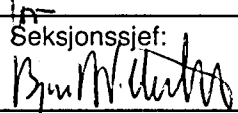


NGU Rapport 90.067

Hydrogeologiske undersøkingar
ved Litledalselva, Sunndalsøra, Sunndal,
Møre og Romsdal

| | | | |
|---|-----------------------|--|--|
| Rapport nr. 90.067 | ISSN 0800-3416 | Åpen/ FØRSTØY | |
| Tittel: Hydrogeologiske undersøkingar ved Litledalselva, Sunndalsøra, Sunndal, Møre og Romsdal | | | |
| Forfatter: Soldal, O., Rye, N. og Mauring, E. | | Oppdragsgiver: Institutt for akvakulturforskning AKVAFORSK | |
| Fylke: Møre og Romsdal | | Kommune: Sunndal | |
| Kartbladnavn (M. 1:250 000) Ålesund | | Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1420 III Sunndalsøra | |
| Forekomstens navn og koordinater: Litledalselva 32V 476069493 | | Sidetall: 40 | Pris: 60,- |
| Feltarbeid utført: April-sept. 1990 | | Rapportdato: 08.10.1990 | Prosjektnr.: 63.2306.05 |
| | | | Seksjonssjef:  |
| Sammendrag: Dei hydrogeologiske undersøkingane vart utført på oppdrag frå Akvaforsk. I det undersøkte området ligg det 3-6 m med grove massar oppå opptil 20 m med sandavsetningar. Under desse avsetningane ligg finsand over hardpakka finstoff. Grensa ned til hardpakka finstoff er kartlagd ved refleksjonsseismiske undersøkingar. Under prøvepumping har salinitet og temperatur i grunnvatnet gått ned. Dette skuldast infiltrasjon av ferskt grunnvatn. Prøvepumpinga viser at det vert transportert mykje ferskvatn i det øvste grove laget. Dette laget har ein stor gjennomtrengelighet (K) i forhold til sandlaget under. K-verdien i det øvste laget, samt at brønnområdet ligg under flomålet gjer at det er vanskeleg å unngå infiltrasjon frå ferskvatn. Resultata frå tre månaders prøvepumping indikerer at brønner må plasserast lengst mogeleg ut på deltaet og så langt bort frå Litledalselva som mogeleg for å få den ønskete saliniteten på vatnet. Dette kan oppnåast ved å flytta prøvebrønnane ut til pkt. 3 (kartbilag 90.067-01) og plassere filteret 8-22 m under overflata. Pumpeforsøk (pkt. 7) og kornfordelingsanalysar indikerer ein transmissivitet (T) på 0,016 m ² /sek og ein magasinkoeffisient (S) på ca. 0,3. Resultata indikerer ein brønncapasitet på 2 - 3 l/sek pr. m ² inntaksflate. | | | |
| Emneord | Salt grunnvann | | |
| Hydrogeologi | Kvalitetsundersøkelse | | |
| Geofysikk | Refleksjonsseismikk | Fagrapport | |

I N N H A L D

| | Side |
|--|-------|
| 1. INNLEIING | 4 |
| 2. REFLEKSJONSSEISMISKE UNDERSØKINGAR | 4 |
| 2.1 Utføring og databehandling | 4 |
| 2.2 Resultat | 6 |
| 3. SONDERBORING, TESTPUMPING OG MASSEPRØVETAKING | 7 |
| 4. VASSKVALITET | 8 |
| 5. PRØVEPUMPING | 9 |
| 6. PUMPEFORSØK | 10 |
| 7. KONKLUSJON | 12 |
| | |
| REFERANSAR | 13 |
| FIGURAR | 14-19 |
| TABELL | 20 |

VEDLEGG

1. Kjemiske analysar
2. Refleksjonsseismikk - metodebeskrivelse

KARTBILAG

- | | |
|-----------|---------------------------------|
| 90.067-01 | Oversiktskart |
| 90.067-02 | Refleksjonsseismiske profil 1-3 |
| 90.067-03 | Refleksjonsseismiske profil 4-7 |

1 INNLEIING

Akvaforsk har gjeve Norges geologiske undersøkelse (NGU) i oppdrag å utføre hydrogeologiske undersøkingar på Litledalselvas delta på Sunndalsøra. NGU har engasjert Geologisk institutt avd. B ved Universitetet i Bergen til å utføre delar av oppdraget. Formålet med undersøkingane er å klarleggja om det er mogeleg å finne salt grunnvatn som kan nyttast i stamfiskproduksjon og kveiteoppdrett. Det er ønskje om å kunne ta ut opptil 15 m³/min vatn med saltinnhald så nær opp til sjøvatn som mogeleg.

NGU har utført refleksjonsseismiske målingar, sonderboring m/prøvetaking og testpumping samt nedsetjing av 2 stk. 2" brønner og tre månader med prøvepumping. Formålet med undersøkingane var å finne dei beste plasseringane for uttak av salt grunnvatn, forholdet mellom salt og fersk grunnvatn i deltaet, korleis dette forholdet kan endrast og kvaliteten på vatnet. Kjemiske analysar og kornfordelingsanalysar er utførte ved NGU. Akvaforsk har delteke i arbeidet, mellom anna ved å samle inn prøver under prøvepumpinga.

Kvartærgeologiske og hydrogeologiske undersøkingar i området er tidlegare utført av m.a. Andersen (1984) og Follestad (1987).

2 REFLEKSJONSSEISMISKE UNDERSØKINGAR

2.1 Utføring og databehandling

Målingane vart utført av Eirik Mauring (NGU), Oddmund Soldal (UiB) og Geir Viken (NGU) i perioden 02.04 - 06.04 1990. Dei vart utført med ein teknikk kalla "optimum offset" (iblant kalla "common offset"). Ei skildring av denne teknikken er lagt ved (vedlegg 2).

Til saman vart det målt sju profil. Plassering av profila er vist i kartbilag 90.067-01. Samla lengd av profila var 600 m. I tillegg

til "optimum offset"-opptak vart det for kvart utlegg registrert eit "spread"-opptak frå første skot, for hastighetsanalyse.

Ved målingane vart det brukt ein 24-kanals digital 12-bits seismograf av typen Scintrex S-2 "Echo". Geofonar med eigenfrekvens 50 Hz vart nytta. Energiseringa var 12 kalibers haglskot som vart fyrt av frå ei spesiallagd borse som vart stukke ned i jorda.

Ved prosesseringa vart det for kvart "optimum offset"-opptak først utført statistisk korreksjon for å fjerne effekten av ujamn topografi og varierende hastighet i det øvste laget. Korreksjonen vart interaktivt utført på PD. Etter det vart seismiske seksjonar skrive ut for kvart profil. Seinare vart det naudsynt å utføre digital bandpassfiltrering for å fjerne låg- og høgfrekvent støy, og for å få fram dei frekvensar som er representert i refleksjonane. Nedre og øvre grense av bandet vart bestemt ved å sjå på opptaka, og var respektivt 70 og 200 Hz. Dei ferdige prosesserte seksjonane (sjå kartbilag 90.067-02 og -03) vart til slutt skrive ut.

Datakvaliteten var god, med unntak av profil 5. Dårleg datakvalitet har ein der det frå stad til stad kan vere vanskeleg å følgje refleksjonar langs profilet. Dette kan m.a. skuldast dårleg kopling mellom geofonar og bakke, utkilande/lite uthaldande lag eller laterale skilnader i akustisk impedans.

Dei seismiske data er presentert i tidsseksjonar i kartbilag 90.067-02 og -03. Øvst vert data presentert utan påteikning av tolka reflektorar. Nedst er seksjonane konvertert til djup på bakgrunn av resultat frå boringar og hastighetsanalysar. Reflektorar og resultat frå boringar er her teikna inn.

2.2 Resultat

Frå tidlegare undersøkingar var det klart at dei grove massane som Litledalselva har avsett, ligg oppå finkorna sediment som det ikkje kan takast større mengder grunnvatn frå (Andersen 1984). Derfor var det viktig å få kartlagt grensa mellom grove og fine massar i deltaet, altså geometrien av grunnvassmagasinet.

Resultat frå refleksjonsseismiske målingar er kalibrerte mot resultat frå sonderboringane, testpumpinga og kornfordelingsanalysane.

Seismiske profil 1 og 2 (kartbilag 90.067-01) gjev eit godt lengdesnitt gjennom den delen av deltaet som Litledalselva har bygt ut. Den mest markante reflektoren i desse profila viser truleg overgangen mellom finsand og godt pakka silt og leire. Nord i profil 1 er denne reflektoren ca. 15 m under overflata. Mot sør i profilet går reflektoren djupare ned og flatar ut ca. 30 m under overflata. Profil 4 (kartbilag 90.067-03) viser at denne laggrensa grunnar opp langt ute på deltaet. Hastighetsanalysar viser at gjennomsnittleg seismisk hastighet ned til denne reflektoren ligg i området 1470-1630 m/sek.

Under denne laggrensa er reflektorane relativt svake og det er vanskeleg å følgja dei gjennom heile profilet. Dette kan mellom anna skuldast vekslande kopling mellom geofonar og bakke eller laterale variasjonar i akustisk impedans. Geologisk kan dette skuldast variasjonar i kornstorleik og/eller pakning.

I den øvste delen av deltaet er det også mange reflektorar. Karakteristisk for desse er at dei er lite uthaldande. Dette kan skuldast forhold som nevnt tidlegare, men kan også vere eit resultat av deltautbygginga, der det er raske skiftingar i elveløp og straumforhold.

Undersøkinga viser eit to-generasjonsdelta. I den eldste delen er det finkorna sediment som vart avsatt i slutten av siste istid når

havnivået var opptil 140 m høgare enn i dag. Den yngste delen av deltaet er avsatt i postglasial tid ved eit synkende havnivå, derfor meir grovkorna avsetningar enn i den eldste delen. Avsetninga ber preg av skiftande straumforhold med ei relativ hyppig skifting av elveløp ut på deltaet. Det er skrålag i avsetninga. Dette viser at det er Litledalselva som mest har sett sitt preg på denne delen av deltaet.

3 SONDERBORING, TESTPUMPING OG MASSEPRØVETAKING

Avsetninga vart undersøkt ved å sonderbora på 10 ulike stader (kartbilag 90.067-01). Det er testpumpa og henta vass- og masseprøvar i tilsaman 52 punkt i desse boringane (fig. 1 - 3)

Boringane gjekk ned til mellom 17,5 og 39 m under overflata. Under boringane vart det spylt vatn ned gjennom borkrona. Storleiken på trykket som må brukast for å få dette vatnet ut i massane viser kor lett vatnet drenerer gjennom dei. Vanleg vasstrykk i sand og grus er 0 - 3 kg. Ved aukande vasstrykk vil oftast dei hydrauliske eigenskapane i akviferen verta dårlegare.

Ein del av borpunkta vart lagt langs dei seismiske profila for å få greie på kva slags lag og laggrenser som gjev utslag på dei seismiske målingane. To boringar vart lagt langt ute på deltaet for å sjå korleis massane ligg ytterst mot fjorden.

Generelt er avsetninga samansett av 3 - 6 m grus og sand øvst, under dette laget ligg det relativt godt sorterte sandige sediment ned til 16 - 30 m under overflata. Nedst mot det hardpakka finstofflaget ligg det finkorna sand med mindre vassgjevarevne enn sanden over.

Fig. 1 - 3 viser tolkninga av dei ulike boringane, vasstrykk under boringa og kvar det er samla inn vass- og masseprøver.

4 VASSKVALITET

Vassprøvene vart samla inn under testpumpinga og i prøvepumpingsperioden. Vassprøvene er analyserte på Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Sr^+ , Cl^- , Br^- og SO_4^{2-} . I tillegg er ledningsevne, pH og alkalitet funnen. Temperaturen vart målt under testpumpinga og varierte mellom 3,5 og 8,0°C.

Analyseresultata er med i vedlegg 1. Analysane viser at det ligg kaldt ferskvatn øvst i magasinet, og at salinitet og temperatur stig gradvis mot djupet (fig. 4).

I punkt 4, prøve nr. 17-22 (fig. 1), er det svært lite salt grunnvatn. Dette skuldast Litledalselva sin innverknad. Punkt 2, prøve nr. 1-8 (fig. 1), ligg like langt inne på deltaet som punkt 4, men lenger frå elva. I dette punktet stig saltinnhaldet til høgare verdiar enn det gjer i punkt 4. I punkt 3, prøve nr. 9-16 (fig. 1) har grunnvatnet ein salinitet på over 30 o/oo i alle prøvane. Prøvene er tekne mellom 11 og 21 m under terrenget. Analysane frå dei andre punkta viser mellomliggjande verdiar. Fig. 4 viser forenkla kjemiske/fysikalske profil i dei tre omtalte punkta.

Det høge innhaldet av Ca^{2+} og Mg^{2+} i vatnet vil truleg kreva tekniske løysingar tilpassa dette. Eit problem med vasskvaliteten kan vera H_2S -innhaldet. Dette skuldast truleg stagnerande forhold i grunnen. Dette kan variere ulike stader på deltaet, alt etter kornstorleik og avsetningsforhold. Humusinnhaldet i vatnet er ikkje analysert, og det er heller ikkje kjent kva tolegrense fisk har for dette. Under arbeidet er det observert restar av organisk materiale som er pumpa opp av grunnen. Dette indikerer at det er humus i vatnet.

5 PRØVEPUMPING

For å studere endringane i vasskvaliteten over tid vart det prøvepumpa frå 16.05.90 til 01.09.90.

For å pumpa med ein kapasitet som var så nær ei realistisk uttaksmengd som mogeleg, vart det sett ned to 3" brønnar med punkt 7, plassert 2,6 m frå kvarandre. Inntaksfiltera i begge brønnane vart plasserte mellom 8 og 18 m under overflata. Brønnane vart pumpa med ein samla kapasitet på ca. 1,2 m³/min og dei vart plasserte relativt langt inne på deltaet for å sjå om det gjekk an å auke saltvasskonsentrasjonen under pumping.

Fig. 5 viser salinitets- og temperaturvariasjonane i brønnane under prøvepumpingsperioden. Figuren viser at saliniteten gjekk raskt ned frå 18 til ca. 11 o/oo i brønn I. I brønn II gjekk saliniteten heilt ned til 7-8 o/oo.

Vassanalysane frå pumpestart 16.05.90 viser vatn med lågare temperatur og konsentrasjon av kjemiske element enn det som vart funne ved prøvetaking i pkt. 7 som ligg like ved brønnane (Tabell). Dette viser at trykksenkinga som pumpinga medfører, forårsakar innstrøymning av ferskvatn.

Saliniteten i vatnet frå brønnane vart så lågt at det var utan interesse for oppdragsgjevar.

Derfor vart filteret i brønn II tetta mellom 8 og 12 m under terrenget. Dette fekk ingen innverknad på saltinnhaldet. Deretter vart brønn II stansa eit døgn for å redusere uttaket frå magasinet. Heller ikkje dette førte til høgare saltinnhald i vatnet.

28. juni vart begge brønnane stansa. 2. juli vart brønn I trekk opp 8 m, med nytt filternivå 5 - 10 m under terrenget. Ved start av pumpene i brønn I og II 3.juli var saltinnhaldet i brønn I 0 o/oo, og i brønn II 20 o/oo. Saliniteten i brønn II gjekk ned til 15 o/oo etter eit døgn og har stabilisert seg på dette nivået. Tiltaket førde altså til ei fordobling av saliniteten i brønn II.

9. juli vart brønn II stansa for 14 dagar, medan brønn I fortsatt var i drift og pumpa ferskt grunnvatn. Brønn II vart starte igjen 23. juli. Dette forsøket skulle visa om det var mogeleg å trekkja det salte grunnvatnet høgare opp i magasinet. Fig. 5 viser at saliniteten i brønn II snart stabiliserte seg i same nivå som tidlegare, altså at ein ikkje greidde å trekkja saltvatnet høgare opp.

Forsøket med å pumpa ferskvatn frå gruslaget for å minka påtrykket frå dette i den brønnen som skal pumpa salint grunnvatn, viser at dette er ein metode som kan nyttast for å plassere brønnar over eit relativt stort område på deltaet. Men metoden er kostbar og må unngåast dersom det er mogeleg.

Resultata viser også at den enklaste måten å finna nyttbart salt grunnvatn på er å plassere ein brønn i området rundt boring nr. 3, evt. lenger ute på deltaet eller lenger mot aust.

6 PUMPEFORSØK

Pumpeforsøk vert nytta for å kunna klarleggja dei hydrauliske parametrane, transmissivitet (T) og magasinkoeffisient (S) i akviferen. Transmissiviteten er eit mål på kor lett vatnet kan strøyma gjennom akviferen. Magasinkoeffisienten uttrykkjer i kor stort volum av eit sediment det er vatn som kan strøyma fritt. I ein akvifer som den på Sunndalsøra kan magasinkoeffisienten også kallast spesifikk ytelse, og er eit mål for porevolumet i akviferen.

Metoden for desse utrekningane er etter (Copper og Jacob 1946). Grunnvassmagasinet vart testa gjennom eit pumpeforsøk 19.08.90. To dagar før forsøket vart sett i gang vart pumpene stoppa, slik at systemet skulle stabilisere seg i naturleg tilstand.

Rundt pumpebrønnane er det sett ned fire observasjonsrøyr 2,75 - 17,7 m frå senterpunktet mellom brønn I og II. Senkingsdata frå

observasjonsrøyr 1 (2,75 m frå brønnane) vart nytta til utrekning av T- og S-verdiane (fig. 6).

Dersom metoden skal gje eit korrekt svar, må det vera brønnfilter gjennom heile akviferen. Dette vilkåret er ikkje oppfylt, men denne feilkjelda er lita. Det er særleg kravet om at dei hydrauliske eigenskapane til magasinet ikke skal variere i området som er viktig (Kruseman og De Ridder 1983). Data frå dette området viser at det er relativt stor variasjon i dei hydrauliske eigenskapane mellom brønnane og dei ulike observasjonsrøyra.

Utrekningane krev også kjennskap til kor mykje vatn som vert pumpa ut or magasinet pr. tidseining (Q). Dette var vanskeleg å måle presist under forsøket.

Fig. 6 viser senkningsdata for observasjonsrøyr 1. Resultata er korrigererte for tidevassvariasjon. Ut frå denne figuren finn ein verdiar som vert brukte til å rekna ut transmissiviteten og dermed også magasinkoeffisienten.

Dei utrekna verdiane er:

$$T = 0,016 \text{ m}^2/\text{sek}, S = 0,4$$

Den utrekna verdien for T stemmer godt med verdiane funne ved å bruka kornfordelingsanalysar av dei innsamla masseprøvane. S-verdien utrekna på denne måten er for stor. Det skuldast truleg at observasjonsrøyret som er brukt til målingane står nær dei to pumpebrønnane. Dersom pumpinga frå brønn I er viktigast for senkninga i observasjonsrøyr 1, vil dette medføra ein mindre S-verdi. Dersom ein berre tek omsyn til plasseringa av brønn I, ville S-verdien verta 0,26. 0,3 er eit rimeleg estimat av S-verdien. Dette er i samsvar med utrekningar, baserte på kornfordelingsanalysane.

Basert på resultata av testpumpinga og kornfordelingsanalysane vil sandavsetninga gje ei vassmengd i storleiksorden 2 - 3 l/sek pr. m² inntaksplate.

7 KONKLUSJON

For uttak av salt grunnvatn er det best å plassere brønnane lengst mogeleg ut på deltaet og bort frå Litledalselva.

I det undersøkte området er det området ved pkt. 3 (kartbilag 90.067-01) som er best egna for plassering av brønn(ar) for uttak av salt grunnvatn. I dette området har vatnet ein salinitet på over 30 o/oo, og temperatur mellom 7,9 og 8,5 °C frå 11 m under terrenget og nedover. I tillegg er det ein del grushaldige massar under sandlag i dette punktet. Dette kan hindra for sterk nedstrøymning av ferskare grunnvatn dersom brønnfiltera vert plasserte djupt. Før produksjonsbrønnar vert plasserte her, er det viktig at det vert prøvepumpa også i dette området for å kontrollere om ein greier å halda saliniteten i vatnet stabil i eit akseptabelt nivå.

Ei brønnutbygging i området bør skje gradvis, slik at det vert kontroll på korleis straumforhold og forholdet mellom salt og ferskt grunnvatn endrar seg.

Dersom saliniteten i vatnet vert for låg, er det mogeleg å plassere avlastningsbrønnar etter same prinsipp som det vart gjort under prøvepumpinga. Dette vil føra til at ein større del av området kan nyttast, og utgiftene til eit slikt oppdrag kan vurderast mot utgiftene av å plassere brønnar langt ute på deltaet.

For at ein skal oppnå den ønskete vassmengda med salt grunnvatn vert det tilrådd hydrogeologiske undersøkingar i eit større område enn det som er omfatta av denne rapporten. Undersøkingane bør utførast vidare mot aust.

REFERANSAR

Andersen, A-B. 1984: Grunnvannsundersøkelser på Sjølandsøra i Sunndal kommune, Møre og Romsdal.
NGU Rapport nr. 84.149.

Copper, H. H. Jr og Jacob, C. E. A. 1946: A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history.
Transaction American Geophysical Union. Vol. 27.

Follestad, B. A. 1987: Sunndalsøra 1420 III. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart - M 1:50 000.

Kruseman, G. P. og De Ridder, N. A. 1983: Analysis and evaluation of pumping test data. Bull 11, Internat. Inst. Land Reclam. and Improvement, Wageningen, Nederland, 200 s.

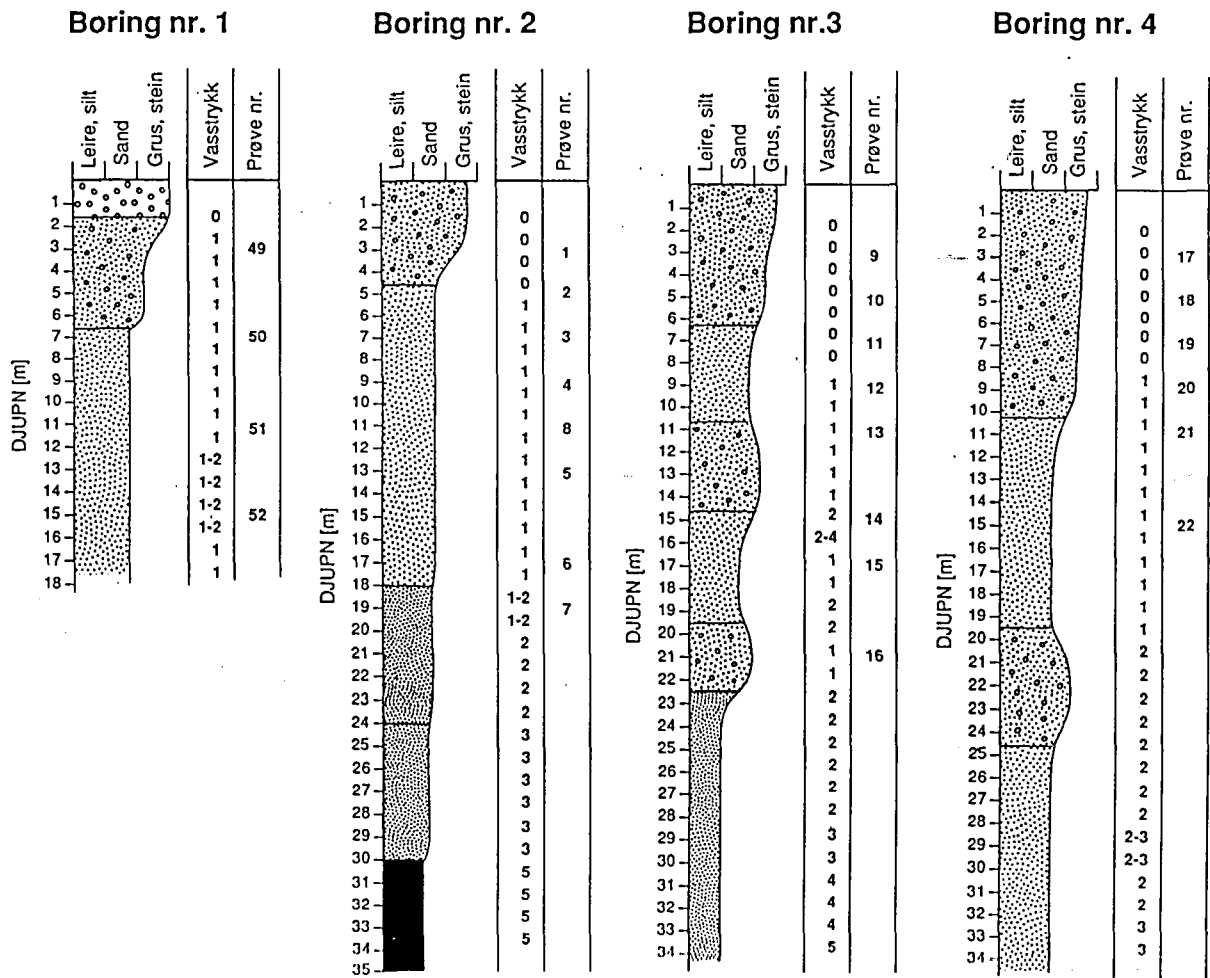


Fig. 1 Loggar for boringane 1 - 4

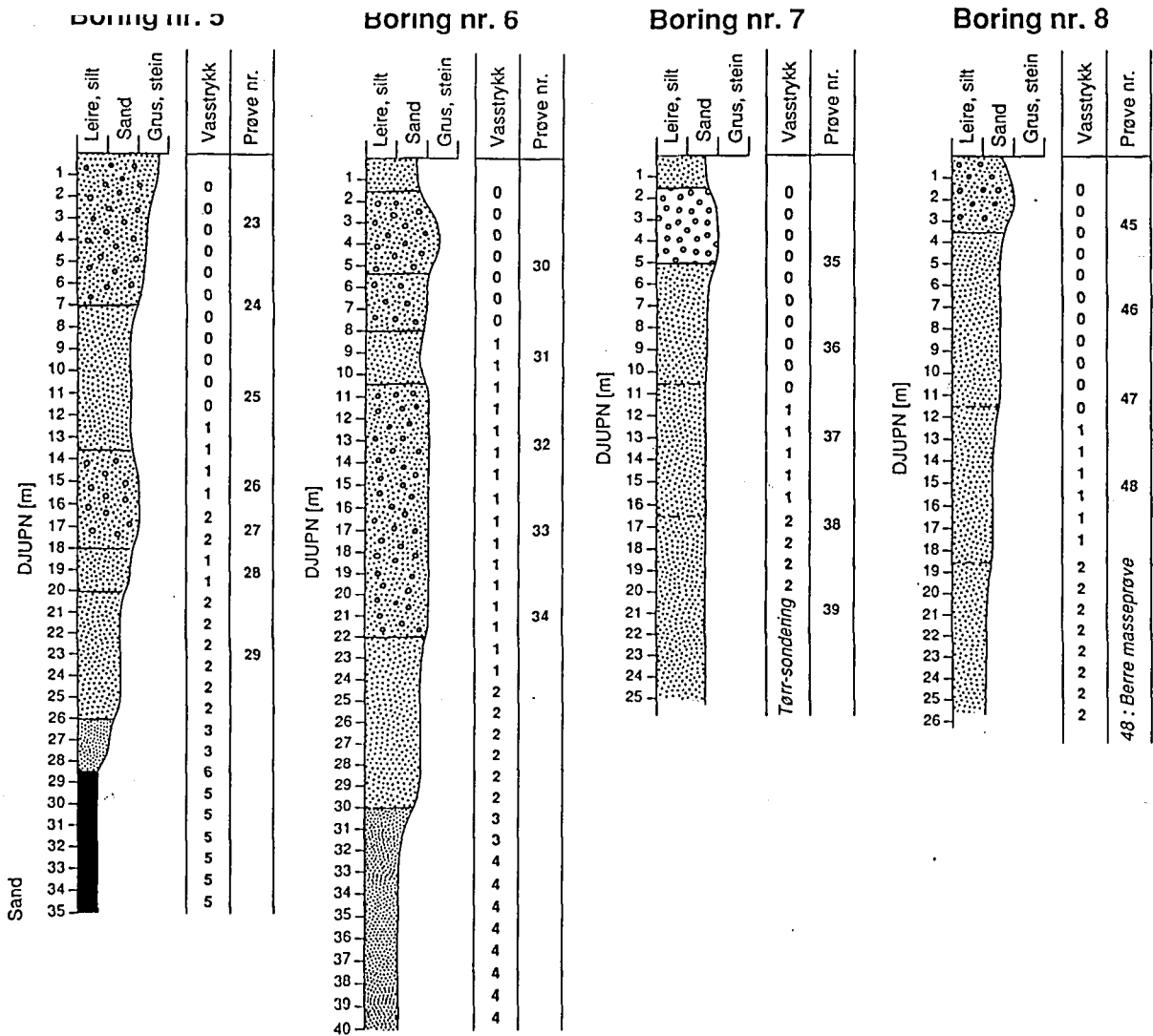


Fig. 2 Loggar for boringane 5 - 8

Boring nr. 9

Boring nr. 10

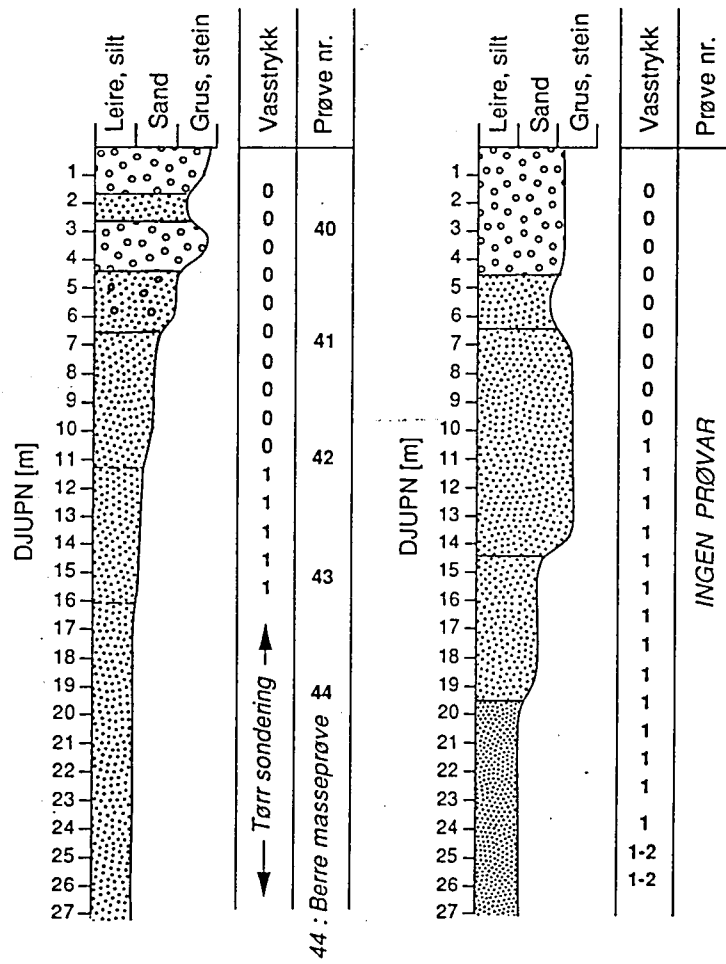


Fig. 3 Loggar for boringane 9 og 10

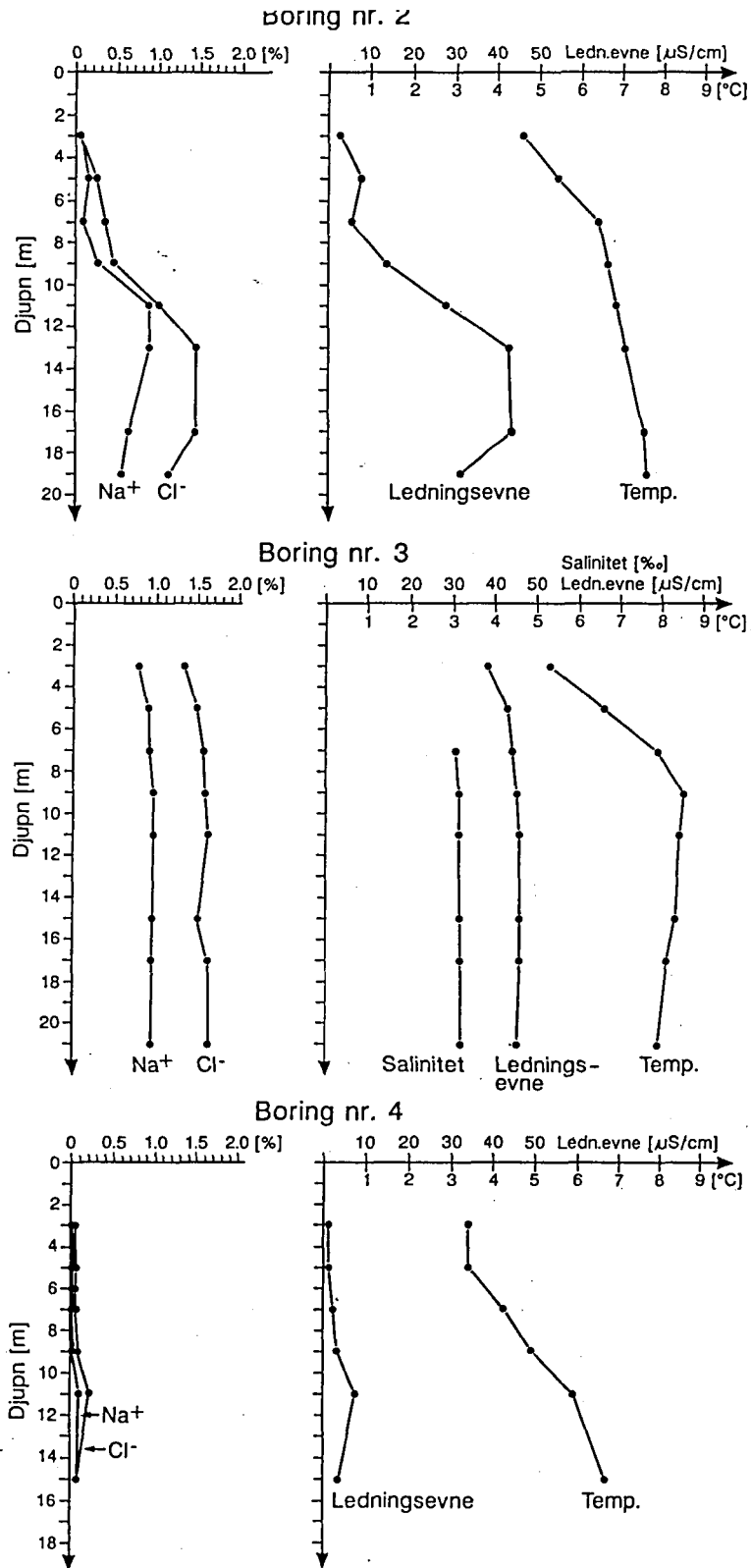


Fig. 4 Forenkla kjemiske/fysikalske profil for pkt. 2, 3 og 4

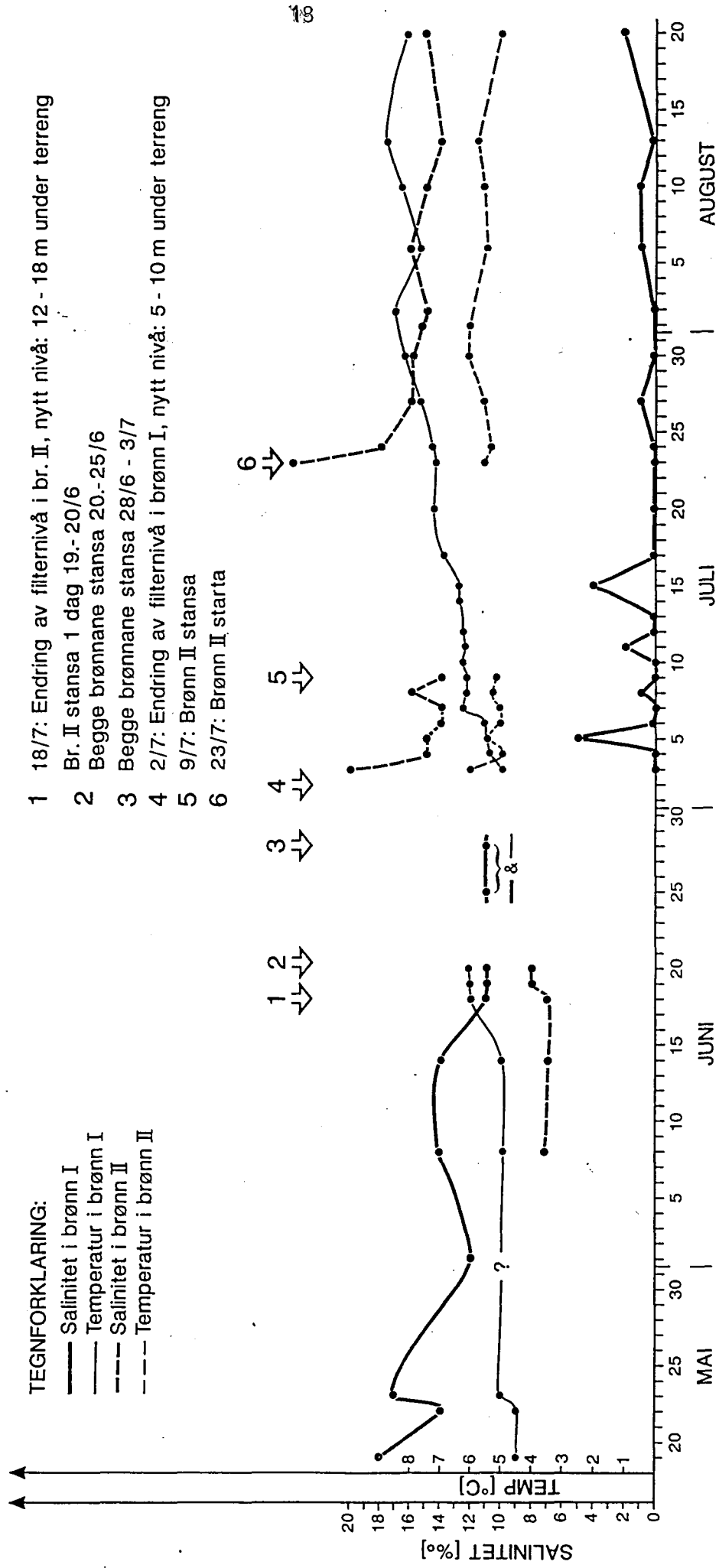
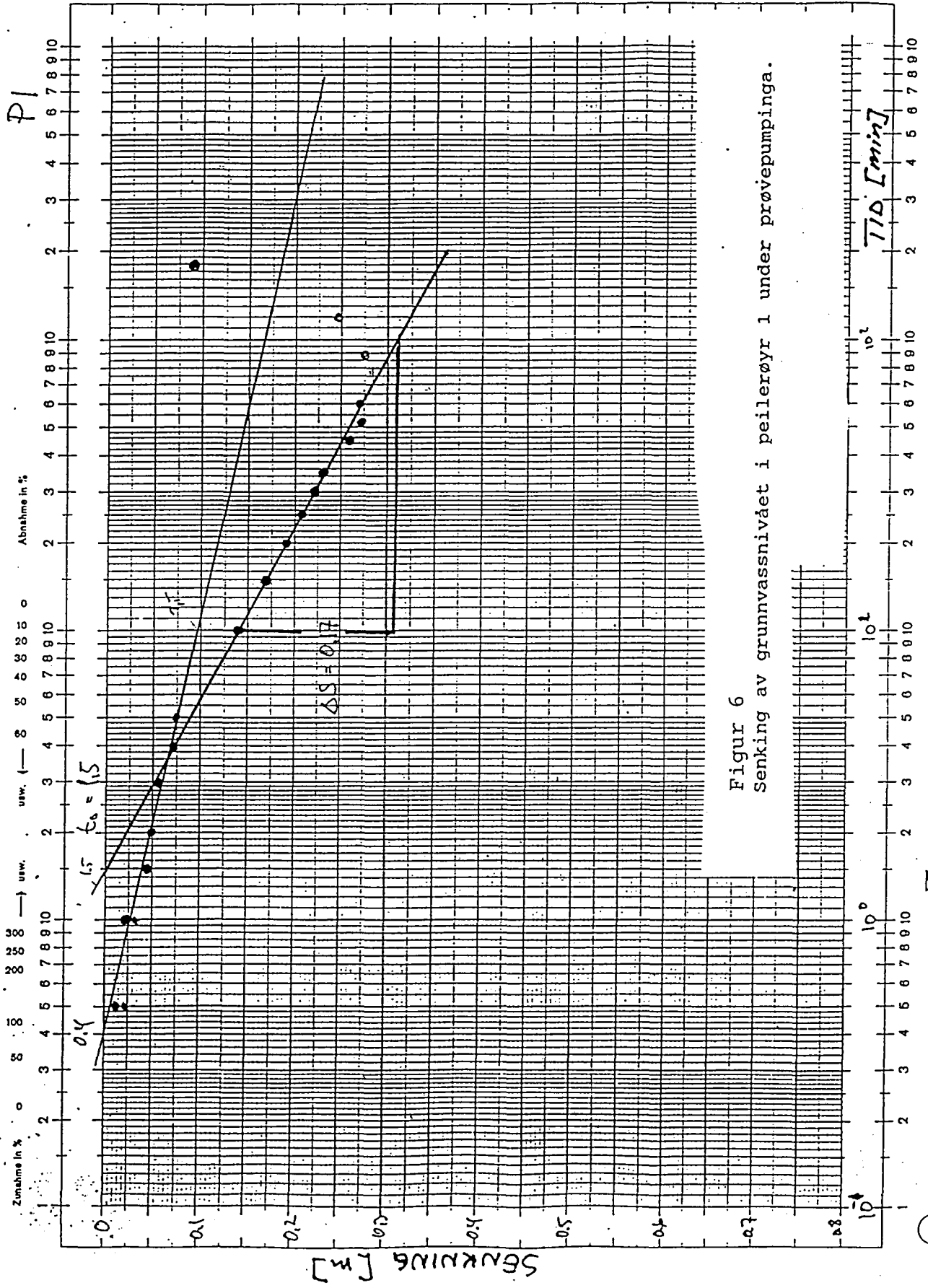


Fig. 5 Variasjon i salinitet og temperatur i brønn I og II under prøvepumpingsperioden



Figur 6
Senking av grunnvassnivået i peilerør 1 under prøvepumpinga.

TABELL

Pkt. 7

Prøvebrønn

| | Pr. 36 | Pr. 37 | Pr. 38 | | |
|-----------------------------------|-----------|-------------|-------------|--|---------------------------------|
| Nivå (m under bakken) | 8,5 - 9,5 | 12,5 - 13,5 | 16,5 - 17,5 | | 8 - 18 |
| Temp. (°C) | 6,8 | 6,2 | 6,7 | | Gj.snitt etter 1 døgn 4,5 |
| Ledn.evne (μ S/cm) | 34,8 | 42,5 | 45,0 | | 31,4 |
| Cl ⁻ (%) | 1,14 | 1,34 | 1,39 | | 0,84 |
| Br ⁻ (ppm) | 32,5 | < 20 | 53,0 | | 35,6 |
| So ₄ ²⁻ (%) | 0,17 | 0,16 | 0,16 | | 0,12 |
| Mg ²⁺ (%) | 0,096 | 0,12 | 0,13 | | 0,071 |
| Ca ²⁺ (ppm) | 319,2 | 364,5 | 402,8 | | 231,3 |
| Na ⁺ (%) | 0,68 | 0,84 | 0,91 | | 0,53 |
| K ⁺ (ppm) | 180,0 | 262,4 | 300,2 | | 182,6 |
| Sr ⁺ (ppm) | 5,77 | 6,38 | 7,07 | | 4,0 |

K J E M I S K E A N A L Y S E R

Del 1: Prøveliste

Del 2: Kationer

Del 3: Anioner

Del 4: pH, ledningsevne og alkalitet

VASSPRØVAR FRÅ SUNNDALSØRA 18. - 20. APRIL 1990

| Prøvenummer | Boring | Nivå (m under bakken) |
|-------------|--------|--------------------------|
| 1 | 2 | 2,5 - 3,5 m |
| 2 | " | 4,5 - 5,5 m |
| 3 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 4 | " | 8,5 - 9,5 m |
| 5 | " | 12,5 - 13,5 m |
| 6 | " | 16,5 - 17,5 m |
| 7 | " | 18,5 - 19,5 m |
| 8 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 9 | 3 | 2,5 - 3,5 m |
| 10 | " | 4,5 - 5,5 m |
| 11 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 12 | " | 8,5 - 9,5 m |
| 13 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 14 | " | 14,5 - 15,5 m |
| 15 | " | 16,5 - 17,5 m |
| 16 | " | 20,5 - 21,5 m |
| 17 | 4 | 2,5 - 3,5 m |
| 18 | " | 4,5 - 5,5 m |
| 19 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 20 | " | 8,5 - 9,5 m |
| 21 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 22 | " | 14,5 - 15,5 m |

| Prøvenummer | Boring | Nivå (m under bakken) |
|-------------|-----------------|--------------------------|
| 23 | 5 | 2,5 - 3,5 m |
| 24 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 25 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 26 | " | 14,5 - 15,5 m |
| 27 | " | 16,5 - 17,5 m |
| 28 | " | 18,5 - 19,5 m |
| 29 | " | 22,5 - 23,5 m |
| 30 | 6 | 4,5 - 5,5 m |
| 31 | " | 8,5 - 9,5 m |
| 32 | " | 12,5 - 13,5 m |
| 33 | " | 16,5 - 17,5 m |
| 34 | " | 20,5 - 21,5 m |
| 35 | 7 | 4,5 - 5,5 m |
| 36 | " | 8,5 - 9,5 m |
| 37 | " | 12,5 - 13,5 m |
| 38 | " | 16,5 - 17,5 m |
| 39 | " | 20,5 - 21,5 m |
| 40 | 9 | 2,5 - 3,5 m |
| 41 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 42 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 43 | " | 14,5 - 15,5 m |
| 44 | Bare masseprøve | |
| 45 | 8 | 2,5 - 3,5 m |
| 46 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 47 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 48 | Bare masseprøve | |
| 49 | 1 | 2,5 - 3,5 m |
| 50 | " | 6,5 - 7,5 m |
| 51 | " | 10,5 - 11,5 m |
| 52 | " | 14,5 - 15,5 m |

Norges Geologiske Undersøkelse

OPDRAG NR 71/90

DATO 16. MAY 1990

Intern

A N A L Y S E R A P P O R T

fra

NGU - KJEMISK AVD.

Til LØSNINGSSEAVD. V/B.FOLLESTAD

P3 vedlagte EDB-utskrift

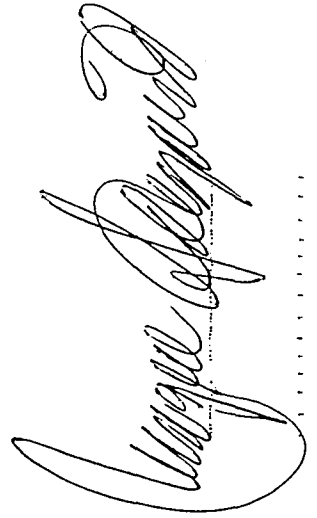
følger resultatene av utført

analyseopdrag

KJEMISK AVDELING

Kari Sand

seksjonsleder



ANALYSE-RAPPORT.

Norges Geologiske Undersøkelse.

Prosjektnr: 63.2306.05

Oppdragsnr: 71/90

Oppdragsgiver: NGU LØSMASSEØVD. V/B. FOLLESTAD

Instrument: PLASMA

| | Si | Al | Fe | Ti | Hg | Ca | Na | K | Mn | Cu |
|--------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb |
| Nedre grense | 300.0 | 100.0 | 10. | 4.0 | 70. | 20. | 30. | 500.0 | 50. | 1.0 |
| | Zn | Pb | Ni | Co | V | Mo | Cd | Ba | Be | Sr |
| | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb | ppb |
| Nedre grense | 6.0 | 90. | 40. | 20. | 7.0 | 10. | 6.0 | 25. | 1.0 | 1.0 |
| | Li | | | | | | | | | |
| | ppb | | | | | | | | | |
| Nedre grense | 5.0 | | | | | | | | | |

Disse data er lagret i % p> NGU's data-anlegg p> filen A7190.BRK.KJAN
 Prilvenavnet kan leses som heltall, hlyrejustert fra kolonne 7 med 8. kolonne
 til) markere A- el. B-prilver dvs (I7,A1,21(A1,F12.8))

Format: (A8,21(A1,F12.8))

Prosjektnr: 63.2306.05

Oppdragsnr: 71/90

| | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A | 9A | 10A |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Si | <30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 |
| Al | <10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 |
| Fe | <1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 |
| Ti | <400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 |
| Mg | 42.34 | ppm 165.3 | ppm 112.6 | ppm 342.3 | .12 % | .12 % | 827.8 | ppm 811.3 | .11 % | .12 % |
| Ca | 13.93 | ppm 56.04 | ppm 38.48 | ppm 98.32 | ppm 375.0 | ppm 384.7 | ppm 301.8 | ppm 284.6 | ppm 327.0 | ppm 372.1 |
| Na | 480.5 | ppm .13 % | 987.5 | ppm .23 % | .87 % | .86 % | .61 % | .52 % | .79 % | .96 % |
| K | <50.00 | ppm<50.00 | ppm<50.00 | ppm<50.00 | ppm 239.8 | ppm 267.2 | ppm 131.4 | ppm 127.3 | ppm 233.7 | ppm 285.4 |
| Mn | <5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 | ppm<5.00 |
| Cu | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 |
| Zn | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 |
| Pb | <9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 | ppm<9.00 |
| Ni | <4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 | ppm<4.00 |
| Co | <2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 | ppm<2.00 |
| V | <700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 |
| Mo | <1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 |
| Cd | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 |
| Ba | <2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 | ppm<2.50 |
| Be | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 |
| Sr | 210.0 | ppb 710.0 | ppb 530.0 | ppb 1.51 | ppm 7.04 | ppm 7.09 | ppm 5.00 | ppm 4.66 | ppm 5.96 | ppm 6.62 |
| Li | <500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 |

16. MAY 1970

Prosjektnr: 63.2306.05

Oppdragsnr: 71/90

| | 21A | 22A | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Si | <30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm 938.7 |
| Al | <10.00 | ppm<10.00 | ppb<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<100.0 |
| Fe | <1.00 | ppm <1.00 | ppb <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm < 16.0 |
| Ti | <400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb < 4.0 | ppb |
| Mg | 184.4 | ppm 48.04 | ppm 126.8 | ppm 405.3 | ppm 777.3 | ppm .11 % | .12 % | .12 % | .12 % | ppm 19.98 |
| Ca | 70.97 | ppm 18.16 | ppm 62.27 | ppm 148.8 | ppm 263.8 | ppm 350.3 | ppm 368.8 | ppm 409.5 | ppm 409.5 | ppm 7.51 |
| Na | .13 % | % 722.2 | ppm 730.5 | ppm .25 % | .52 % | .84 % | .87 % | .90 % | .90 % | ppm 141.6 |
| K | <50.00 | ppm<50.00 | ppm 57.45 | ppm 170.3 | ppm 264.2 | ppm 273.4 | ppm 290.7 | ppm 290.7 | ppm 290.7 | ppm 5.60 |
| Mn | <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm <5.00 | ppm < 50.0 |
| Cu | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb < 1.0 | ppb |
| Zn | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb < 6.0 | ppb |
| Pb | <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm <9.00 | ppm < 90.0 |
| Ni | <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm <4.00 | ppm < 40.0 |
| Co | <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm <2.00 | ppm < 20.0 |
| V | <700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb < 7.0 | ppb |
| Mo | <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm <1.00 | ppm < 10.0 |
| Cd | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb < 6.0 | ppb |
| Ba | <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm <2.50 | ppm < 6.0 |
| Be | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb < 1.0 | ppb |
| Sr | 1.01 | ppm 270.0 | ppb 830.0 | ppb 2.46 | ppm 3.91 | ppm 6.30 | ppm 6.66 | ppm 7.13 | ppm 7.13 | ppm 110.5 |
| Li | <500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb < 5.0 | ppb |

Prosjektnr: 63.2306.05

Oppdragsnr: 71/90

| | 41 | 42 | 43 | 45 | 46 | 47 | 49 | 50 | 51 | 52 |
|----|--------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Si | <30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | 1.18 | ppm<30.00 | ppm<30.00 | ppm<30.00 |
| Al | <10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 | ppm<10.00 |
| Fe | <1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | 14.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 | ppm<1.00 |
| Ti | <400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | <4.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 | ppb<400.0 |
| Mg | 449.3 | ppm 828.6 | .11 % 283.1 | ppm 247.9 | ppm .11 % 39.08 | ppm 971.5 | ppm 971.5 | ppm .11 % | ppm .12 % | ppm .12 % |
| Ca | 170.7 | ppm 267.8 | ppm 331.3 | ppm 301.4 | ppm 347.3 | ppm 16.29 | ppm 337.7 | ppm 386.0 | ppm 386.0 | ppm 386.9 |
| Na | .27 % | .61 % | .80 % | .21 % | .71 % | .79 % | 294.1 | ppm .64 % | ppm .77 % | ppm .84 % |
| K | <50.00 | ppm 189.0 | ppm 260.6 | ppm 226.6 | ppm 270.6 | ppm 11.21 | ppm 178.5 | ppm 222.9 | ppm 272.9 | ppm 272.9 |
| Mn | <5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 | ppm 5.00 |
| Cu | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | <1.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 |
| Zn | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | <6.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 |
| Pb | <9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 | ppm 9.00 |
| Ni | <4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 | ppm 4.00 |
| Co | <2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 | ppm 2.00 |
| V | <700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | <7.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 | ppb<700.0 |
| Mo | <1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 | ppm 1.00 |
| Cd | <600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb 600.0 | ppb 630.0 | <6.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 | ppb<600.0 |
| Ba | <2.50 | ppm 2.50 | ppm 2.50 | ppm 2.50 | ppm 2.50 | ppm 2.50 | <25.00 | ppm 2.50 | ppm 2.50 | ppm 2.50 |
| Be | <100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | <1.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 | ppb<100.0 |
| Sr | 2.77 | ppm 4.49 | ppm 5.73 | ppm 1.51 | ppm 5.12 | ppm 6.02 | ppm 233.4 | ppm 5.84 | ppm 6.97 | ppm 6.68 |
| Li | <500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb 8.3 | ppb<500.0 | ppb<500.0 | ppb<500.0 |

ANALYSERAPPORT

Prosjekt nummer : 63.2306.05

Oppdrags nummer : 71/90

ANIONER

Oppdragsgiver : NGU, Løsmasseavd.v/B.A.Follestad

Prøvetype : Vann

Geografi : Sunndalsøra

Instrument : IC

Antall prøver : 50

Nummerert : 1 - 52 (Pr. 44 og 48 mangler)

EØB-fil : I7190.RAP på G:\ANIONER.KJA

Anmerkninger :

Prøve 4 og 5 synes å inneholde noe NO₂'.

Kari Sand

Seksjons sjef



B. Th. Andreassen

Forsker

Benevnelse: ppt, ppb, ppm og % betyr for vannprøver og løsninger
hhv. ng/l, ug/l, mg/l og g/100ml
*** betyr: ikke bestemt.

Siste siffer i resultatene er som oftest uten mening. Det er tatt med for å gjøre overgangen mellom 10-er potenser mindre markante og for ikke å miste eventuell informasjon.

Side
Date 14.05.90²

| Probe nr | F' | Cl' | NO2' | P04''' | Br' | NO3' | SO4'' |
|-------------|-----|---------|------|--------|----------|------|----------|
| 1 | *** | 502 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 2 | *** | 0.23 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 239 ppm |
| 3 | *** | 0.16 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 199 ppm |
| 4 | *** | 0.44 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 520 ppm |
| 5 | *** | 1.44 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.19 % |
| 6 | *** | 1.42 % | *** | *** | 45.7ppm | *** | 0.21 % |
| 7 | *** | 1.08 % | *** | *** | 33.7ppm | *** | 290 ppm |
| 8 | *** | 0.99 % | *** | *** | 29.4ppm | *** | 0.13 % |
| 9 | *** | 1.33 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.19 % |
| 10 | *** | 1.46 % | *** | *** | 51.6ppm | *** | 0.25 % |
| 11 | *** | 1.55 % | *** | *** | 63.7ppm | *** | 0.25 % |
| 12 | *** | 1.56 % | *** | *** | 70.3ppm | *** | 0.23 % |
| 13 | *** | 1.60 % | *** | *** | 51.6ppm | *** | 0.27 % |
| 14 | *** | 1.48 % | *** | *** | 71.0ppm | *** | 0.20 % |
| 15 | *** | 1.57 % | *** | *** | 55.5ppm | *** | 0.24 % |
| 16 | *** | 1.58 % | *** | *** | 44.4ppm | *** | 0.18 % |
| 17 | *** | 324 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 18 | *** | 329 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 19 | *** | 775 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 20 | *** | 899 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | 108 ppm |
| 21 | *** | 0.24 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 263 ppm |
| 22 | *** | 982 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 23 | *** | 314 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 24 | *** | 0.11 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 139 ppm |
| 25 | *** | 0.43 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 536 ppm |
| 26 | *** | 0.92 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.11 % |
| 27 | *** | 1.32 % | *** | *** | 35.3ppm | *** | 0.16 % |
| 28 | *** | 1.33 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.17 % |
| 29 | *** | 1.32 % | *** | *** | 41.0ppm | *** | 0.15 % |
| 30 | *** | 198 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 31 | *** | 0.15 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 222 ppm |
| 32 | *** | 1.14 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.14 % |
| 33 | *** | 1.30 % | *** | *** | 32.9ppm | *** | 0.14 % |
| 34 | *** | 1.35 % | *** | *** | 38.3ppm | *** | 0.18 % |
| 35 | *** | 0.61 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 776 ppm |
| 36 | *** | 1.14 % | *** | *** | 32.5ppm | *** | 0.17 % |
| 37 | *** | 1.34 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.16 % |
| 38 | *** | 1.39 % | *** | *** | 53.0ppm | *** | 0.16 % |
| 39 | *** | 1.41 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.18 % |
| 40 | *** | 214 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 41 | *** | 0.58 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 471 ppm |
| 42 | *** | 1.12 % | *** | *** | 38.9ppm | *** | 666 ppm |
| 43 | *** | 1.25 % | *** | *** | 43.5ppm | *** | 0.20 % |
| 45 | *** | 0.39 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 381 ppm |
| 46 | *** | 1.15 % | *** | *** | 32.3ppm | *** | 0.12 % |
| 47 | *** | 1.35 % | *** | *** | 31.4ppm | *** | 858 ppm |
| 49 | *** | 529 ppm | *** | *** | <20.0ppm | *** | <100 ppm |
| 50 | *** | 1.19 % | *** | *** | <20.0ppm | *** | 0.17 % |
| 51 | *** | 1.32 % | *** | *** | 36.9ppm | *** | 0.20 % |
| 52 | *** | 1.44 % | *** | *** | 39.8ppm | *** | 0.21 % |

71/90

Del 4
s. 1:2

Norges geologiske undersøkelse

Seksjon for kjemiske analyser

Dato: 15.05.1990

ANALYSERAPPORT

Oppdragsgiver : NGU Løsmasseavdeling, hydrogeologisk seksjon
v/Oddmund Soldal

Oppdragsnr. : 71/90

Journalnr. : 811-860/90

Prosjektnr. : 63.2306.05

Antall prøver : 50

Prøvetype : Vann

Prøvemrk. : 1A-22A, 23-43, 45-47, 49-52

Lokalitet : I Sunndalsøra kommune, Møre og Romsdal fylke

Kartblad : Sunndalsøra 1420-3

Analyseoppdrag: Ledningsevne - pH - Alkalitet

Metode : Titrering etter NS 4754 (Alkalitet)

Instrument : RADIOMETER CDM 83 CONDUCTIVITY METER
RADIOMETER PHM 84 RESEARCH pH METER

EDB-fil : B7190AR.WP5

Anmerkninger : Resultater på side 2

Utført : Kjemisk lab.11 v/TB.7-10/5-90

Seksjonssjef

Oppdragsnr. 71/90

| Nr. | Mrk. | Ledn.evne mS/cm | pH | Alkalitet mmol/l |
|-----|------|--------------------|------|---------------------|
| 1. | 1A | 2.76 | 6.75 | 0.38 |
| 2. | 2A | 7.32 | 6.93 | 1.33 |
| 3. | 3A | 5.53 | 6.84 | 0.95 |
| 4. | 4A | 13.1 | 6.65 | 1.30 |
| 5. | 5A | 42.2 | 6.94 | 7.98 |
| 6. | 6A | 43.0 | 7.12 | 10.54 |
| 7. | 7A | 31.0 | 6.85 | 42.25 |
| 8. | 8A | 27.1 | 6.90 | 3.08 |
| 9. | 9A | 38.9 | 7.25 | 1.85 |
| 10. | 10A | 43.8 | 7.21 | 2.22 |
| 11. | 11A | 44.5 | 6.80 | 4.53 |
| 12. | 12A | 45.3 | 6.89 | 8.95 |
| 13. | 13A | 45.6 | 7.07 | 3.04 |
| 14. | 14A | 45.4 | 6.96 | 9.50 |
| 15. | 15A | 45.8 | 6.91 | 7.31 |
| 16. | 16A | 45.0 | 7.21 | 17.65 |
| 17. | 17A | 1.32 | 6.85 | 0.17 |
| 18. | 18A | 1.35 | 6.84 | 0.28 |
| 19. | 19A | 2.81 | 6.86 | 0.90 |
| 20. | 20A | 3.17 | 6.88 | 1.21 |
| 21. | 21A | 7.87 | 6.70 | 1.34 |
| 22. | 22A | 3.97 | 7.80 | 2.87 |
| 23. | 23 | 1.41 | 6.87 | 0.26 |
| 24. | 24 | 4.73 | 6.64 | 0.43 |
| 25. | 25 | 14.4 | 7.28 | 1.25 |
| 26. | 26 | 27.6 | 7.22 | 2.26 |
| 27. | 27 | 41.7 | 7.12 | 10.54 |
| 28. | 28 | 43.4 | 7.07 | 8.90 |
| 29. | 29 | 45.2 | 7.30 | 14.50 |
| 30. | 30 | 1048 | 6.47 | 0.12 |
| 31. | 31 | 5.37 | 6.10 | 0.30 |
| 32. | 32 | 36.0 | 7.33 | 10.77 |
| 33. | 33 | 41.2 | 7.32 | 19.61 |
| 34. | 34 | 43.0 | 7.41 | 13.88 |
| 35. | 35 | 17.2 | 6.83 | 1.31 |
| 36. | 36 | 34.8 | 7.15 | 3.24 |
| 37. | 37 | 42.5 | 7.18 | 15.06 |
| 38. | 38 | 45.0 | 7.22 | 17.45 |
| 39. | 39 | 45.4 | 7.21 | 13.18 |
| 40. | 40 | 1053 | 6.61 | 0.16 |
| 41. | 41 | 15.3 | 6.89 | 4.08 |
| 42. | 42 | 31.5 | 7.44 | 24.95 |
| 43. | 43 | 40.2 | 7.08 | 3.82 |
| 44. | 45 | 11.71 | 7.06 | 2.66 |
| 45. | 46 | 37.9 | 7.19 | 20.43 |
| 46. | 47 | 40.1 | 7.14 | 25.34 |
| 47. | 49 | 2.18 | 6.50 | 0.23 |
| 48. | 50 | 33.9 | 6.63 | 1.73 |
| 49. | 51 | 39.3 | 7.22 | 2.00 |
| 50. | 52 | 43.2 | 7.25 | 6.44 |

REFLEKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Refleksjonsseismikk anvendt på løsmasser er tilpasning og modifisering av konvensjonelle refleksjonsseismiske teknikker. I enkelte områder kan refleksjonsseismikk være et alternativ til refraksjonsseismikk ved undersøkelse av løsmassestratigrafi, grunnvann og fjelltopografi under løsmasser.

Oppløsning/dybderekkevidde

I løpet av de siste årene har det skjedd en utvikling av digitalt refleksjonsseismisk utstyr i retning av høyere oppløsning og mindre tidkrevende prosessering. Oppløsningen er proporsjonal med registrert frekvens og seismisk hastighet. Man anvender derfor energiseringskilder som gir høyfrekvent energi. Et eksempel på en slik kilde er haglpatroner avfyrt fra en spesiallagd børs. Ytterligere framheving av høye frekvenser oppnås ved anvendelse av geofoner med høy egenfrekvens (50 eller 100 Hz), samt analog og digital frekvensfiltrering. En utvikling av seismografer i retning av økende dynamikkområde bidrar også til høyere oppløsning. Reflektorer kan under 'gunstige forhold' (se under) kartlegges på dyp i området 10 - flere hundre meter ved denne metoden. Ved en frekvens på 300 Hz og seismisk hastighet på 2000 m/s, kan man teoretisk sett 'se' lag med en mektighet større enn 2 m.

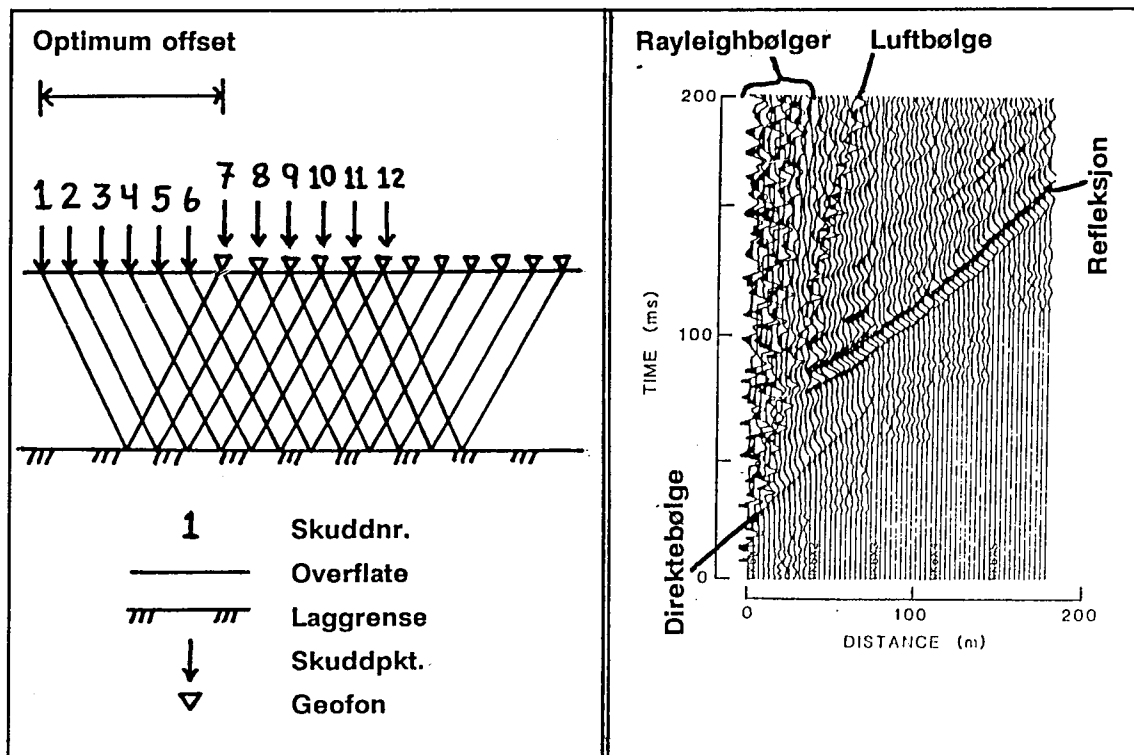
Anvendelse/Fordeler og ulemper

Anvendelsen av refleksjonsseismikk avhenger av god forplantning av høyfrekvent energi. Metoden egner seg derfor best der man ved overflaten har finkornige, vannmettede løsmasser. Dette gir best 'kobling' med bakken for skudd og geofoner. Metoden gir dårlige resultater ved grovkornige, tørre masser og over fyllinger og myr. Ved slike grunnforhold benyttes refraksjonsseismikk. I forhold til refraksjonsseismikk gir refleksjonsseismikk en mer direkte og detaljert avtegnning av lag i jorda, og man har ikke problemer med blindsonelag og hastighetsinversjon. Metoden gir derimot dårligere informasjon om lagenes seismiske hastigheter og tykkelser. Ønskes informasjon om lag grunnere enn 10 m, benyttes refraksjonsseismikk.

'Optimum offset'

Ved NGU benyttes en måleteknikk kalt 'optimum offset' (evt. 'common offset'). Teknikken er skissert i figur på neste side. Det velges en fast avstand ('optimum offset') mellom skudd og geofoner. Avstanden må minst være så stor at overflatebølger (Rayleigh-bølger) og luftbølger, som alle betraktes som støy, ankommer geofonene etter refleksjonssignal fra den dypeste laggrense man vil kartlegge (se figur på neste side). Et 'optimum offset'-opptak oppnås ved at første skudd registreres på første (nærmeste) geofon, skuddpunktet flyttes fram en avstand som tilsvarer geofonavstanden, man skyter og registrerer på geofon 2 o.s.v. Dersom man registrerer på 12 kanaler, vil opptaket være ferdig etter at man har skutt og registrert på geofon 12. Teknikken kan gi god oppløsning av grunne laggrenser, og man får en direkte avtegnelse av laggrenser etter kun å ha utført statistisk korreksjon (se under 'prosessering'). Det er vanlig å gjøre to opptak i tillegg til 'optimum offset'; 1) opptak på alle kanaler av skudd nær enden av utlegget

for å bestemme hastighet i øverste lag (refraksjon), 2) opptak på alle kanaler av skudd plassert i en viss avstand fra utlegget til bruk ved hastighetsanalyse ('spread'-opptak). En bemanning på 3 personer har vist seg å være optimal ved utførelsen av refleksjonsseismiske målinger. Når man benytter teknikken 'optimum offset', kan man under 'normale' forhold profilere 400-500 m pr. dag.



Figuren til venstre viser et opplegg for målinger ved 'optimum offset'-teknikken. Figuren til høyre viser et utvalg av seismiske hendelser som er vanlige i et opptak.

Prosessering

Før utskrift av seismisk seksjon, må man foreta statistisk korreksjon av 'optimum offset'-opptakene. Ved statistisk korreksjon gis en felles første ankomsttid til alle kanaler, for å fjerne effekten av ujevn topografi og variasjoner i hastighet i det øverste laget. Etter statistisk korreksjon kan man plote ut en foreløpig seismisk seksjon. Ved å se på denne seksjonen, kan man finne ut om båndpassfiltrering er nødvendig. Ved båndpassfiltrering konstrueres et filter slik at man fjerner de frekvenser som ligger utenfor frekvensområdet for refleksjoner, og/eller de frekvenser som er representert i støy. Etter båndpassfiltrering presenteres et nytt plott av seismisk seksjon, som i mange tilfeller kan utgjøre ferdig prosessert tidsseksjon (flere prosesseringstrinn kan inngå, men disse omtales ikke her). En konvertering fra tidsseksjon til dybdeseksjon kan oppnås dersom man kjenner seismisk hastighet ned til de forskjellige lag. Disse kan fåes fra refraksjons- og 'spread'-opptak (se tidligere).

Plotting

Ved plotting av seismisk seksjon benyttes AGC ('automatic gain control') for å normalisere amplituder og for å framheve svake reflektorer. For å fjerne amplitudeutslag i tiden før første

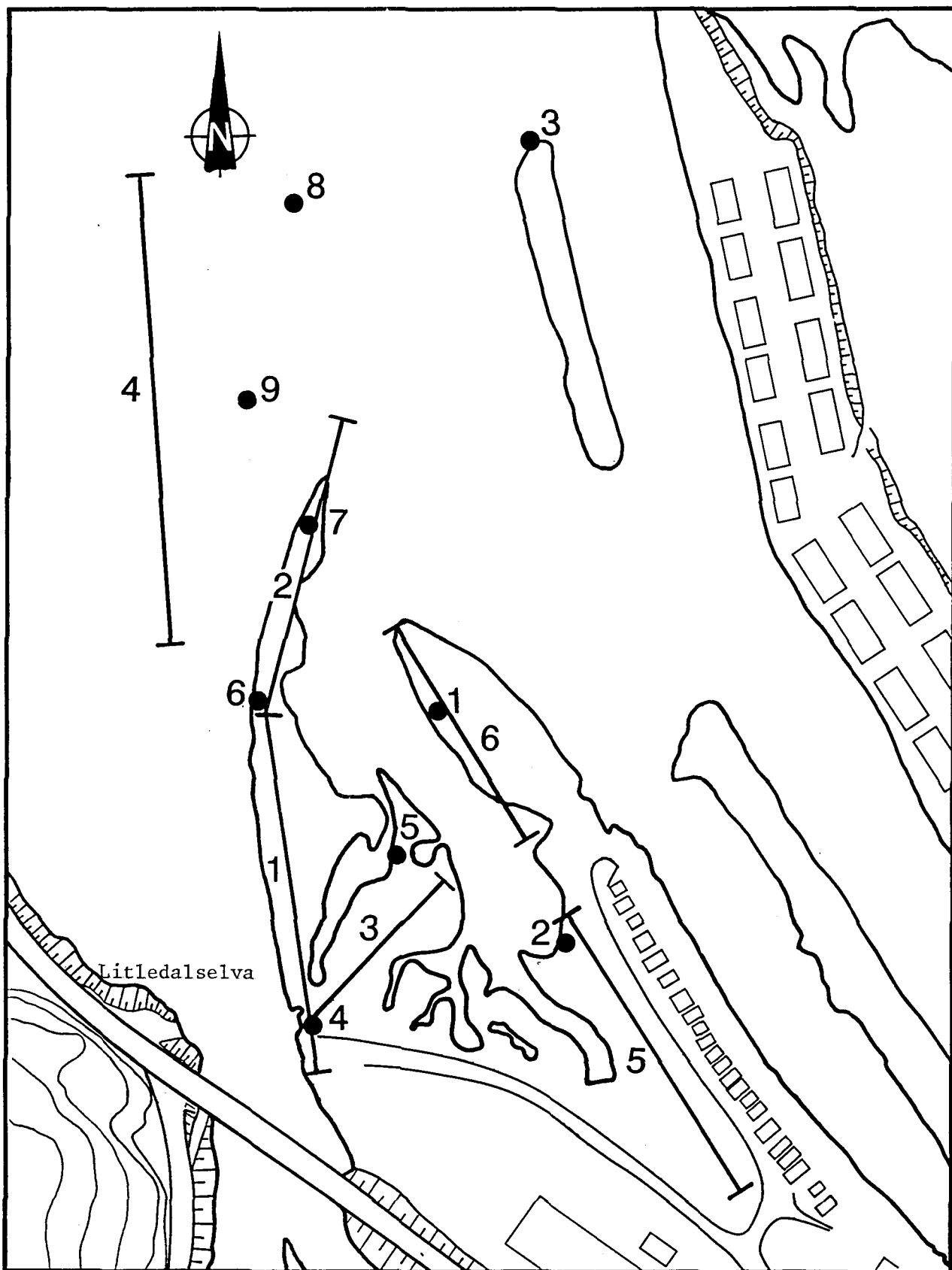
ankomst benyttes 'muting'. 'Gain tapers' brukes for å framheve utvalgte reflektorer (forsterkning- en settes til å variere lineært innenfor tidsintervaller). Grafisk framstilles amplitudeutslag v.h.j.a. en kombinasjon av 'wiggle trace' og 'variable area' (som i figuren).

Tolkning

Tolkning av ferdig prosessert seismisk seksjon baserer seg på gjenkjenning og sammenknytning av refleksjoner. Sammenholdt med opplysninger om seismiske hastigheter avledes en geologisk modell, der man også trekker inn resultater fra eventuelle andre undersøkelser.

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| <i>Luft</i> | | <i>330 m/s</i> |
| <i>Vann</i> | | <i>1400-1500 m/s</i> |
| <i>Organisk materiale</i> | | <i>150-500 m/s</i> |
| <i>Sand og grus</i> | <i>- over vannmettet sone</i> | <i>200-800 m/s</i> |
| <i>Sand og grus</i> | <i>- i vannmettet sone</i> | <i>1400-1700 m/s</i> |
| <i>Morene</i> | <i>- over vannmettet sone</i> | <i>700-1500 m/s</i> |
| <i>Morene</i> | <i>- i vannmettet sone</i> | <i>1500-1900 m/s</i> |
| <i>Hardpakket bunnmorene</i> | | <i>1900-2800 m/s</i> |
| <i>Leire</i> | | <i>1100-1800 m/s</i> |
| <i>Oppsprukket fjell</i> | | <i>< 4000 m/s</i> |
| <i>Fast fjell</i> | | <i>3500-6000 m/s</i> |



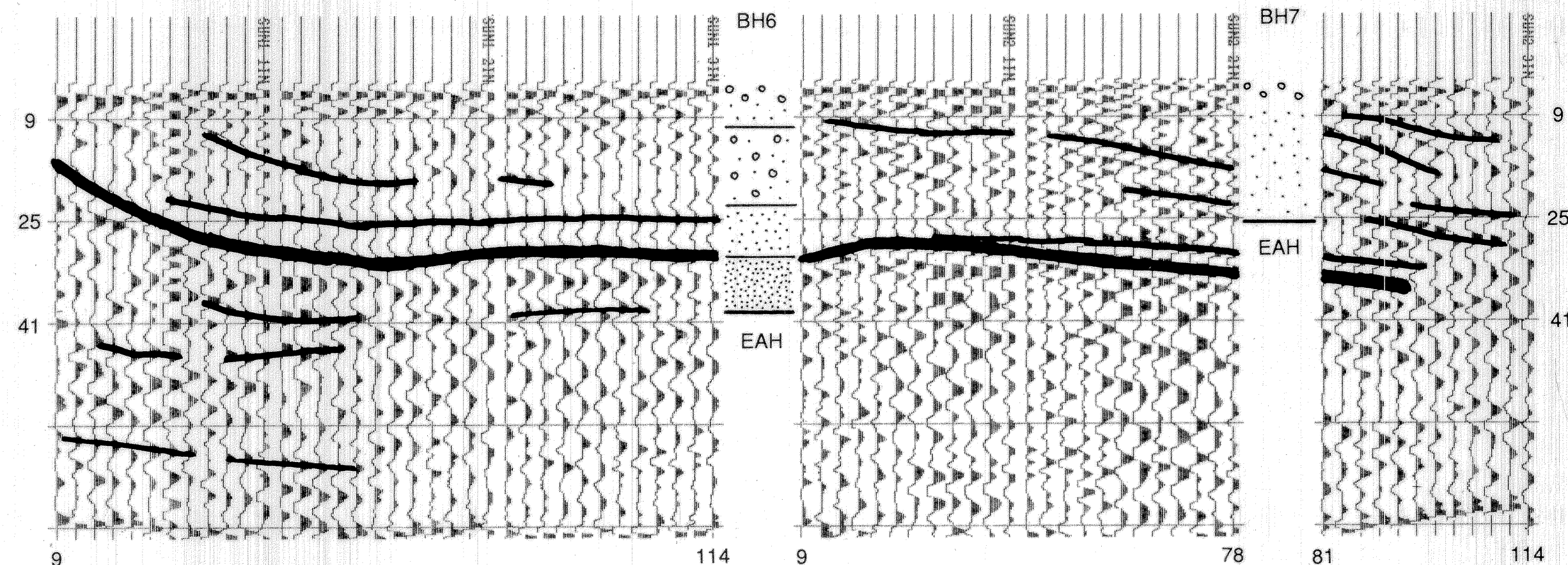
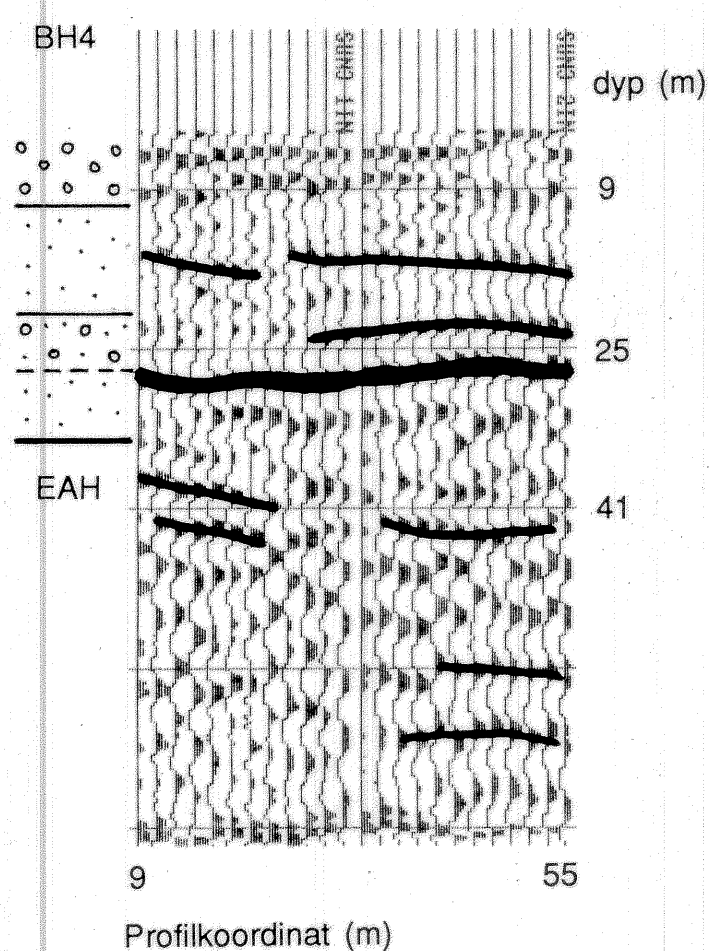
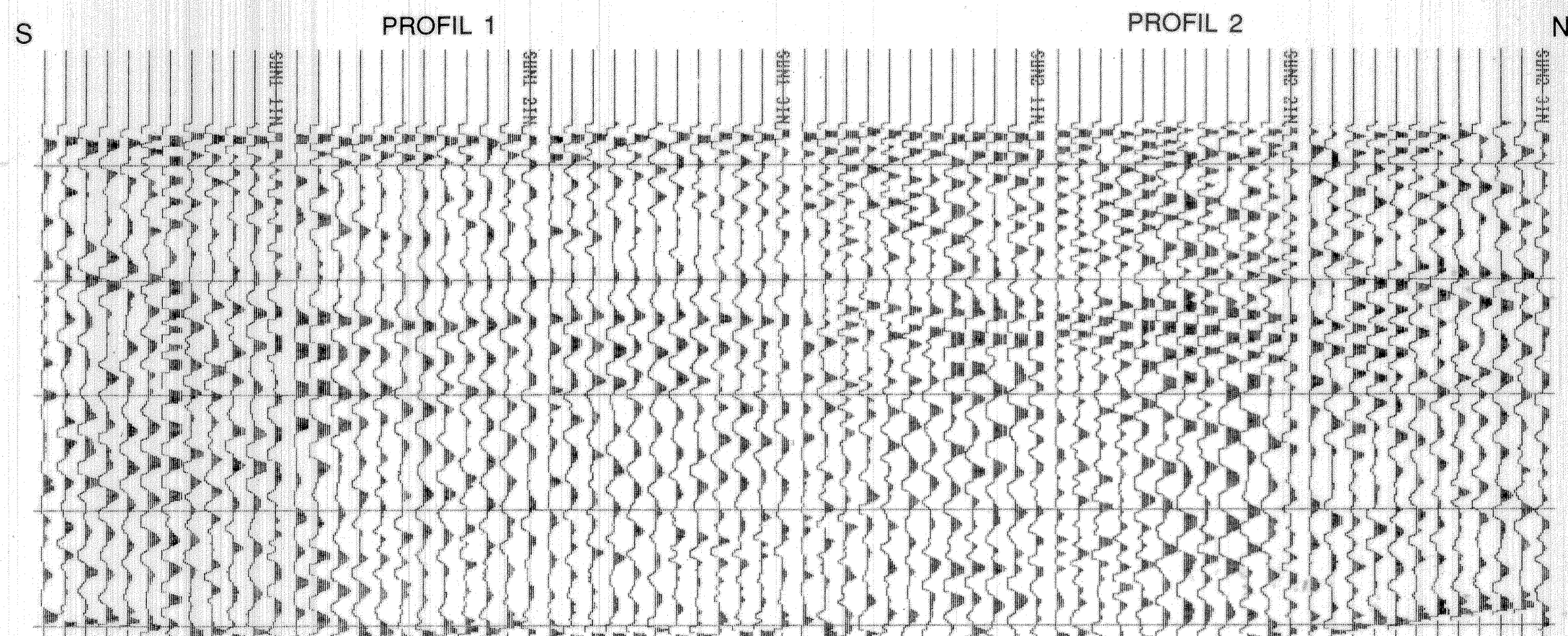
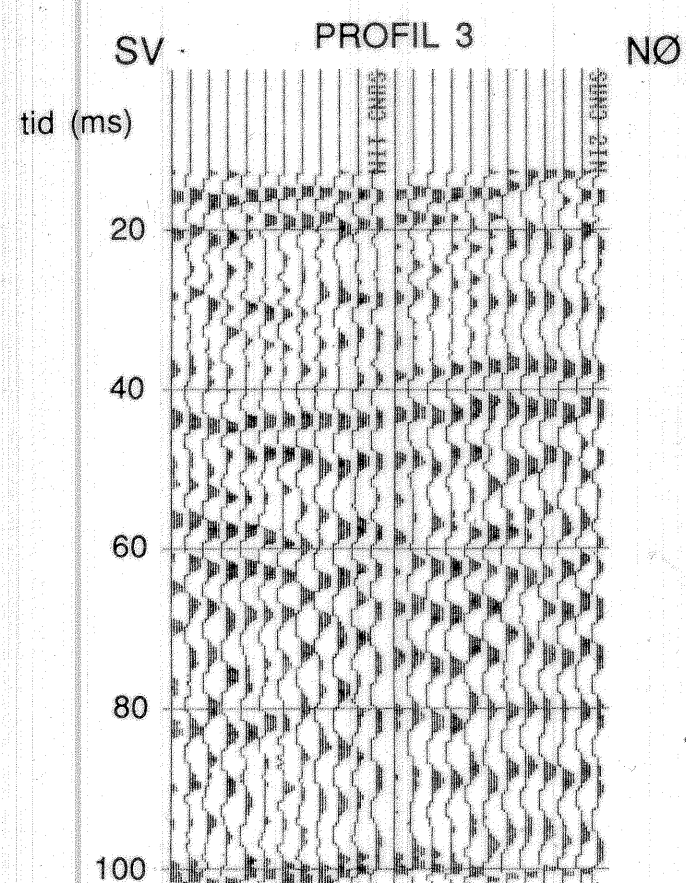
Oversiktskart over det undersøkte området
M 1:2000

Teiknforklaring:

- - Borepunkt
- - Seismiske profil

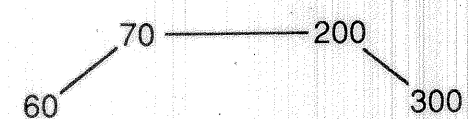
MÅLESTOKK

100 M



Optimum offset: 18 m
 Opptakstid: 100 ms
 Geofonavstand: 2 m (profil 3), 3 m
 Instrument: Scintrex S-2 'Echo'
 Energisering: 12 kalibers hagpatroner
 Analog low-cut: 100 Hz
 Analog high-cut: 500 Hz

Prosessering
 Statisk korreksjon
 Digital båndpassfiltrering:

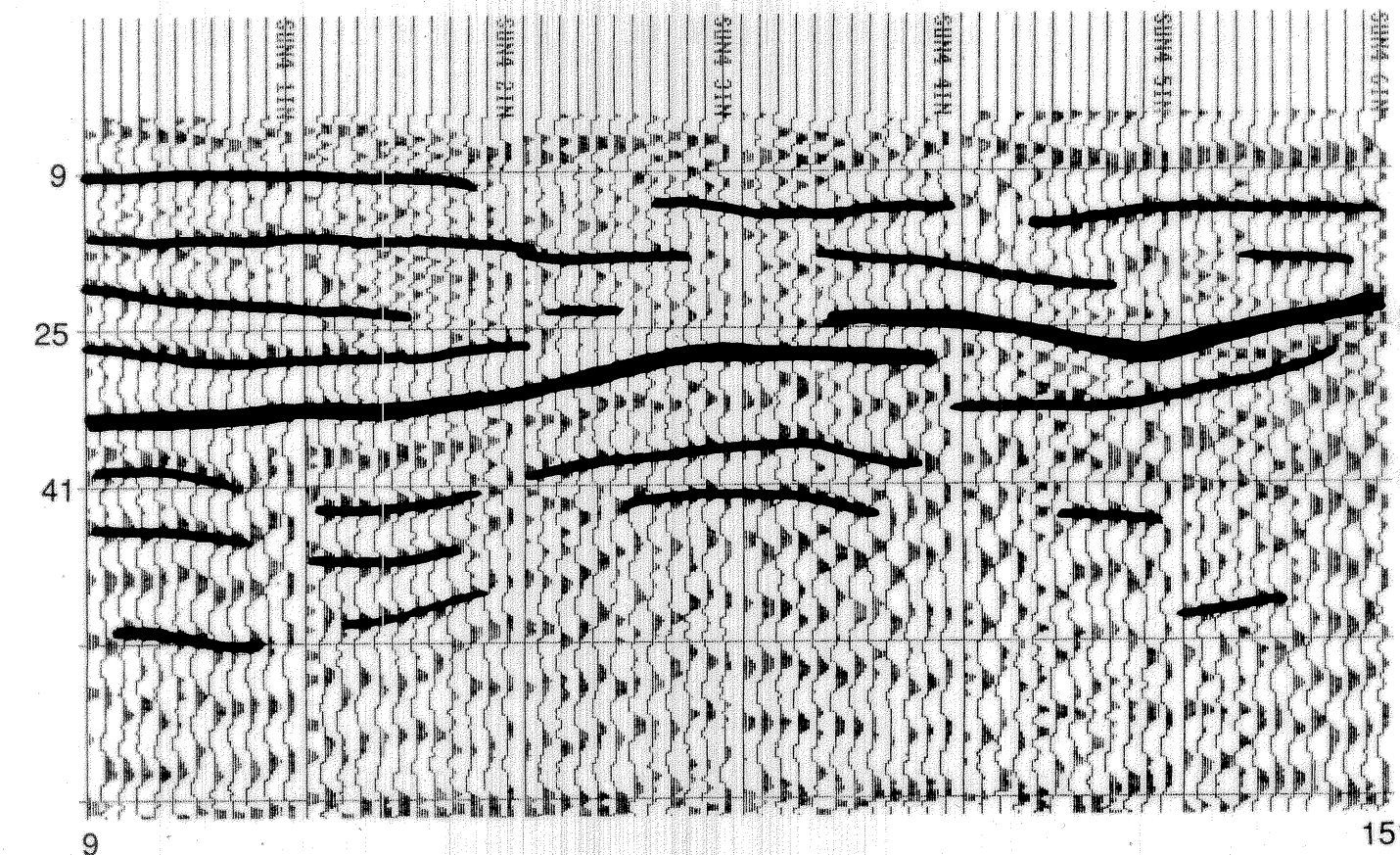
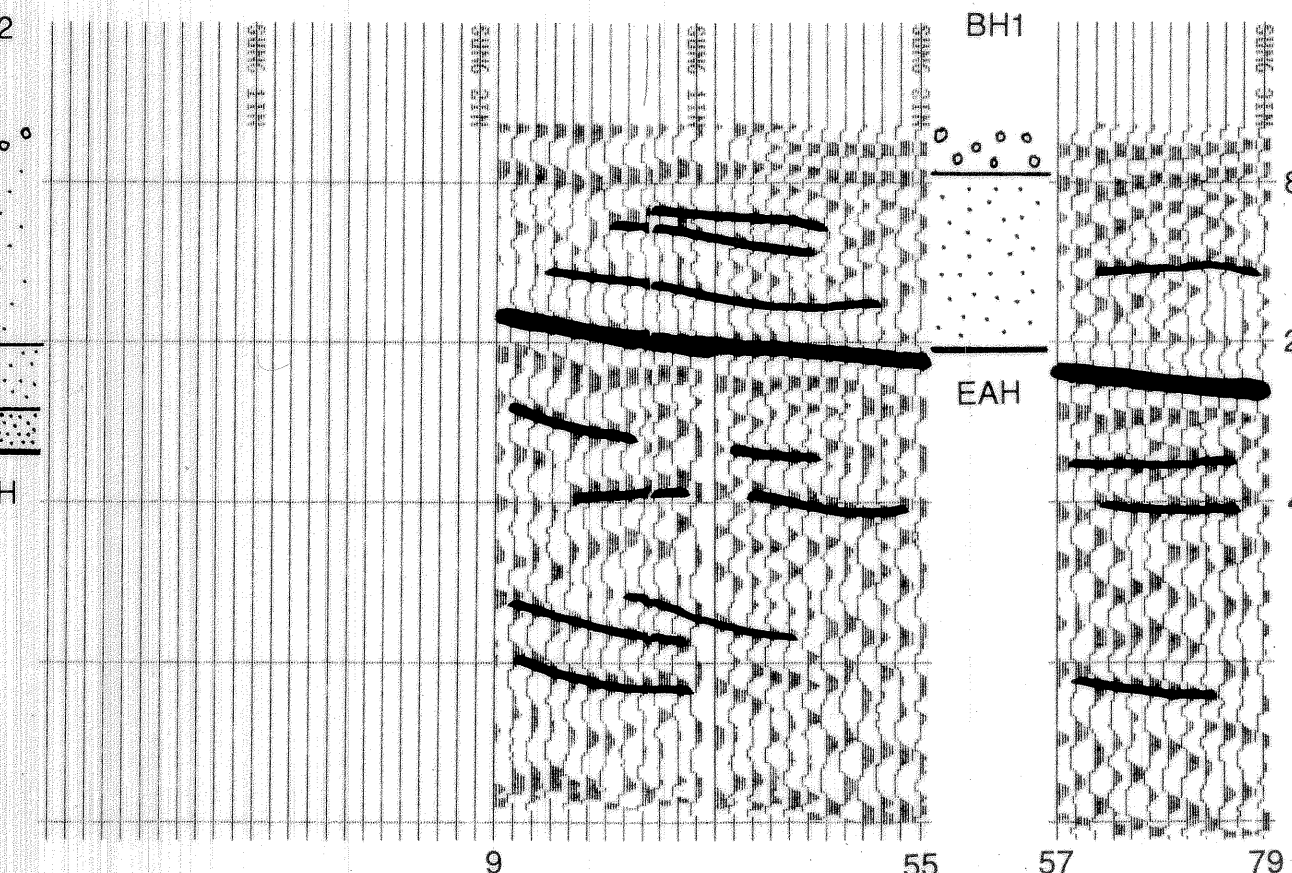
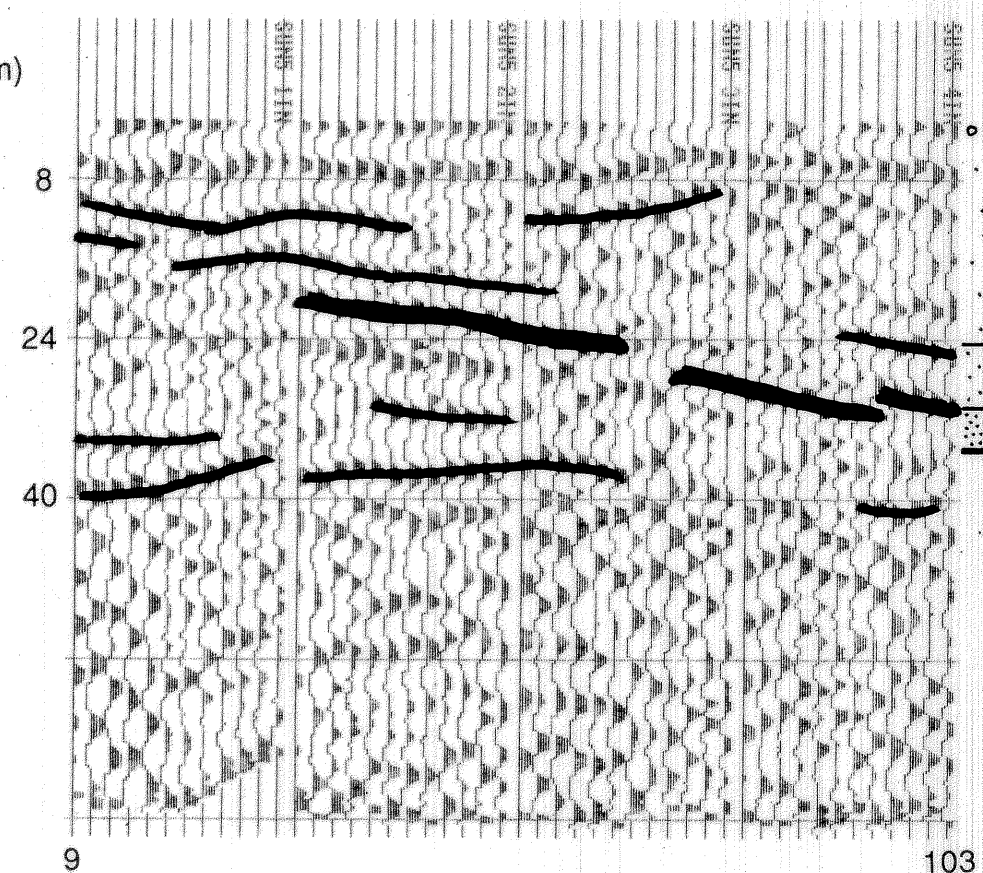
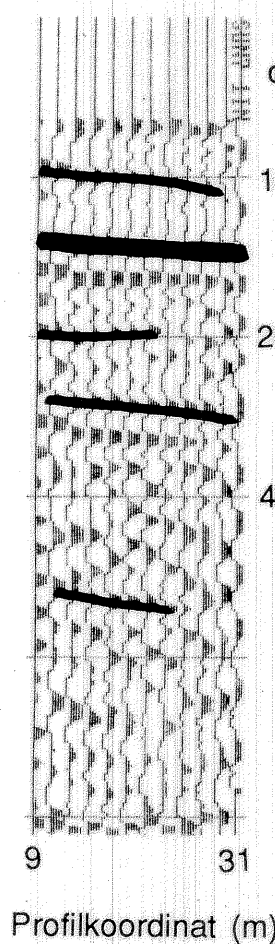
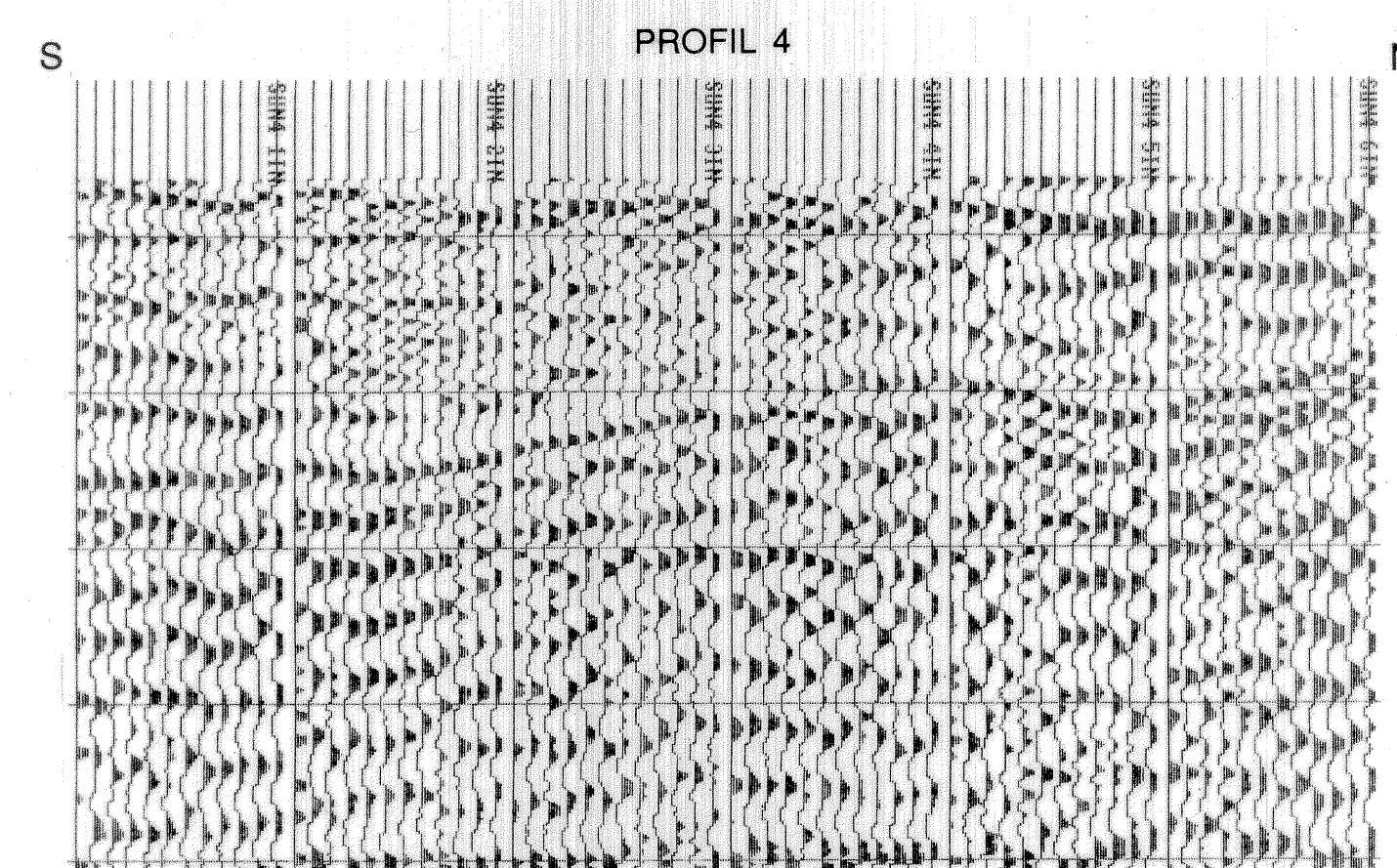
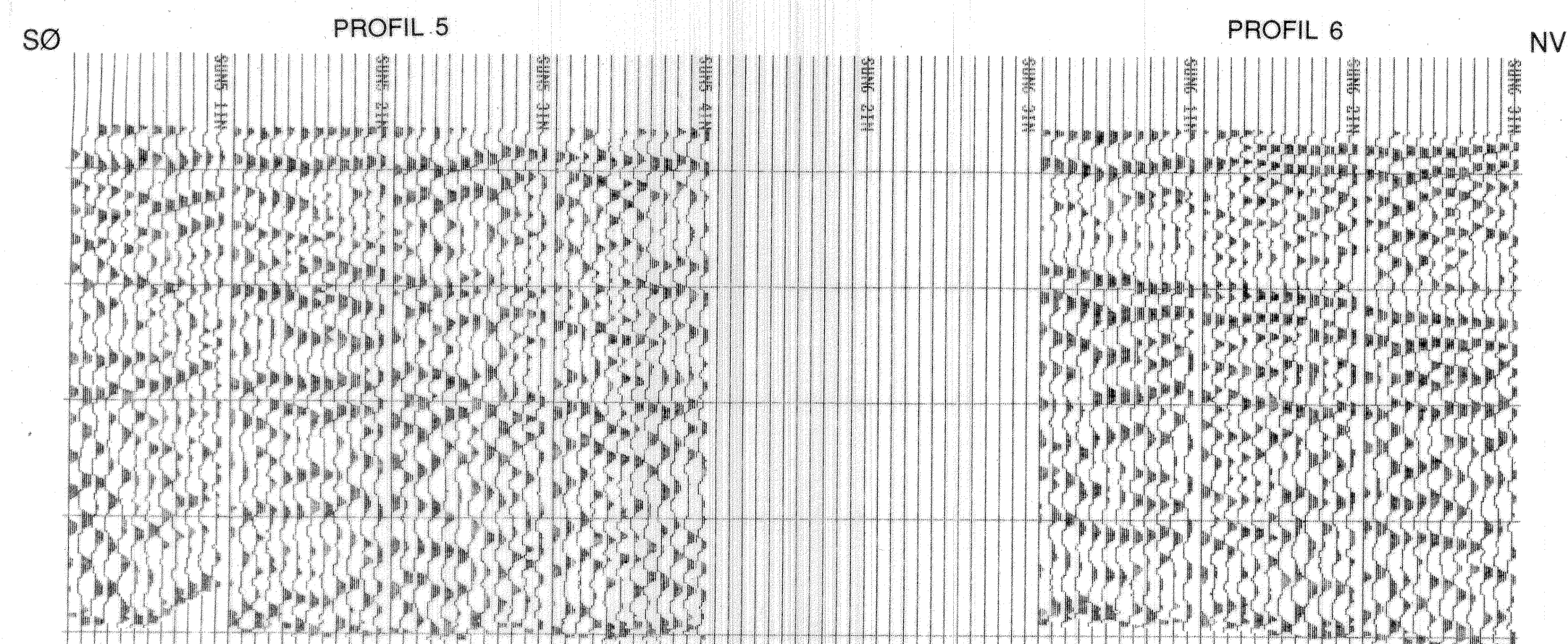
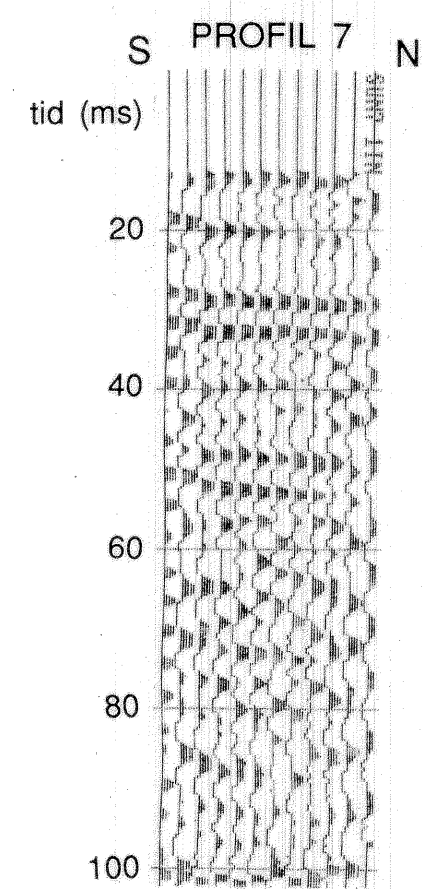


Plotting
 Trace muting
 AGC:
 Forsterkning: 300
 Vindu før: 100
 Vindu etter: 100

TEGNFORKLARING

- BH4 Borhull 4
- EAH Ende av borhull
- Markant reflektor
- Svak reflektor
- Grus
- Sand
- Finsand
- Silt

| | | | |
|---|---------------------------|-------------------------|------------|
| NGU - AKVAFORSK A/S REFLEKSJONSSEISMISKE PROFILER 1-3 LITLEDALSELVA, SUNNDALSØRA SUNNDAL, MØRE OG ROMSDAL | MÅLESTOKK | MÅLT EM | APRIL 1990 |
| | ~1: 780 | TEGN EM | SEPT. 1990 |
| | | TRAC | |
| | | KFR EM | |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR 90.067 - 02 | KARTBLAD NR 1420 III | |



Optimum offset: 18 m
 Opptakstid: 100 ms
 Geofonavstand: 2 m
 Instrument: Scintrex S-2 'Echo'
 Energisering: 12 kalibers hagpatroner
 Analog low-cut: 100 Hz
 Analog high-cut: 500 Hz

Prosessering
 Statisk korreksjon
 Digital båndpassfiltrering:
 60 — 70 — 200 — 300

Plotting
 Trace muting
 AGC:
 Forsterkning: 300
 Vindu før: 100
 Vindu etter: 100

TEGNFORKLARING

- | | | | |
|-----|-------------------|--|---------|
| BH2 | Borhull 2 | | Grus |
| EAH | Ende av borhull | | Sand |
| | Markant reflektor | | Finsand |
| | Svak reflektor | | Silt |

NGU - AKVAFORSK A/S
 REFLEKSJONSEISMISKE PROFILER 4 - 7
 LITLEDALSELVA, SUNNDALSØRA
 SUNNDAL, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

| | | |
|-------------|-------------|------------|
| MÅLESTOKK | MÅLT EM | APRIL 1990 |
| ~ 1: 780 | TEGN EM | SEPT. 1990 |
| | TRAC | |
| | KFR EM | |
| TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| 90.067 - 03 | 1420 III | |