,5	grusig sand vekslende sand/grus	1,05	DS	-	borte					meget god vanngjennomgang
	grov grus, sand	0,50	DS	-	borte					
19,5	grus, sand	0,45	S	-	borte			10-15		til dels god vanngj.g., mye sand
	grus, sand	1,00	DS	-	borte					
21,5	sand, noe grusig	1,30	S	-	borte					
	sand, noe grusig	2,00	DS	0-8	borte					
23,5	gand, grus, vekslende	2,15	S	0-10	borte					
	sand, noe grusig	1,50	DS	5-7	borte					
25,5	sand, noe grusig	2,10	DS	0-5	borte					
27,5										
29,5										

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

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

GRUNNVANNSSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Ved Byrkjelandsvatnet, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 10.09.97

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V

Ø-V: 35015 **N-S:** 668573

BRØNN-/FILTRERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	blokker		S	-	grått				
	blokk, stein, grus	3,35	S	-	lysebrunt				
3,5	stein, grus, sand, blokk	4,25	S	0-5	borte/lysbr				
	sand, grus	0,50	DS	-	borte				
5,5	sand, grus	0,55	DS	-	"				
	sand, grus	0,45	-	-	"				
7,5	sand, noe grovt	0,55	DS	-	"				
	grus	0,40	-	-	"				
9,5	grus	1,00	DS	-	"				
	grus, sand	0,55	S	-	"				
11,5	grus, sand, grovere	0,35	S	-	"				
	grus, sand	0,40	S	-	"				
13,5	grus, sand	0,40	S	-	"				
	grus, sand, hardpakket	0,40	S	0-10	"				mye sand
15,5	grus, sand, hardpakket	1,40	S	0-4	"				mye sand
	vekslende sa/gr, hardpk.	1,00	S	0-15	"				mye sand
17,5	vekslende sa/gr, hardpk.	1,35	S	0-8	"				mye sand
	hardpakket sand	1,45	S	10	"				mye sand
19,5	hardpakket sand	2,35	S	8-10	"				
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]

GRUNNVANNSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Ved Byrkjelandsvatnet, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 11.09.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35 022 **N-S:** 668569

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE: 2,96 m

MERKNAD: 9,5 m 5/4 " står igjen som peilerør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Bore- slam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	prøver	Merknad
1,5	stein, grus, sand		DS	-	brunt "					
	blokker	9,15	S	-	"					
3,5	stein, grus, sand	2,50	S	-	"					
	blokker, stein, sand	7,00	S	-	"					
5,5	blokker, stein, sand	4,00	S	-	"					
	grus, sand	1,10	DS	-	borte					
7,5	grus, sand	1,00	-	-	"	7,0		100-120	MP5	
	grus, sand	0,40	-	-	"					
9,5	grus, sand, noe grovt	1,00	DS	-	"	5,4	12	150	MP6+VP5	
	grus, sand, noe grovt	1,15	DS	0-5	"					noe sand
11,5	grus, sand, noe grovt	1,00	DS	-	"					god vanngj.gang, noe sand
	grus, sand, noe grovt	2,00	DS	0-5	"					noe sand
13,5	grus, sand, noe grovt	2,15	DS	-	"	7,1	15	30 - 50	MP7+VP6	
	sand, noe grusig	0,55	S	0-5	"					
15,5	hardpakket sand	1,10	S	-	"					noe grovt
	lösere, sand/grus	0,30	S	-	"					noe grovt
17,5	lösere, sand/grus	0,25	S	-	"	8,7		20-80	MP8	mye sand
	hardpakket sand/grus	1,10	S	0-3	"					vekslende
19,5	hardpakket sand/grus	1,10	S	0-2	"					vekslende
					"					
21,5					"					
23,5										
25,5										
27,5										
29,5										

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

R: Rødt

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Øvre Krossdalen, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 12.09.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35646 **N-S:** 668547

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, sand, grus		S	-	brunt				
3,5	stein, sand, grus	1,00	S	-	grått				
	stein, sand, hardt	1,55	S	2-5	"				
5,5	sand, grusig blokk	1,15 9,45	S	-	"				mye sand/ finsand mye sand/finsand
	blokk / fjell ?	10,00	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]

GRUNNVANSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Øvre Krossdalen, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 12.09.97

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35646 **N-S:** 668547

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Flyttet 30 m mot elva

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		DS	-	brunt				
3,5	stein, grus, blokk	7,30	DS	-	lysebrunt				
	stein, grus, blokk	10,40	S	-	lysebrunt				
5,5									
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]

GRUNNVANNSSUNDERSØKELSER I LØSMASSE

STED: Øvre Krossdalen, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 12.09.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** **N-S:**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S		lysebrunt				
	stein, grus sand blokk, sand	1,35 6,40	S S	- -	brunt grått				
3,5	moreneaktig	3,20	S	-	"				mye finstoff
	moreneaktig	3,30	S	-	"				mye finstoff
5,5	moreneaktig	3,00	S	-	"				mye finstoff
	moreneaktig, blokk	12,40	S	-	"				mye finstoff
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]

GRUNNVANNSSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Øvre Krossdalen, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 12.09.97

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35615 **N-S:** 668571

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, grus, sand		S	-	grått				
	grusig sand	1,15	-	-	"				
3,5	grusig sand, stein	1,35	DS	-	"				
	grusig sand, hardt	1,30	S	-	"				
5,5	grusig sand, hardt	8,10	S	0-12	"				morene
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]

GRUNNVANSUNDERSØKELSER I LØSMASSE

STED: Øvre Krossdalen, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 12.09.97

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** **N-S:**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE: 1,0 m

MERKNAD: Flyttet 40 m nedover langs elva

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Bore- slam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]	prøver	Merknad
1,5	stein, sand, grus		S	-	brunt					
	sand, grus	1,30	S	-	lysebrunt	10,8			10-20	mp + vp
3,5	sand, grus	1,00	S	-	lysebrunt	11,1				
5,5	sand, grus	0,35	S	-	borte	8,4			10-20	mp + vp
	sand, grus	1,00	S	0-3	lysebrunt	8,4			15-20	mp + vp
7,5	sand, grus	4,40	S	-	lysebrunt					
	morene	5,00	S	-	lysegrått					
	morene	3,45	S	-	grått					
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]

GRUNNVANSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Herand, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 13.09.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 356323 **N-S:** 669293

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE: 1,23 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Bore- slam	Temp [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/min]		Merknad
1,5	stein, sand, grus		DS	-	brunt					
	sand, grus	1,00	S	-	borte					
	sand,grus	0,50	DS	-	"					
3,5	sand, grus	0,25	-	-	"					
	sand.grus	0,25	-	-	"	10,1		60-90	mp + vp	
5,5	sand, grus	0,25	-	-	"					
	sand.grus	0,20	-	-	"	7,3		150	mp + vp	
7,5	sand, grus	0,25	-	-	"					
	sand.grus	0,25	-	-	"	7,9		180	mp + vp	
9,5	sand, grus	0,20	-	-	"					
	sand.grus	0,20	-	-	"	7,2		120	mp + vp	
11,5	sand, grus	0,25	-	-	"					
	sand.grus	0,25	-	-	"	6,3		100	mp + vp	
13,5	vekslende, sand, grus	0,30	DS	-	"					
	vekslende, sand, grus	0,35	DS	-	"			mp		noe grovt
15,5	vekslende, sand, grus	0,45	DS	-	"					noe grovt
	vekslende, sand, grus	0,45	DS	-	"					noe grovt
17,5	grusig sand	1,10	DS	-	"					noe grovt
	fjell ? fra 18,6 m			-	"					
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]

GRUNNVANSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Herand, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 13.09.97

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35652 **N-S:** 669283

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATE:

MERKNAD: Sonderboringen ble utført for å undersøke dyp til fjell

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand, grusig fjell fra 1,6 m		-	-	brunt				
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 [µS/cm]

GRUNNVANSUNDERØKELSER I LØSMASSE

STED: Herand, Jondal kommune

UTFØRT DATO: 13.09.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER: Jondal

KARTBLAD (M711): 1315 IV **SONE:** 32 V **Ø-V:** 35664 **N-S:** 669294

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKDET:

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, sand, grus		DS	-	brunt				
	sand, grus	1,00	S	-	"				
3,5	grusig sand, stein	1,05	DS	-	"				
	grusig sand, stein	1,05	DS	-	"				
5,5	grusig sand	1,20	DS	-	"				
	grus, sand, stein		DS	-	"				
7,5	blokk/fjell fra 6,5 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]

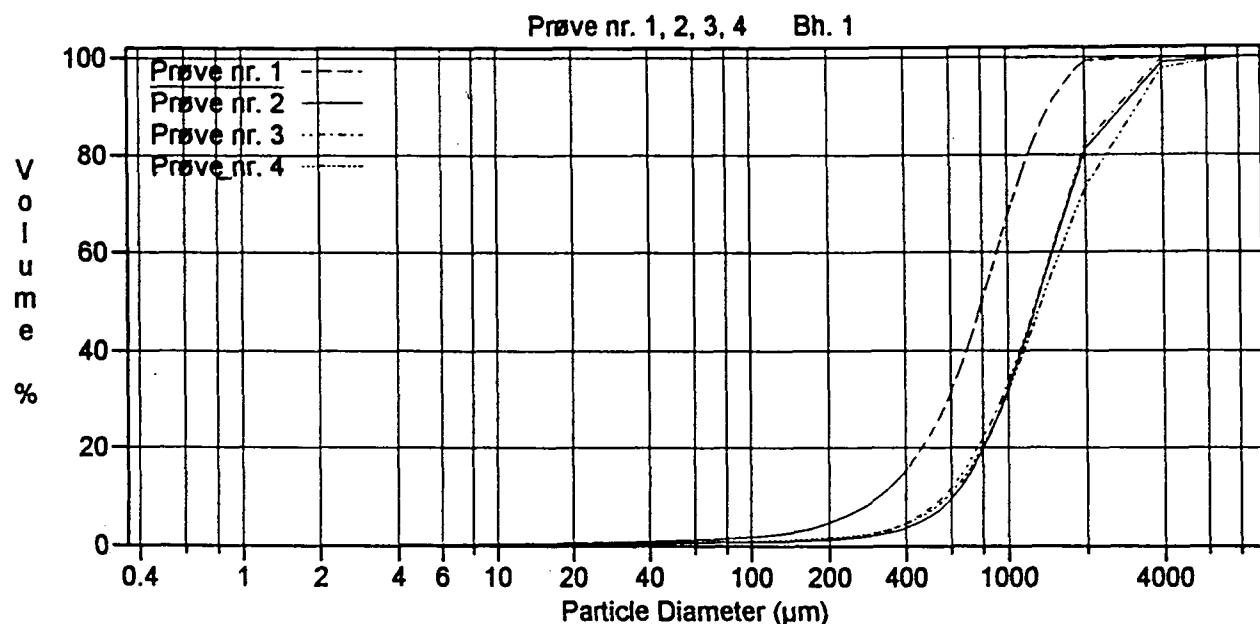
Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 1 ved Byrkjelandsvatnet:

Prøve nr. 1: 6,5 - 7,5 m
Prøve nr. 2: 8,5 - 9,5 m
Prøve nr. 3: 12,5 - 13,5 m
Prøve nr. 4: 14,5 - 15,5 m



COULTER® LS Particle Size Analyzer

Page
10:56 29 Oct 199



Particle Diameter μm	1a.\$01 Volume %	2a.\$01 Volume %	3a.\$01 Volume %	4a.\$01 Volume %
5.000	0.17	0.093	0.086	0.11
10.00	0.13	0.071	0.086	0.093
15.00	0.11	0.060	0.080	0.083
20.00	0.097	0.053	0.069	0.072
25.00	0.088	0.049	0.055	0.062
30.00	0.081	0.044	0.042	0.052
35.00	0.074	0.040	0.034	0.047
40.00	0.068	0.035	0.030	0.044
45.00	0.065	0.031	0.030	0.044
50.00	0.063	0.028	0.031	0.043
55.00	0.063	0.025	0.031	0.042
60.00	0.065	0.023	0.031	0.038
65.00	0.067	0.022	0.029	0.034
70.00	0.14	0.043	0.045	0.052
80.00	0.16	0.043	0.033	0.045
90.00	98.4	99.2	99.2	99.1

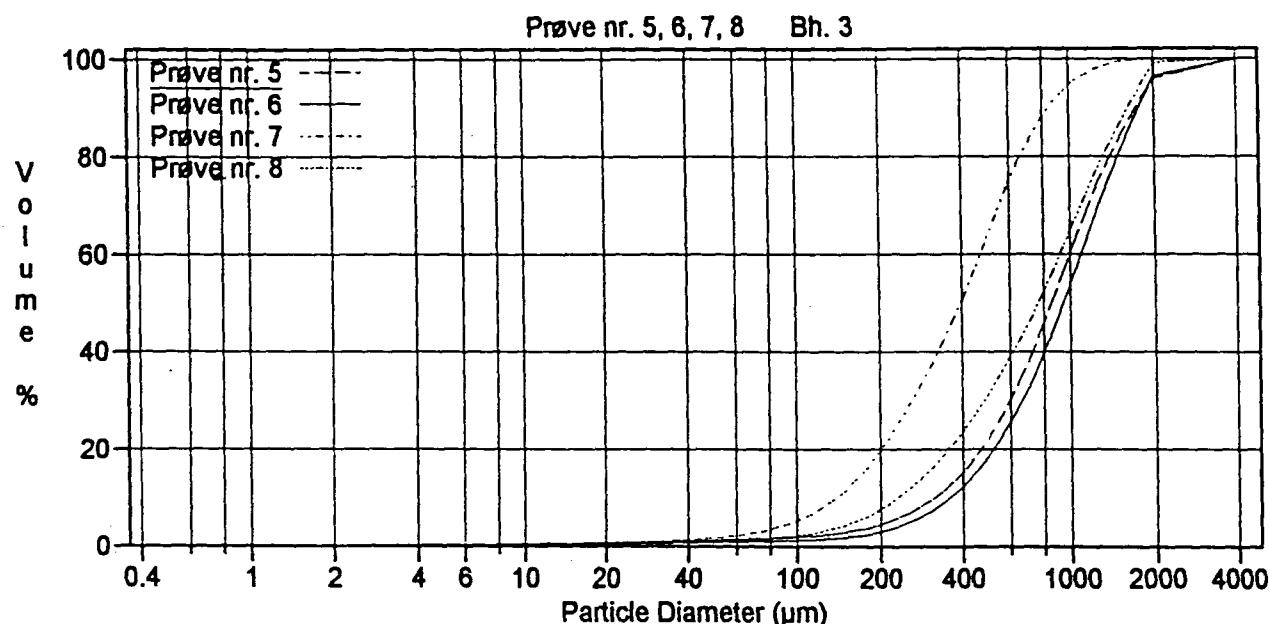
Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 3 ved Byrkjelandsvatnet:

Prøve nr. 5: 6,5 - 7,5 m
Prøve nr. 6: 8,5 - 9,5 m
Prøve nr. 7: 12,5 - 13,5 m
Prøve nr. 8: 16,5 - 17,5 m



COULTER® LS Particle Size Analyzer

Page
10:58 29 Oct 199



Particle Diameter μm	5a.\$01 Volume %	6a.\$01 Volume %	7a.\$01 Volume %	8a.\$01 Volume %
5.000	0.19	0.13	0.18	0.15
10.00	0.15	0.10	0.23	0.11
15.00	0.13	0.089	0.20	0.097
20.00	0.12	0.078	0.16	0.096
25.00	0.11	0.069	0.15	0.096
30.00	0.097	0.062	0.17	0.093
35.00	0.091	0.058	0.20	0.090
40.00	0.084	0.052	0.21	0.087
45.00	0.080	0.048	0.22	0.087
50.00	0.079	0.043	0.23	0.088
55.00	0.080	0.039	0.26	0.089
60.00	0.079	0.035	0.28	0.091
65.00	0.076	0.032	0.31	0.092
70.00	0.14	0.065	0.73	0.20
80.00	0.13	0.077	0.83	0.24
90.00	98.2	98.9	95.6	98.1

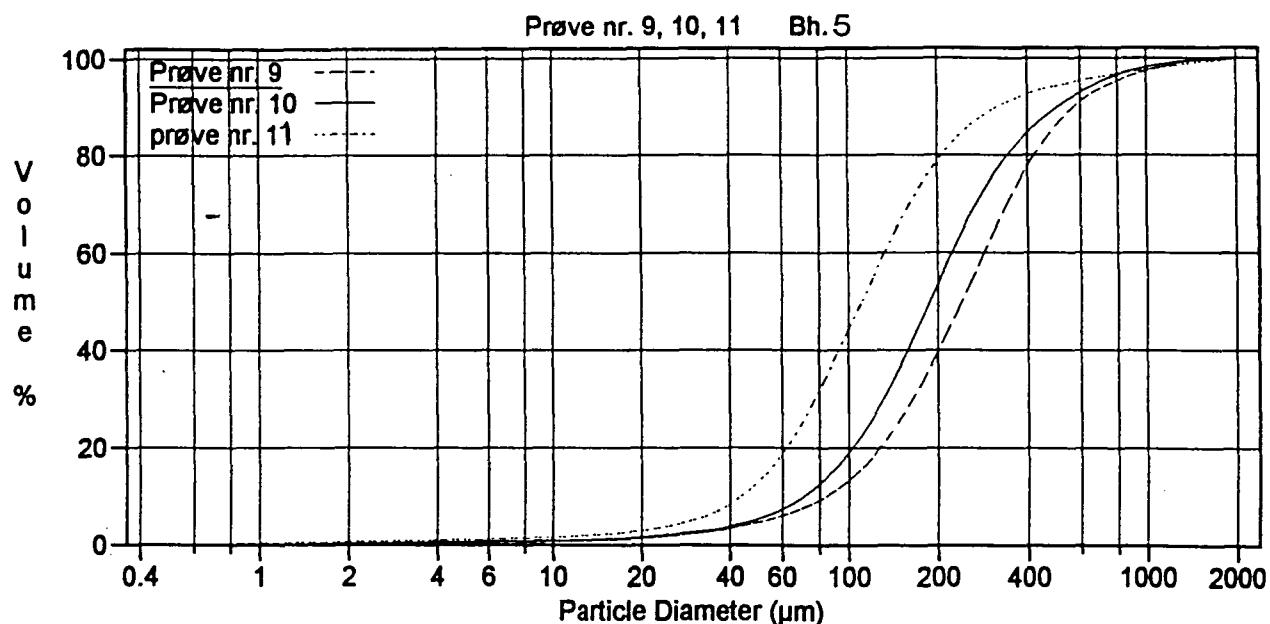
Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 5 i Øvre Krossdalen:

Prøve nr. 9: 2,5 - 3,5 m
Prøve nr. 10: 4,5 - 5,5 m
Prøve nr. 11: 5,5 - 6,5 m



COULTER® LS Particle Size Analyzer

Page
11:53 29 Oct 199



Particle Diameter	9.02	10.02	11.02
μm	Volume %	Volume %	Volume %
5.000	-	0.24	0.50
10.00	0.31	0.33	0.58
15.00	0.47	0.47	0.75
20.00	0.48	0.48	0.94
25.00	0.44	0.44	1.19
30.00	0.48	0.52	1.51
35.00	0.55	0.64	1.83
40.00	0.61	0.77	2.21
45.00	0.64	0.87	2.53
50.00	0.67	0.96	2.80
55.00	0.71	1.06	3.02
60.00	0.75	1.17	3.16
65.00	0.79	1.26	3.24
70.00	1.72	2.82	6.52
80.00	1.90	3.06	6.31
90.00	88.8	84.3	61.8

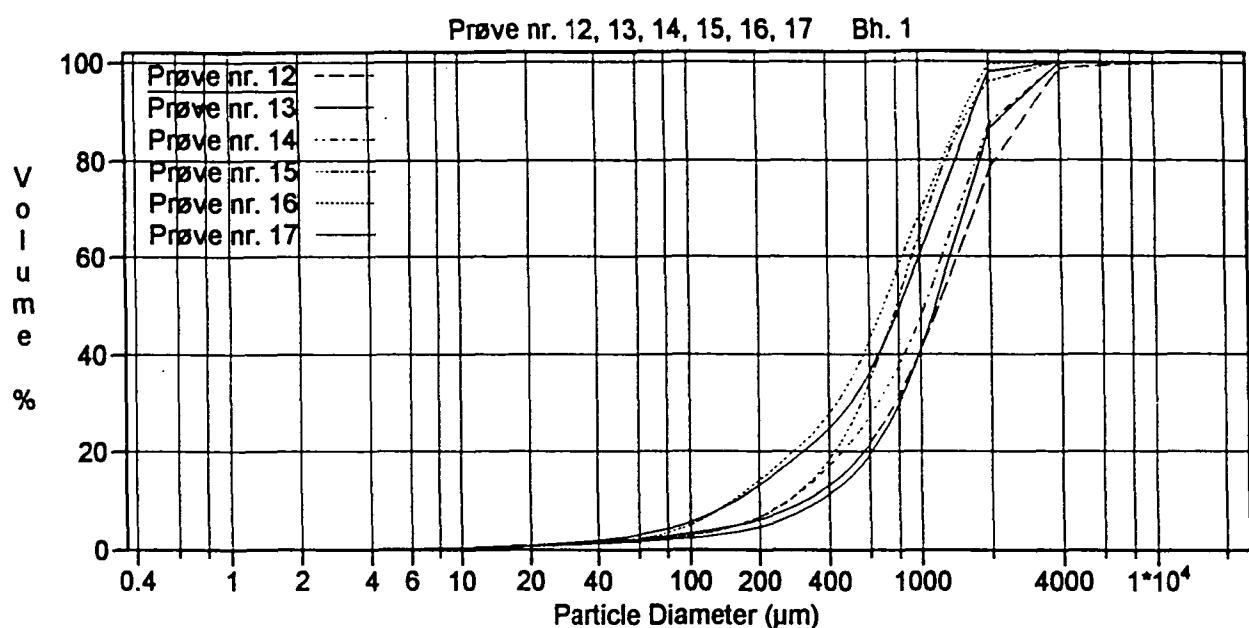
Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 1 på Herand:

Prøve nr. 12:	6,5 - 7,5 m
Prøve nr. 13:	8,5 - 9,5 m
Prøve nr. 14:	10,5 - 11,5 m
Prøve nr. 15:	12,5 - 13,5 m
Prøve nr. 16:	14,5 - 15,5 m
Prøve nr. 17:	4,5 - 5,5 m



COULTER® LS Particle Size Analyzer

Page
11:56 29 Oct 199



Particle Diameter µm	12a.\$01 Volume %	13a.\$01 Volume %	14a.\$01 Volume %	15a.\$01 Volume %	16a.\$01 Volume %	17a.\$01 Volume %
5.000	0.22	0.19	0.20	0.18	0.20	0.24
10.00	0.24	0.21	0.24	0.16	0.18	0.26
15.00	0.24	0.19	0.23	0.16	0.17	0.27
20.00	0.22	0.16	0.20	0.16	0.17	0.26
25.00	0.19	0.15	0.18	0.17	0.17	0.26
30.00	0.19	0.15	0.19	0.16	0.18	0.26
35.00	0.19	0.15	0.19	0.15	0.19	0.26
40.00	0.19	0.13	0.17	0.14	0.20	0.27
45.00	0.18	0.11	0.16	0.13	0.21	0.28
50.00	0.16	0.10	0.15	0.13	0.23	0.29
55.00	0.15	0.10	0.14	0.13	0.24	0.29
60.00	0.15	0.10	0.14	0.13	0.26	0.30
65.00	0.15	0.10	0.13	0.13	0.28	0.30
70.00	0.27	0.18	0.24	0.26	0.65	0.63
80.00	0.25	0.16	0.24	0.26	0.72	0.66

VANNANALYSER

FYLKE: Hordaland
KOMMUNE: Jondal
OPPDRAKSNUMMER: 1996.0242

KART (M711): Jondal 1315 IV
PRØVESTED: Ved Byrkjelandsvatnet
ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP1 Bh.1	VP2 Bh.1	VP3 Bh.1	VP4 Bh.1	VP5 Bh.3	VP6 Bh.3
Dato	10.09.97	10.09.97	10.09.97	10.09.97	11.09.97	11.09.97
Brønnstype						
Prøvedyp m	6,5-7,5	8,5-9,5	12,5-13,5	14,5 - 15,5	8,5 - 9,5	12,5 - 13,5
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32
X-koordinat Sone: 32 V	35025	35025	35025	35025	35022	35022
Y-koordinat Sone: 32 V	668572	668572	668572	668572	668569	668569

Fysisk/kjemisk										Veilegende verdi	Største tillatte koncentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab	pH	5,7	5,80	5,85	5,88	5,69	6,08	6,20	7,5-8,5	6,5-8,5 ²	
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	20,7	19,0	20,2	18,6	19,8	18,1	20,7	19,5	19,5	< 400
Temperatur	°C	6,1		5,5	5,6	5,3	5,4	7,1	< 12	25	
Alkalitet	mmol/l	< 0,04		< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	7,3		< 1,4	16,3	2,8	< 1,4	4,0	< 1	20	
Turbiditet	F.T.U	12		21	11	3,2	9,4	33	< 0,4	4	
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l								> ca 9		
Fritt karbodioksid	mg CO ₂ /l								< 5 ²		
Redoks.potensial, E _h	mV										

Anioner

Fluorid	mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		1,5	
Klorid	mg Cl/l	2,54	2,53	2,54	2,77	2,72	2,25	< 25			
Nitritt	mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,16	
Brom	mg Br/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1			
Nitrat	mg NO ₃ /l	0,832	0,768	0,911	0,794	0,714	0,585			44	
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Sulfat	mg SO ₄ /l	1,49	1,51	1,50	1,41	1,30	1,41	< 25		100	
<i>Sum anioner+alkalitet</i>	meq/l	. 0,17	. 0,17	. 0,17	. 0,17	. 0,17	. 0,15				

Kationer

Silisium	mg Si/l	0,716	0,711	0,678	0,729	0,645	0,558				
Aluminium	mg Al/l	0,0332	0,0615	0,0474	0,0615	< 0,02	< 0,02	< 0,05		0,2	
Jern	mg Fe/l	0,0464	< 0,01	0,0224	0,0144	0,0240	0,649	< 0,05		0,2	
Magnesium	mg Mg/l	0,318	0,281	0,308	0,310	0,352	0,253			20	
Kalsium	mg Ca/l	0,615	0,611	0,605	0,600	0,585	0,467	15-25 ²			
Natrium	mg Na/l	1,88	1,89	1,82	1,98	1,84	1,73	< 20		150	
Kalium	mg K/l	0,658	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,600	0,523	< 10		12	
Mangan	mg Mn/l	0,00781	0,00482	0,00377	0,00364	0,00482	0,0200	< 0,02		0,05	
Kobber	mg Cu/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,1		0,3	
Sink	mg Zn/l	0,0112	0,00273	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,00230	< 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	
<i>Sum kationer³</i>	meq/l	. 0,16	. 0,15	. 0,15	. 0,15	. 0,15	. 0,13				
<i>Ionebalanseavvik⁴</i>	%	- . 3	- . 6	- . 6	- . 6	- . 6	- . 7				

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: Hordaland

KART (M711): Jondal 1315 IV

KOMMUNE: Jondal

PRØVESTED: Ved/Byrkjelandsv. / Øvre Krossdalen

OPPDRAKSNUMMER:

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 7 Jondalselva	VP 8 Støldalselva	VP 9 Elv i Ø.K.	VP 10 Bh.6 Ø.K.	VP 11 Bh.6 Ø.K.	VP 12 Bh.6 Ø.K.
Dato	11.09.97	12.09.9	13.09.97	13.09.97	13.09.97	13.09.97
Brønnstype						
Prøvedyp m				2,5 - 3,5	4,5 - 5,5	5,5 - 6,5
Brønndimensjon mm				32	32	32
X-koordinat Sone:				35615	35615	35615
Y-koordinat Sone:				668571	668571	668571

Fysisk/kjemisk

									Veilegende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab	pH	5,97	6,03	6,42	6,40	7,04	7,30	7,5-8,5	6,5-8,5 ²	
Leitungsevne, felt/lab	µS/cm	13,7	13,0	11,6	9,2	11,7	11,2	25,4	23,8	91,6 87 109 105 < 400
Temperatur	°C	10,4	10,0	9,6	10,8	8,4	8,4	< 12	25	
Alkalitet	mmol/l	< 0,04	< 0,04	0,04	0,15	0,68	0,86	0,6-1,0 ²		
Fargetall	mg Pt/l	17,1	6,8	17,5	6,2	< 1,4	5,2	< 1	20	
Turbiditet	F.T.U	1,0	0,24	0,27	55	42	290	< 0,4	4	
Opplest oksygen	mg O ₂ /l							> ca 9		
Fritt karbodioksid	mg CO ₂ /l							< 5 ²		
Redoks.potensial, E _h	mV									

Anioner

Fluorid	mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		1,5	
Klorid	mg Cl/l	1,65	1,08	1,07	1,12	2,69	2,69	< 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	0,677	0,321	0,268	0,399	0,442	0,352		44	
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Sulfat	mg SO ₄ /l	1,12	0,932	0,834	1,16	3,70	4,62	< 25	100	
<i>Sum anioner+alkalitet</i>	meq/l	. 0,13	. 0,11	. 0,10	. 0,22	. 0,85	. 1,05			

Kationer

Silisium	mg Si/l	0,226	0,218	0,369	1,11	3,62	3,83			
Aluminium	mg Al/l	0,0586	0,0518	0,0547	0,0547	< 0,02	0,0328	< 0,05	0,2	
Jern	mg Fe/l	0,0529	< 0,01	0,0464	0,461	0,591	0,0192	< 0,05	0,2	
Magnesium	mg Mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		20	
Kalsium	mg Ca/l	0,556	0,260	0,512	1,41	9,98	12,5	15-25 ²		
Natrium	mg Na/l	1,19	1,00	1,13	1,92	3,80	4,38	< 20	150	
Kalium	mg K/l	< 0,5	< 0,5	0,518	1,56	4,13	5,12	< 10	12	
Mangan	mg Mn/l	0,00703	< 0,001	0,00143	0,0299	0,117	0,130	< 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	0,00211	< 0,002	< 0,002	0,00980	< 0,002	< 0,002	< 0,1	0,3	
Bly	mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,02	
Nikkel	mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		0,05	
Kadmium	mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		0,005	
Krom	mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,05	
Sølv	mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01	
<i>Sum kationer³</i>	meq/l	. 0,09	. 0,07	. 0,09	. 0,19	. 0,77	. 0,95			
<i>Ionebalanseavvik⁴</i>	%	- . 18	- . 22	- . 5	- . 7	- . 5	- . 5			

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

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

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

VANNANALYSER

FYLKE: Hordaland
KOMMUNE: Jondal
OPPDRAKSNUMMER: 1997.0242

KART (M711): Jondal 1315 IV
PRØVESTED: Herand
ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 13 Storelva	VP 14 Bh.1	VP 15 Bh.1	VP 16 Bh.1	VP 17 Bh.1	VP 18 Bh.1		
Dato	13.09.97	13.09.97	13.09.97	13.09.97	13.09.97	13.09.97		
Brønnstype								
Prøvedyp m		4,5 - 5,5	6,5 - 7,5	8,5 - 9,5	10,5 - 11,5	12,5 - 13,5		
Brønndimensjon mm		32	32	32	32	32		
X-koordinat Sone:		35632	35632	35632	35632	35632		
Y-koordinat Sone:		669293	669293	669293	669293	669293		
Fysisk/kjemisk							Veilegende verdi	Største tillatte koncentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,18	5,92	5,93	5,81	5,82	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab µS/cm	11,6	11,3	22,3	20,9	21,5	20,2	20,0	18,8
Temperatur °C	10,2	10,1	7,3	7,9	7,2	6,3	< 12	25
Alkalitet mmol/l	< 0,04	0,05	0,04	0,04	0,07	0,05	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	23,5	1,9	3,2	6,2	< 1,4	< 1,4	< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,28	2,1	0,73	0,85	1,0	0,88	< 0,4	4
Opplest oksygen mg O ₂ /l							> ca 9	
Fritt karbodioksid mg CO ₂ /l							< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h mV								
Anioner								
Fluorid mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		1,5
Klorid mg Cl/l	1,39	2,04	1,96	1,83	3,14	2,35	< 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	0,351	1,57	1,45	1,45	4,06	1,90		44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		
Sulfat mg SO ₄ /l	0,732	1,75	1,66	1,40	2,16	2,15	< 25	100
<i>Sum anioner+alkalitet</i> meq/l	. 0,11	. 0,18	. 0,16	. 0,16	. 0,28	. 0,20		
Kationer								
Silisium mg Si/l	0,0690	0,274	0,237	0,246	0,471	0,400		
Aluminium mg Al/l	0,0659	0,0545	0,0440	0,0514	0,0637	0,0400	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,0304	0,0368	0,0176	0,0176	0,0400	0,0368	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,187	0,285	0,255	0,226	0,528	0,350		20
Kalsium mg Ca/l	0,619	1,49	1,51	1,30	3,21	2,13	15-25 ²	
Natrium mg Na/l	1,00	1,39	1,36	1,35	1,57	1,46	< 20	150
Kalium mg K/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,699	< 0,5	< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,00143	0,0124	0,00338	0,00377	0,00768	0,00573	< 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	0,00228	0,0130	0,00255	< 0,002	0,00466	0,00369	< 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
<i>Sum kationer³</i> meq/l	. 0,10	. 0,17	. 0,17	. 0,16	. 0,29	. 0,21		
<i>Ionebalanseavvik⁴</i> %	- . 5	- . 3	. 3	. 0	. 2	. 2		

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: Hordaland
KOMMUNE: Jondal
OPPDRAKSNUMMER: 1997.0242

KART (M711): Jondal 1315 IV
PRØVESTED: Herand
ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 19 Bh.1								
Dato	13.09.97								
Brønnstype									
Prøvedyp m	14,5 - 15,5								
Brønndimensjon mm	32								
X-koordinat Sone:	35632								
Y-koordinat Sone:	669293								
Fysisk/kjemisk									
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,30								7,5-8,5
Leitungsevne, felt/lab $\mu\text{S}/\text{cm}$	20,3	13,6							< 400
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	9,8								< 12
Alkalitet mmol/l	0,04								0,6-1,0 ²
Fargetall mg Pt/l	9,2								< 1
Turbiditet F.T.U	210								< 0,4
Oppløst oksygen mg O_2/l									> ca 9
Fritt karbodioksid mg CO_2/l									< 5 ²
Redoks.potensial, E_h mV									
Anioner									
Fluorid mg F/l	< 0,05								1,5
Klorid mg Cl/l	1,41								< 25
Nitritt mg NO_2/l	< 0,05								0,16
Brom mg Br/l	< 0,1								
Nitrat mg NO_3/l	0,558								44
Fosfat mg PO_4/l	< 0,2								
Sulfat mg SO_4/l	0,980								< 25
<i>Sum anioner+alkalitet</i> meq/l	. 0,12								100
Kationer									
Silisium mg Si/l	0,248								
Aluminium mg Al/l	0,107								< 0,05
Jern mg Fe/l	0,107								< 0,05
Magnesium mg Mg/l	0,273								20
Kalsium mg Ca/l	0,714								15-25 ²
Natrium mg Na/l	1,10								< 20
Kalium mg K/l	0,597								< 10
Mangan mg Mn/l	0,0226								< 0,02
Kobber mg Cu/l	< 0,005								< 0,1
Sink mg Zn/l	0,00333								< 0,1
Bly mg Pb/l	< 0,05								0,02
Nikkel mg Ni/l	< 0,02								0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005								0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01								0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01								0,01
<i>Sum kationer³</i> meq/l	. 0,12								
<i>Ionebalanseavvik⁴</i> %	. 0								

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/ $(\Sigma$ kationer+ Σ anioner)-100%

Torsnes			
Lokalitet	Strøk (g)	Strøk (°)	Fall (°)
Sprekker			
1	10	9	90
2	260	234	90
2	330	297	90
2	322	290	90
2	315	284	90
2	12	11	90
2	388	349	90
2	200	180	80
2	160	144	80
3	196	176	40
3	343	309	40
3	242	218	70
3	60	54	80
4	11	10	70
4	390	351	90
4	314	283	40
4	123	111	65
4	127	114	65
4	257	231	85
4	390	351	45
4	0	0	85
4	315	284	90
4	320	288	90
4	7	6	60
4	392	353	60
4	390	351	75
4	125	113	80
6	28	25	85
6	38	34	85
6	130	117	85
6	28	25	80
6	390	351	85
6	394	355	85
6	41	37	85
8	169	152	29
8	171	154	31
8	320	288	90
8	75	68	75
8	55	50	73
8	350	315	80
8	10	9	60
8	204	184	75
8	175	158	75
8	7	6	90
8	255	230	17
8	211	190	70
8	125	113	70
8	195	176	80
8	16	14	90
8	271	244	70
Foliasjon			
2	203	183	50
4	310	279	30
8	170	153	30

Alle fallretninger er 90° i klokkevis
retning fra strøkretningen.

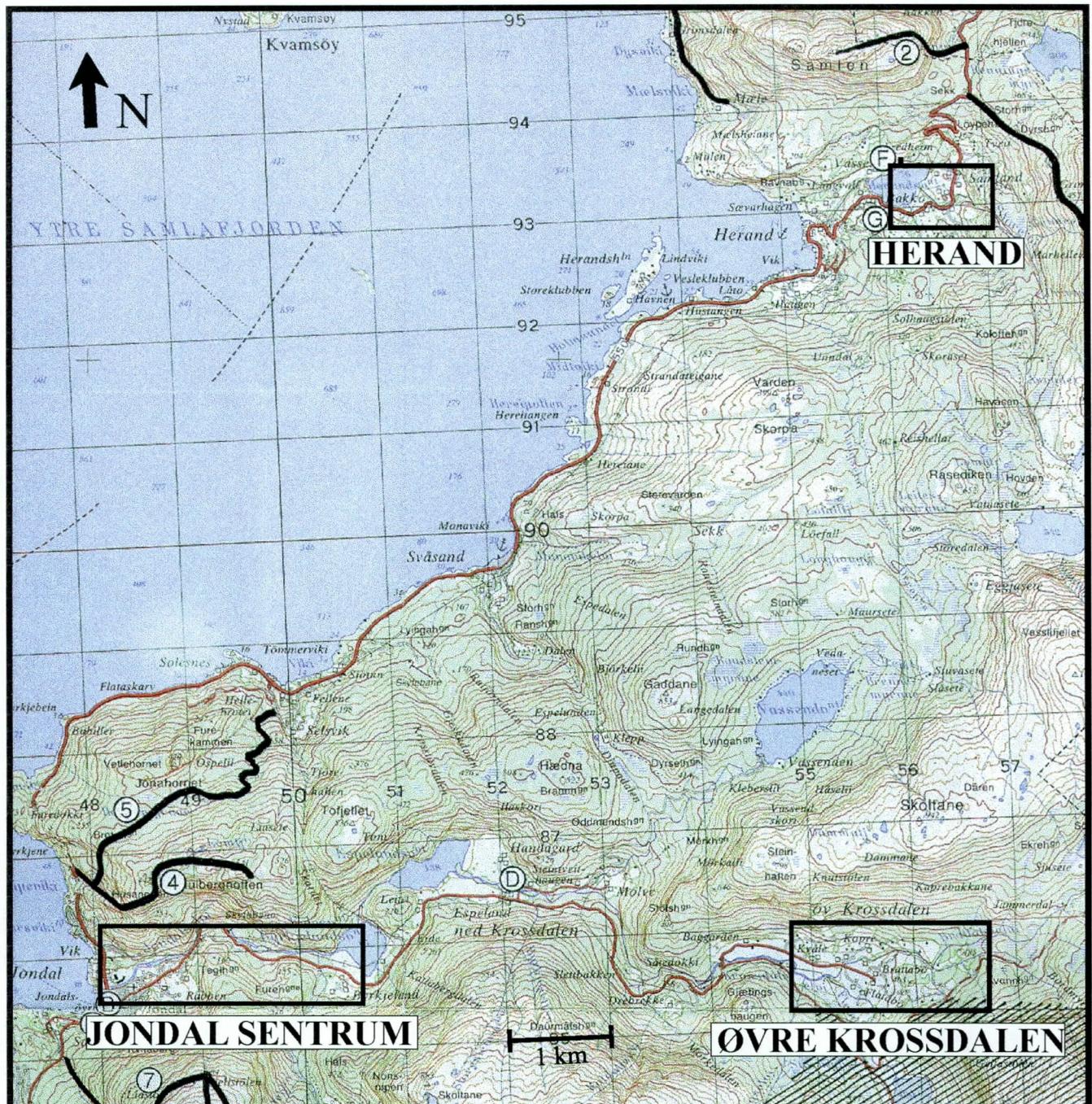
Kysnes			
Lokalitet	Strøk (g)	Strøk (°)	Fall (°)
Sprekker			
1	225	203	85
1	43	39	75
1	169	152	85
1	154	139	80
1	161	145	85
1	290	261	40
1	283	255	25
1	393	354	68
1	385	347	90
1	252	227	70
1	44	40	90
1	164	148	85
1	315	284	90
1	379	341	90
1	310	279	85
1	35	32	90
1	389	350	90
1	328	295	70
2	393	354	87
2	248	223	90
2	10	9	80
2	322	290	40
2	5	5	70
2	241	217	90
2	0	0	65
3	176	158	85
3	393	354	90
3	389	350	90
3	230	207	27
3	225	203	29
3	235	212	25
3	20	18	65
3	196	176	85
3	21	19	70
3	319	287	90
4	175	158	85
Foliasjon			
3	230	207	27

Hammeren			
Lokalitet	Strøk (g)	Strøk (°)	Fall (°)
Sprekker			
1	6	5	90
1	18	16	90
1	391	352	85
1	222	200	80
1	112	101	65
1	28	25	45
1	252	227	25
1	10	9	90
1	146	131	35
1	12	11	90

Øvre Krossdal			
Lokalitet	Strøk (g)	Strøk (°)	Fall (°)
Sprekker			
5	112	101	85
5	120	108	85
5	116	104	85
5	66	59	60
5	70	63	65
5	396	356	65
6	269	242	41
6	271	244	39
8	260	234	90
Foliasjon			
6	270	243	40

KARTBILAG

- 98.046-01 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i løsmasser i Jondal kommune
- 98.046-02 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Jondal sentrum
- 98.046-03 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Øvre Krossdalen
- 98.046-04 Detaljkart, georadaropptak og borehullslassering, Herand
- 98.046-05 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i fast fjell, Jondal - vest
- 98.046-06 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i fast fjell, Jondal - øst
- 98.046-07 Detaljkart, Torsnes
- 98.046-08 Detaljkart, Hammaren
- 98.046-09 Detaljkart, Kysnes
- 98.046-10 Detaljkart, Øvre Krossdalen



NGU / JONDAL KOMMUNE
OVERSIKTSKART

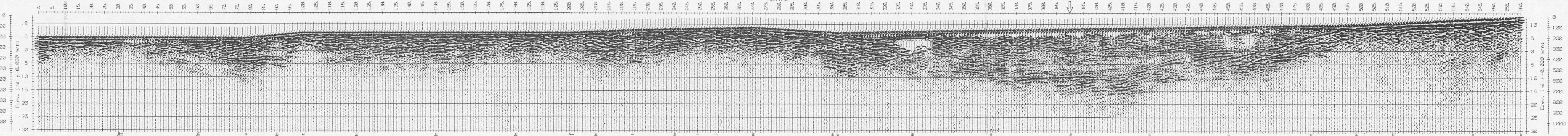
Utdrag fra Turkart Jondal
basert på Statens Kartverk
1:50000.

GRUNNVANSUNDERSØKELSER I LØSMASSER FOR FORSYNINGSSTEDENE:

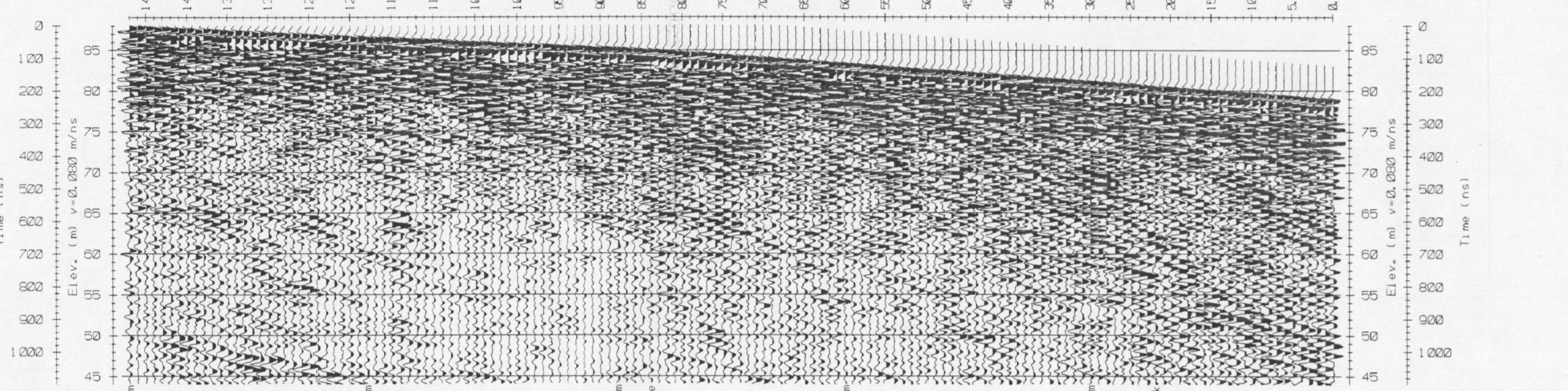
HERAND
JONDAL SENTRUM
ØVRE KROSSDALEN

Jondal kommune, Hordaland

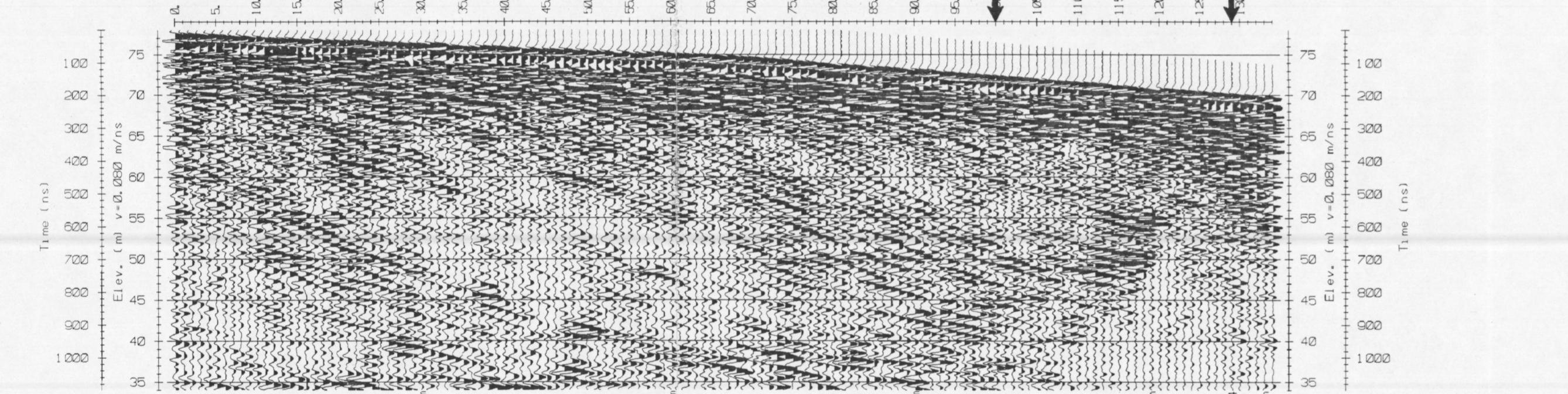
PROFIL 1



PROFIL 2

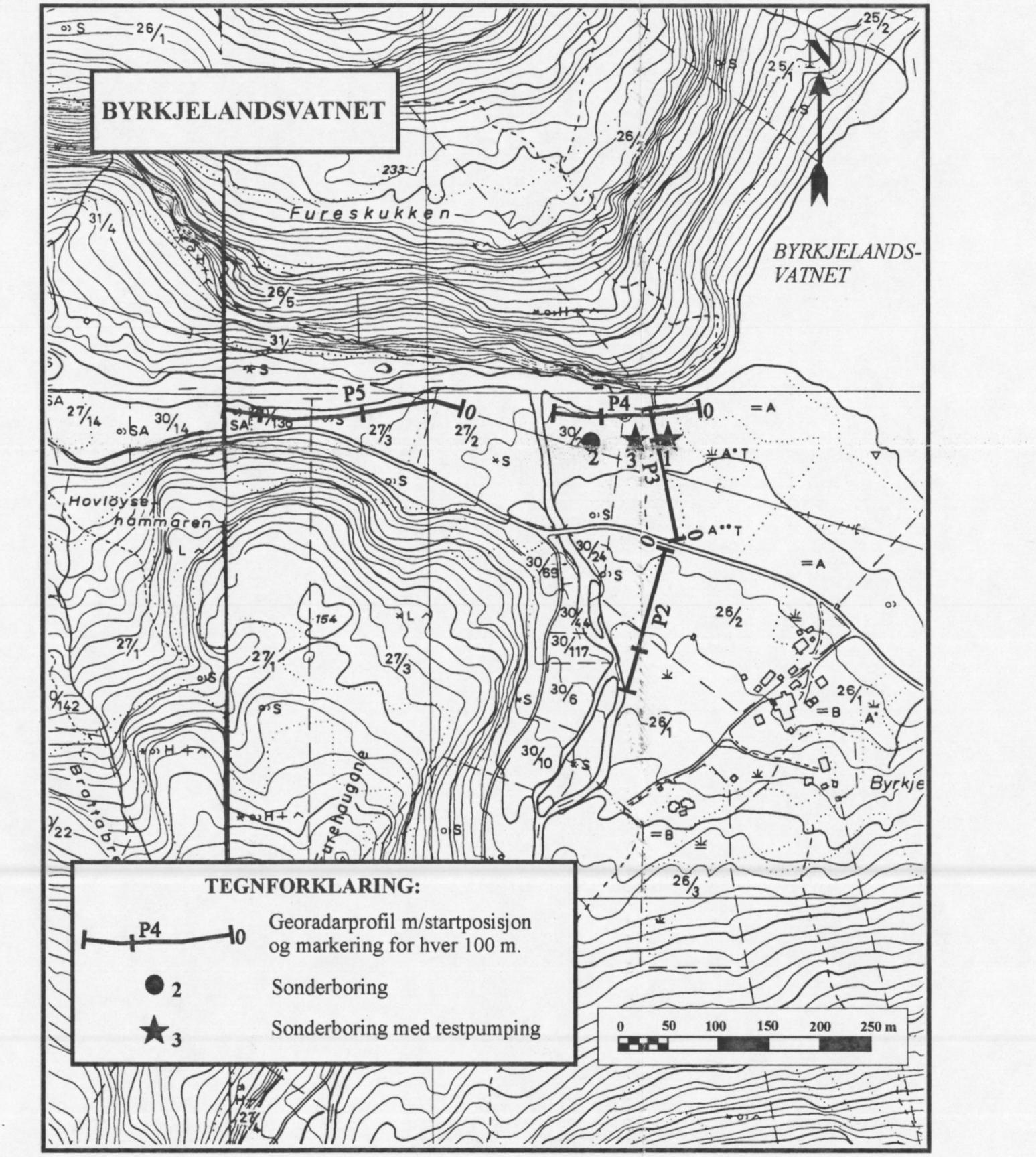


PROFIL 3

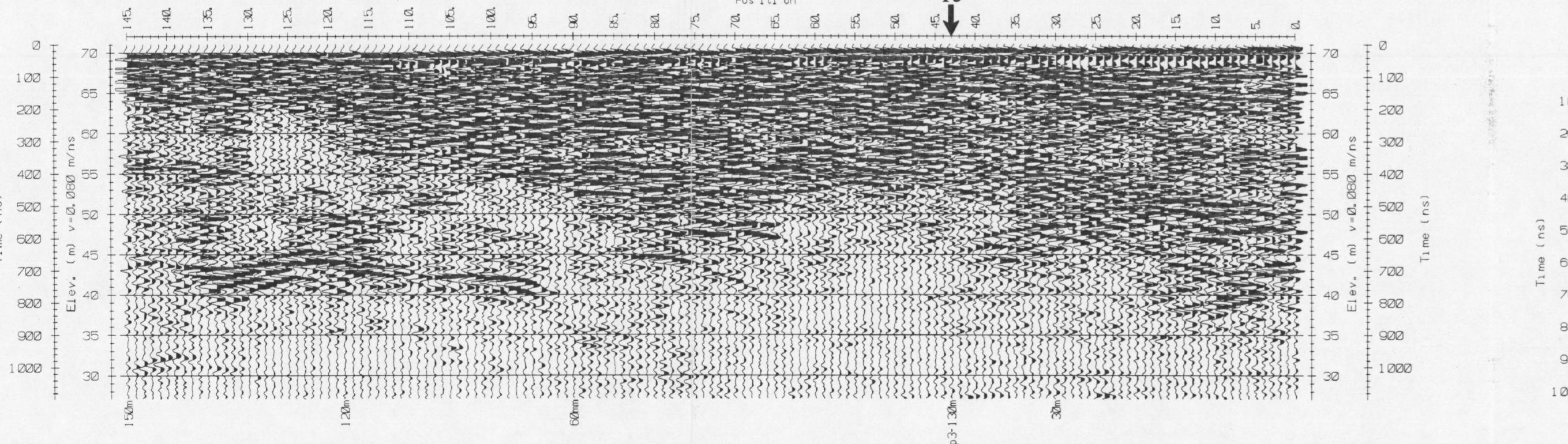


**TEGNFORKLARING
(Opp tak)**

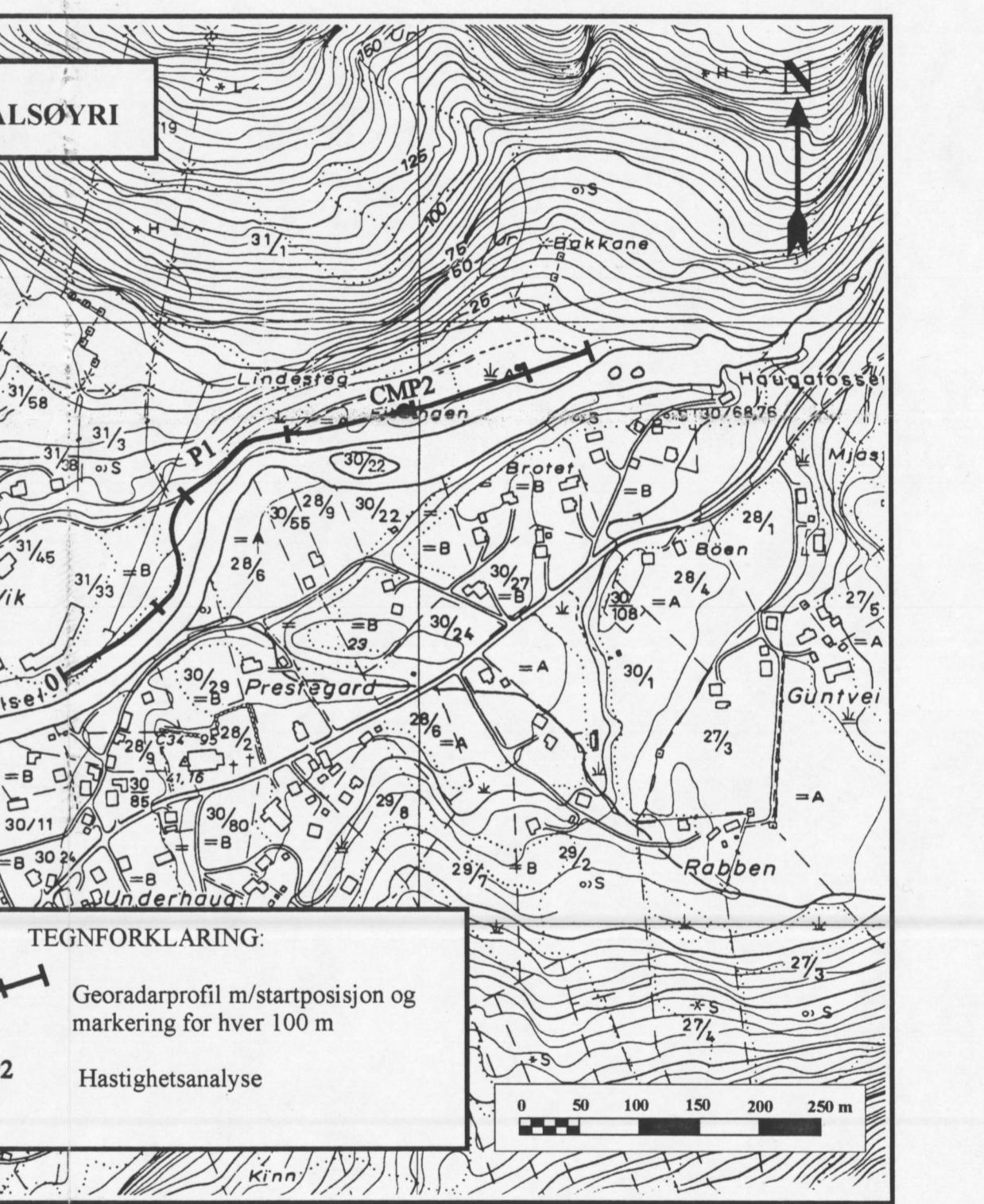
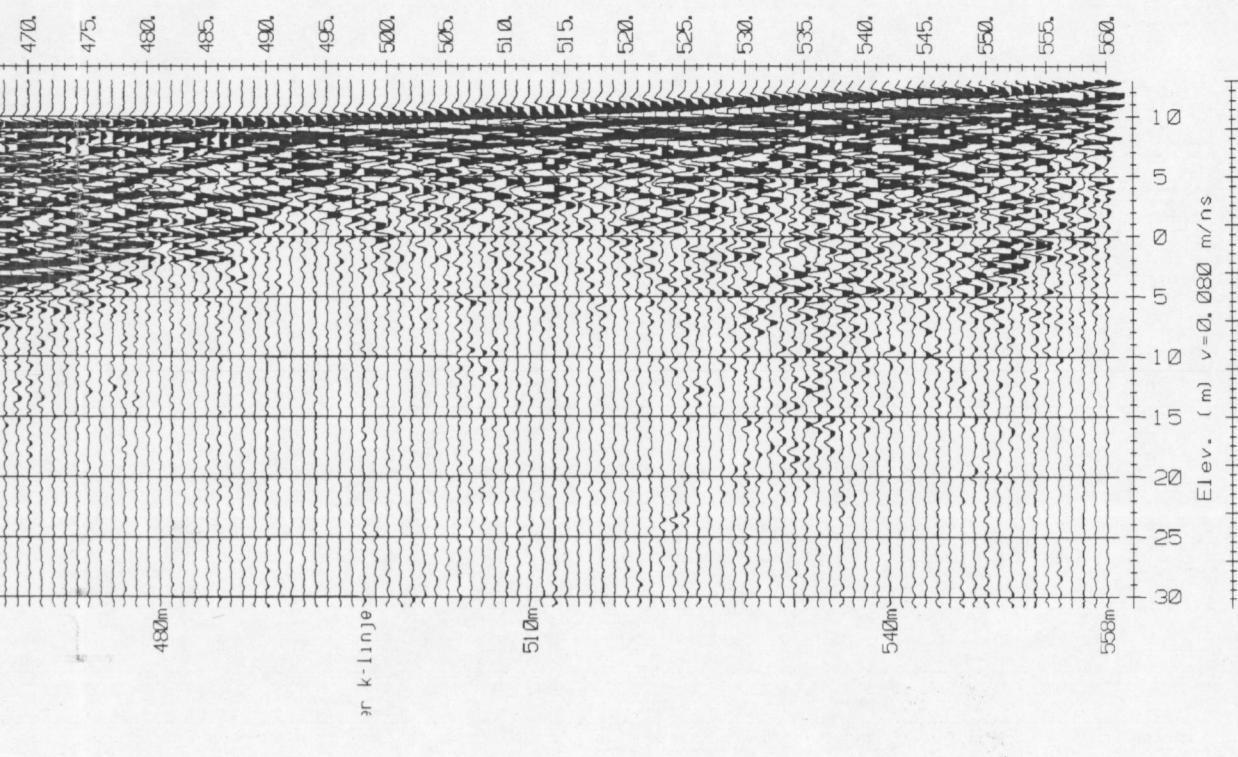
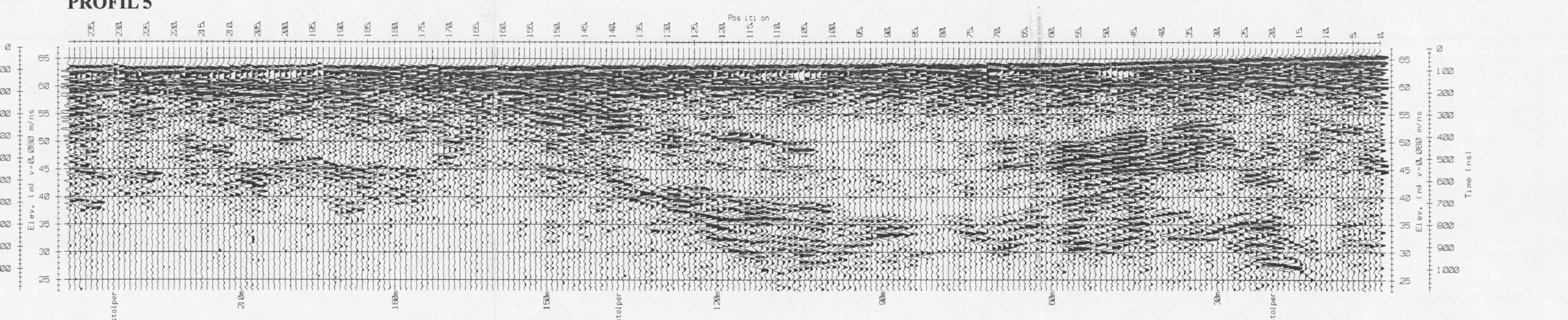
- P3 ↓ Kryssende georadarprofil
- CMP2 ↓ Hastighetsanalyse
- Sb1 ↓ Sonderboring m/testpumping



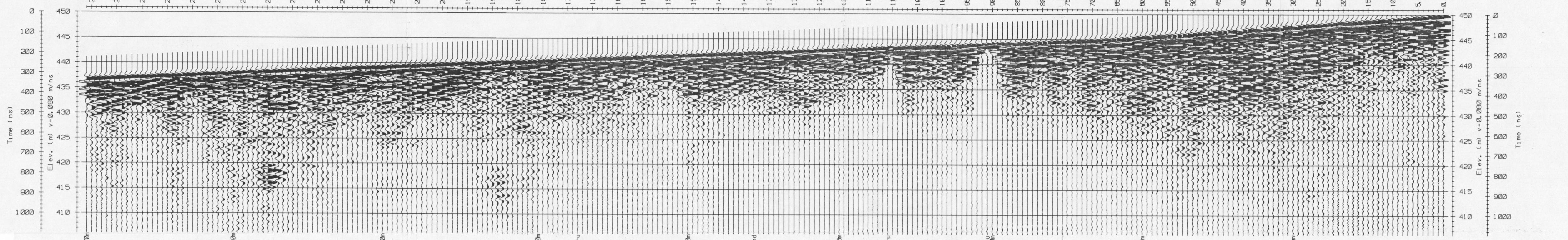
PROFIL 4



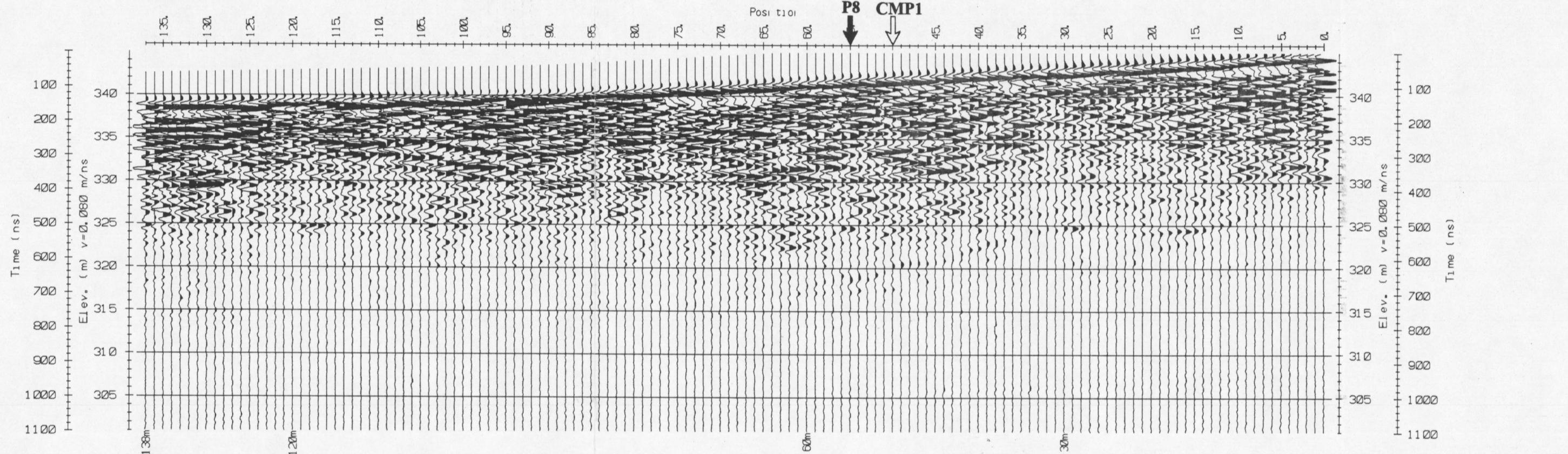
PROFIL 5



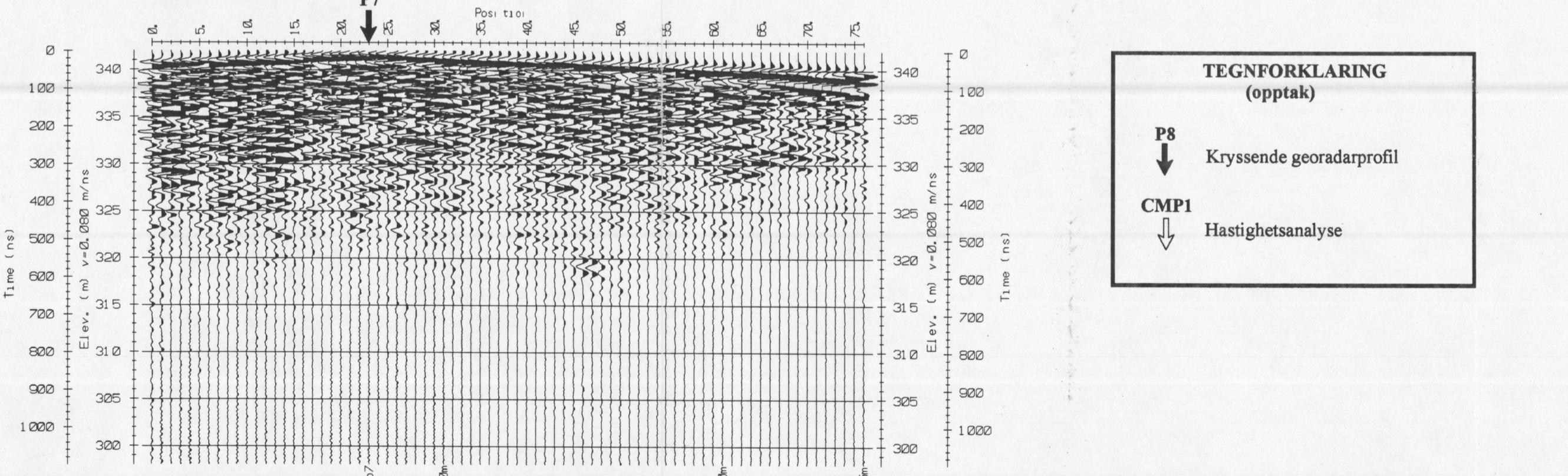
PROFIL 6



PROFIL 7



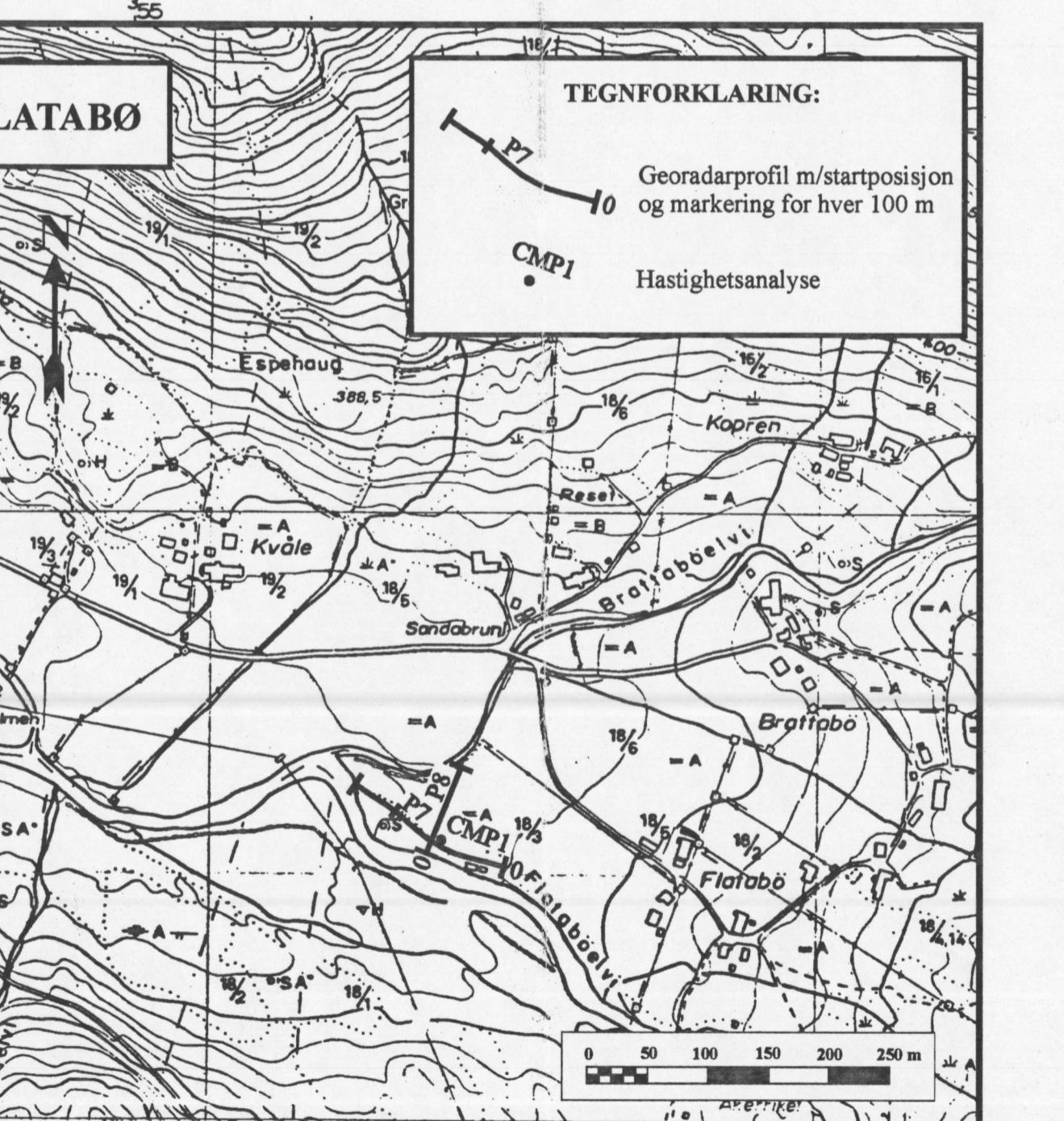
PROFIL 8



**TEGNFORKLARING
(oppbak)**

P8 ↓ Kryssende georadarprofil

CMP1 ↓ Hastighetsanalyse

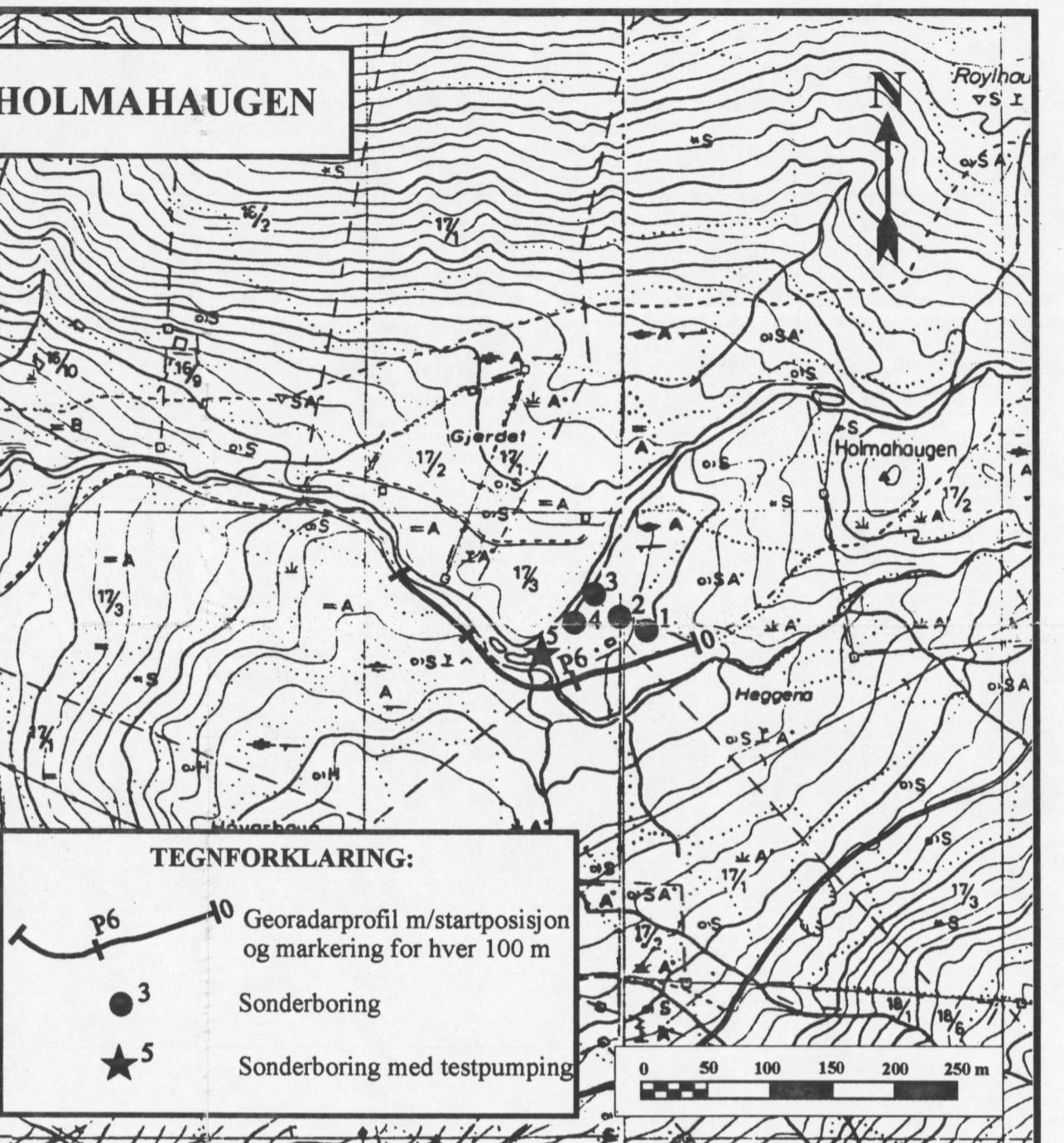


FLATABØ

TEGNFORKLARING:

10 Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 m

CMP1 Hastighetsanalyse



HOLMHAUGEN

1. 356171 / 6685396
2. 356161 / 6685408
3. 356140 / 6685423
4. 356126 / 6685406
5. 356099 / 6685379

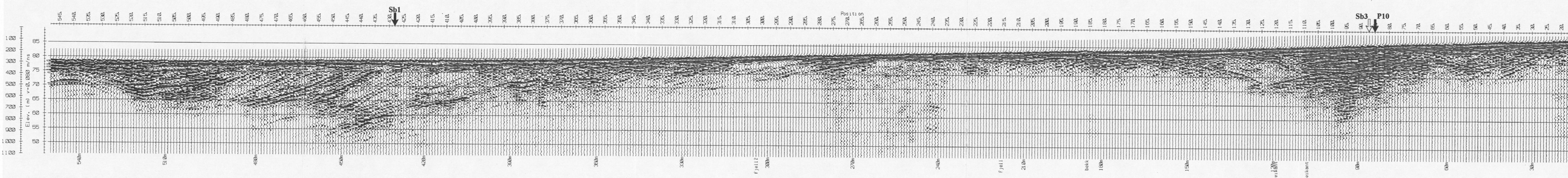
NGU/JONDAL KOMMUNE
GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPASSRINGER
ØVRE KROSSDALEN
JONDAL KOMMUNE, HORDALAND

MÅLESTOKK
1:5000 (kart)
MÅLT/L/Aa.M. August 1997
TEGNT/L/Aa.M. Februar 1998
TRAC
KFR

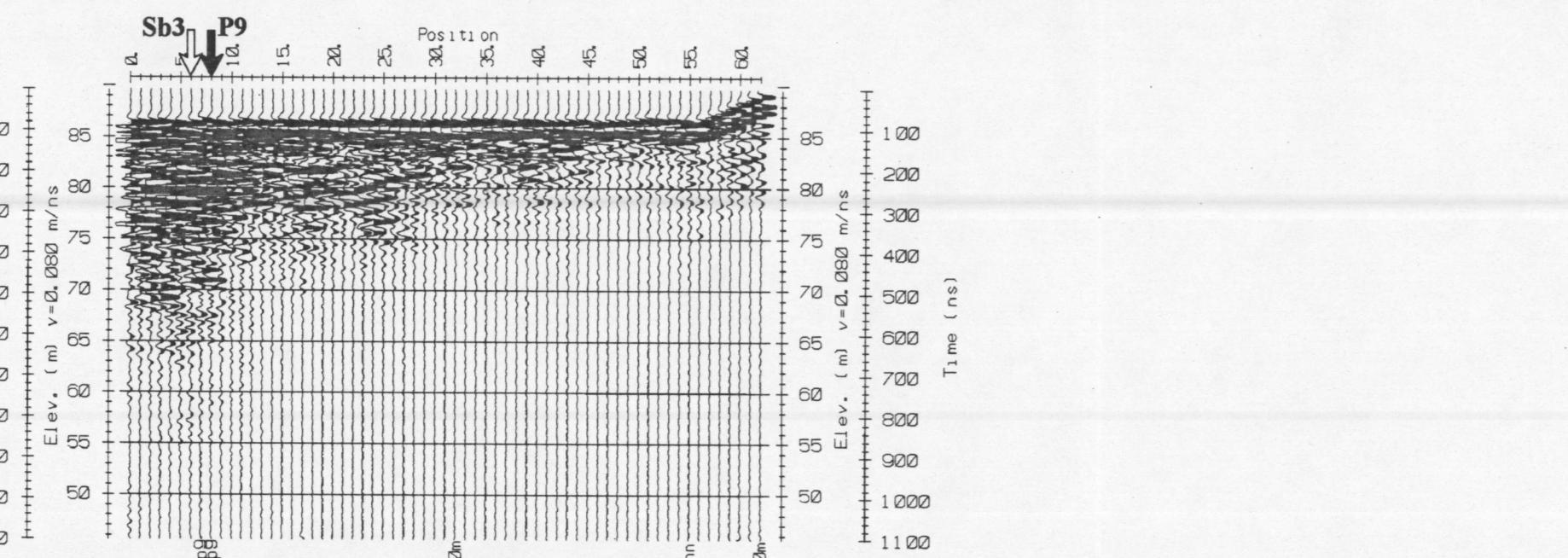
NORGES GELOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

KARTBILAG NR
98.046-03
KARTBLAD NR
1315 IV

PROFIL 9



PROFIL 10



TEGNFORKLARING (oppak)

- P10 ↓ Kryssende georadarprofil
- Sb1 ↓ Sonderboring med testpumping
- Sb3 ↓ Sonderboring

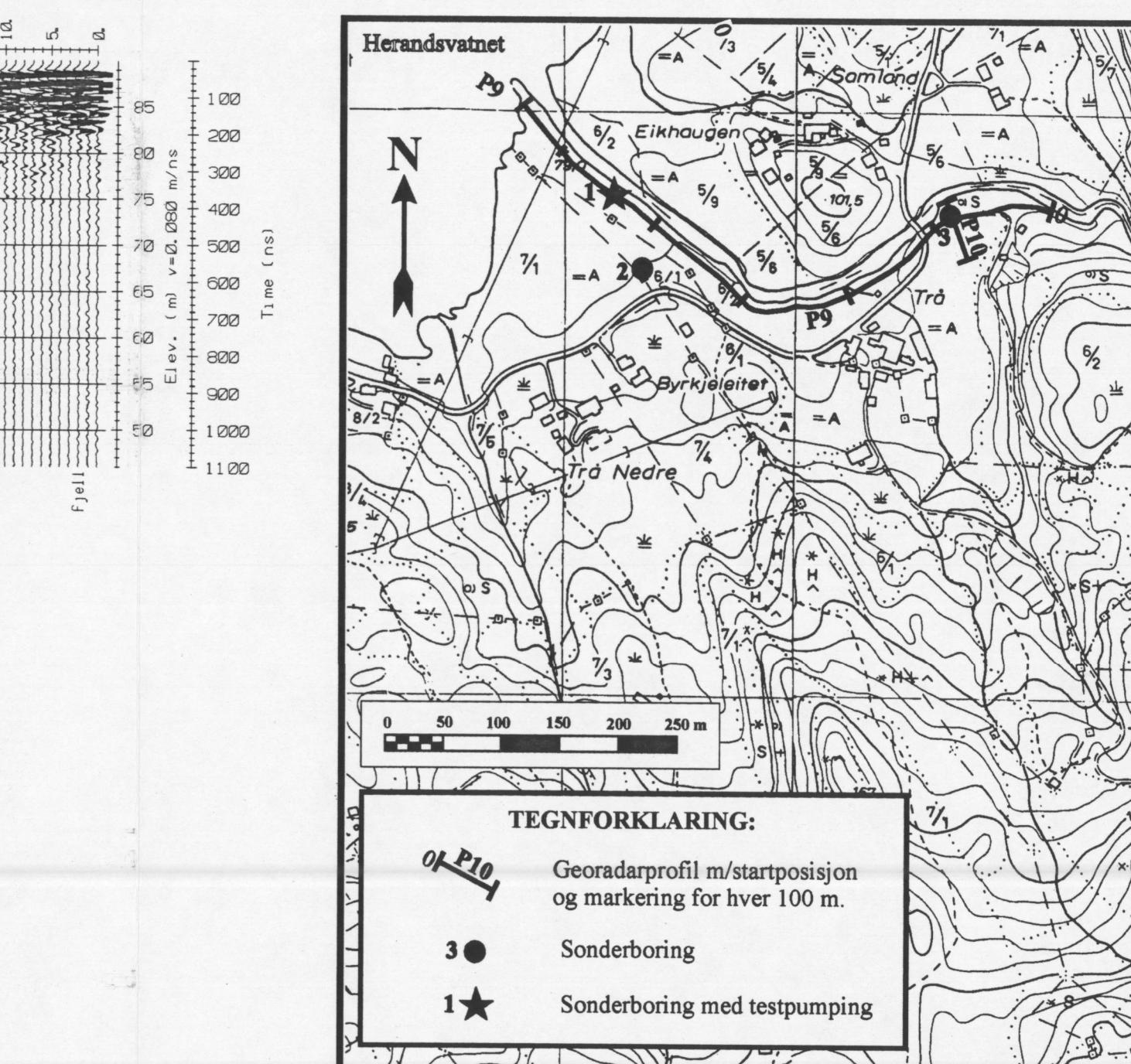
NGU/JONDAL KOMMUNE
GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPASSRINGER
HERAND
JONDAL KOMMUNE, HORDALAND

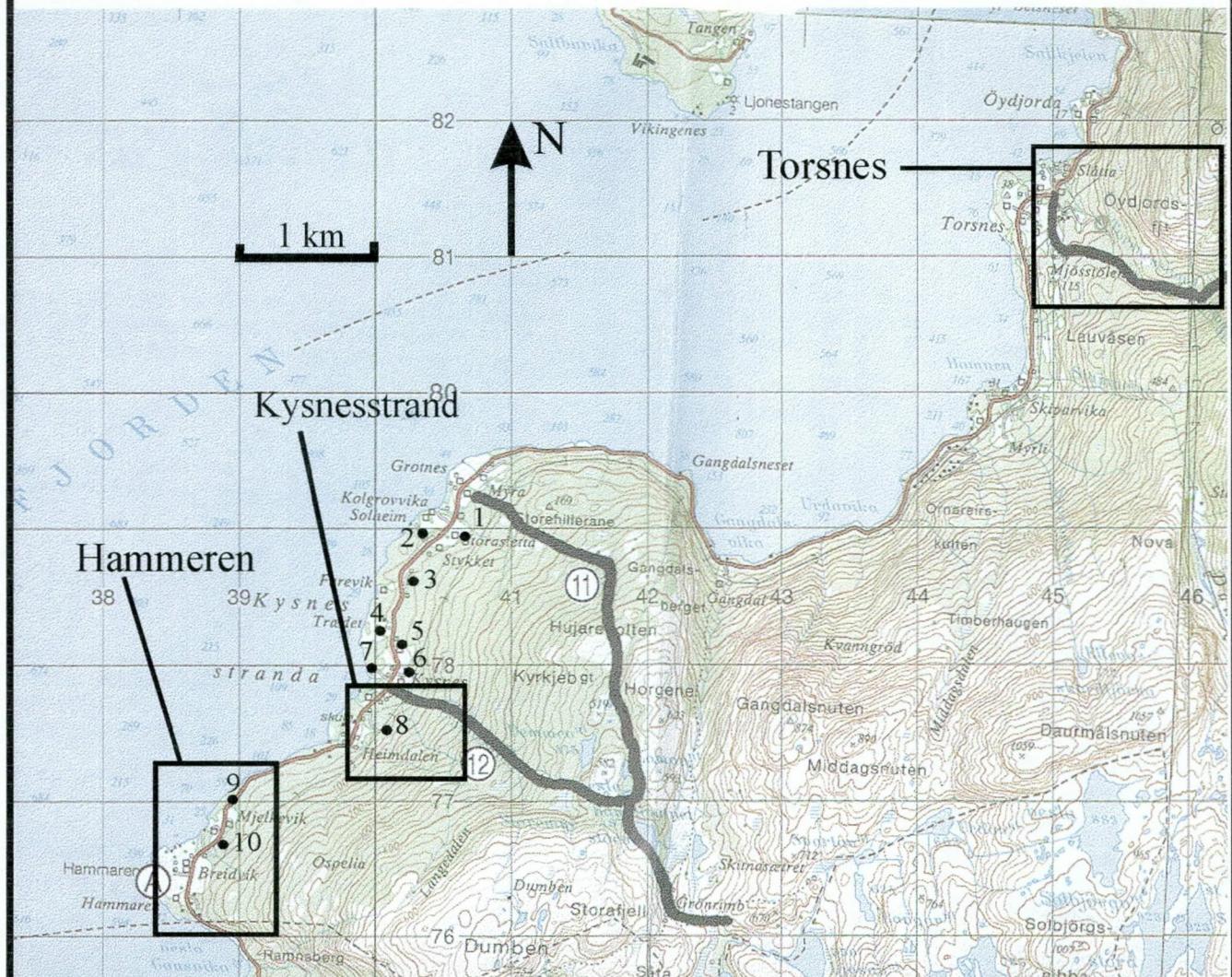
MÅLESTOKK
1:5000 (kart)
MÅLT.L/Aa.M. August 1997
TEGN.TL/Aa.M. Februar 1998
TRAC
KFR

NORGES GEEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

KARTBILAG NR
98.046-04

KARTBLAD NR
1315 IV





NGU / JONDAL KOMMUNE
OVERSIKTSKART

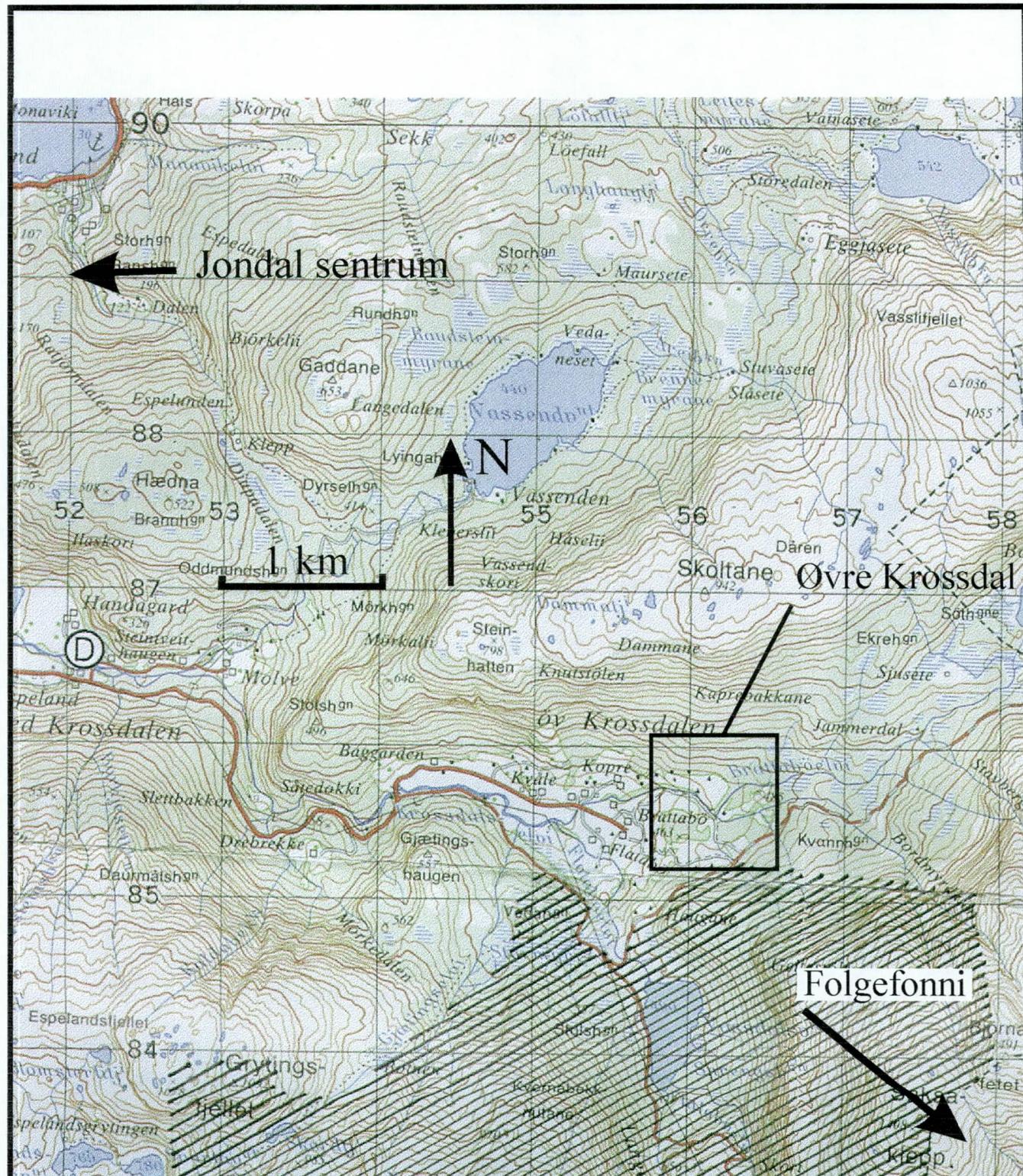
JONDAL- VEST

HORDALAND

● Eksisterende borehull (iflg. kommunen)
(med nummer - se tekst)

Utdrag fra Turkart Jondal,
basert på Statens Kartverk
1:50.000.

MÅLT D.B.	
TEGN D.B.	JAN. 1998
TRAC	
KFR	



NGU / JONDAL KOMMUNE
OVERSIKTSKART

JONDAL- ØST

HORDALAND

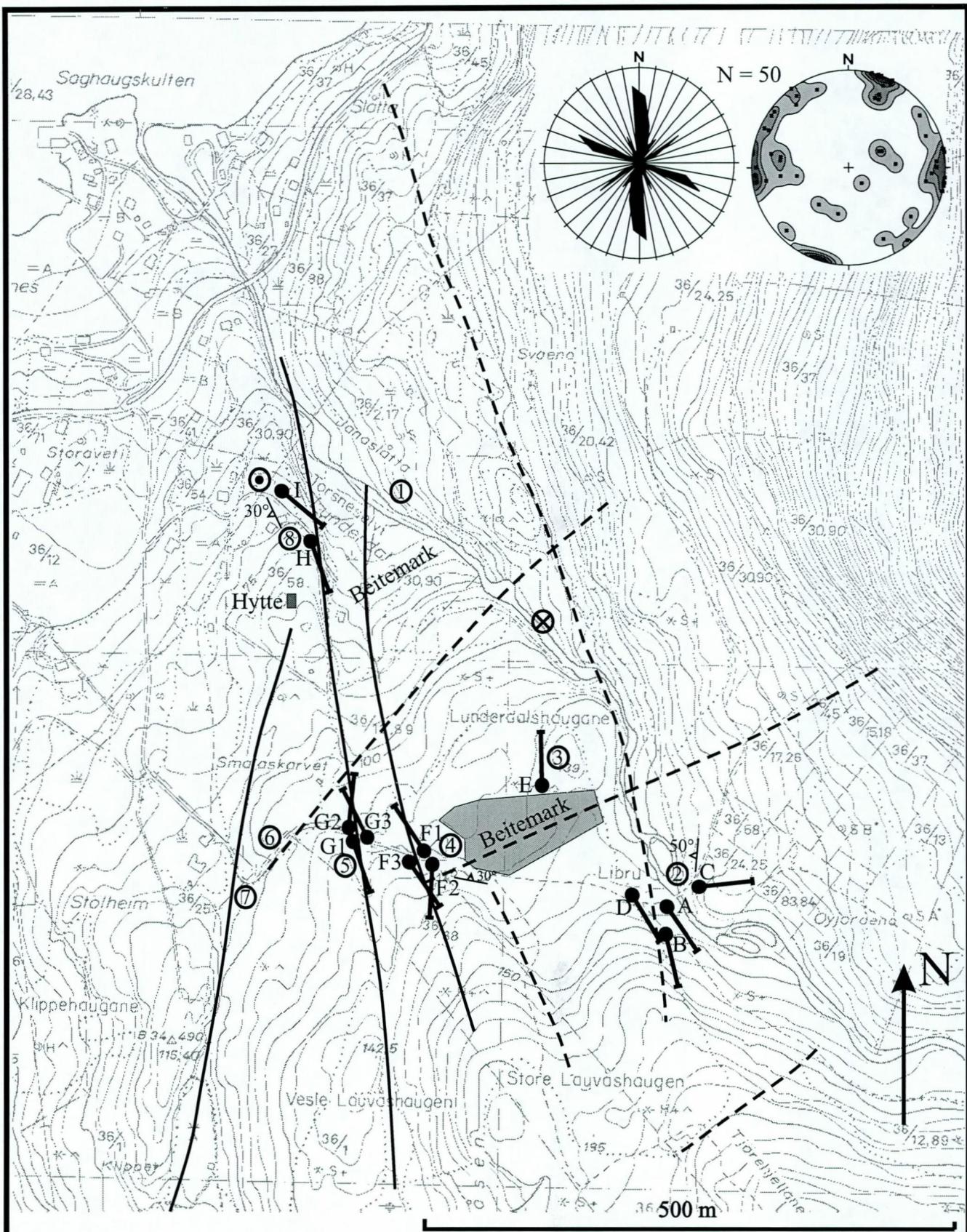
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

Utdrag fra Turkart Jondal,
basert på Statens Kartverk
1:50.000.

MÅLT D.B.	
TEGN D.B.	JAN. 1998
TRAC	
KFR	

Kartbilag 98.046-06

KARTBLAD NR
1315 IV



NGU / JONDAL KOMMUNE
DETALJKART

TORSNES

HORDALAND

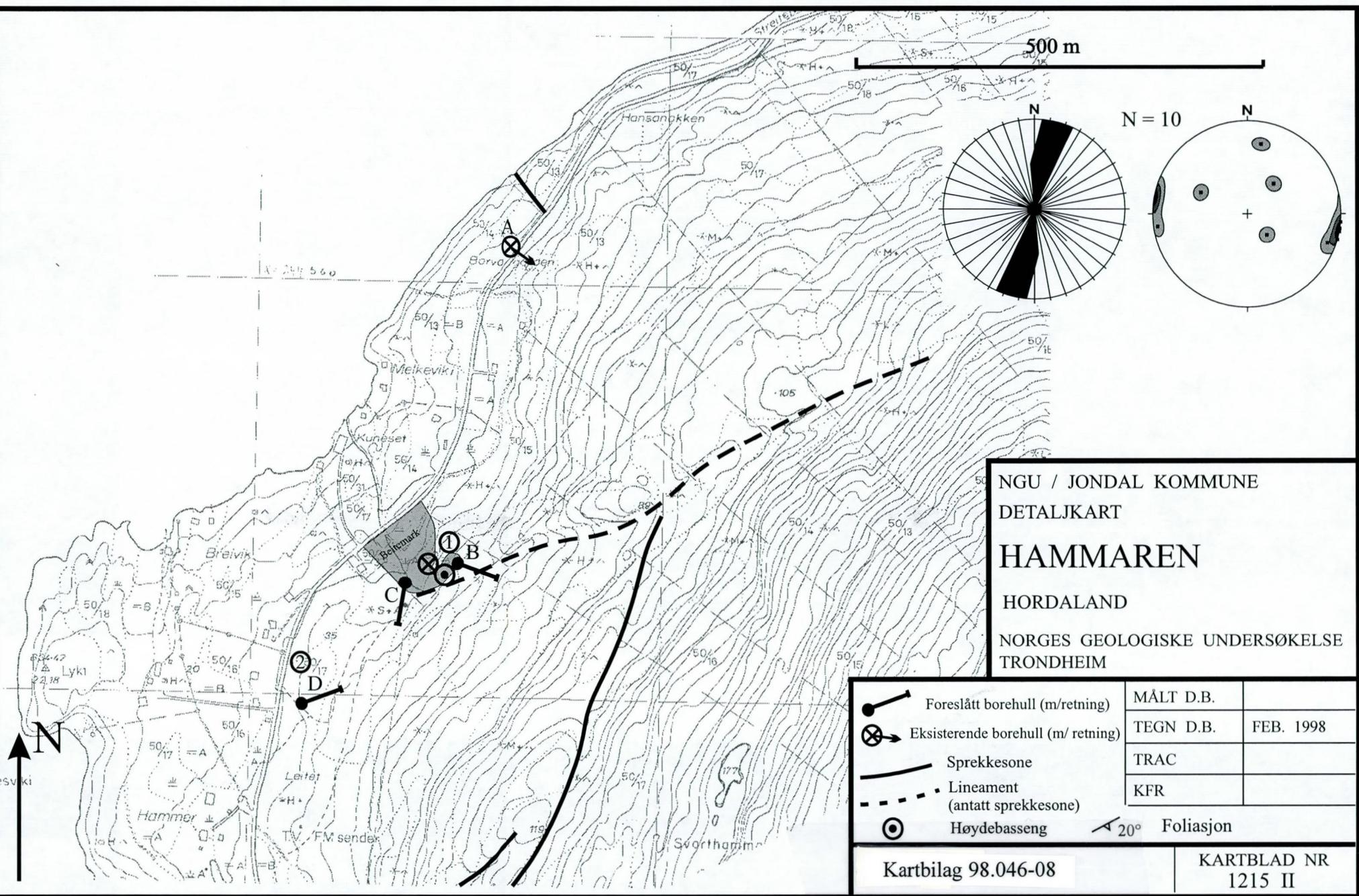
NORGES GEOLISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

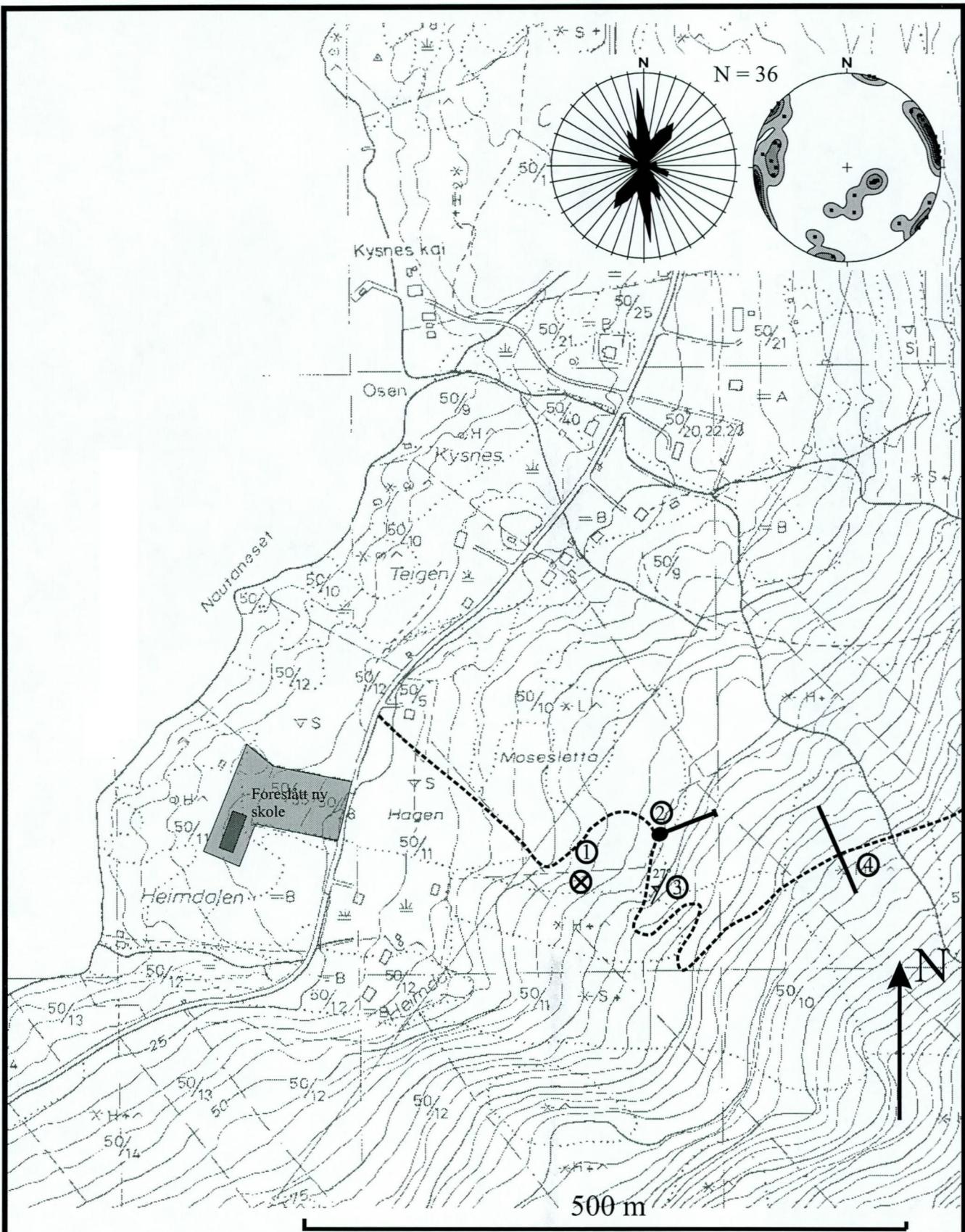
- Foreslått borehull (m/retning)
- ⊗ Vannintak
- Sprekkesone
- - Lineament (antatt sprekkesone)
- Høydebasseng

Kartbilag 98.046-07

MÅLT D.B.	
TEGN D.B.	JAN. 1998
TRAC	
KFR	

KARTBLAD NR
1215 II





NGU / JONDAL KOMMUNE
DETALJKART

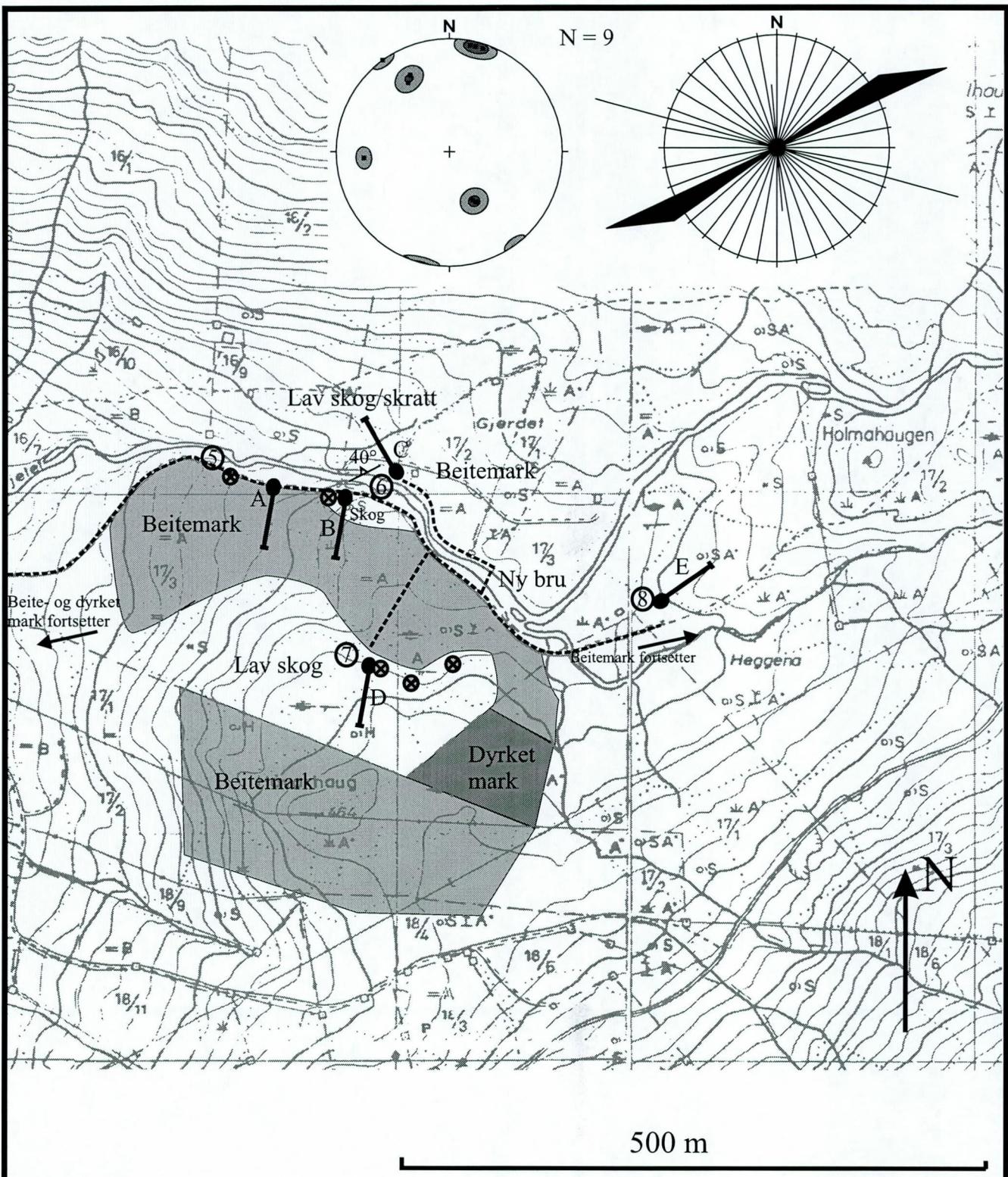
KYSNES

HORDALAND

NORGES GEOLISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

- Foreslått borehull (m/retning)
- ⊗ Eksisterende borehull
- Sprekkesone
- - - Anleggsvei
- ↗ 20° Foliasjon

MÅLT D.B.	
TEGN D.B.	FEB. 1998
TRAC	
KFR	



NB: Skyggelagte områder som viser arealbruk, er kun veiledende, og ikke nøyaktig kartlagte.

JONDAL KOMMUNE DETALJKART (Fjellbrønner)		MÅLT	
ØVRE KROSSDALEN	Foreslått borehull (m/retning)	TEGN AaM/DB	FEB. 1998
HORDALAND	Fjell i dagen	TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	Skogsvei/adkomst	KFR	
	$\angle 20^\circ$ Foliasjon		
	Kartbilag 98.046-10	KARTBLAD NR	
		1215 II	