


NGU Rapport 98.062

Grunnvannsundersøkelser i området
Kolstad - Elda, Namdalseid kommune

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rapport nr.: 98.062 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Grunnvannsundersøkelser i området Kolstad - Elda, Namdalseid kommune | | | | |
| Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Torleif Lauritsen | | Oppdragsgiver: NGU og Namdalseid kommune | | |
| Fylke: Nord-Trøndelag | | Kommune: Namdalseid | | |
| Kartblad (M=1:250.000) Namsos | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1623 II Holden og 1723 III Steinkjer | | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | Sidetall: 30 | Pris: 110,- | |
| Feltarbeid utført: juni-okt. 1997 | | Rapportdato: 24.04.1998 | Prosjektnr.: 271317 | Ansvarlig:  |
| Sammendrag: | | | | |
| <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har undersøkt løsmasseavsetninger i områdene Kolstad, Elda og langs Ferja med tanke på grunnvannsuttak for reservevannforsyning til Namdalseid vannverk. Geofysiske undersøkelser i områdene Kolstad og Elda i form av georadarmålinger viste betydelige tykkelser av løsmasser. I Kolstadområdet viser georadarmålingene et tynt lag av drenert sand og grus over finkornige sedimenter av finsand, silt og leire. Løsmassene her er ikke egnet for grunnvannsuttak. I Eldaområdet indikerer georadarmålingene grove masser som delvis ligger under grunnvannsspeilet.</p> <p>Sonderboringene i Elda-området bekreftet georadarmålingene, og påviste over 20 m med sand og grusmasser, men på grunn av for lav grunnvannsstand greide vi ikke å få pumpet opp grunnvann. Sonderboringer på elveslettene ved Ferja, sør for Elda viste at dette området ikke er egnet for grunnvannsuttak fra rørbrønner på grunn av for liten tykkelse av grove masser.</p> <p>I tillegg ble det målt kapasitet og tatt vannprøver av to oppkommer. Kilden like nord for Elda har dårlig kvalitet og for lav kapasitet i forhold til vannbehovet, mens kapasiteten i en kilde ved Låmmårstranda, ved Ferja ble målt til ca. 5 l/s. Vannkvaliteten i denne kilden var bra.</p> <p>Mulighetene for grunnvannsuttak er dermed knyttet til utnyttelse av kilden ved Låmmårstranda eller nedsetting av rørbrønn ved borhull 1 i Elda-området.</p> | | | | |
| Emneord: Hydrogeologi | | Geofysikk | | Sonderboring |
| Løsmasse | | Grunnvannskvalitet | | Grunnvannsforsyning |
| Grunnvannskilde | | | | Fagrapport |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|-------------------------------------------|---|
| 1. INNLEDNING | 4 |
| 1.1 Bakgrunn | 4 |
| 1.2 Muligheter for grunnvannsutttak | 4 |
| 1.3 Gjennomføring | 4 |
| 2. METODEBESKRIVELSE..... | 5 |
| 2.1 Georadar | 5 |
| 2.2 Undersøkelsesboringer | 5 |
| 3. RESULTATER | 5 |
| 3.1 Georadarmålinger | 5 |
| 3.2 Boringer..... | 7 |
| 3.3 Vurdering av oppkommer | 8 |
| 4. VIDERE ARBEID | 8 |
| 5. KONKLUSJON | 9 |
| 6. REFERANSER | 9 |

TEKSTBILAG

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

DATABILAG

- Databilag 1.1-1.5 Borprofiler, utskrift fra NGU's hydrogeologiske database.
Databilag 2.1 Vannanalyser av grunnvann fra kilder

KARTBILAG

- Kartbilag 98.062-01 Oversiktskart i M 1:50 000 over det undersøkte området i Namdalseid.
- Kartbilag 98.062-02 Utskrift av georadarprofil og kart i M 1:5000 som viser plassering av georadarprofil ved Kolstad.
- Kartbilag 98.062-03 Utskrift av georadarprofil og kart i M 1:5000 som viser plassering av georadarprofil, lokalisering av undersøkelsesboringer ved Elda og Ferja og beliggenheten av oppkomme K1.
- Kartbilag 98.062-04 Kart i M 1:5000 som viser lokalisering av en sonderboring ved Ferja.
- Kartbilag 98.062-05 Kart i M 1:5000 som viser beliggenheten av oppkomme K2.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Namdalseid kommune har nylig bygd ut vannbehandlingsanlegg på sin vannkilde, Rossetvatnet. Vannverket mangler godkjent reservevannkilde og ønsket derfor en utredning av mulige grunnvannsforekomster i nærheten av eksisterende ledningsnett. Vannverket har et vannbehov på ca. 6,5 l/s. I forbindelse med prosjektet Grunnvann i Norge (GiN) ble det gjort vurderinger av 7 løsmasseavsetninger i kommunen og det ble utført sonderboringer med negativt resultat på to av dem (Morkamoen og Årgård). Ut fra disse undersøkelsene og beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett, ble det nå besluttet å gjøre nærmere undersøkelser i området Kolstad-Elda og på elveavsetningene langs Ferja, sør for Elda.

1.2 Muligheter for grunnvannsuttak

I området Kolstad-Elda er det kartlagt to store breelvavsetninger. Avsetningene infiltreres ikke av større bekker eller elver, slik at nydannelsen av grunnvann skjer hovedsakelig ved infiltrasjon av nedbør. Dette gir noe begrenset maksimal kapasitet, men ut fra avsetningenes størrelse, nedbørsmengder og infiltrasjonsforhold er det muligheter for å dekke det oppgitte vannbehovet på begge avsetningene, noe som forutsetter gode forhold for grunnvannsuttak. På elveavsetningene langs Ferja forutsetter et større uttak av grunnvann at det finnes grove masser med tilstrekkelig tykkelse og at grunnvannsmagasinet mates med vann fra elva.

I Kolstadorrådet og på elveslettene langs Ferja er det mye dyrket mark, slik at et eventuelt grunnvannsuttak kan komme i konflikt med jordbruksinteresser. Det vurderte området ved Elda består hovedsakelig av skog og myr, og et eventuelt uttak av grunnvann her vil derfor ikke komme i særlig konflikt med eksisterende arealbruk.

1.3 Gjennomføring

I området Kolstad-Elda ble det først gjort en feltbefaring og så målinger med georadar for å få en oversikt over løsmassefordeling og løsmassemektigheter. Ut fra disse resultatene og framkommelighet med boreutstyr ble det foreslått boringer. På elveslettene langs Ferja ble det ikke gjort georadarmålinger, kun to sonderboringer.

Feltarbeidet ble utført i perioden juni - oktober 1997. Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. Andre involverte har vært:

Torleif Lauritsen (georadar)

Frank Sivertsvik (løsmasseboring)

Åse Midtgård (georadar)

Bjørn Iversen (løsmasseboring)

Teknisk etat i kommunen har skaffet nødvendig bakgrunnsinformasjon (opplysninger om eksisterende vannforsyning, kart etc.).

2. METODEBESKRIVELSE

2.1 Georadar

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

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

2.2 Undersøkellesboringer

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

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

3. RESULTATER

3.1 Georadarmålinger

Det er utført georadarmålinger ved lokalitetene, Kolstad og Elda (se oversiktskart i kartbilag 98.062-01).

Georadarundersøkelsen ved Kolstad omfattet 5 profiler (P1-P5). Opptakene og profilenes plassering er presentert i kartbilag -02. Ved dybdekonverteringen har en benyttet et erfaringstall for gjennomsnittlig hastighet på 0.1 m/ns.

Ved Elda er det utført georadarmålinger langs 2 profiler (P6 og P7). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03. Ved dybdekonverteringen har en benyttet gjennomsnittshastighet framkommet ved hastighetsanalyse, CMP-måling, ved profil 6. Målingen ga en gjennomsnittshastighet på 0.1 m/ns.

P1 (Kolstad)

Opptaket er plottet fra vest mot øst. Fjelloverflata ser ut til å ligge nokså dagnært i store deler av profilet. Størst dyp til fjell er indikert ved posisjon 180. Her sees fjellreflektoren trolig ved ca. 12-13 m dyp (nivå 63-64 m o.h.). Løsmassene rundt denne posisjonen ser ut til å bestå av nokså ensgradert materiale (trolig sand). Ellers tolkes fjellet til å gå helt i dagen (0-2 m dyp) ved posisjonene 25-45, 80-90, 110, 210-240, 310-320 og 345-359.

P2 (Kolstad)

Opptaket er plottet fra sør mot nord. I kryssingspunktet med profil 1 (posisjon 8) ser fjelloverflata ut til å ligge dagnært (0-2 m dyp). Herfra går fjellreflektoren ned til ca. 14-15 m dyp (nivå 70 m o.h.) ved posisjon 60. Fram til posisjon 95 går fjelloverflata tilnærmet horisontalt. Ved posisjon 110 gjør den en oppbøyning (til nivå 75 m o.h.) før den går mot dypet igjen. Fra posisjon 135 er det ikke mulig å følge fjellreflektoren. Løsmassene langs profilet tolkes å bestå av finstoffmateriale, trolig finsand/silt. Vest for posisjon 135 sees en nesten overflateparallel, svak reflektor ved ca. 10 m dyp. Denne markerer trolig overgang fra finsand/silt til godt ledende marin leire.

P3 (Kolstad)

Opptaket er plottet fra vest mot øst. Tilnærmet parallelle, utholdende reflektorer indikerer laminasjoner/lagdeling av finsand og silt. Tykkelsen av disse massene er maksimum ca. 15 m. Fravær av reflektorer under dette dypet indikerer godt ledende marin leire. Ved posisjon 40 ser fjelloverflata ut til å stikke opp og danne en rygg som går opp til ca. nivå 80 m o.h. Løsmassetykkelsen er her redusert til ca. 7-8 m.

P4 (Kolstad)

Profilet går i bunn av grustak og opptaket er plottet fra nordvest til sørøst. Meget svak reflektivitet indikerer ensgradert materiale, sannsynligvis finsand - silt. En kort, kraftig reflektor sees ved nivå 85 m o.h. ved posisjon 137. Denne kan representere fjelloverflata.

P5 (Kolstad)

Opptaket er plottet fra sørvest til nordøst. Fra posisjon 0 til posisjon 30 indikeres en sørvestlig deltautbygging. Denne antas å bestå av sand- og gruslag. Tykkelsen av foreset-pakken øker fra ca. 2 m ved posisjon 0 til ca. 10 m ved posisjon 30. Fra posisjon 30 avløses foreset-lagene av overliggende finstoff som gjenkjennes fra profil 4.

P6 (Elda)

Opptaket er plottet fra sør mot nord. Fra posisjon 0 til posisjon 220 sees et kraftig og til dels kaotisk reflektormønster ned til ca. 12-15 m dyp. Dette tolkes som grovt materiale av sand, grus og stein. Ved ca 12 m dyp sees stedvis en overflateparallel reflektor, som tydeligst trer fram mellom posisjonene 50 og 70, samt mellom posisjonene 150 og 175. Reflektoren kan representere grunnvannspeilet. Under reflektoren ser reflektiviteten ut til å avta gradvis mot dypet, noe som kan

indikere økende innhold av finstoff. Fra posisjon 220 går profilet på myr. Her sees bunnen av myra som en markert reflektor, som skrår fra overflata, og tilsynelatende ned til ca. 13 m dyp (ca. 57 m o.h.) ved posisjon 245. Fra posisjon 290 er penetrasjonen med den brukte hastigheten på 0,1 m/ns, redusert til 7-8 m og det er ikke lenger mulig å følge bunnen av myra. Ut fra erfaringer vet en at bølgehastigheten i myr er ca. 0,04-0,05 m/ns, og ikke 0,1 m/ns som benyttet ved utplottingen. Dette betyr at mektigheten av myra er ca. halvparten av hva plottet indikerer.

P7 (Elda)

I starten av profilet sees grovt materiale av sand, grus og stein ned til ca. 12 m dyp. Ved dette dypet sees en svak reflektor som kan representer grunnvannsspeil og/eller overgang til underliggende finstoffmateriale. Avtagende reflektivitet utover i profilet indikerer økende innhold av finstoff med god elektrisk ledningsevne.

Konklusjon, georadarmålinger

Opptakene fra Kolstad indikerer små muligheter for grunnvannsuttak p.g.a begrenset dyp til fjell og/eller finkornige løsmasser, mens opptakene ved Elda viser grove masser (stein, grus og sand) ned til maksimalt ca. 20 m dyp, og skulle gi muligheter for grunnvannsuttak.

3.2 Boringer

Georadarprofilene ved Kolstad indikerte små muligheter for grunnvannsuttak, og det ble derfor ikke gjort oppfølgende boringer der. Ved Elda var det mest gunstige området der profil 6 kommer ned på myra. Kartbilag 98.062-03 og -04 viser lokaliseringen av borpunktene, mens databilag 1.1-1.5 viser borprofilene i form av utskrifter fra NGU's hydrogeologisk database.

Borhull 1 ble plassert ved georadarprofil P6, like nedenfor myra. Boringen viste ca. 5,5 m myr og leire over sand og grus til 20,5 m hvor massene ble mer dominert av sand og finsand. Det ble satt ned en Ø32 mm undersøkelsesbrønn, men på grunn av at grunnvannsspeilet lå på ca 7 m dyp greide vi ikke å få pumpet opp grunnvann med sugepumpe. Vanngjennomgangen ved spyling av brønnen på 9,5 og 11,5 m dyp var middels god. På grunn av stort dyp til grunnvannsspeilet ble det besluttet å bore neste hull lenger nede og nærmere elva (borhull 2). Denne sonderboringen viste stort sett bare leire til 17,5 m dyp og er dermed uegnet for grunnvannsuttak.

Det ble også boret ytterligere et hull i området (borhull 3). I dette hullet ble det påvist ca. 14 m leire over siltig sand til ca. 22 m dyp. Under dette nivået består massene av hardt pakket silt. Også i dette borhullet er massene for finkornet til uttak av grunnvann.

Grunnvannsmulighetene på elveslettene langs Ferja ble undersøkt ved ytterligere to sonderboringer (borhull 4 og 5). Begge boringene viste 2-3 m med sand og grus over silt og leire. Heller ikke i disse borhullene er det muligheter for uttak av grunnvann.

3.3 Vurdering av oppkommer

På bakgrunn av opplysninger av grunneiere i området ble det foretatt en befaring og tatt vannprøver av to oppkommer i området. Den ene ligger like NØ for borhull 5 på Låmmårstranda (kartbilag 98.062-03). Kilden er å betrakte som en punktkilde. Grunnvannet strømmer i et sand/gruslag med finkornige masser både over og under. Kilden ligger dermed godt beskyttet mot eventuelle forurensninger. Kapasiteten i en bekk fra kilden ble målt til 5 l/s. I følge grunneieren har kilden en vesentlig vannføring også gjennom vinteren da det alltid er isfritt der vannet fra kilden renner ut i Ferja. Fysikalsk-kjemiske analyser (databilag 2.1) viser at kildevannet er av god kvalitet, idet alle målte parametere tilfredsstiller kravene til drikkevann. Vannet har relativt høy pH og alkalitet og er rikt på løste mineraler. Selv om det er mye dyrket mark ovenfor kilden er det ikke registrert innhold av nitrat.

Det andre oppkommet som ble undersøkt ligger like øst for et massetak ved Elda (kartbilag 98.062-05). Kilden har tidligere vært i bruk til vannforsyning. Under befaringen ble det registrert flere mindre kildeutslag i området. Samlet kapasitet ble anslått til 1 l/s. Fysikalsk-kjemiske analyser av en vannprøve tatt ved en nedlagt brønn viser at vannet har høy alkalitet og har høyt kalsiuminnhold (hardt vann). I forhold til drikkevannskravene har grunnvannet for høye konsentrasjoner av jern og mangan, og i tillegg er fargetallet litt for høyt (databilag 2.1). Det høye fargetallet skyldes trolig innblanding av humusstoffer fra torvlag i kildeområdet og er derfor ikke representativt for selve grunnvannet.

På grunn av for høyt innhold av jern og mangan og høy hardhet er denne kilden dårlig egnet til vannforsyning.

4. VIDERE ARBEID

De utførte undersøkelsene gir grunnlag for videreføring av undersøkelsene ved Elda. Det anbefales å sette ned en Ø170 mm rørbrønn med filter fra 12 - 20 m dyp for å kunne gjennomføre en prøvepumping. Ut fra resultatet av sonderboringen er det vanskelig å vurdere kapasiteten på en slik brønn. Brønnfilteret vil komme godt under nivået i Ferja, men infiltrasjonen av vann fra elva er begrenset grunnet dårlig hydraulisk kommunikasjon. Størsteparten av grunnvannet vil trolig stamme fra nedbør som faller ned og infiltreres i selve avsetningen oppstrøms brønnen. For sikker dokumentasjon på kapasitet og kvalitet bør brønnen prøvepumpes i ett år.

Det andre alternative er grunnvannsuttak fra den prøvetatte kilden ved Låmmårstranda. En sikker vurdering av kildens kapasitet og vannkvalitet krever kapasitetsmåling og prøvetaking over en periode på ett år. Kapasiteten er trolig mindre enn vannverkets vannbehov, men den kan likevel være viktig med tanke på reservevannforsyning. Hvis det ikke er aktuelt å bygge ut kilden nå, bør den i alle fall sikres for eventuell fremtidig bruk.

5. KONKLUSJON

Grunnvannsundersøkelser i form av georadarmålinger og sonderboringer ga negativt resultat ved Kolstad og på elveslettene langs Ferja. Heller ikke ved Elda ga georadarmålinger og undersøkelsesboringer sikker påvisning av grunnvannsforekomster tilsvarende det oppgitte vannbehov, men resultatet av sonderboring 1 indikerer at det kan være muligheter for grunnvannsuttak fra en rørbrønn.

Kapasitetsanslag og analyser av vannprøver viser at oppkommet (K2) like vest for Elda er lite egnet for vannforsyning, mens et oppkomme ved Låmmårstranda (K1) har god kvalitet og såpass høy kapasitet (5 l/s) at den bør utredes videre.

6. REFERANSER

Hilmo; B. O. 1992: Grunnvann i Namdalseid kommune, NGU Rapport 92.195. Norges geologiske undersøkelse.

Hugdahl, H., Freland, A. og Wolden, K. 1987: Holden, sand og grusressurskart 1623 II, M 1: 50 000. Norges geologiske undersøkelse.

NT Consult 1991: Hovedplan vannforsyning for Namdalseid kommune.

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

Sveian, H. 1988: Steinkjer, kvartærgeologisk kart 1723 III, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en refleksor 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 refleksor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

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

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

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

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

HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSESMETODER I LØSMASSER VED NGU

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

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

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

b) Dataregistreringer

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

c) Tolkning

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

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

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

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

skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpe gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

b) Dataregistreringer

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

c) Tolkning

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

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumping. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarer. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet gjennomstrømningsprøvetaker.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING

a) Metodikk

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping og vannbehov.

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

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

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

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

5 VANNPRØVETAKING

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

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

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

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

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

6 FELTANALYSER

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

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

7 LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

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

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

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

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

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

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

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

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

Tabell 1: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

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

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

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

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

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

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

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

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

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

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

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

LITTERATUR

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

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

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

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

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

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 125 **Type brønn:** Undersøkelsesbrønn **Fylke:** Nord-Trøndelag **Kommune:** Namdalseid (1725)

UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 607404.00 **NS-koordinater:** 7118454.00 **Høyde over havet:** meter

Borhull 1

Oppdragsgivers navn:

| Adresstype | Adresse | Kommentar |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Oppdragsgiveradresse | Elda Namdalseid | Oppdragsgivers postadresse. |

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 07.10.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 25.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

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

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** 7.00 m **Målt dato:** 07.10.1997

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| 0.00 | 1.50 | Myr | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Leire | | | | | | | | | Ned uten rotasjon |
| 2.50 | 3.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Sandig leire | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Grusig sand | | | | | | | | | Hardt |
| 6.50 | 7.50 | Grusig sand | | | | | | | | | Hardt |
| 7.50 | 8.50 | Grusig sand | | | | | | | | | Hardt |
| 8.50 | 9.50 | Grusig sand | | | | | | | | Pumping (P) | For tette masser. Hardt |
| 9.50 | 10.50 | Grusig sand | | | | | | | | | Hardt |

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|---------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------------------------|
| 10.50 | 11.50 | Grusig sand | | | | | | | | Spyling (S) | For langt ned til grunnvannstand |
| 11.50 | 12.50 | Grusig sand | | | | | | | | | Hardt |
| 12.50 | 13.50 | Sand og grus | | | | | | | | | Også morene |
| 13.50 | 14.50 | Sand og grus | | | | | | | | | Hardt |
| 14.50 | 15.50 | Sand og grus | | | | | | | | | Vekslende |
| 15.50 | 16.50 | Sand og grus | | | | | | | | | |
| 16.50 | 17.50 | Sand og grus | | | | | | | | | |
| 17.50 | 18.50 | Sand og grus | | | | | | | | | Hardt |
| 18.50 | 19.50 | Stein, grus og sand | | | | | | | | | |
| 19.50 | 20.50 | Stein, grus og sand | | | | | | | | | |
| 20.50 | 21.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | |
| 21.50 | 22.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | Noe grovt |
| 22.50 | 23.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | Noe grovt |
| 23.50 | 24.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | Noe grovt |
| 24.50 | 25.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | Noe grovt |

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 07.10.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 10 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Nord-Trøndelag **Kommune:** Namdalseid (1725) **Borhull 2**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 607232.00 **NS-koordinater:** 7118559.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn:

| Adressetype | Adresse | Kommentar |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Oppdragsgiveradresse | Elda Namdalseid | Oppdragsgivers postadresse. |

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 07.10.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

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

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

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-------------------|
| 0.00 | 1.50 | Sandig leire | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Sandig leire | | | | | | | | | |
| 7.50 | 8.50 | Leire | | | | | | | | | Ned uten rotasjon |
| 8.50 | 9.50 | Leire | | | | | | | | | Ned uten rotasjon |
| 9.50 | 10.50 | Sandig leire | | | | | | | | | |

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 10.50 | 11.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 11.50 | 12.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 12.50 | 13.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 13.50 | 14.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 14.50 | 15.50 | Leirig finsand | | | | | | | | | Siltig |
| 15.50 | 16.50 | Silt | | | | | | | | | Lagdelt |
| 16.50 | 17.50 | Silt | | | | | | | | | Lagdelt |

Merknad:
Andre
opplysninger:

Utfyllingsdato: 07.10.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 11 Type brønn: Sondering Fylke: Nord-Trøndelag Kommune: Namdalseid (1725) Borhull 3

UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 607450.00 NS-koordinater: 7118565.00 Høyde over havet: meter

Oppdragsgivers navn:

| Adresstype | Adresse | Kommentar |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Oppdragsgiveradresse | Elda Namdalseid | Oppdragsgivers postadresse. |

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 07.10.1997 Borerens navn: Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 25.50 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Brønnrørmateriale:

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|-------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 0.00 | 1.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Leire, sand, grus | | | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Sandig grus | | | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Leirig sand | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 7.50 | 8.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 9.50 | 10.50 | Leire | | | | | | | | | |

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|-----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 10.50 | 11.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 11.50 | 12.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 12.50 | 13.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 13.50 | 14.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | Siltlag |
| 14.50 | 15.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | Lagdelt |
| 15.50 | 16.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 16.50 | 17.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 17.50 | 18.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 18.50 | 19.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 19.50 | 20.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 20.50 | 21.50 | Siltig finsand | | | | | | | | | |
| 21.50 | 22.50 | Silt | | | | | | | | | |
| 22.50 | 23.50 | Silt | | | | | | | | | |
| 23.50 | 24.50 | Silt | | | | | | | | | |
| 24.50 | 25.50 | Silt | | | | | | | | | |

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 07.10.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 12 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Nord-Trøndelag **Kommune:** Namdalseid (1725) **Borhull 4**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 608767.00 **NS-koordinater:** 7117551.00 **Høyde over havet:** meter

Oppdragsgivers navn:

| Adresstype | Adresse | Kommentar |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Oppdragsgiveradresse | Elda Namdalseid | Oppdragsgivers postadresse. |

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 07.10.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.50 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

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

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 0.00 | 1.50 | Sand | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 7.50 | 8.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Leire | | | | | | | | | |

Merknad:
Andre
opplysninger:

Utfyllingsdato: 08.10.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 13 **Type brønn:** Sondering **Fylke:** Nord-Trøndelag **Kommune:** Namdalseid (1725) **Borhull** 5
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 607643.00 **NS-koordinater:** 7117933.00 **Høyde over havet:** meter

Oppdragsgivers navn:

| Adresstype | Adresse | Kommentar |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Oppdragsgiveradresse | Elda Namdalseid | Oppdragsgivers postadresse. |

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 08.10.1997 **Borerens navn:** Bjørn S.Iversen

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

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 0.00 | 1.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Leirig sand | | Borte | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 7.50 | 8.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |
| 9.50 | 10.50 | Leire | | Borte | | | | | | | |

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| 10.50 | 11.50 | Leire | | Grått | | | | | | | |
| 11.50 | 12.50 | Leire | | Grått | | | | | | | |
| 12.50 | 13.50 | Leirig finsand | | Grått | | | | | | | |
| 13.50 | 14.50 | Leirig finsand | | Grått | | | | | | | |
| 14.50 | 15.50 | Siltig finsand | | Grått | | | | | | | |
| 15.50 | 16.50 | Siltig finsand | | Grått | | | | | | | |
| 16.50 | 17.50 | Siltig finsand | | Grått | | | | | | | |
| 17.50 | 18.50 | Silt | | Grått | | | | | | | |
| 18.50 | 19.50 | Silt | | Grått | | | | | | | Med finsandlag |

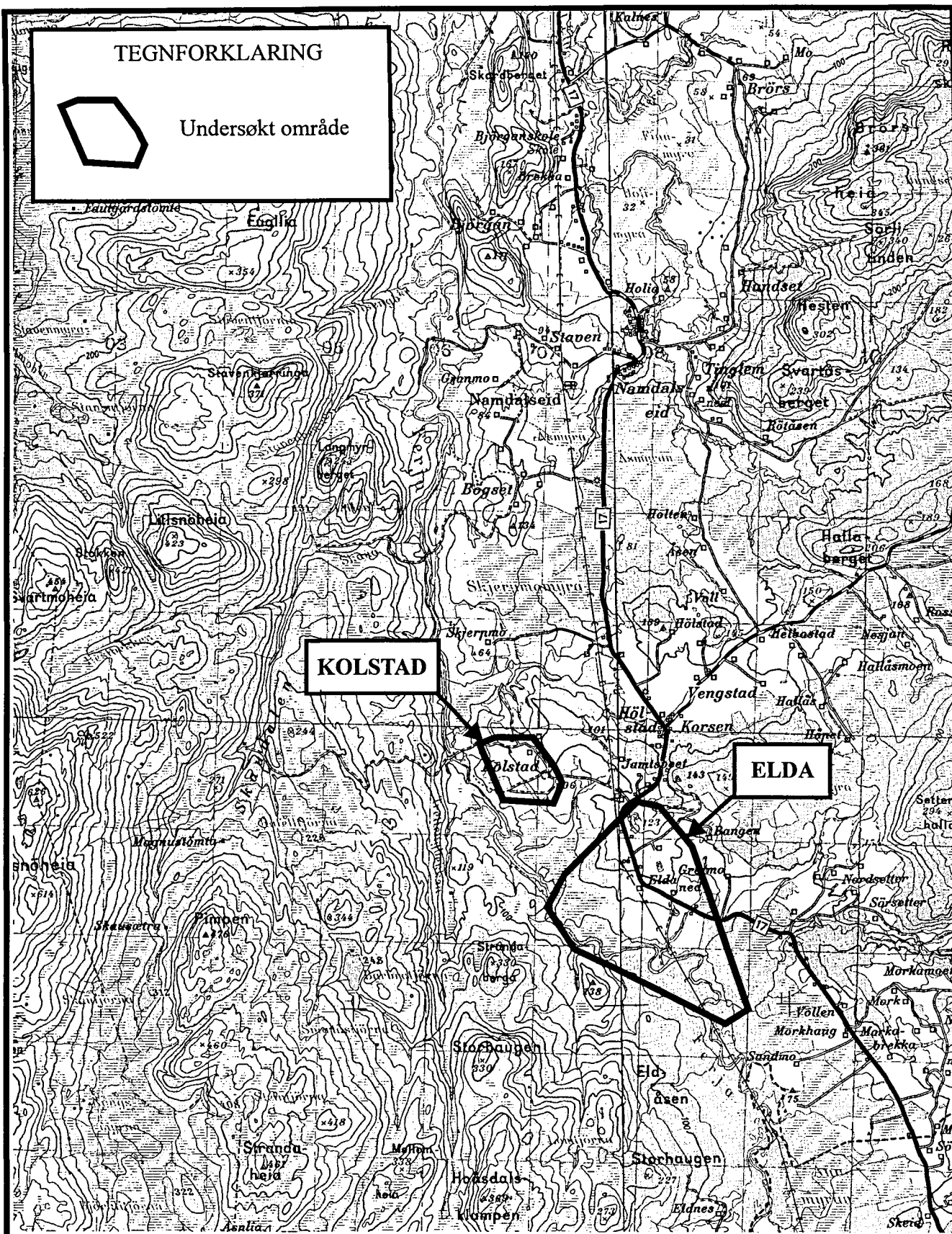
Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 08.10.1997 Ansvarlig signatur: Bjørn S.Iversen

TEGNFORKLARING



Undersøkt område



NGU/NAMDALSEID KOMMUNE

Oversiktskart

KOLSTAD/ELDA

NAMDALSEID KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

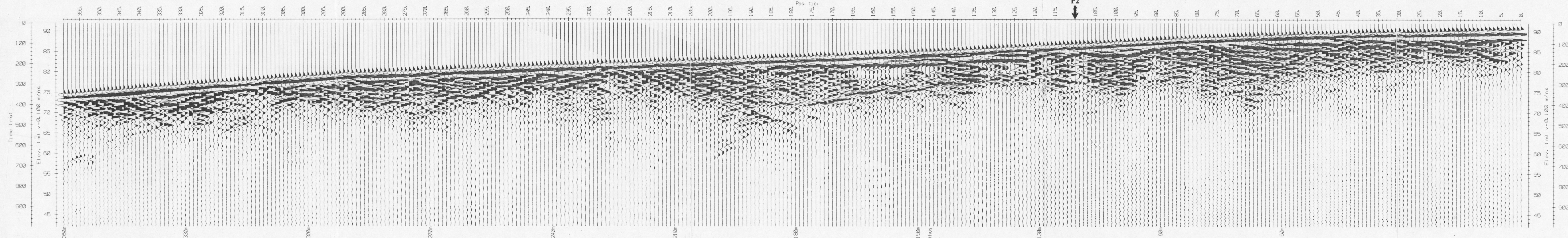
JUNI 1997

MAI 1998

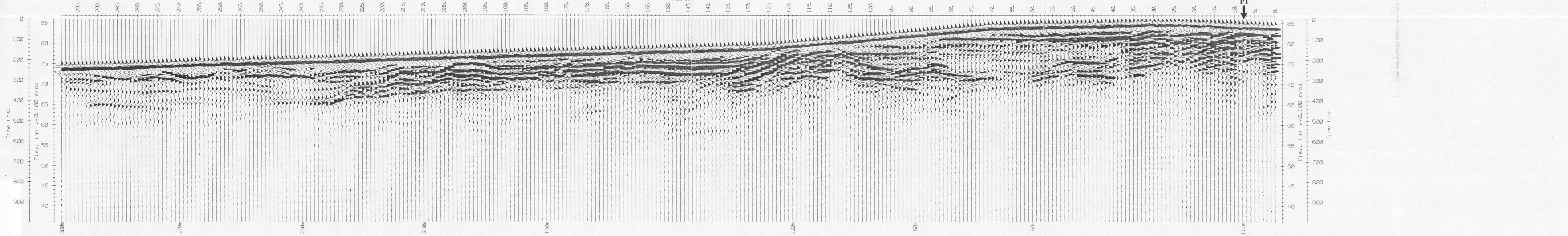
KARTBILAG NR
98.062-01

KARTBLAD NR
1623 II/1723 III

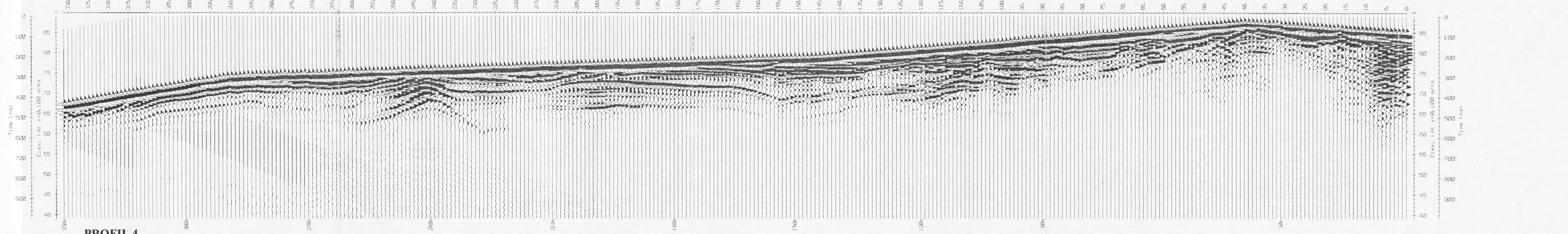
PROFIL 1



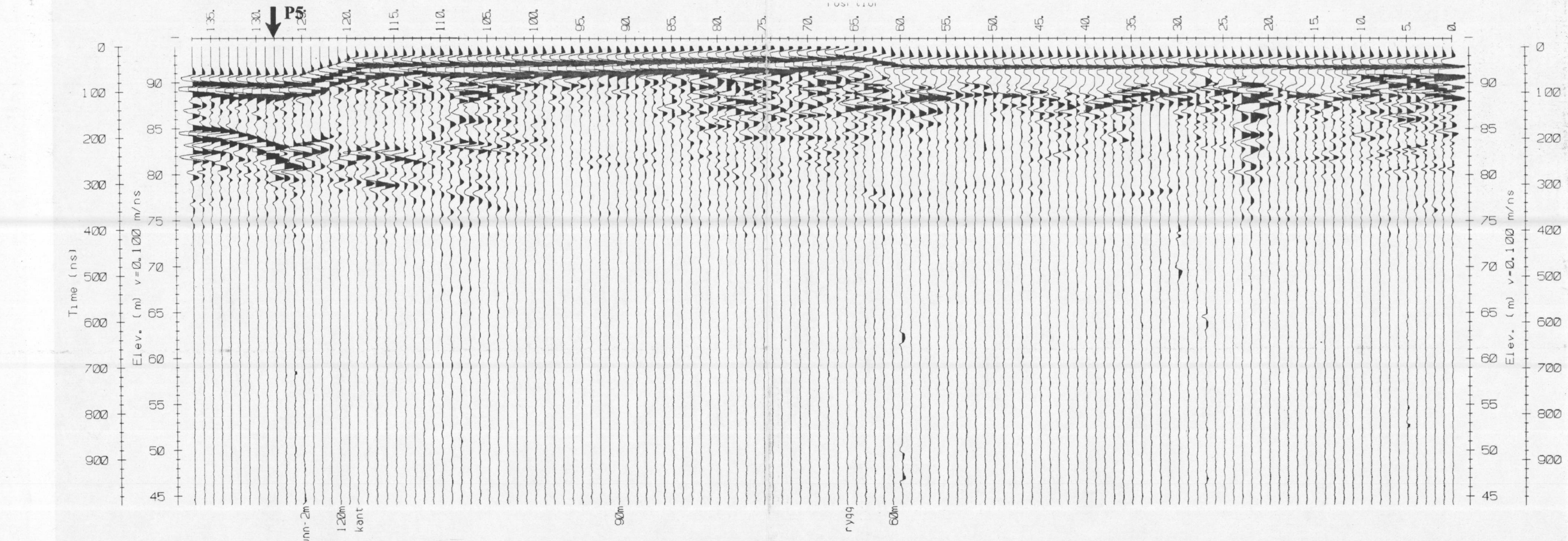
PROFIL 2



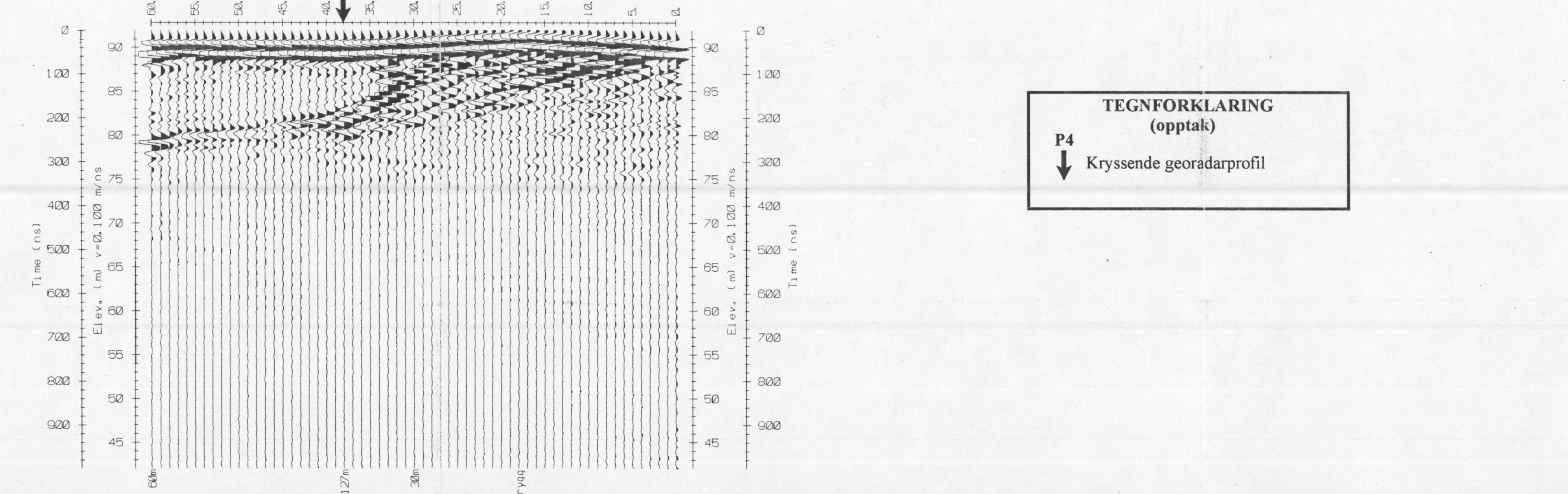
PROFIL 3



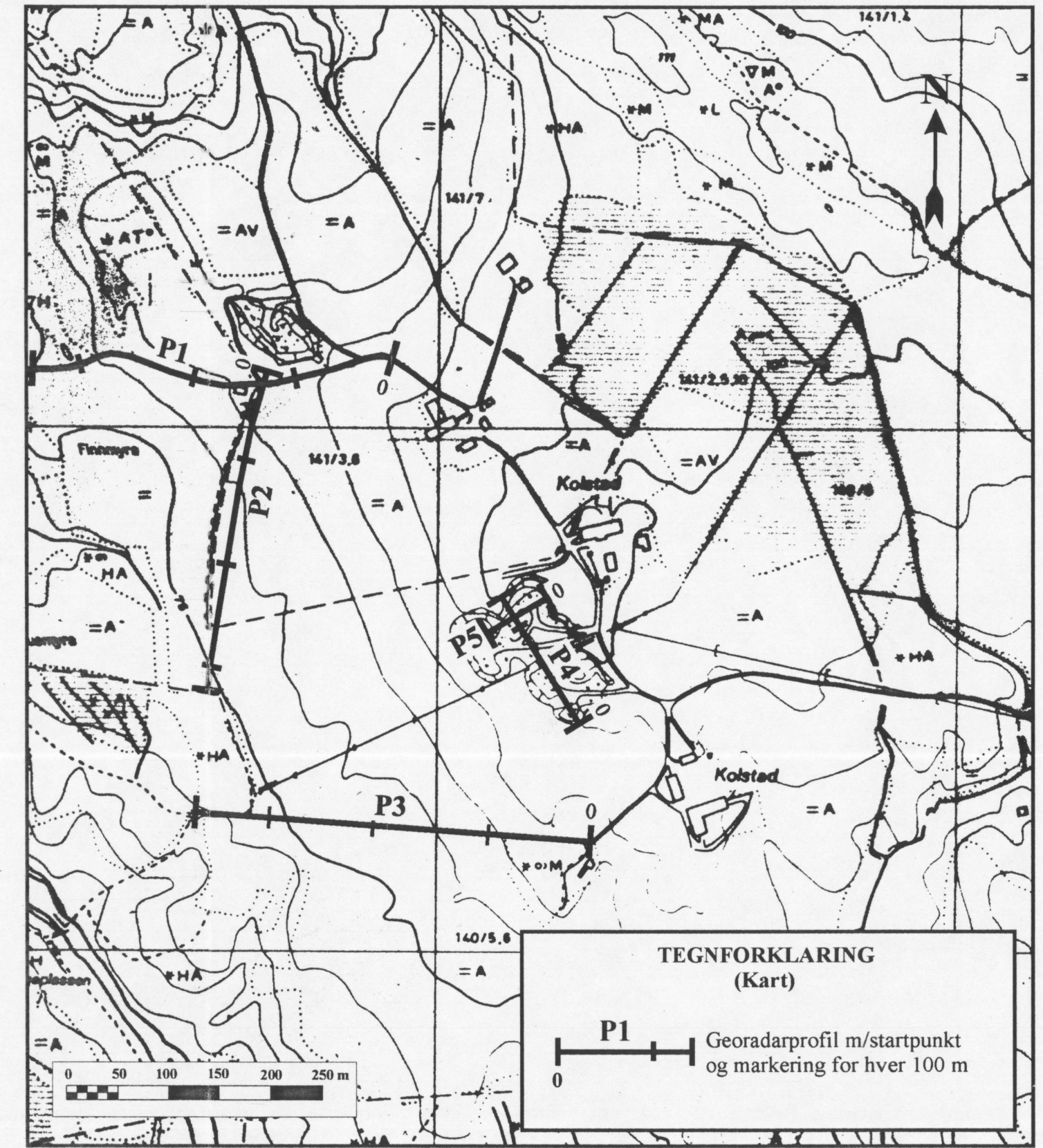
PROFIL 4



PROFIL 5

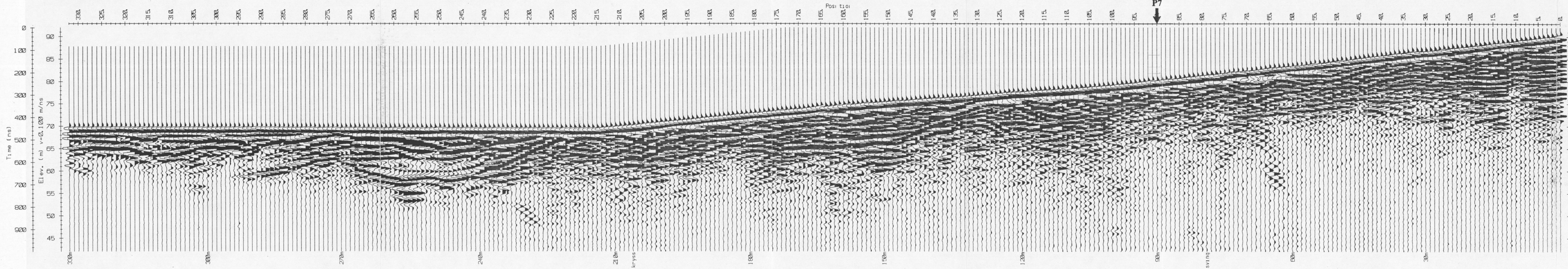


TEGNFORKLARING
(opptak)
P4
↓ Krysse georadarprofil

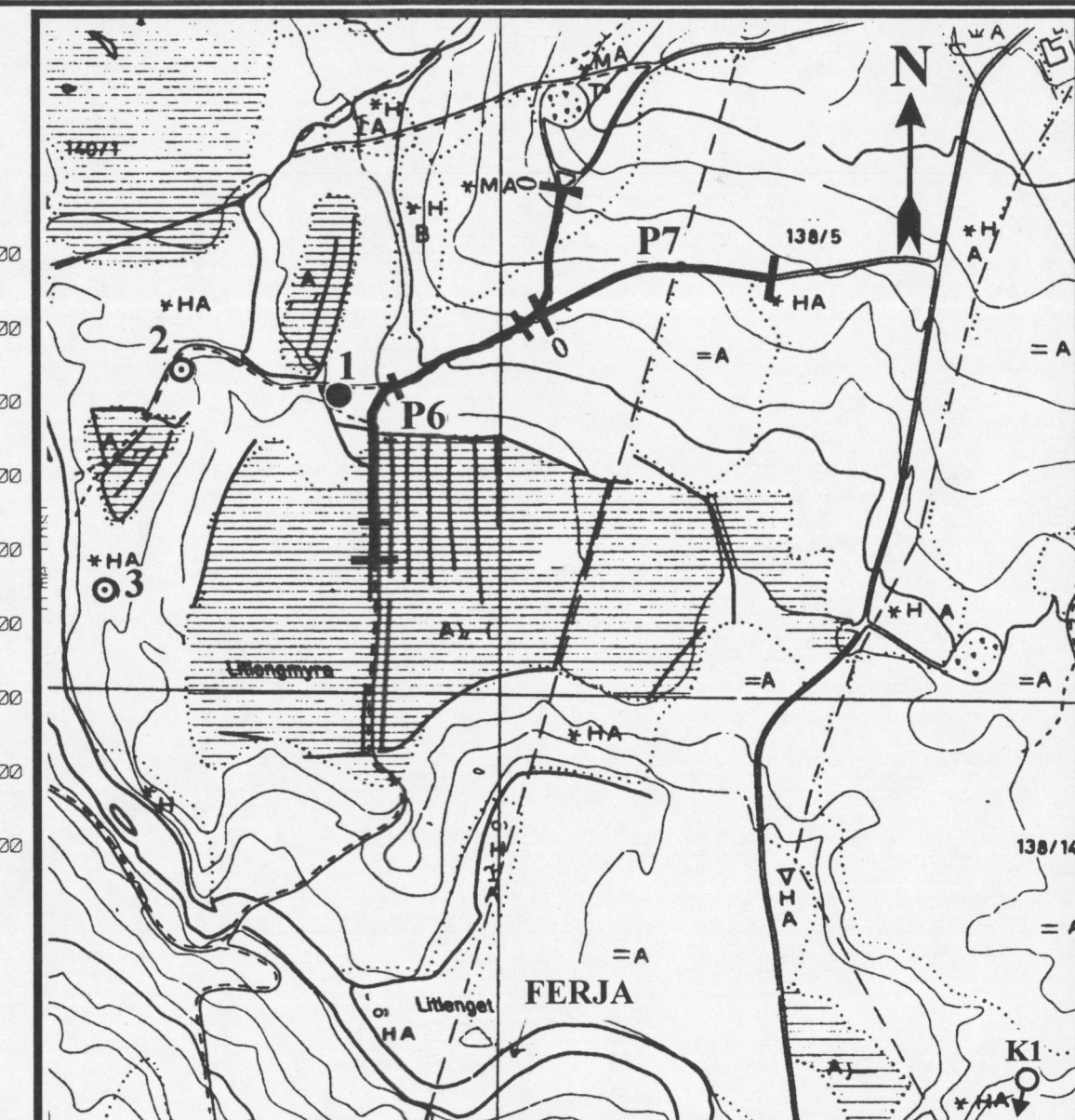
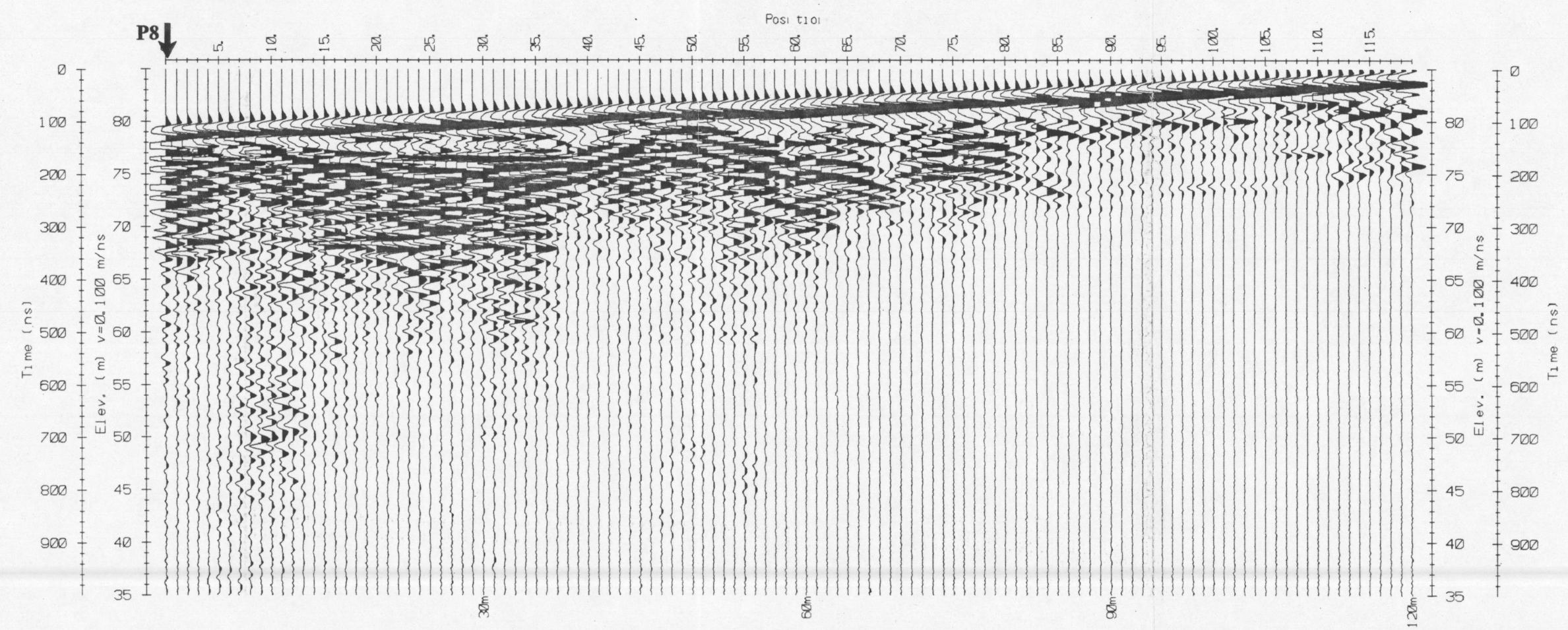


| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| NGU/NAMDALSEID KOMMUNE GEORADAROPPTAK KOLSTAD NAMDALSEID KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG | MÅLESTOKK (Kart) 1:5000 | MÅLT TL. JUNI 1997 |
| | NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | KARTBLAD NR 98.062-02 |

PROFIL 6



PROFIL 7

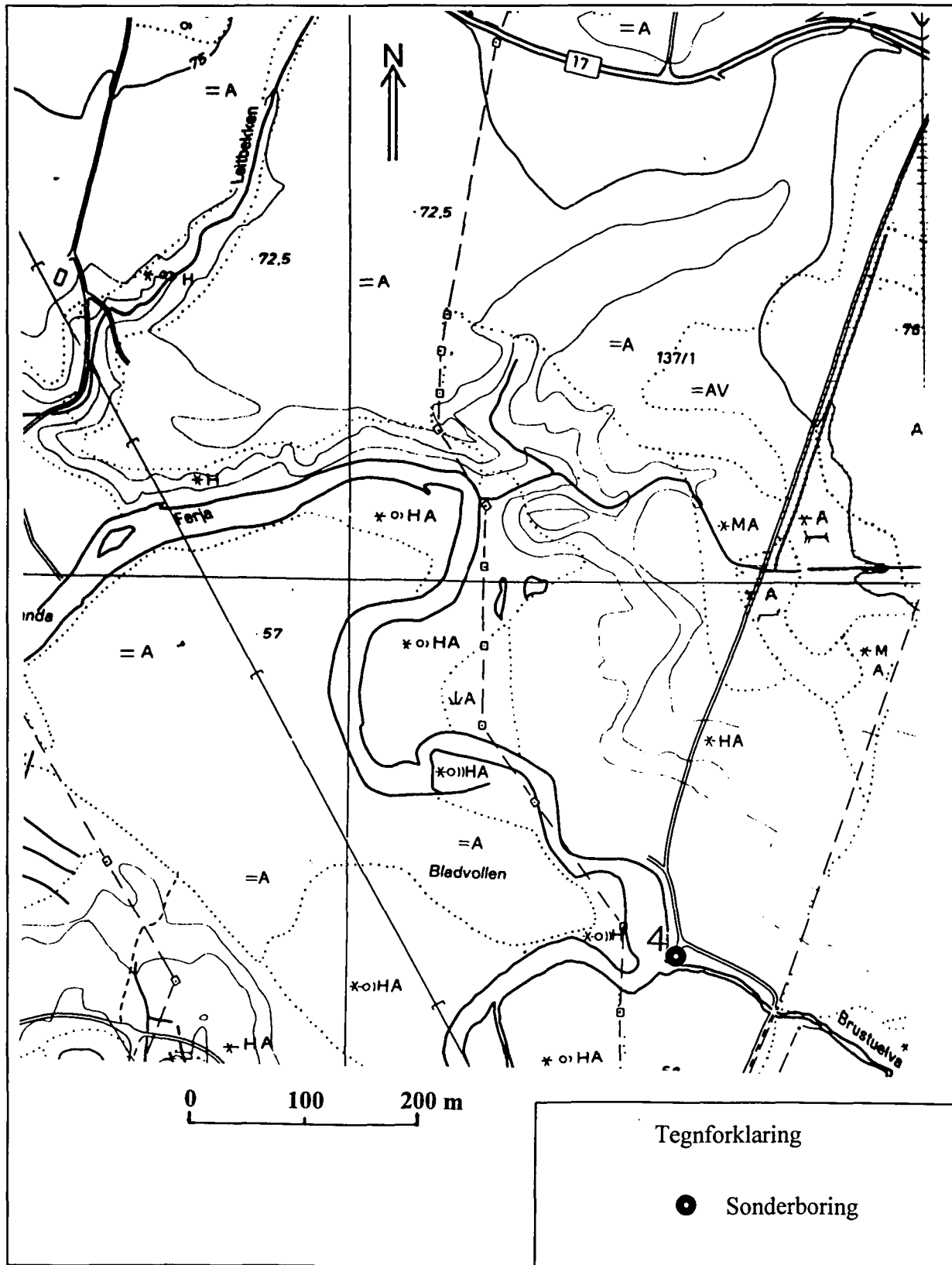


TEGNFORKLARING (Kart)

- P6** Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m
- 2** Sonderboring
- 1** Undersøkelsesbrønn
- K1** Prøvetatt kilde (oppkomme)

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------|
| NGU/NAMDALSEID KOMMUNE GEORADAROPPTAK OG BORHULLSPLOSSERINGER ELDA NAMDALSEID KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG | MÅLESTOKK (Kart) 1:5000 | MÅLT T.L. | JUNI 1997 |
| | | TEGN T.L. | MAI 1998 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | KARTBILAG NR 98.062-03 | KARTBLAD NR 1723 III | |

Kart i M 1:5000 som viser lokalisering av en sonderboring ved Ferja.



Kart i M 1:5000 som viser beliggenheten av en prøvetatt kilde Elda.

