

NGU Rapport 92.300

Geofysiske undersøkelser på
Geiteryggen, Skien kommune, Telemark

| | | | | |
|---|--|--|----------------------------|---------------------------------------|
| Rapport nr. 92.300 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Geofysiske undersøkelser på Geiteryggen, Skien kommune, Telemark. | | | | |
| Forfatter: Eirik Mauring Gaute Storrø Jan Fr. Tønnesen | | Oppdragsgiver: Skien kommune | | |
| Fylke: Telemark | | Kommune: Skien | | |
| Kartbladnavn (M=1:250.000) Skien | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1713 III Kilebygd | | |
| Forekomstens navn og koordinater: Geiteryggen S 32V 5330 65603 Vindalskollen 32V 5331 65610 | | Sidetall: 31 | | Pris: 220,- |
| Feltarbeid utført: 14/10-22/10-1992 | | Rapportdato: 23/11-1992 | Prosjektnr.: 63.2380.01 | Ansvarlig: <i>Jens S. Hennings</i> |
| Sammendrag: | | | | |
| <p>Geofysiske målinger er utført i 4 områder ved Geiteryggen flyplass, Skien kommune, Telemark. Formålet med undersøkelsen var å klarlegge løsmasseforholdene i områdene (kornstørrelse, lagdeling m.v.) med tanke på infiltrasjonsegenskaper.</p> <p>Området Geiteryggen V synes lite egnet for infiltrasjon, dels pga. større områder med finkornig materiale og dels pga. nærhet til konfliktområder (flyplass, veg, dyrket mark).</p> <p>Ved Fjærekilen er grunnvannspotensialet i det mest gunstige området trolig ikke tilstrekkelig til å dekke det aktuelle vannbehov. Området kan imidlertid være aktuelt for konvensjonelt vannuttak til lokalt formål.</p> <p>Avsetningene i området Geiteryggen S kan være godt egnet for infiltrasjon. Området ligger derimot nær et massetak. Eventuell etablering av infiltrasjonsanlegg vil medføre strenge restriksjoner på videre drift i massetaket. Videreføring av undersøkelser i dette området er derfor lite realistisk.</p> <p>Området ved Vindalskollen er vurdert som mest gunstig med tanke på eventuelle muligheter for uttak av grunnvann og innfanging av infiltrert vann. Videre undersøkelser i form av anbefalt borprogram er presentert i rapporten.</p> | | | | |
| Emneord: Geofysikk | | Georadar | | Elektrisk måling |
| Grunnvann | | Israndavsetning | | Kunstig infiltrasjon |
| | | | | Fagrapport |

INNHold

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INNLEDNING..... | 4 |
| 2 | UTFØRELSE..... | 4 |
| | 2.1 Georadar..... | 4 |
| | 2.2 Vertikal elektrisk sondering..... | 6 |
| | 2.3 Kombinert elektrisk profilering/sondering..... | 6 |
| | 2.4 Elektromagnetiske målinger..... | 6 |
| 3 | TIDLIGERE UNDERSØKELSER..... | 7 |
| 4 | RESULTATER..... | 7 |
| | 4.1 Geiteryggen V..... | 7 |
| | 4.2 Fjærekilen..... | 8 |
| | 4.3 Geiteryggen S..... | 8 |
| | 4.4 Vindalskollen..... | 10 |
| 5 | KONKLUSJON..... | 12 |
| 6 | ANBEFALING..... | 14 |
| 7 | ARBEIDSPLAN FOR VIDEREFØRING..... | 14 |
| 8 | REFERANSER..... | 15 |

Tekstbilag

1. Georadar - metodebeskrivelse
2. Vertikal elektrisk sondering (VES) - metodebeskrivelse
3. Kombinert elektrisk profilering/sondering - metodebeskrivelse
4. EM 31 - metodebeskrivelse

Databilag

1. Hastighetsanalyser - georadar
2. Modellberegninger - VES
3. Pol-dipol pseudoseksjon
4. Måleresultater - EM 31

Kartbilag

| | | | |
|------------|----------------------|------------|------------------------|
| 92.300-01: | Oversiktskart | 92.300-06: | Georadar, profil 12+13 |
| 92.300-02: | Georadar, profil 1+4 | 92.300-07: | Georadar, profil 14 |
| 92.300-03: | Georadar, profil 6 | 92.300-08: | Georadar, profil 16 |
| 92.300-04: | Georadar, profil 7 | 92.300-09: | Georadar, profil 20 |
| 92.300-05: | Georadar, profil 8 | | |

1 INNLEDNING

Geofysiske målinger er utført i området ved Geiteryggen flyplass, Skien kommune, Telemark. Formålet med undersøkelsen var å klarlegge løsmasseforholdene i områdene (kornstørrelse, lagdeling m.v.) med tanke på infiltrasjonsegenskaper. Det presiseres at undersøkelsen, når en ser bort fra området Fjærekilen, ikke har hatt som siktemål å klarlegge mulighetene for uttak av grunnvann. Kartlegging av uttakspotensialet vil ligge i en eventuell oppfølgende undersøkelse med boringer.

Målingene ble utført av Janusz Koziel og Jan Fr. Tønnesen i perioden 14/10-22/10-1992. Tolkning av måleresultatene ble foretatt av Eirik Mauring og Jan Fr. Tønnesen. NGU's prosjektleder har vært Gaute Storrø.

2 UTFØRELSE

En oversikt over undersøkte områder er vist i kartbilag -01.

2.1 Georadar

En beskrivelse av georadar er vedlagt i tekstbilag 1. Det ble ialt profilert i underkant av 10 km og foretatt 2 CMP-målinger for bestemmelse av EM-bølgehastigheter. De viktigste georadaropptakene er vist i kartbilag -02-09. Georadaren som ble benyttet var av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 400 V sender og 50 MHz antenner. Opptakstiden var 1000 ns, samplingsintervallet var 0.8 ns og antenne- og flyttavstand var 1 m. Signalene ble stacket 32 ganger ved hvert målepunkt. Profillengder er vist i tabell 1. Profillengdene angir antall målepunkter multiplisert med flyttavstand. Dersom en ved måling har vært unøyaktig ved antenneplasseringene, stemmer nødvendigvis ikke de angitte profillengder med de virkelige. I slike tilfeller kan informasjon om kryssende profiler, veier og terrengdetaljer benyttes for en mer eksakt plassering av profiler.

Råopptak og prosesserte data for CMP hastighetsanalyser er vist i databilag 1. CMP 1 er målt over randavsetningene på Geiteryggen og CMP 15 er målt ved Fjærekilen. Resultater fra hastighetsanalysene er vist i tabell 2. Resultatene viser en relativt høy hastighet (0.14 m/ns) i CMP 1 og representerer EM-bølgehastighet i tørre avsetninger. Denne hastigheten er benyttet ved dybdekonvertering og topografisk korleksjon av opptakene i Geiteryggen-området. CMP 15 (målt i profil 15) viser hastighet til en grunn reflektor (50 ns) på ca. 0.13 m/ns. Denne reflektoren representerer trolig toppen av grunnvannsspeil, fordi hastighet til dypere reflektorer

er betydelig lavere. Hastigheten 0.13 m/ns er benyttet ved dybdekonvertering og topografisk korreksjon av opptakene ved Fjærekilen.

Tabell 1. Oversikt over profillengder.

| <u>Profil</u> | <u>Lengde (m)</u> | <u>Databilag</u> |
|---------------|-------------------|------------------|
| 1 | 895 | -02 |
| 2 | 736 | |
| 3 | 729 | |
| 4 | 679 | -02 |
| 5 | 187 | |
| 6 | 449 | -03 |
| 7 | 645 | -04 |
| 8 | 492 | -05 |
| 9 | 299 | |
| 10 | 123 | |
| 11 | 135 | |
| 12 | 553 | -06 |
| 13 | 253 | -06 |
| 14 | 765 | -07 |
| 15 | 542 | |
| 16 | 919 | -08 |
| 17 | 78 | |
| 18 | 118 | |
| 19 | 512 | |
| 20 | 646 | -09 |

Tabell 2. Oversikt over CMP hastighetsanalyser. Tidspunkt for refleksjoner (tid) er angitt i ns, og hastighet i m/ns.

| <u>CMP Nr.</u> | <u>Tid</u> | <u>Hastighet</u> | <u>Tid</u> | <u>Hastighet</u> | <u>Tid</u> | <u>Hastighet</u> |
|----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 1 | 225 | 0.14 | 275 | 0.14 | | |
| 15 | 50 | 0.13 | 150 | 0.09 | 260 | 0.08 |

2.2 Vertikal elektrisk sondering

En beskrivelse av måleteknikk, tolkning og metodiske usikkerheter er vedlagt (tekstbilag 2). Det ble målt 4 sonderinger. Plassering av sonderingspunktene er vist i kartbilag -01. Et kabelsystem for Schlumberger elektrodekonfigurasjon ble benyttet ved utførelsen av målingene. ABEM SAS300 Terrameter ble benyttet som måleinstrument. Måleverdiene er korrigert for laterale variasjoner i spesifikk motstand ved potensialelektrodene. $AB/2_{\max}$ var 140 m for sonderingene E1-E3 og 170 m for E4.

2.3 Kombinert elektrisk profilering/sondering

Målingene ble utført med pol-dipol elektrodekonfigurasjon (se tekstbilag 3). Avstanden mellom hvert sonderingspunkt var 25 m. For hver sondering ble avstanden mellom potensialelektrodene holdt konstant lik 4 m, mens avstanden fra strømelektroden til nærmeste potensialelektrode var $n \cdot 4$ m, der n varierte fra 1 til 8. Ved målingene ble det benyttet et registreringsinstrument av typen ABEM SAS300 Terrameter med strømforsterker. Det ble målt ett profil (langs deler av georadarprofil 20), og plasseringen av dette er vist i kartbilag 01.

2.4 Elektromagnetiske målinger

Elektromagnetisk profilering ble utført med EM 31 produsert av Geonics Ltd. i Canada (se tekstbilag 4). Målingene ble utført med vertikale spoleakser i høyde ca. 1 m over bakken. Målepunktavstanden var 10 m. For hvert femte målepunkt ble det i tillegg målt med instrumentet liggende på bakken med både vertikale og horisontale spoleakser. Det ble målt to profiler, M1 og M2, som ble lagt langs hhv. georadarprofil 4 og 9.

3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Den mest omfattende undersøkelsen av Geiteryggen-området er utført som en hovedoppgave ved Universitetet i Oslo (Johansen 1980). Resultatene fra denne undersøkelsen er for en stor del basert på gravimetrisk og refraksjonsseismiske målinger. På bakgrunn av resultatene ble det framstilt et kart over fjelltopografien i området med antatt dreneringsretning for grunnvann. Geiteryggen-avsetningen er tolket som glasifluvial, der mektigheten av sedimentene stedvis er i størrelsesorden 100 m. På bakgrunn av resultatene ble avsetningen vurdert som tørr helt ned til fjell.

I følge Bergstrøm (1985) består Geiteryggen-området av flere rygger som hovedsakelig utgjøres av relativt grove masser som steinholdig grus og sand. I forsenkningene mellom ryggene er det flere steder lag av silt og finsand (hav- og fjordavsetninger). Geiteryggmyra er en indikasjon på dette (hengende grunnvann). Det er også registrert finstoffrike lag i det nedlagte Solum grustak på østsiden av randavsetningen (Jansen 1980).

4 RESULTATER

4.1 Geiteryggen V

Det er kun målt ett georadar- og pol-dipol-profil (P20) i området som ligger like V-SV for Geiteryggen flyplass.

Georadarmålingene (P20, kartbilag -09) viser sterkt varierende penetrasjon mellom posisjon 0 og 230, mens det er praktisk talt ingen penetrasjon mellom 230 og 515. Dette er trolig en indikasjon på overflatenære finstofflag. Sørlig hellende skrålagning sees mellom posisjon 180 og 230. Horisontale reflektorer ned til ca. 20 m dyp er tydelige fra posisjon 515 og til vestenden av profilet.

Pol-dipol-målingene (databilag 3) viser høy resistivitet ved nordenden av profilet. Denne øker mot dypet. Lavere resistivitet mellom 230 og 515, samt ingen georadarpenetrasjon i dette området tyder på finkornige avsetninger (finsand/silt) øverst. Økende resistivitet mot dypet tyder på grovere masser her.

Konklusjon:

Det er trolig for mye innslag av finstoffholdig materiale til at området kan være aktuelt for infiltrasjon av grunnvann. En har dessuten lite kontroll med avsetningstype mot dypet i dette området. Konfliktforhold som nærhet til flyplass, dyrket mark i nordlige del og vei bidrar også til at området regnes å være lite egnet for infiltrasjon.

4.2 Fjærekilen

Georadarprofil 15-19 er målt innenfor dette området som ligger mellom bredden av Nordsjø og Geiteryggen (se kartbilag -01). Den problemstilling som her er undersøkt er om det er mulig å ta ut grunnvann i tilstrekkelige mengder uten kunstig infiltrasjon. Da må det i tilfelle være god kommunikasjon mellom Nordsjø og grunnvann i løsmassene østenfor. Tidligere kartlegging viser at det er relativt finstoffholdig overflatemateriale langs bredden.

Georadaropptakene viser dårlig penetrasjon i profil 18 og 19 og mesteparten av profil 15 pga. finstoffinnhold i avsetningene nær overflaten. Profil 17, som er målt langs sålen av et grustak viser god penetrasjon. Profil 16 er vist i kartbilag -08. Profilet viser noe varierende, men generelt dårlig penetrasjon på flaten nordvest for riksveien. Langs bekkedalen mot sørøst er penetrasjonen bedre, men sterkt varierende, sannsynligvis pga. innslag av finstoffholdig materiale som stedvis kan være tilført fra sideraviner. Markant og uregelmessig reflektor fra posisjon 750 til 850 kan representere fjelloverflaten. Dette er i samsvar med tolkning av gravimetriske målinger (Johansen 1980). Plassering av grunnvannsspeil kan ikke fastslås med sikkerhet. Opptakene viser antydning til nordlig hellende skrålagning ved SØ-enden av profilet.

Konklusjon:

Det antas at det relativt finkornige overflatematerialet øst for Fjærekilen fortsetter som bunnsedimenter mot vest. Dette vil sannsynligvis hindre tilstrekkelig naturlig infiltrasjon av Nordsjø-vann, dvs. for å dekke det aktuelle vannbehov på ca. 300 l/s. Dessuten inngår konfliktforhold som dyrket mark og bebyggelse. Området kan være aktuelt for direkte grunnvannsuttak uten kunstig infiltrasjon, for mindre vannmengder til lokal forsyning.

4.3 Geiteryggen S

Området ligger ca. 500 m sørøst for Geiteryggen flyplass. Georadarprofil 10-14 og vertikal elektrisk sondering E4 (VES E4) er målt innenfor området. Georadarprofil 12-14 er vist i kartbilag -06 og -07. VES E4 er vist i databilag 2 side 4. I følge Johansen (1980) har grunnvannet dreneringsretning i NØ-lig retning innenfor området.

Profil 10 og 11 er målt i sålen av grustak og viser sentralt penetrasjon på 20-25 m til tross for at fjell er blottet nær sørenden av profil 10. Dette viser at fjell faller bratt ned i dette området.

Profil 12 ble i første rekke utført for å framskaffe georadaropptak fra en lokalitet hvor 'fasiten' med hensyn til grunnforhold er kjent gjennom snittveggene i sandtaket. I sandtaket observeres vekslende lag av sand og grus med dominans av sandlag og uten noe innslag av finkornige,

tette lagpakker. Øverst ligger det et 1-2 m tykt, grovt topplag (grus/stein) med et tynt horisontalt, finkornig lag (sand) ca. 1 m under overflaten.

Profilen viser jevnt god penetrasjon (25-30 m) langs hele profilen fram til posisjon 525 ved sørøst-enden av profilen der den er betydelig redusert, sannsynligvis pga. finstoffinnhold på overflaten. Det mest dominerende trekk ved profilen er skrålagning med svak og varierende nordlig helning.

Profil 13 viser bratt skrålagning som heller nedover langs profilretningen og går parallelt med terrengoverflaten fra posisjon 100. Penetrasjonen er stort sett som for profil 12, men avtar også her mot enden av profilen.

Profil 14 viser varierende penetrasjon, men har sentralt (posisjon 170-580) et parti med penetrasjon på over 30 m. Denne delen av profilen er karakterisert ved horisontale/subhorisontale reflektorer og høy refleksivitet som trolig gjenspeiler vekslende korngraderinger. Området fra posisjon 650 og til sørøstenden av profilen har stort sett de samme karakteristika. Områder der penetrasjonen er dårlig har trolig forhøyet finstoffinnhold ved overflaten.

VES E4 viser øverst et lag med tykkelse på ca. 1.6 m med spesifikk motstand i overkant av 5000 ohmm. Under dette har vi et høymotstandslag med spesifikk motstand på ca. 21000 ohmm ned til et dyp på ca. 25 m. Disse to motstandslagene antas å representere grove, tørre avsetninger. Fra ca. 25 m dyp følger et lag med spesifikk motstand på ca. 1600 ohmm som kan representere vannmettede, grove avsetninger.

Georadaropptakene viser at skrålagningen har helning i omtrent samme retning som grunnvannets dreneringsretning. Georadarpenetrasjonen er stort sett meget god langs profilene. Grunnvannsspeilets plassering er meget vanskelig å påvise på georadaropptakene, men VES E4 antyder at dette kan ligge på ca. 25 m dyp, dvs. i nivå ca. 75 moh. Enkelte partier på profil 13 og 14 viser redusert penetrasjon, trolig pga. finstoffinnhold på overflata. Trolig øker finstoffinnholdet mot ØNØ både på overflata og mot dypet. Ca. 200 m øst for P14 har vi et ravinlandskap.

Konklusjon:

Georadarprofilene viser som forventet høy penetrasjon samt klare bilder av de strukturer som er observert i sandtaket, med en lagdeling som faller mot nord og nordøst.

De foreliggende data indikerer at massene i området kan være godt egnet for infiltrasjon. Nærmere avklaring av grunnforholdene kan kun gjøres ved boringer. Aktuelle lokaliteter for videre undersøkelser vil være krysningpunktet mellom profil 12 og profil 13 samt krysningpunktet mellom profil 13 og profil 14.

Etter de opplysninger vi har mottatt er hele området, inklusive de nordligste delene som i dag er uberørt, regulert for masseuttak. Foruten den direkte arealbrukskonflikt som her foreligger må den eksisterende og fremtidige aktiviteten i sandtaket vurderes å innebære en potensiell forurensningsrisiko for grunnvannet i området. Eventuell etablering av et grunnvannsanlegg vil derfor, i tillegg til direkte båndlegging av arealer, trolig medføre strenge restriksjoner både på nåværende og fremtidig drift i massetak. Fra et slikt synspunkt er videreføring av undersøkelser lite realistisk.

4.4 Vindalskollen

Området ligger mellom Geiteryggen flyplass og bebyggelse i øst, og nord for riksvei 353 (se kartbilag -01). Georadarprofil 1-9, elektromagnetisk profil M1 og M2 og VES E1-E3 er målt innenfor dette området. Kun resultater fra målinger i området rundt Vindalskollen omtales. Området utgjør en randavsetning som ligger øst for selve Geiteryggen-avsetningen. I området mellom ryggene opptrer distale, delvis finkornige sedimenter. Dette er spesielt tydelig i profil 9 som er målt mellom ryggene, der penetrasjonsdypet sentralt er minimalt og ledningsevnen forholdsvis høy (se EM-profil M2, databilag 4 side 2). Finstoffholdig materiale er observert på sørsiden i grustak der georadarprofil 5 er målt. Det er derfor mindre aktuelt med infiltrasjon i dette området.

Georadarprofil 1 er vist i kartbilag -02 fram til posisjon 350. Penetrasjonsdypet er variabelt (max 25 m), sannsynligvis som følge av varierende finstoffinnhold i distale sedimenter fra Geiteryggen-avsetningen. Profilet viser en dominans av horisontale reflektorer. Kraftig reflektivitet tyder på vekslende grove og sandige sedimenter. Sonderingspunkt VES E1 (databilag 2 side 1) er målt der P1 krysser P6. Motstandsverdier (2000-10000 ohmm) avspeiler trolig en veksling mellom grove avsetninger(sand/grus) og litt mer finkornige avsetninger (vesentlig sandige).

Georadarprofil 4 er vist i kartbilag -02. Georadarpenetrasjonen er dårlig fram til posisjon 40 pga. sigevann fra deponert slam. EM-profil M1 (databilag 4 side 1) som er målt parallelt med P4 viser høy ledningsevne i det samme området. Penetrasjonsdypet er betydelig (> 30 m) fra posisjon 40, men avtar fram til posisjon 350 pga. økende innslag av finere materiale i distalområdet for Geiteryggen-avsetningen. Dette er i samsvar med EM-målingene som viser en svak ledningsevne-anomali i det samme området. Dette partiet er dessuten karakterisert ved horisontale/subhorisontale reflektorer med høy reflektivitet som gjenspeiler vekslende korngraderingsforhold. Fra posisjon 350 vises randavsetningen øst for Geiteryggen. Her har vi en brå overgang til avsetninger med skrålagning som heller nedover i profilretningen. Det er relativt svak reflektivitet fram til posisjon 620. Massene her er trolig sand/grus-dominerte. Fra posisjon 620 har en igjen økt reflektivitet og mindre helning på reflektorene. Trolig

kommer en her inn i distale sedimenter med vekslende korngradering. Mulig grunnvannsspeil observeres i nivå 60-65 moh. rundt posisjon 580.

Georadarprofil 6 er vist i kartbilag -03. Distale Geiterygg-avsetninger med høy refleksivitet opptrer fram til posisjon 120. Fra posisjon 120 er det en brå overgang til randavsetninger, som indikert ved skrålagning som heller nedover i profilretningen, samt svak refleksivitet. Det antas at det i dette området opptrer homogene, grove avsetninger. Det er antydning til høyere refleksivitet mot sørøstenden av profilet pga. distal sedimentasjon og vekslende korngradering. Antydningssvis erkjennes grunnvannsnivå rundt posisjon 360 og 445 i nivå 75-80 moh.

Langs profil 6 er det også utført to sonderinger (E2 og E3; databilag 2, side 2 og 3). VES E2 er målt ved toppen av Vindalskollen og viser et høymotstandslag (ca. 35000 ohmm) fra ca. 1 m til 36 m dyp. Dette laget representerer tørre, grove avsetninger. Fra 36 m kommer en ned i et motstandslag på ca. 5700 ohmm som trolig representerer overgang til mer sandige, tørre avsetninger. Det antas at dette laget ikke vil påvirke vanngjennomstrømning i nevneverdig grad ved en eventuell infiltrasjon. VES E3 er målt ved enden av P6 i et nivå som er ca. 35 m lavere enn VES E2. Her er datakvaliteten mindre god, trolig på grunn av laterale motstandsvariasjoner ved strømelektrodene. De to øverste motstandslagene har spesifikk motstand i området 4000-8000 ohmm og representerer trolig strandavsetninger (i følge feltobservasjoner). Fra ca. 2.3 m kommer en ned i et 1.5-2 m mektig finstofflag (400 ohmm) som antas å være avsatt på selve randavsetningen etter isavsmeltingen. Under dette laget følger grovt, tørt materiale (ca. 8700 ohmm) i selve randavsetningen ned til et dyp på ca. 30 m. På dette dyp antas at en har vannmettet sone med grove avsetninger (ca. 1700 ohmm). Vannmettet sone ligger i så fall i nivå ca. 75-80 moh., i samsvar med indikasjoner fra georadarprofilet.

Refraksjonsseismiske målinger er tidligere utført bl.a. over Vindalskollen. Tolkning av dette profilet ga tørre avsetninger helt ned til fjell i nivå 45-60 moh. (Bergstrøm 1985). Blindsoneberegninger har vist at grunnvann kan opptre i løsmasser over fjell i nivå 75-80 moh. uten at dette framkommer på de refraksjonsseismiske data. Dyp til fjell kan derfor også være større enn antatt.

Georadarprofil 8 er vist i kartbilag -05. En kraftig reflektor som opptrer fra starten av profilet til utkiling ved posisjon 140, representerer muligens nedre grense av strandavsetninger. Under denne har en fra starten av profilet distalsedimenter med horisontal lagdeling og overgang til randavsetninger med skrålagning. Skrålagningen har helning mot vest fram til posisjon 250, og heller deretter østover. Randavsetningen er trolig bygd opp i flere faser. Fra posisjon 290 har vi utgående av en kraftig reflektor som fra posisjon 340 følger parallelt med terrengoverflaten i et dyp på ca. 15-20 m. Skrå, parallelle reflektorer sees over og under denne. Reflektoren representerer trolig en grense mellom lag med litt forskjellig kornfordeling, og representerer sannsynligvis ikke en markant endring i sedimenttype. Det er usikkert hvorvidt

denne grensen vil påvirke grunnvannets dreneringsretning og strømningsforhold ved en eventuell infiltrasjon. En svak horisontal reflektor i nivå 75-80 moh. mellom posisjon 455 og 490 kan muligens representere grunnvannsspeil. Dette er i samsvar med sondering E3 og profil 6.

Georadarprofil 7 er vist i kartbilag -04 og er karakterisert ved sterkt vekslende penetrasjon og for det meste kraftig refleksivitet. Flere steder er allikevel penetrasjonsdypet oppe i 35 m. Lagdeling er kun stedvis tydelig. Avsetningene er trolig dominert av distalsedimenter fra Vindalskollen-avsetningen. Stedvis er det trolig finstoffholdige sedimenter i overflaten, som ved posisjon 390, 490 og 565 der penetrasjonsdypet kun er et par meter. Disse finstofflagene kan være avsatt på selve randavsetningen etter isavsmeltingen. Flere steder langs profilet skimtes antatt grunnvannsspeil (posisjon 130, 190, 230 og 320).

Konklusjon:

De utførte undersøkelser synes å gi en relativt klar dokumentasjon av at kollen består av meget homogene sand/grus-masser ned til minimum kote 100 moh. (50 m under topp kolle). Lagdelingen faller i sørøstlig retning. Observasjoner i de lavestliggende deler av profilene 6-8 indikerer sand/grus-masser også i lavere nivå, i alle fall ned til kote 75-80 moh. Finkornig materiale som er til hinder for infiltrasjon, er ikke påvist. I flere av georadarprofilene finnes usammenhengende, men signifikante, indikasjoner på grunnvannsspeil i nivå 75-80 moh. Dette er 20-30 m høyere opp enn det som er antatt ved tidligere undersøkelser (Johansen 1980). Dette indikerer at det kan finnes en betydelig sone med vannmettede sedimenter over fjelloverflaten hvilket gir et forbedret utgangspunkt for mulighetene til uttak av grunnvann og innfangning av infiltrert vann. En videre avklaring av grunnforholdene kan kun skje ved boringer. Aktuelle lokaliteter for videre undersøkelser vil være området fra E2 til E3 samt området ved krysset mellom profil 7 og profil 8.

5 KONKLUSJON

Geofysiske målinger er utført i 4 delområder rundt Geiteryggen flypass i Skien kommune. I rapporten er områdene gitt benevnelsen Geiteryggen V, Fjærekilen, Geiteryggen S og Vindalskollen (se oversiktskart, kartbilag -01). Formålet med undersøkelsen var å klarlegge løsmasseforholdene i områdene (kornstørrelse, lagdeling m.v.) med tanke på infiltrasjonsegenskaper. Det presiseres at undersøkelsen, når en ser bort fra området Fjærekilen, ikke har hatt som siktemål å klarlegge mulighetene for uttak av grunnvann. Kartlegging av uttakspotensialet vil ligge i en eventuell oppfølgende undersøkelse med boringer.

For **Geiteryggen V** konkluderes det med at området synes lite egnet for infiltrasjon, dels p.g.a. større områder med finkornig materiale i overflaten og dels p.g.a. relativt kort avstand til

arealer som er disponert til formål som trolig er lite forenlige med infiltrasjon og grunnvannsutttak (flyplass, veg, dyrket mark).

Ved **Fjærekilen** er det kun foretatt undersøkelser med tanke på å klarlegge mulighetene for konvensjonelt grunnvannsutttak, uten infiltrasjon. Det konkluderes med at det sannsynligvis er liten hydraulisk kontakt mellom vann i Fjærekilen og grunnvannsmagasinet i Geiteryggen. Relativt mektige sandavsetninger i den sørvestlige del av området (sandtak ved Fjære) kan representere et grunnvannspotensiale, men det antas ikke at dette er tilstrekkelig til å dekke det aktuelle vannbehov (300 l/s).

Undersøkelsene ved **Geiteryggen S** ble i hovedsak utført for å kontrollere georadarprofil mot den løsmasseoppbygging som kan observeres i snittveggene i det meget store sandtaket. Det er meget god overensstemmelse mellom de visuelle observasjoner og de geofysiske måleresultater. De utførte undersøkelser indikerer at massene kan være godt egnet for infiltrasjon. Ved eventuell videreføring for nærmere avklaring av grunnforholdene, anbefales boringer i krysningpunktet mellom profil 12 og profil 13 og i krysningpunktet mellom profil 13 og profil 14.

Området er etter de opplysninger vi sitter inne med, i sin helhet regulert for masseuttak. Aktiviteten i sandtaket må vurderes å innebære en potensiell forurensningsrisiko for grunnvannet i området. Eventuell etablering av et grunnvannsanlegg vil derfor trolig, i tillegg til direkte båndlegging av arealer, medføre strenge restriksjoner både på nåværende og fremtidig drift i massetak. Fra et slikt synspunkt er videreføring av undersøkelser lite realistisk.

Undersøkelsene ved **Vindalskollen** synes å gi en relativt klar dokumentasjon på at kollen består av meget homogene sand/grus-masser, uten innslag av tette, finkornige lag, ned til minimum kote 100 moh. Det er indikasjoner på at samme type masser fortsetter også til større dyp (nivå 75-80 moh. eller dypere). Dataene indikerer videre et grunnvannsspeil i nivå 75-80 moh., det vil si 20-30 m høyere opp enn det som er antatt ved tidligere undersøkelser. Dette peker i positiv retning for eventuelle muligheter for uttak av grunnvann og innfanging av infiltrert vann. Ved eventuell videreføring for nærmere avklaring av grunnforholdene anbefales boringer i området fra E2 til E3 samt i området ved krysset mellom profil 7 og profil 8.

6 ANBEFALING

Det synes ikke å være faglig grunnlag for å anbefale videreføring av undersøkelser i områdene Fjærekilen og Geiteryggen V. For områdene Vindalskollen og Geiteryggen S er det ingen opplysninger i de innsamlede data som gir grunnlag for å trekke negative konklusjoner med tanke på infiltrasjonsmulighet. Dataene gir heller signaler som peker i positiv retning i forhold til tidligere antagelser, både utfra den homogenitet som synes å foreligge i løsmassene ned til minimum nivå 80-100 moh. og utfra de nye indikasjoner som er gitt for beliggenhet av grunnvannsspeil. Vi finner derfor faglig grunnlag for å anbefale videreføring av undersøkelsene i begge disse områdene. For området Geitryggen S er det imidlertid god grunn til å anta at ikke-faglige vurderinger (eksisterende og planlagt arealbruk) peker i negativ retning for de reelle muligheter for å etablere et grunnvannsanlegg.

7 ARBEIDSPLAN FOR VIDEREFØRING

- A. Det bores inntil 4 hull (Ø5" Odex) med løpende uttak av masseprøver langs Vindalskollens sør- og øst-side. Boringene plasseres på kotelinje 100-105 moh. og føres maksimalt til 50 m's dyp. Boringene utføres for å klarlegge egnetheten for uttak av grunnvann. Ved negativ konklusjon m.h.t. uttaksmuligheter avsluttes undersøkelsene.
- B. Dersom det under punkt A oppnås positive resultater med hensyn til egnethet for uttak av grunnvann etableres 1 stk produksjonsbrønn (Ø300 mm, rustfritt stål, conslot filter) ved et av de foran undersøkte borpunkter. Brønnen benyttes for fullskala pumpeforsøk for endelig klarlegging av uttaksmuligheter. Dersom pumpeforsøket gir grunnlag for negativ konklusjon, avsluttes undersøkelsene.
- C. Ved positiv konklusjon i punkt B videreføres undersøkelsene med detaljkartlegging av infiltrasjonsmulighetene. Det utføres boringer av inntil 5 hull (Ø5" Odex) med løpende uttak av masseprøver i de høyereliggende deler av Vindalskollen. 1 boring utføres på toppen av kollen og føres til max. 80 m's dyp. Inntil 4 boringer legges langs kote 125 moh. jevnt fordelt rundt kollen, med max dyp 60 m.
- D. Dersom det etter undersøkelsene i punkt C fortsatt er grunnlag for positive konklusjoner, gjennomføres infiltrasjonsforsøk. Et mindre infiltrasjonsbasseng etableres og observasjonsbrønner, etablert ved boringene i fase A, B og C, benyttes for å overvåke infiltrasjonsforløpet (nedtrengningshastighet og utbredelse av infiltrasjonsvann samt endringer i grunnvannsnivå).

8 REFERANSER

Bergstrøm, B. 1985: Kilebygd. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 III - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 69*.

Jansen, I.J. 1980: Skien kommune, Geiteryggen, kvartærgeologisk kart BYCC 028-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole*.

Johansen, T.E. 1980: Geofysiske undersøkelser av kvartære sedimenter i Geiteryggen-Nensetområdet ved Skien, Telemark. Hovedoppgave i anvendt geofysikk. *Institutt for geologi, Universitetet i Oslo*.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

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

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

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

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

VERTIKAL ELEKTRISK SONDERING (VES) - METODEBESKRIVELSE

Elektriske dybdesonderinger (VES) benyttes for å kartlegge undergrunnens elektriske motstandsforhold. Målingene foretas med Schlumberger elektrodekonfigurasjon (se fig.). Strøm sendes i bakken ved hjelp av to strømelektroder A og B, og elektrisk potensialforskjell måles mellom to potensialelektroder M og N. Ut fra målt potensialforskjell, målt strømstyrke og en geometrisk faktor bestemt av elektrodeplasseringene kan elektrisk motstand i undergrunnen beregnes. Ved homogene og isotrope forhold er denne størrelsen lik materialets resistivitet eller spesifikke motstand (ρ) med enhet Ωm . I de aller fleste tilfeller har ikke undergrunnen homogene motstandsforhold, og verdien som beregnes fra målingene vil være en tilsynelatende resistivitet (ρ_a , a='apparent').

Ved å flytte strømelektroden A og B stegvis utover oppnås stadig dypere strøminntrengning, og den beregnede tilsynelatende resistivitet vil i økende grad være påvirket av resistiviteten i dypereliggende lag. Etter hvert som avstanden AB øker, reduseres potensialforskjellen mellom M og N, og signal/støy-forholdet avtar. Dette problemet løses ved også å øke avstanden mellom potensialelektroden (MN) noen få ganger i løpet av en sondering. Når MN-avstanden økes, blir det målt om igjen på minst de to siste (største) AB-avstandene fra forrige MN-verdi.

Måleresultatene plottes i et dobbeltlogaritmisk diagram med tilsynelatende resistivitet langs vertikal akse og AB/2-avstand langs horisontal akse. Kurvesegmenter kan nå trekkes opp for hver MN-avstand som er benyttet. Kurvesegmentene vil som regel ikke være helt sammenfallende for overlappende AB/2-avstander. Dette har to årsaker. Ved endring av MN-avstanden innføres en liten feil kalt 'Wenner-effekten' som er avhengig av elektrodegeometri og geologiske forhold. Effekten kan relativt lett korrigeres. Spesielt for steile sonderingskurver vil korreksjonen være nødvendig, mens feilen ofte vil være neglisjérbar for mindre motstandskontraster. Dårlig samsvar mellom kurvesegmentene skyldes som regel hovedsakelig laterale inhomogeniteter mellom potensialelektroden. Dette korrigeres ved å forskyve kurvesegment vertikalt til det gir god overlapp med foregående segment. På denne måten kan det oppnås en sammenhengende sonderingskurve. De korrigerte sonderingsdata legges inn på PD og tolkes ved bruk av programpakken Interpex/Resixip. I programmet legges inn en geologisk modell, bestående av planparallele lag og med angivelse av resistivitet (ρ) og tykkelse (h) for hvert lag. Programmet beregner den teoretiske sonderingskurven som modellen gir. Modellen justeres slik at det oppnås best mulig tilpasning mellom den teoretiske modellkurven og måldata. Optimal tilpasning kan deretter foretas ved invertert modellering.

En slik tolkning er ikke entydig, og det er vesentlig to forhold som kan gjøre tolkningene usikre. Det ene som kalles likeverdighet eller ekvivalens, skyldes at et lags tykkelse og

resistivitet kan variere innenfor visse grenser, men ha tilnærmet samme innvirkning på sonderingskurven. For et høymotstandslag som ligger mellom to lag med lavere motstand er det produktet av lagets resistivitet og tykkelse (ρh) som bestemmer kurveformen, og ikke de to størrelser hver for seg. For et lavmotstandslag som ligger mellom to lag med høyere motstand vil kurveformen være bestemt av forholdet mellom lagets tykkelse og resistivitet (h/ρ). Ekvivalensproblemet er spesielt stort ved store resistivitetskontraster og/eller dersom laget er tynt i forhold til overliggende materiale.

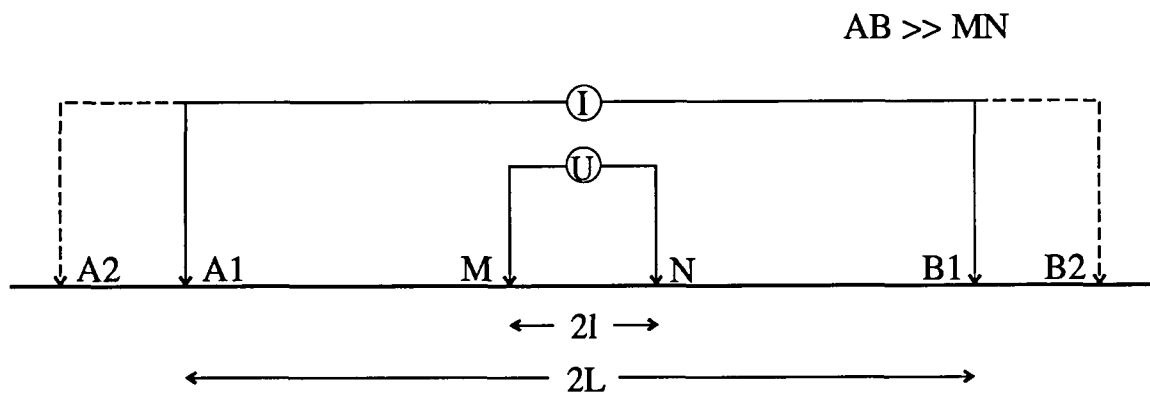
Det andre forhold som skaper tolkningsproblemer skyldes undertrykking (suppresjon) av et lag. Når lagets resistivitet har en verdi som ligger mellom de to omgivende lag, vil laget ikke kunne erkjennes av sonderingskurven hvis det ikke er tykt nok. Suppresjonsproblemet er størst ved store resistivitetskontraster. Den kritisk minste lagtykkelse som kan erkjennes vil også være avhengig av overliggende mektighet og vil være størst når resistiviteten i laget ligger nærmest resistivitetsverdien for underliggende materiale.

Anisotropi i det geologiske materiale kan også føre til feiltolkninger. Inhomogene forhold i grunnen kan dessuten medføre at sonderingskurvene ikke kan tolkes med de modelltyper som benyttes.

For å redusere flertydigheten er det viktig å benytte den geologiske informasjon som for øvrig finnes når tolkningsmodellene bygges opp.

På neste side er vist resistivitetsområdene for de mest vanlige materialtyper.

Schlumberger elektrodekonfigurasjon



A og B: Strømelektroder
M og N: Potensialelektroder

Ⓜ Amperemeter

Ⓤ Voltmeter

$$\rho_a = \pi \frac{L^2 - l^2}{2l} \frac{U}{I}$$

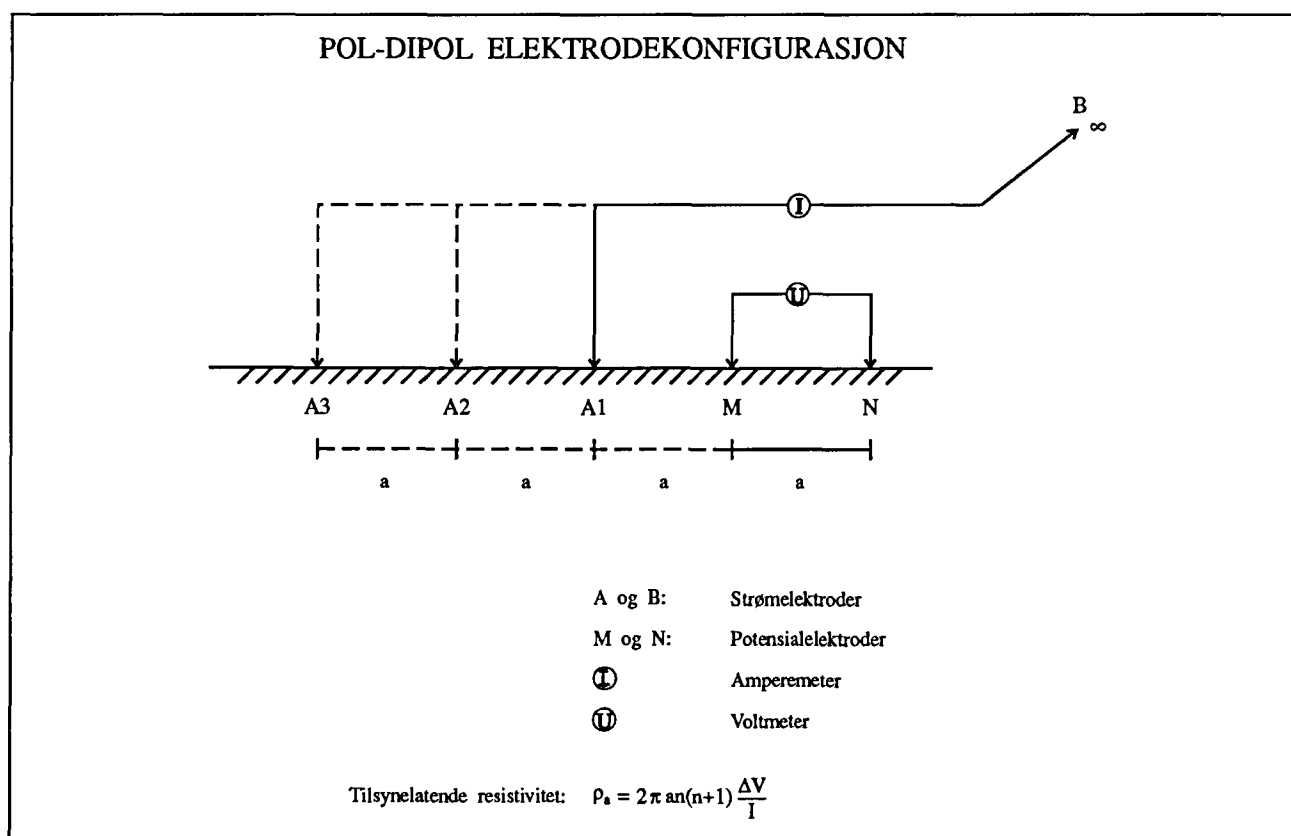
Spesifikk motstand (resistivitet) i noen geologiske materialer:

| Materiale | Spesifikk motstand (ohmm) | | | | | |
|------------------|--|----|-----|------|-------|--------|
| | 1 | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Leire, salt | [Horizontal line from 1 to 10] | | | | | |
| Leire, utvasket | [Horizontal line from 10 to 100] | | | | | |
| Silt, våt | [Horizontal line from 100 to 1000] | | | | | |
| Sand, vannmettet | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |
| Grus, vannmettet | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |
| Grus, tørr | [Horizontal line from 10000 to 100000] | | | | | |
| Morene | [Horizontal line from 100 to 10000] | | | | | |
| Fjell | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |

KOMBINERT ELEKTRISK PROFILERING/SONDERING - METODEBESKRIVELSE

Metoden benyttes for å kartlegge laterale og vertikale endringer i elektrisk motstand langs profiler. I måleprofilen benyttes to potensialelektroder og en strømelektrode, mens en annen strømelektrode er fast plassert langt unna ('uendelig'). Ved å holde potensialelektrodeavstanden fast og flytte strømelektroden stegvis utover oppnås en dybdesondering. Elektrodeutlegget flyttes så til neste målepunkt i profilet og måleprosedyren gjentas. Måleprosedyre og beregning av tilsynelatende resistivitet (ρ_a) framgår av figuren nedenfor.

Motstandsverdiene kan framstilles som profilkurver for hver strømelektrodeavstand, som dybdesonderingskurver i hvert målepunkt eller som pseudoseksjoner. Målemetoden gir et tilnærmet kontinuerlig 2-dimensjonalt bilde av motstandsforholdene langs måleprofilet. Kvalitativ tolkning av lagfølge kan foretas direkte ut fra sonderingskurvene. Det er også mulig med kvantitativ tolkning av lagtykkelser og resistivitet ved å benytte egnet programvare. Tolkingsproblemer og usikkerheter vil stort sett være de samme som ved 'normale' vertikale elektriske sonderinger.



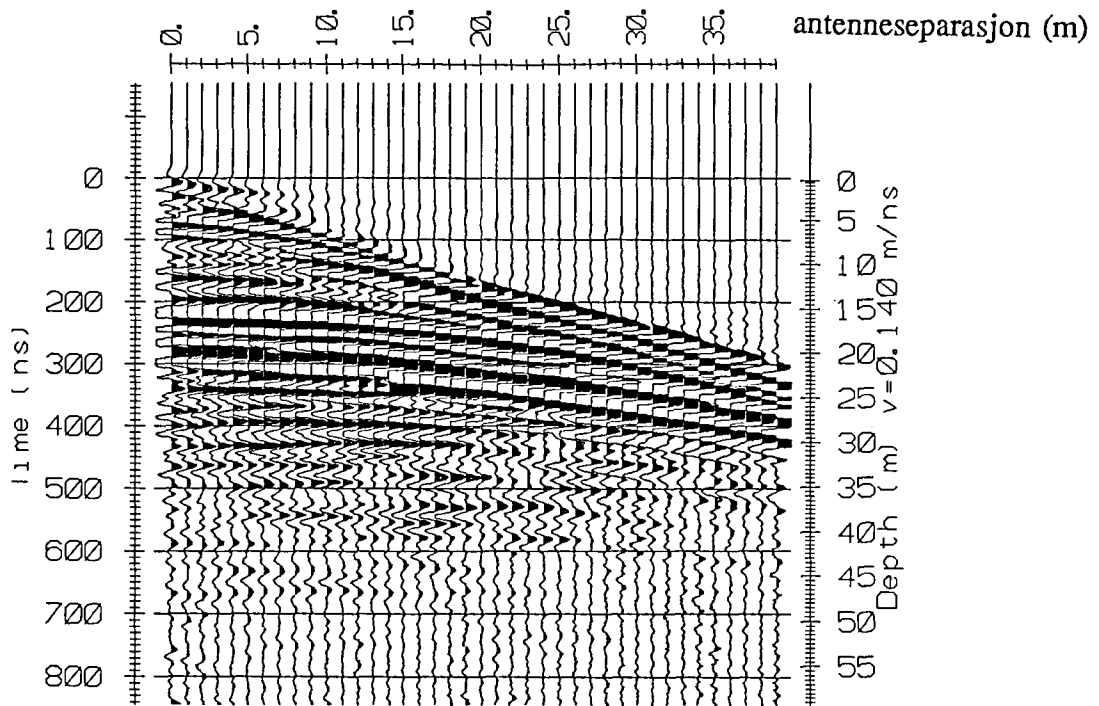
EM-31 - METODEBESKRIVELSE

EM-31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet er spesialbygd for kartlegging av forskjellige jordarter, og kan til en viss grad bestemme deres mektighet. Instrumentet består av en senderspole og en mottakerspole samt en kontrollenhet hvor tilsynelatende ledningsevne kan avleses direkte i mS/m. Tilsynelatende resistivitet er det inverse av denne størrelsen. Spolene er plassert i en konstant avstand 3.66 meter fra hverandre og har normalt vertikale akser. Arbeidsfrekvensen er på 9.8 kHz, og dybderekkevidden angis til 6 meter. Med dette menes at instrumentet kan detektere endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Tilsynelatende ledningsevne kan måles kontinuerlig, men i praksis vil en registrere data ved faste intervaller for seinere profiluttegning.

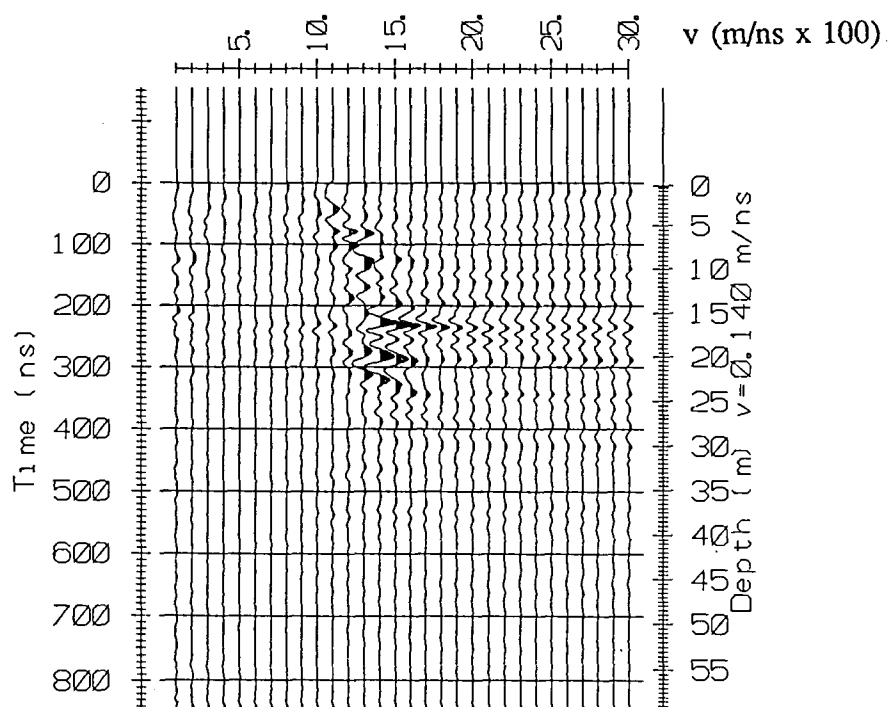
Mulighetene til å utføre dybdesonderinger med instrumentet er begrenset i og med at både spoleavstand og frekvens er fiksert. En kan imidlertid foreta såkalte geometriske dybdesonderinger. Dette kan enten gjøres ved å bestemme ledningsevnen ved forskjellige høyder over bakken, eller ved å måle med spoleaksene vertikalt og horisontalt. For å oppnå sikre data ved førstnevnte metode, bør det måles fra 0 til ca. 3 meter over bakken, og det sier seg selv at dette byr på praktiske problemer.

Ut fra en geometrisk dybdesondering kan en generelt for tolags-tilfelle beregne tykkelse av lag 1 og ledningsevnen i det andre laget. Siden EM-31 alltid måler tilsynelatende ledningsevne, er det vanskelig å bestemme ledningsevnen i det ene laget slik at de andre to størrelsene kan bestemmes. Uten tilleggsinformasjon fra f.eks. vertikale elektriske sonderinger har derfor denne tolkningsmuligheten begrenset verdi. I tolags-tilfeller hvor en kjenner ledningsevnen i det best ledende laget og hvor en vet at ledningsevnekontrasten er stor (≥ 10) kan tykkelsen av lag 1 beregnes for hver stasjon uten å utføre dybdesondering.

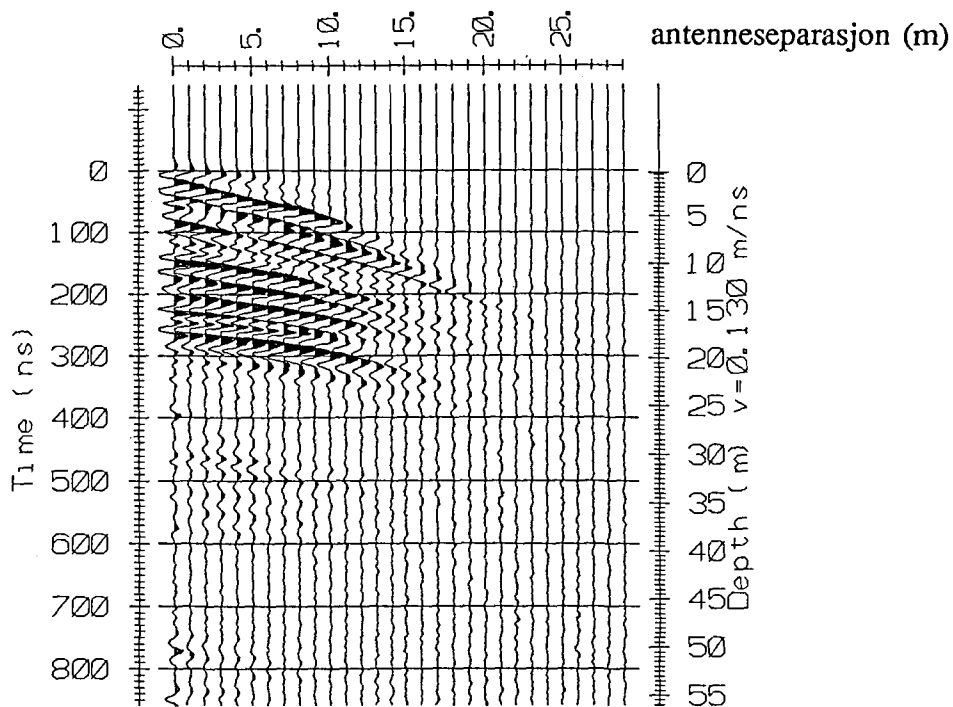
CMP-opptak 1



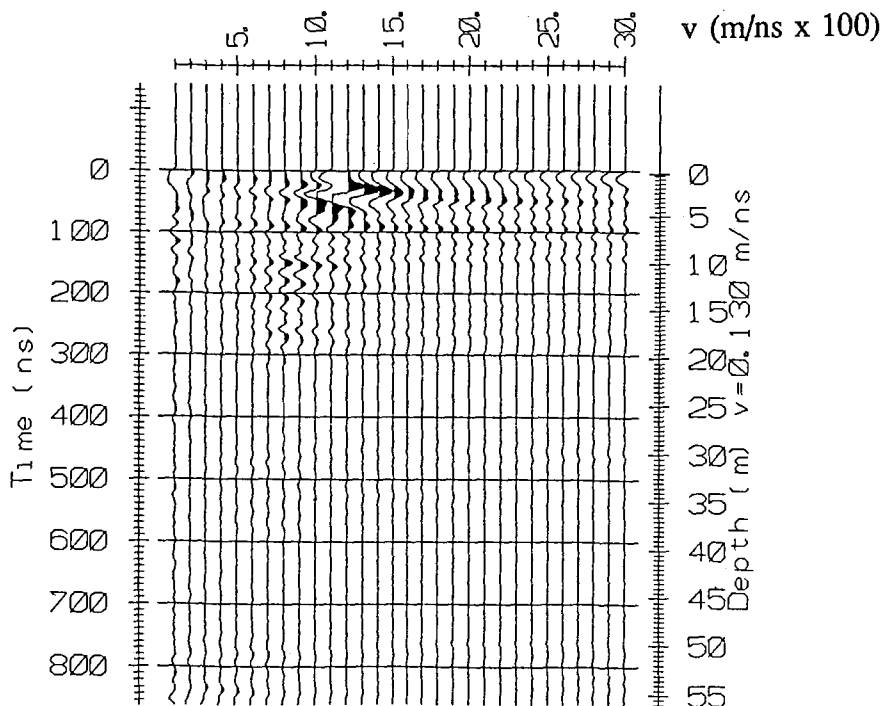
Hastighetsanalyse

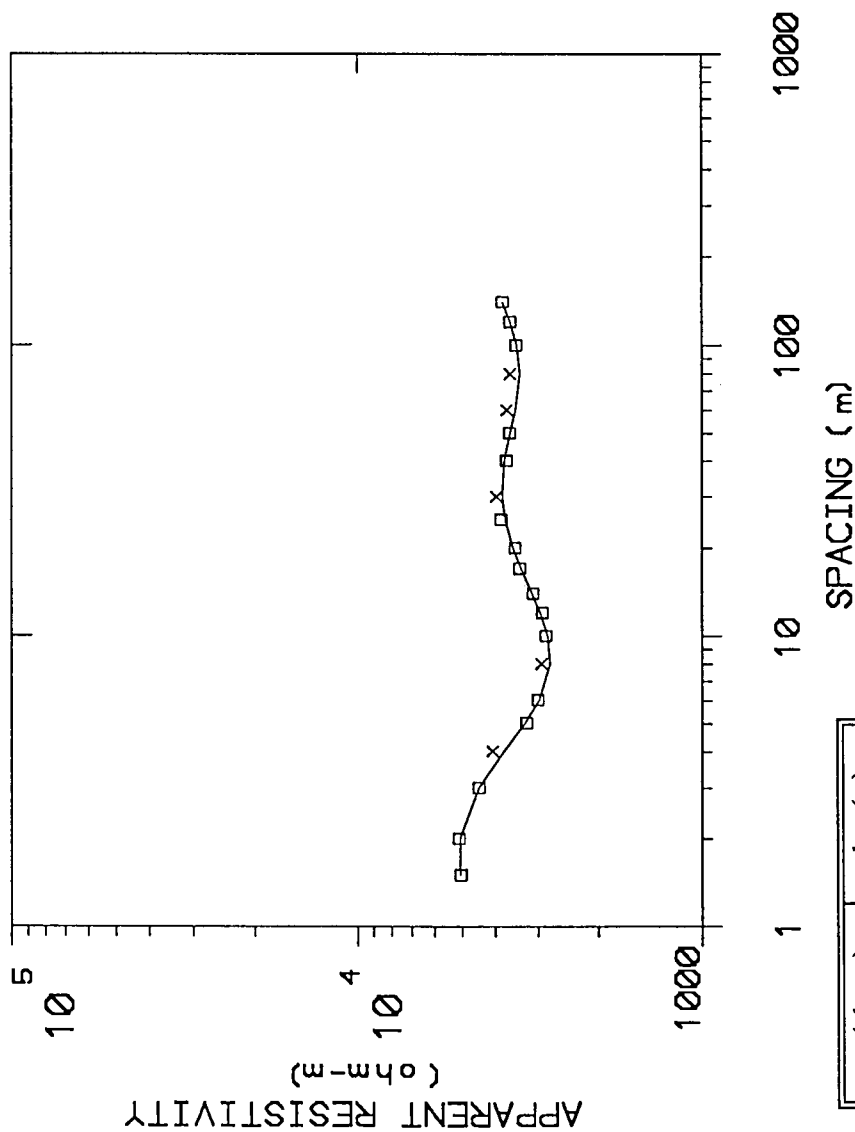


CMP-opptak 15

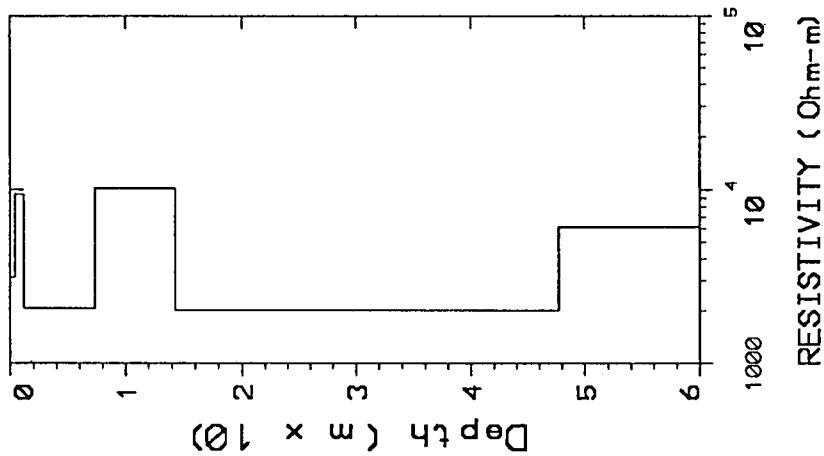


Hastighetsanalyse





| ρ (ohmm) | dyp (m) |
|---------------|---------|
| 3130 | 0.4 |
| 9460 | 1.1 |
| 2070 | 7.4 |
| 10240 | 14.3 |
| 2010 | 47.7 |
| 6120 | |



Forprosj. Infiltrasjon

GEITERYGGEN

Sk ten kommune, Telemark

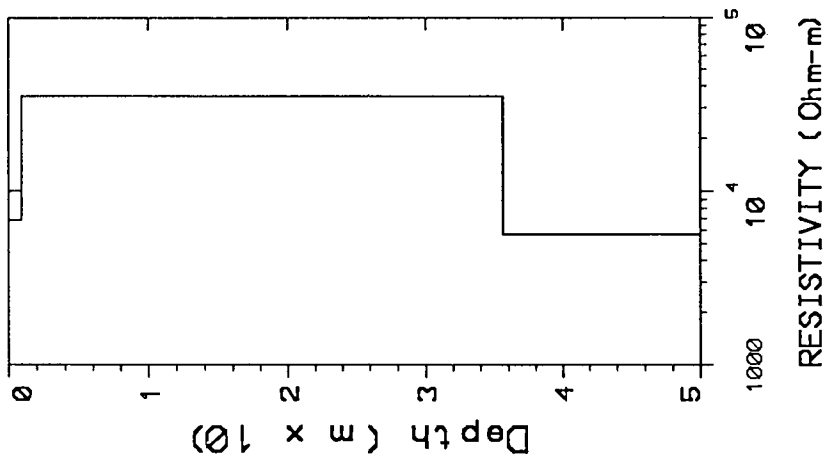
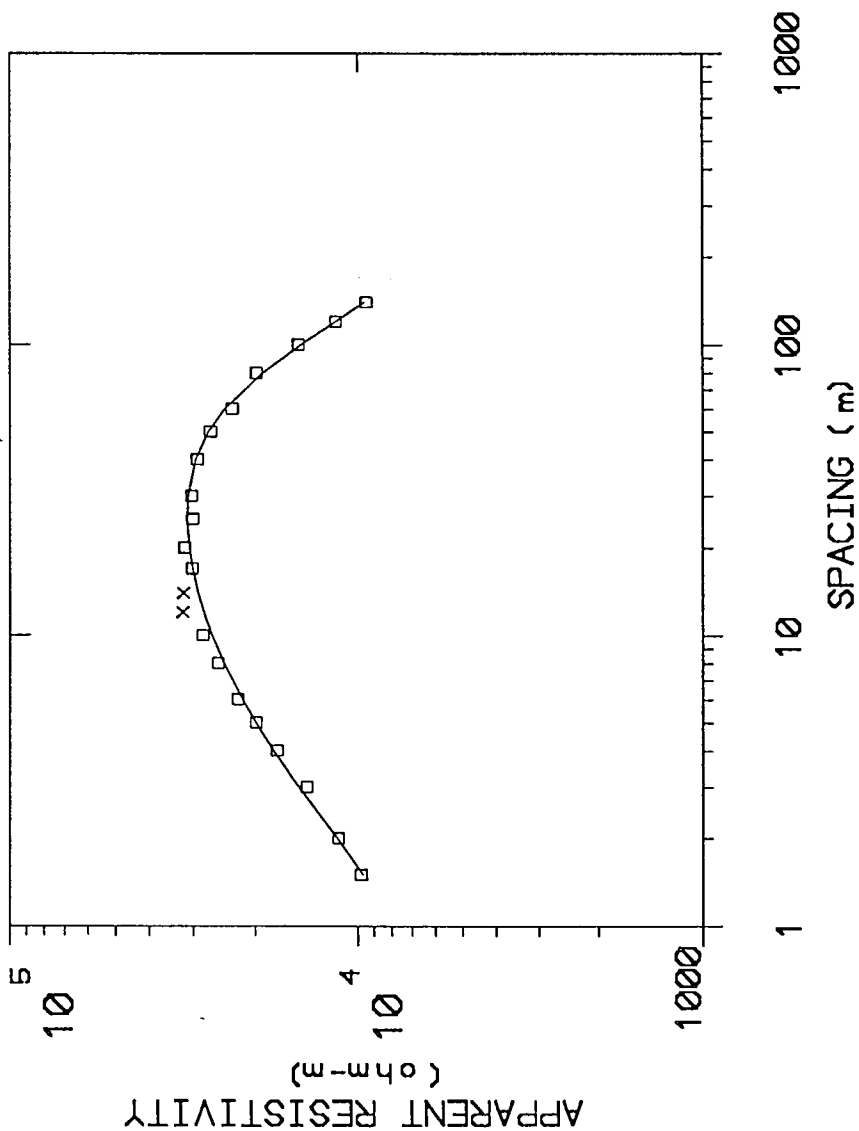
Az lmut h: 20g

for: NGU/Sk ten kommune

by: Geologisk Survey of Norway

Date Set: E1 Date: 21/10-92

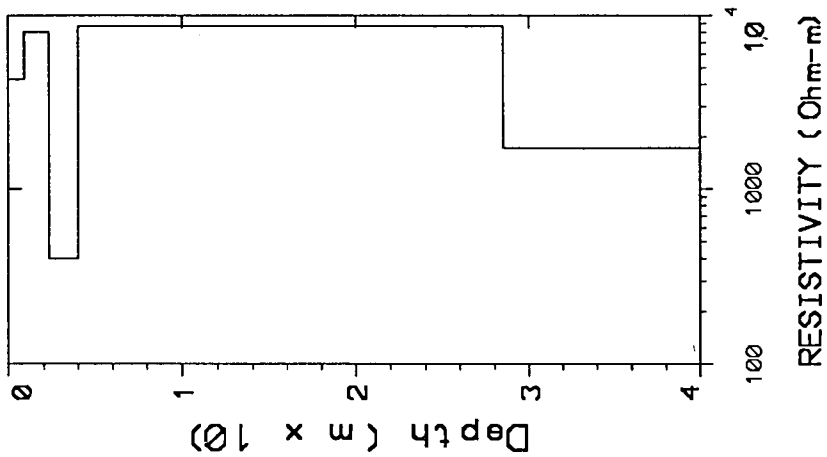
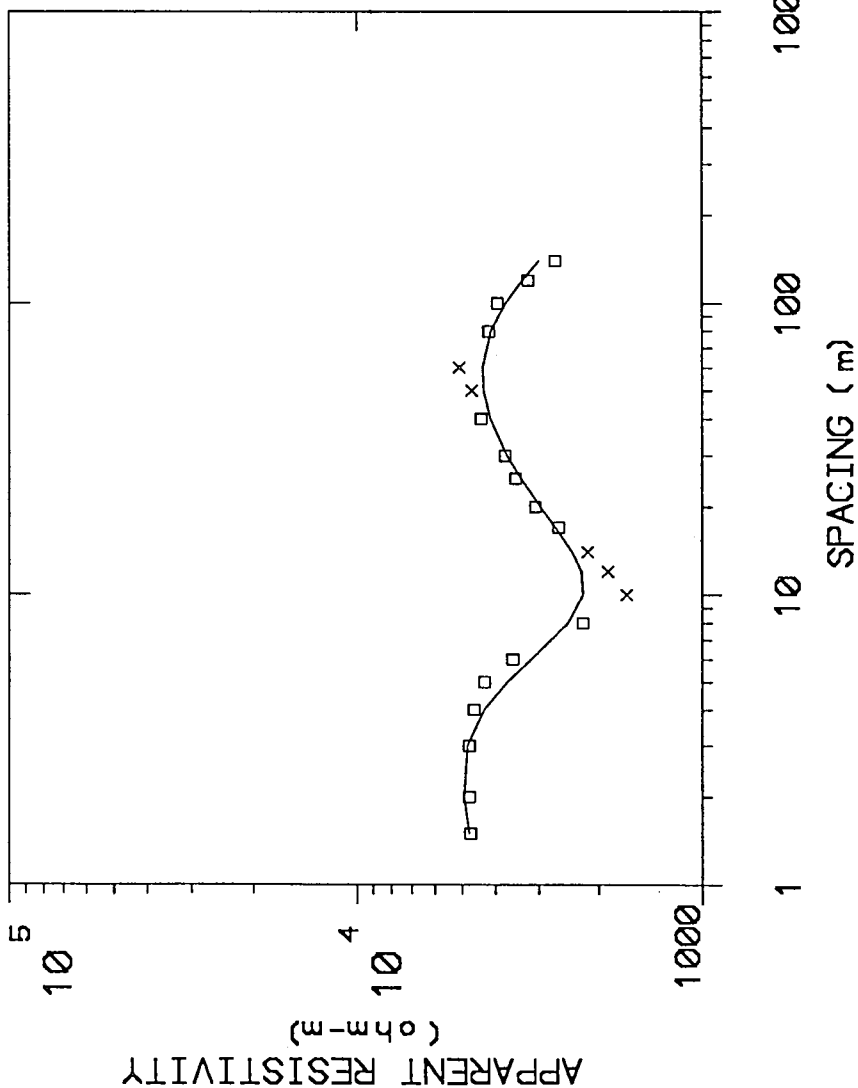
Equipment: Terrameter Sound lng: 1



| ρ (ohm-m) | dyp (m) |
|----------------|---------|
| 6830 | 0.9 |
| 35050 | 35.6 |
| 5660 | |

| | |
|---------------------------------|----------------|
| for: NGU/Sk len kommune | |
| by: Geological Survey of Norway | |
| Date Set: E2 | Date: 21/10-92 |
| Equipment: Terrameter | Soundng: 2 |

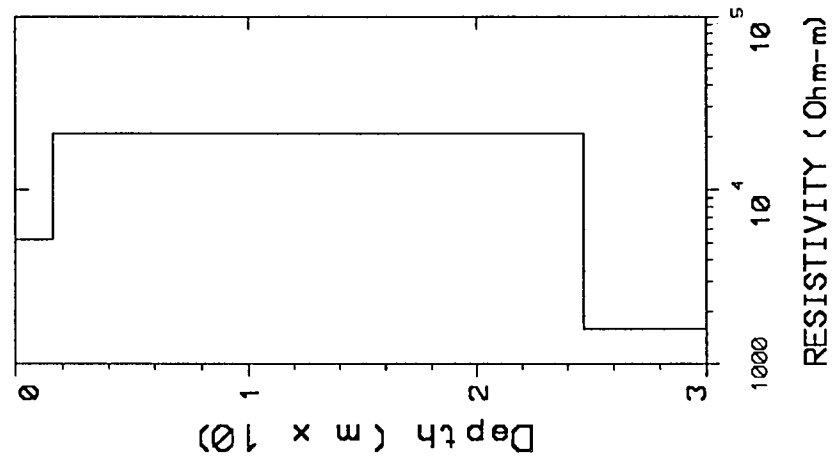
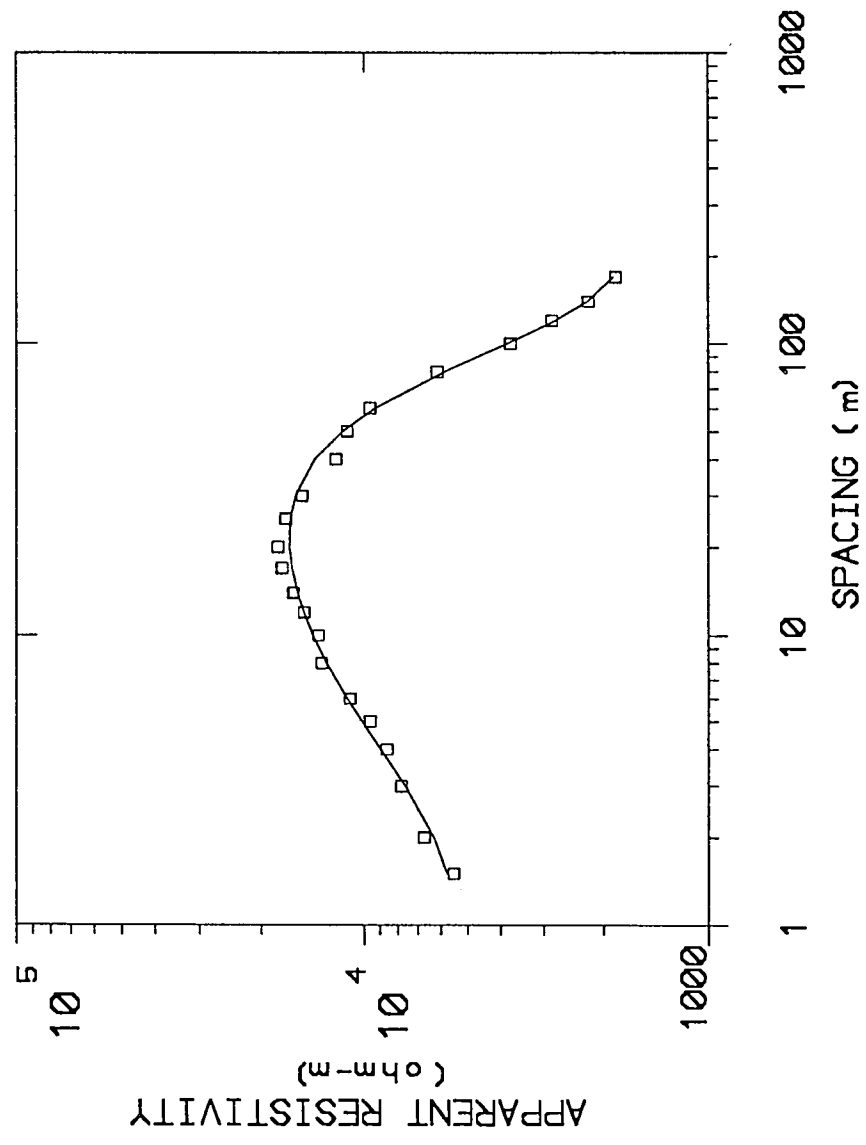
| |
|--------------------------|
| Forprosj. Infiltrasjon |
| GEITERYGEN |
| Sk len kommune, Telemark |
| Az lmut h: 85g |



| ρ (ohmm) | dyp (m) |
|---------------|---------|
| 4280 | 0.9 |
| 8050 | 2.3 |
| 400 | 4 |
| 8730 | 28.5 |
| 1730 | |

| | |
|---------------------------------|----------------|
| for: NGU/Sk len kommune | |
| by: Geological Survey of Norway | |
| Date Set: E3 | Date: 21/10-92 |
| Equipment: Terrameter | Sound ing: 3 |

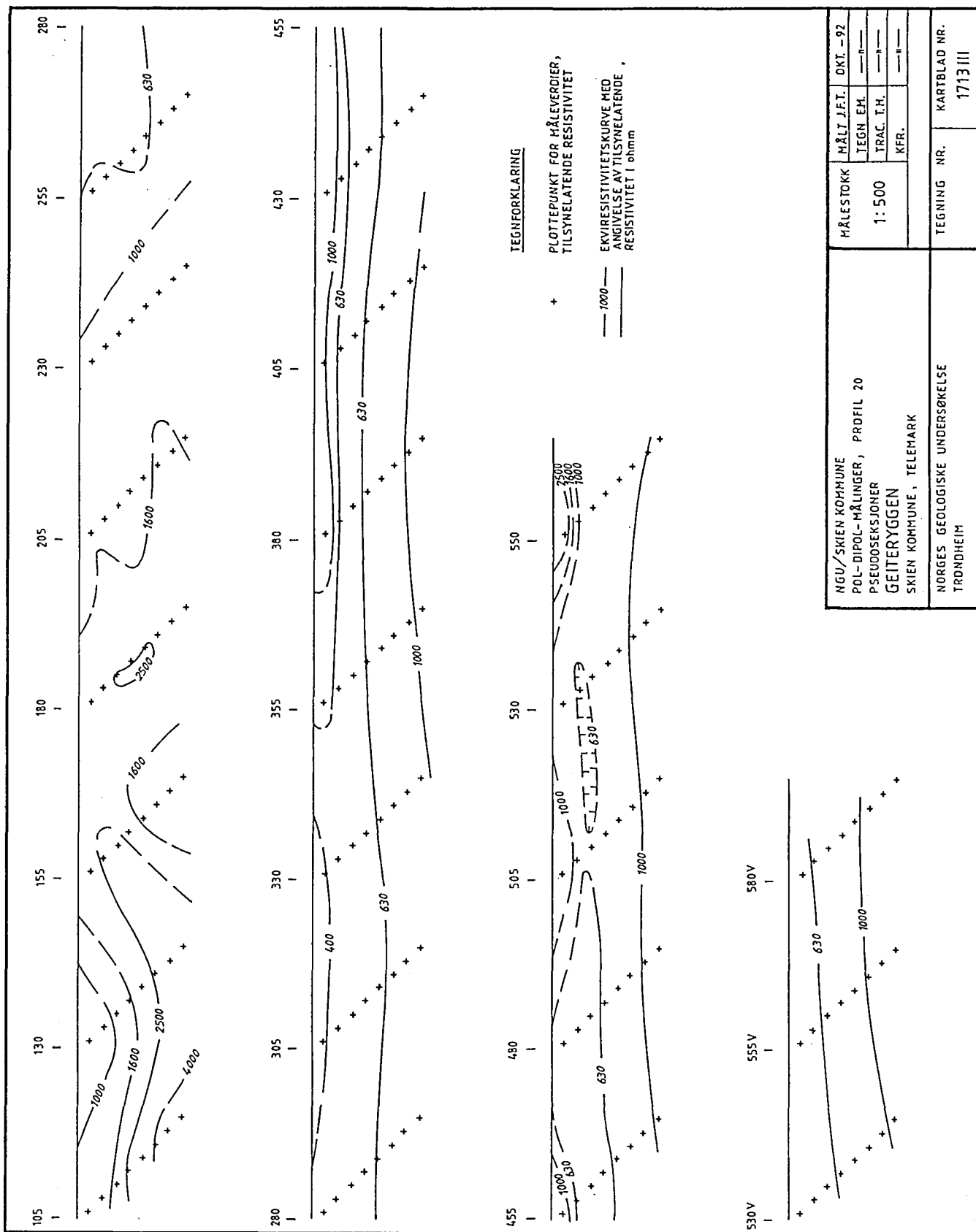
| |
|--------------------------|
| Forprosj. Infiltrasjon |
| GEITERYGGEN |
| Sk len kommune, Telemark |
| Azimuth: 70g |



| ρ (ohmm) | dyp (m) |
|---------------|---------|
| 5225 | 1.6 |
| 20950 | 24.7 |
| 1590 | |

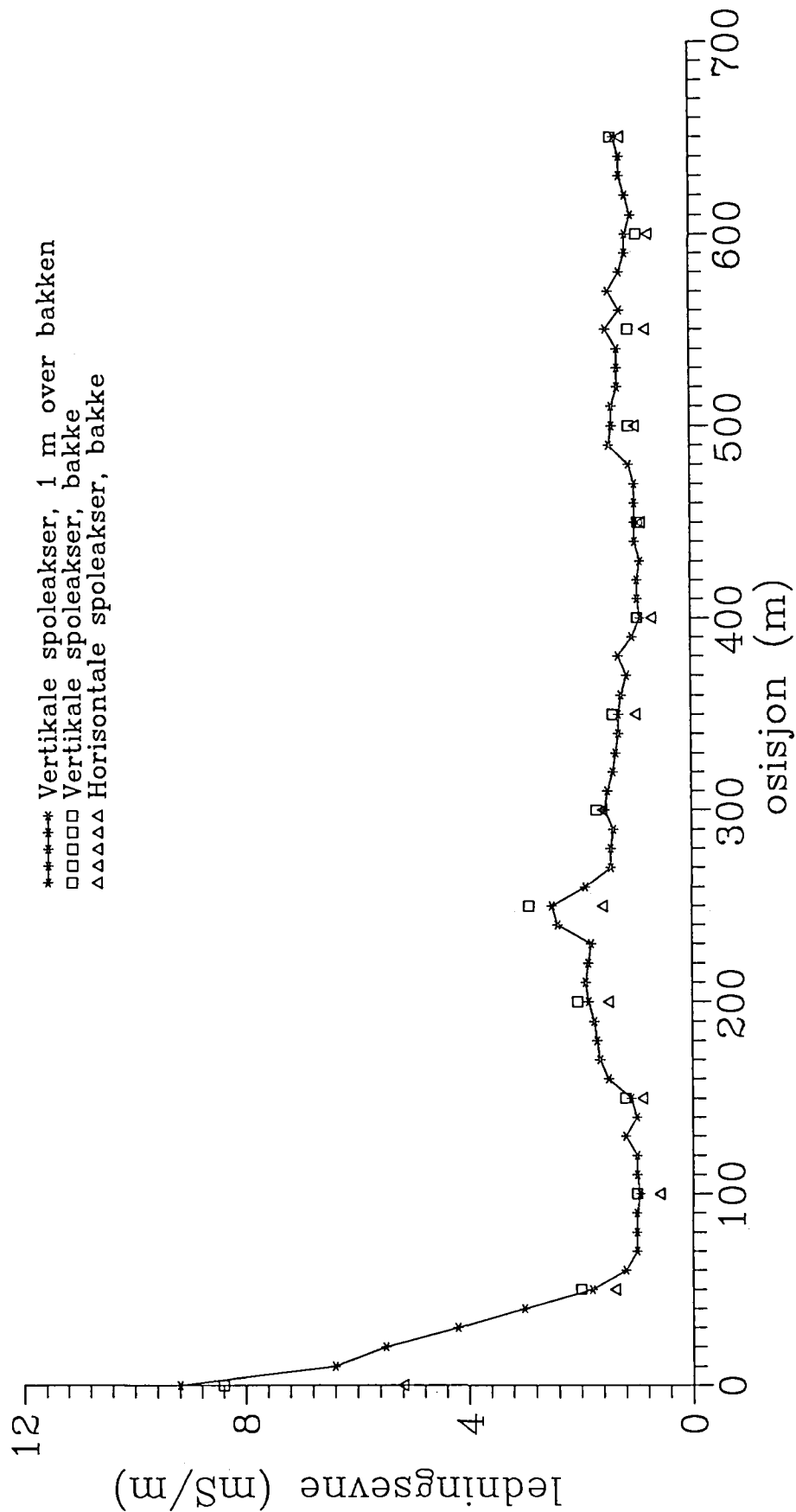
| | |
|---------------------------------|----------------|
| for: NGU/Sk ten kommune | |
| by: Geological Survey of Norway | |
| Date Set: E4 | Date: 21/10-92 |
| Equipment: Terrameter | Soundng: 4 |

| |
|--------------------------|
| Forprosj. Infiltrasjon |
| GEITERYGGEN |
| Sk ten kommune, Telemark |
| Azimuth: 380 |

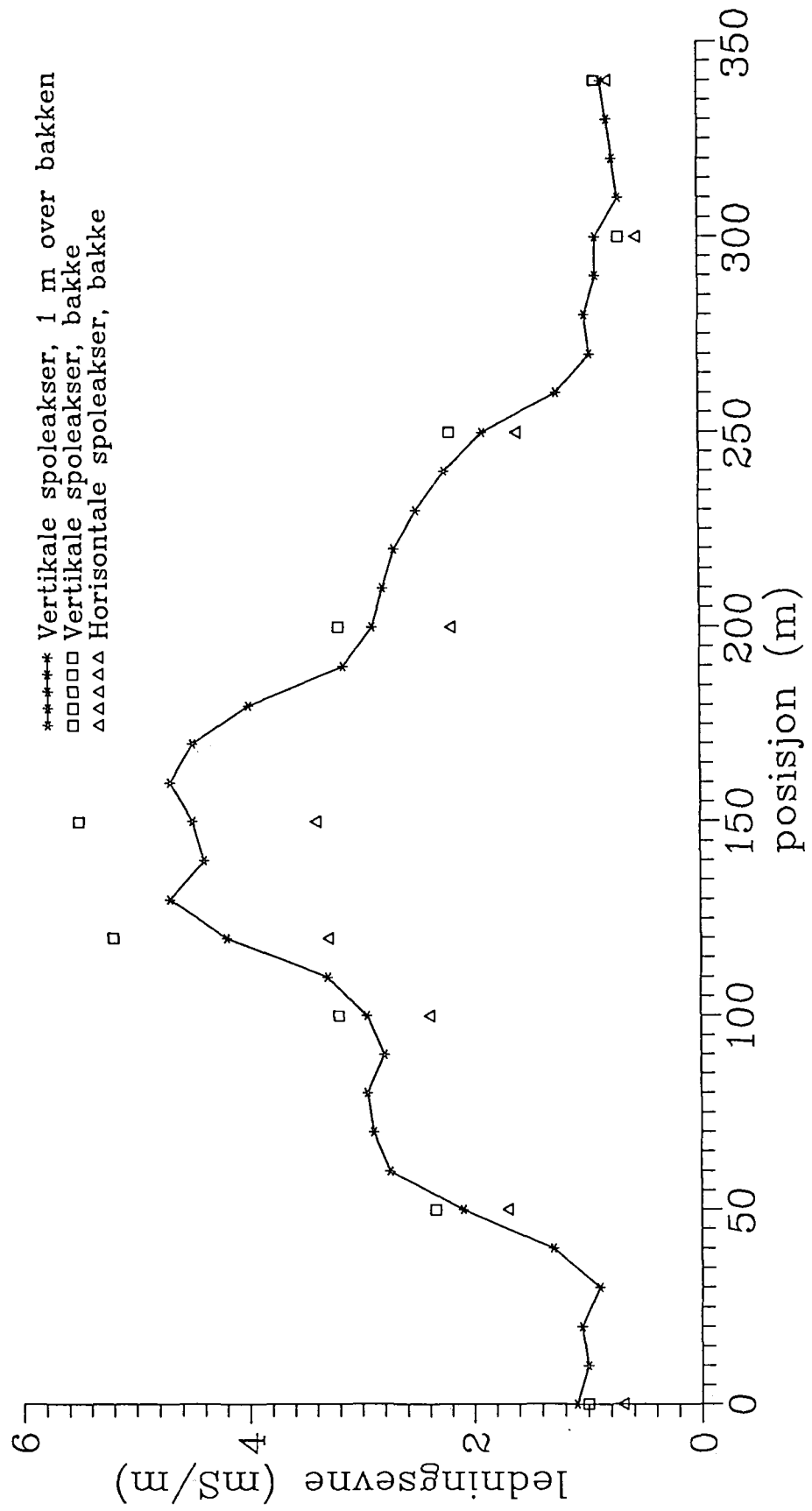


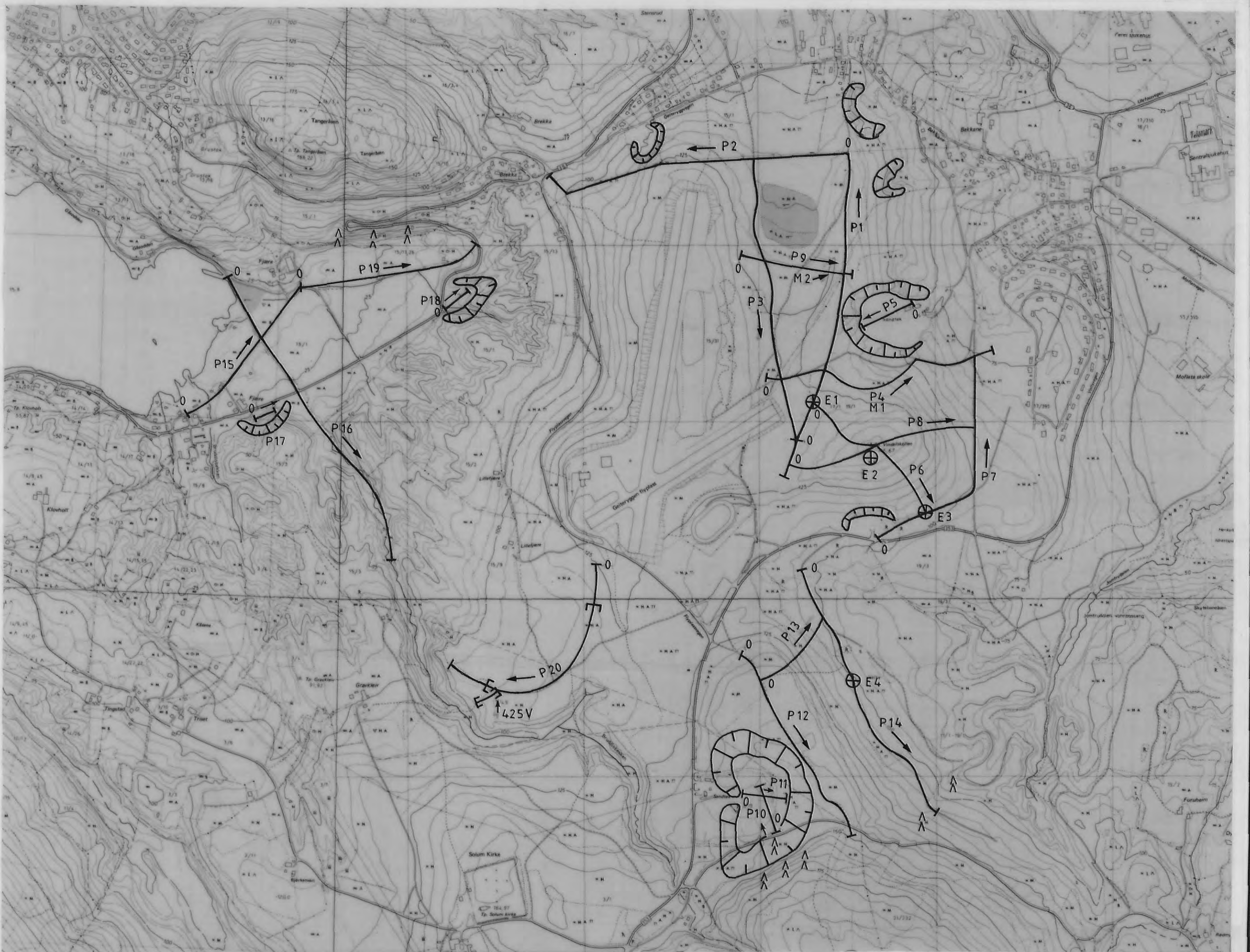
| | | | | |
|---|--|---------------------|--|-----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE POL-DIPOL-MÅLINGER, PROFIL 20 PSEUDOSEKSJONER GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | | MÅLESTOKK 1: 500 | MÅLT J.F.T. TEGH. EM. TRAC. T.H. KFR. | DKT. - 92 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. 1713 III | |

EM 31, profil M1

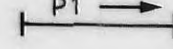
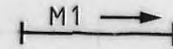
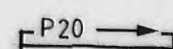





EM 31, profil M2



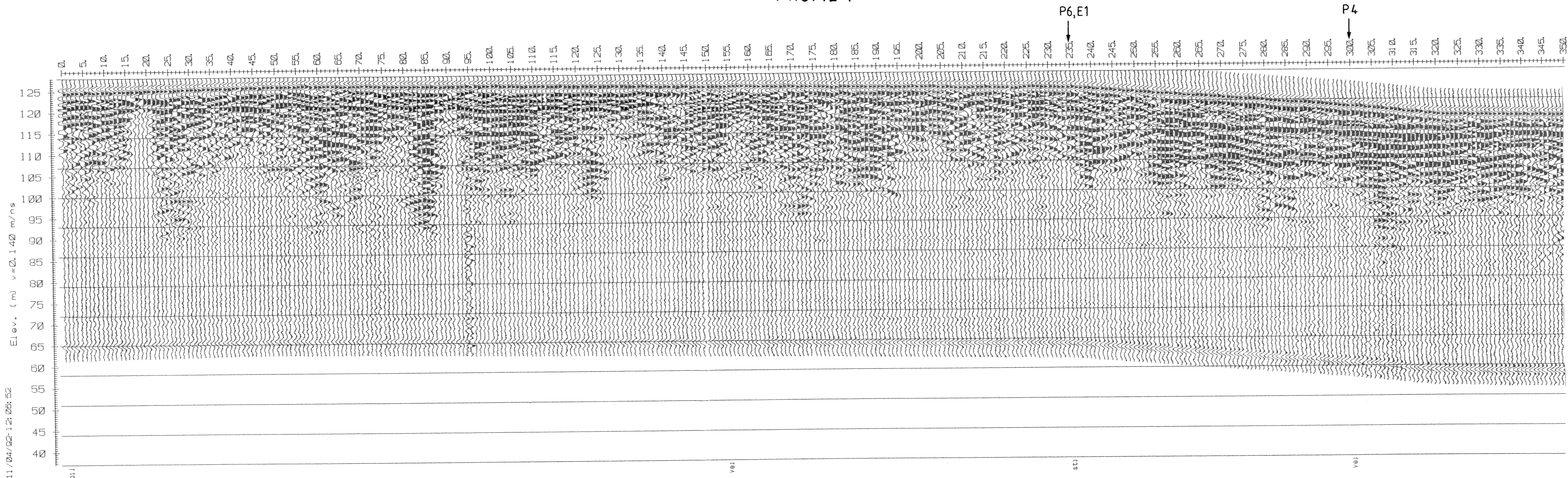


TEGNFORKLARING

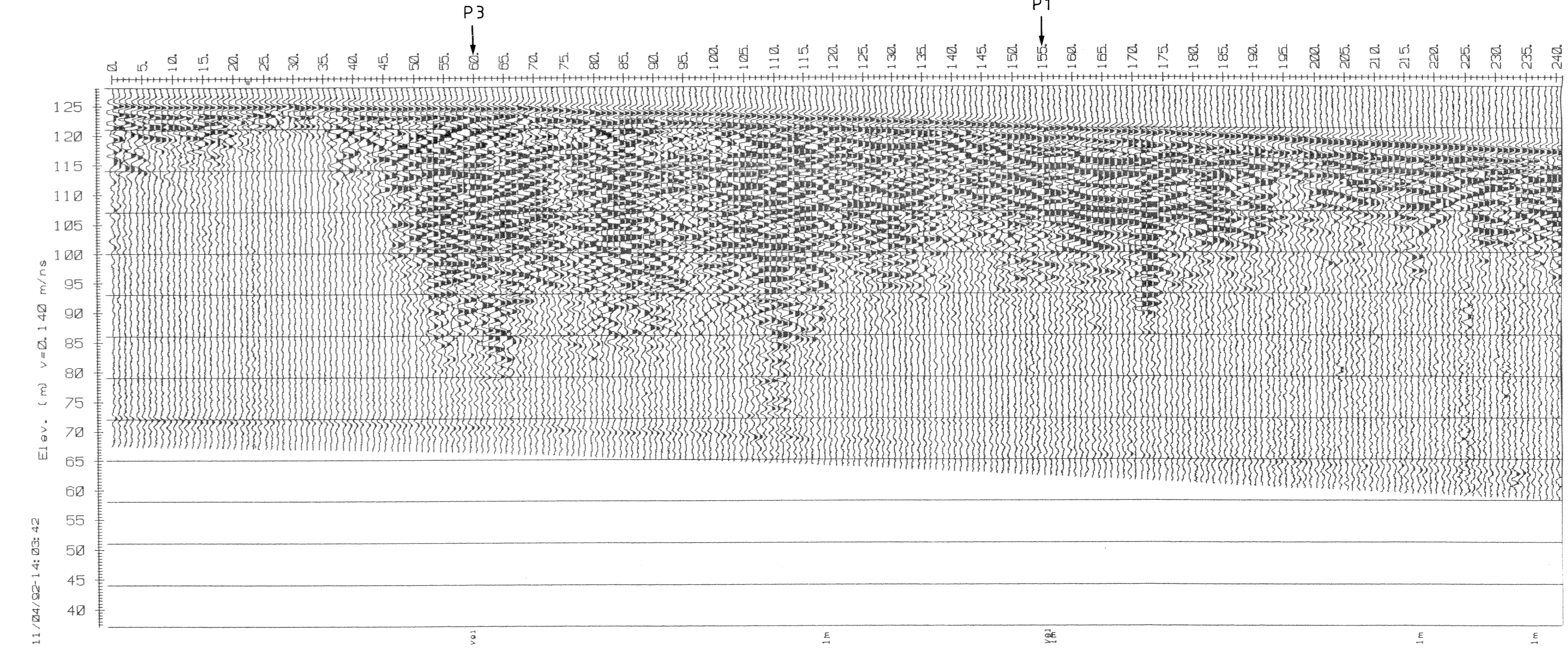
-  P1 → GEORADARPROFIL M/STARTPOSISJON OG RETNING
-  M1 → EM 31-PROFIL ———— || ————
-  P20 → POL-DIPOL-PROFIL
-  ⊕ E1 VERTIKAL ELEKTRISK SONDERING
-  SANDTAK
-  ^ FJELLBLOTNING

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| NGU/SKIEN KOMMUNE OVERSIKTSKART GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK 1:10000 | MÅLT JET-JK. OKT. 1992 TEGN EM. NOV. 1992 TRAC. T.H. — — KFR — — |
| | TEGNING NR. 92.300-01 | KARTBLAD NR. 1713 III |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | | |

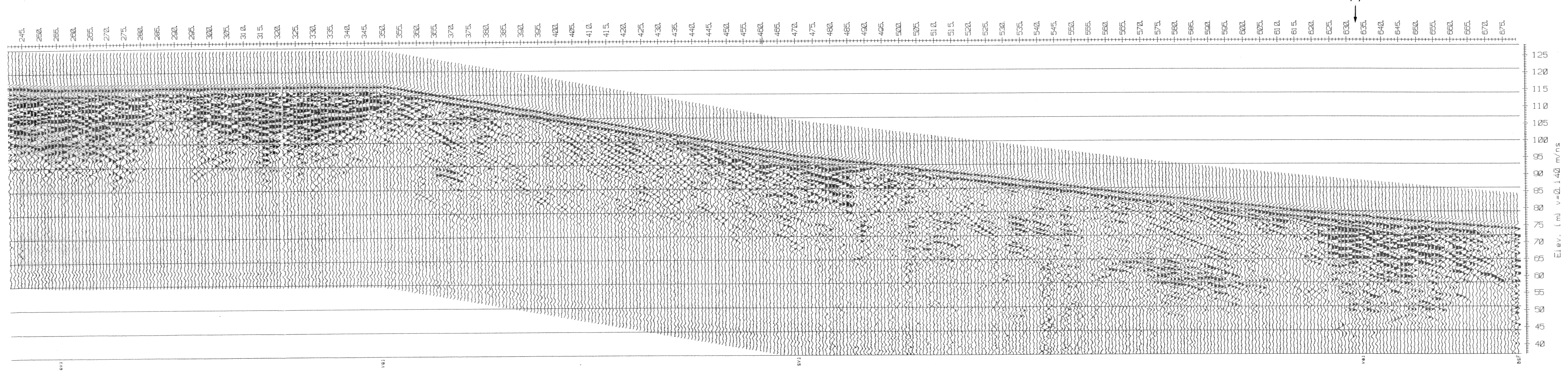
PROFIL 1



PROFIL 4



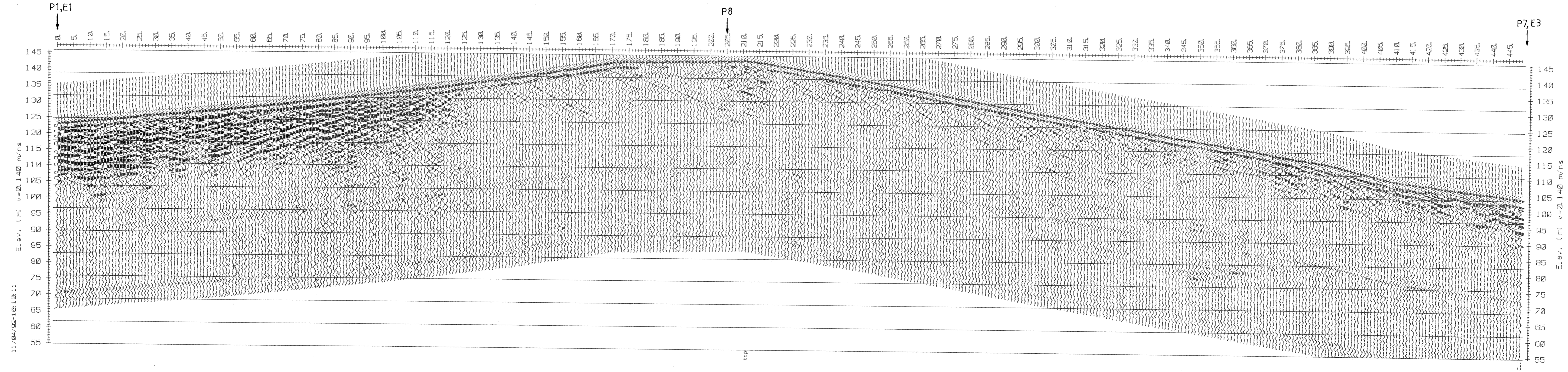
PROFIL 4 (FORTS.)



P4
↓
KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|--|-------------|-------------|----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 1+4 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLTJFT./JK | OKT 1992 |
| | 1: 600 | TEGN EM | NOV 1992 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| | 92.300 - 02 | 1713 III | |

PROFIL 6



11/04/92-16:10:11

P8
↓
KRYSSENDE PROFIL

NGU/SKIEN KOMMUNE
GEORADARPROFIL 6
GEITERYGGEN
SKIEN KOMMUNE, TELEMAR

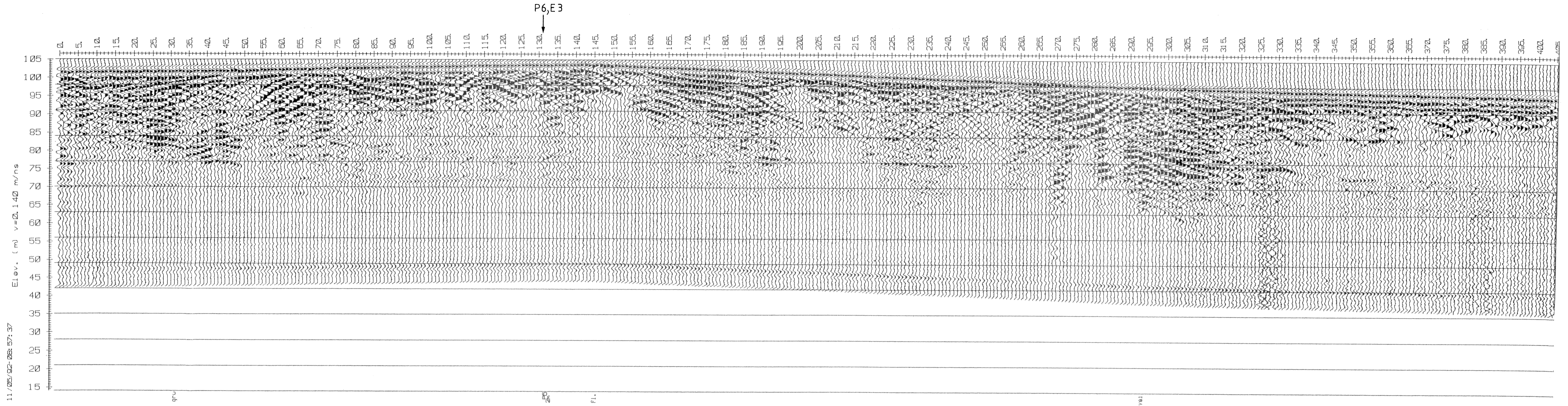
| | | |
|---------------------|-------------|----------|
| MÅLESTOKK 1: 600 | MÅLT JFT/JK | OKT 1992 |
| | TEGN. EM | NOV 1992 |
| | TRAC. | |
| | KFR. | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| TEGNING NR. 92.300 - 03 | KARTBLAD NR. 1713 III |
|----------------------------|--------------------------|

PROFIL 7

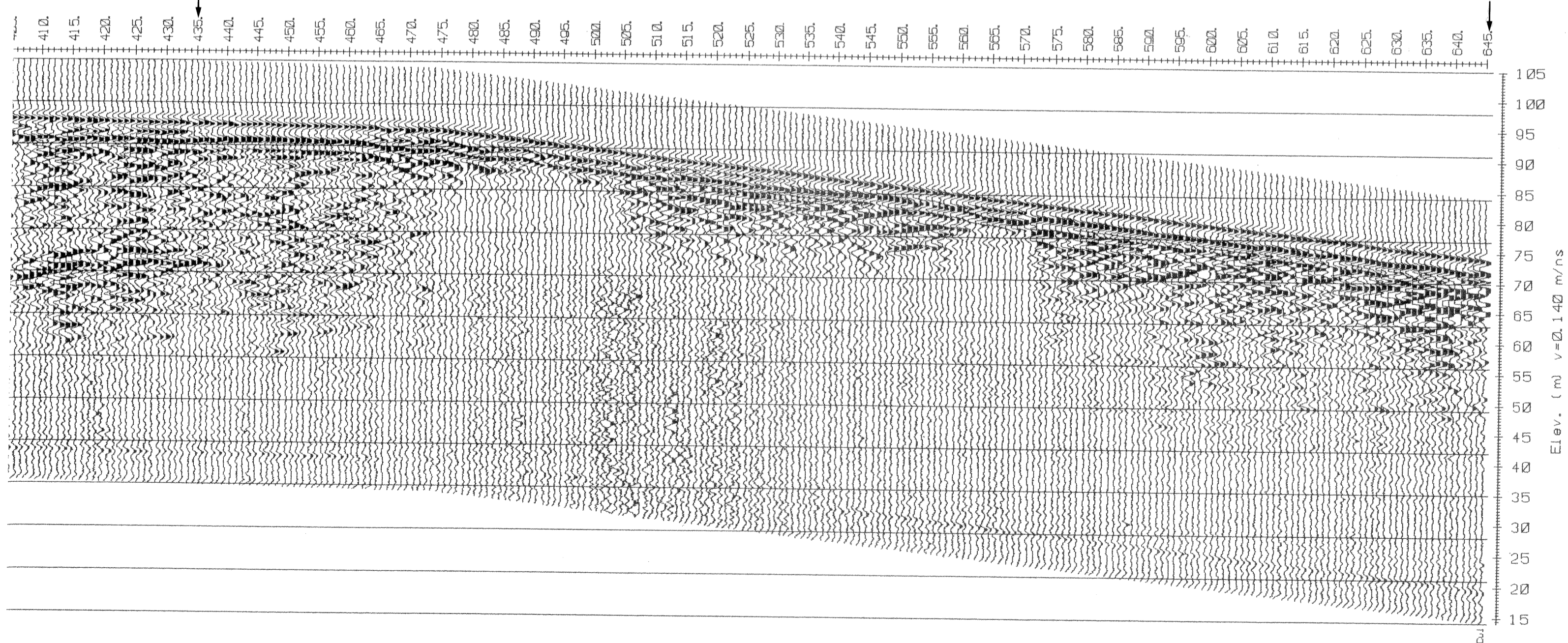
P6,E3



PROFIL 7 (FORTS.)

P8

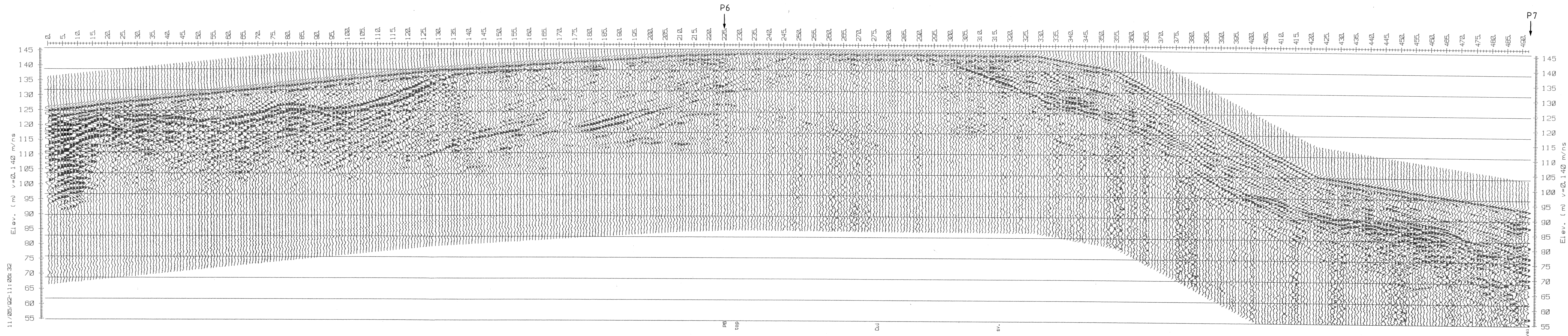
P4



P4
↓
KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|---|----------------|-------------|----------|
| NGU / SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 7 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/JK | OKT 1992 |
| | 1: 600 | TEGNEM | NOV 1992 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TRAC | | |
| | KFR. | | |
| TEGNING NR. | KARTBLAD (AMS) | | |
| 92.300 - 04 | 1713 III | | |

PROFIL 8



11/05/92-11:05:32
Elev. (m) v=0.140 m/ns

Elev. (m) v=0.140 m/ns

P6 top

0u

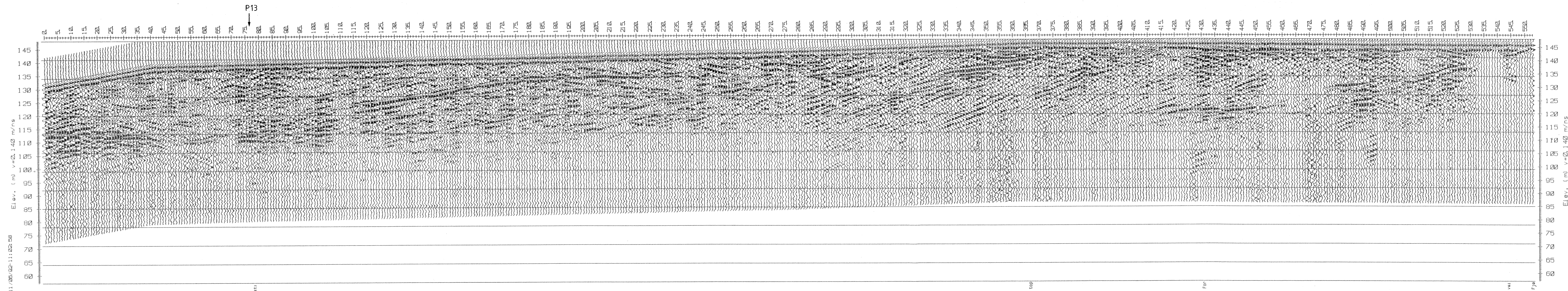
sv

ve

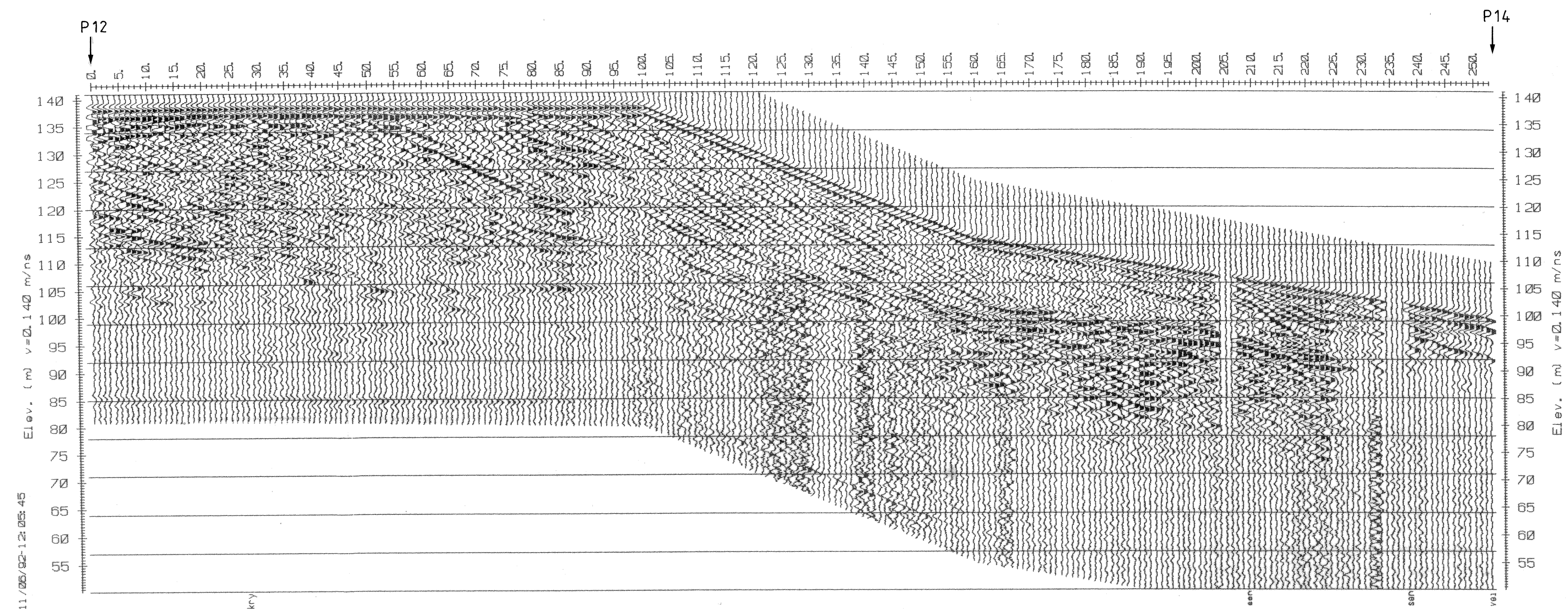
P6
↓
KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|--|-------------|--------------|----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 8 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/JK | OKT 1992 |
| | 1: 600 | TEGN. EM | NOV 1992 |
| NORGE'S GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. | |
| | 92.300 - 05 | 1713 III | |

PROFIL 12



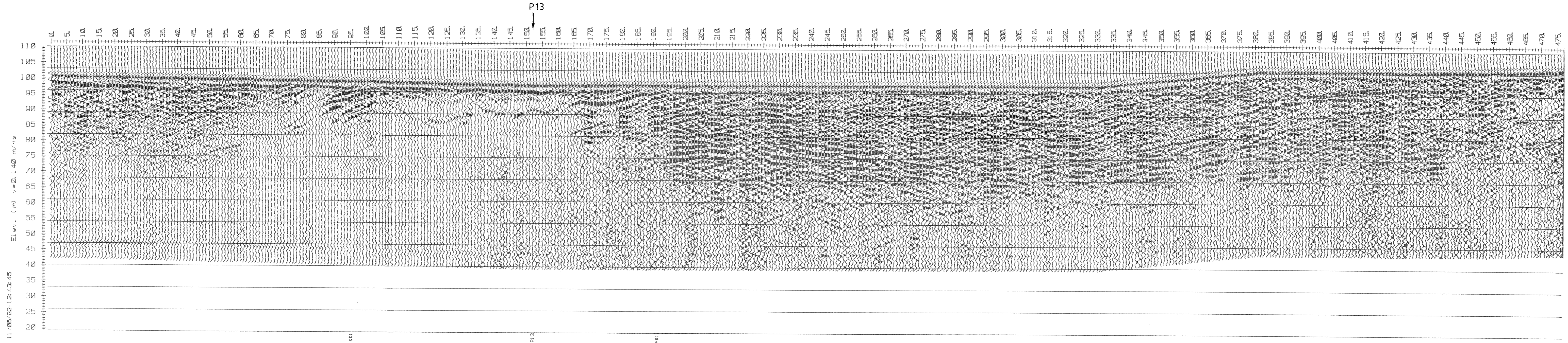
PROFIL 13



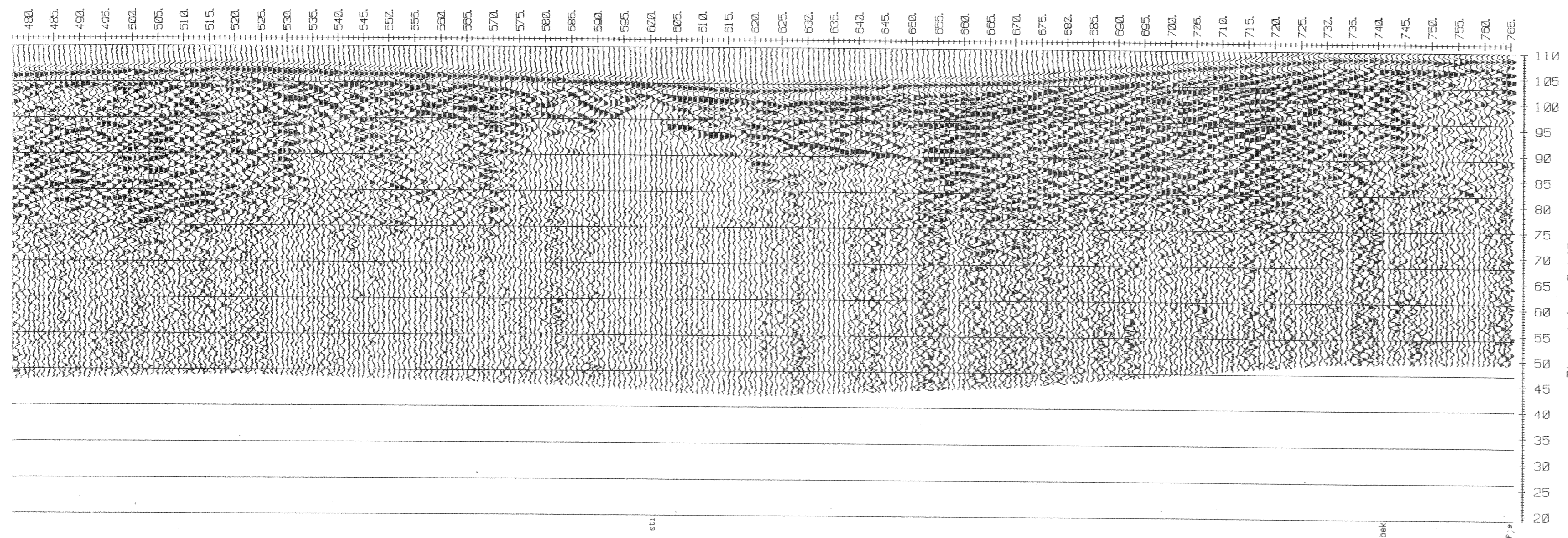
P14
↓
KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|--|-------------|--------------|----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 12-13 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JET/JK | OKT 1992 |
| | 1:600 | TEGNEM | NOV 1992 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. | |
| | 92.300 - 06 | 1713 III | |

PROFIL 14



PROFIL 14 (FORTS.)

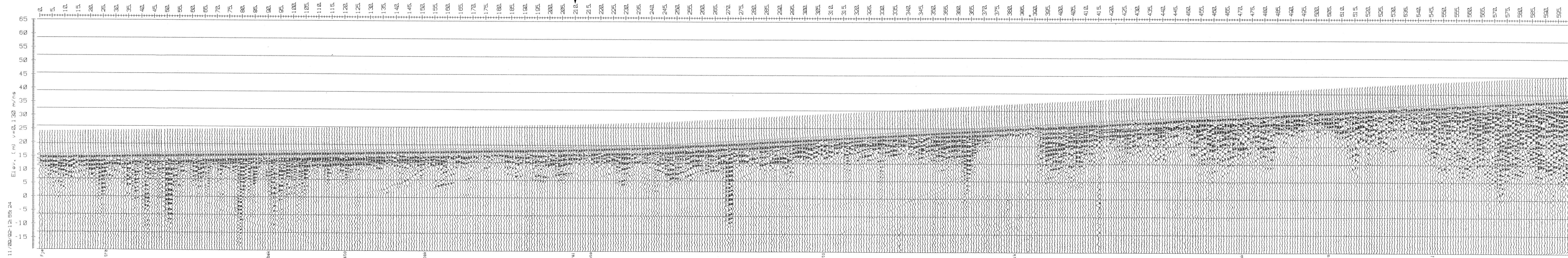


P 13
↓
KRYSENDE PROFIL

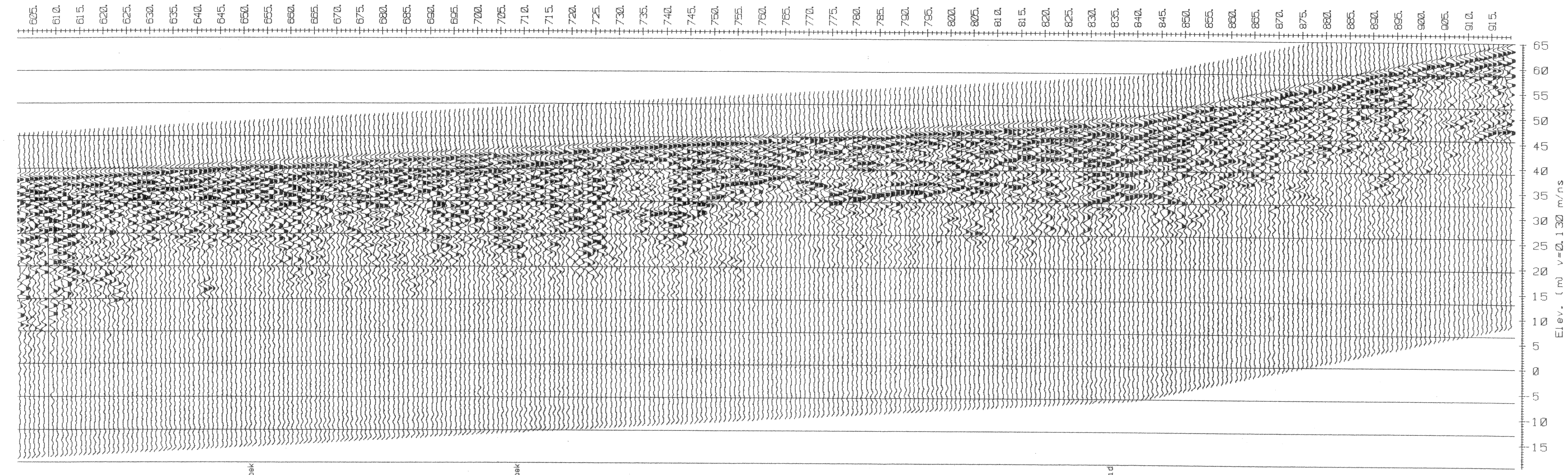
| | | | |
|---|-------------|-------------|----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 14 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/JK | OKT 1992 |
| | 1: 600 | TEGN EM | NOV 1992 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| | 92.300 - 07 | 1713 III | |

PROFIL 16

P15



PROFIL 16 (FORTS.)

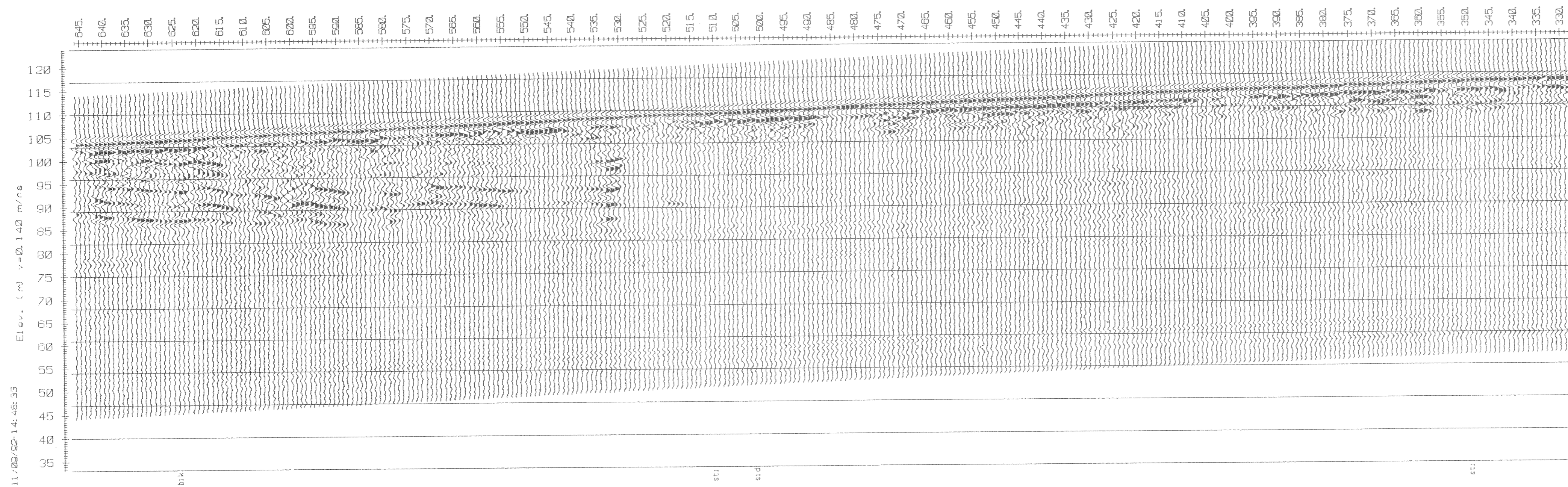


P15

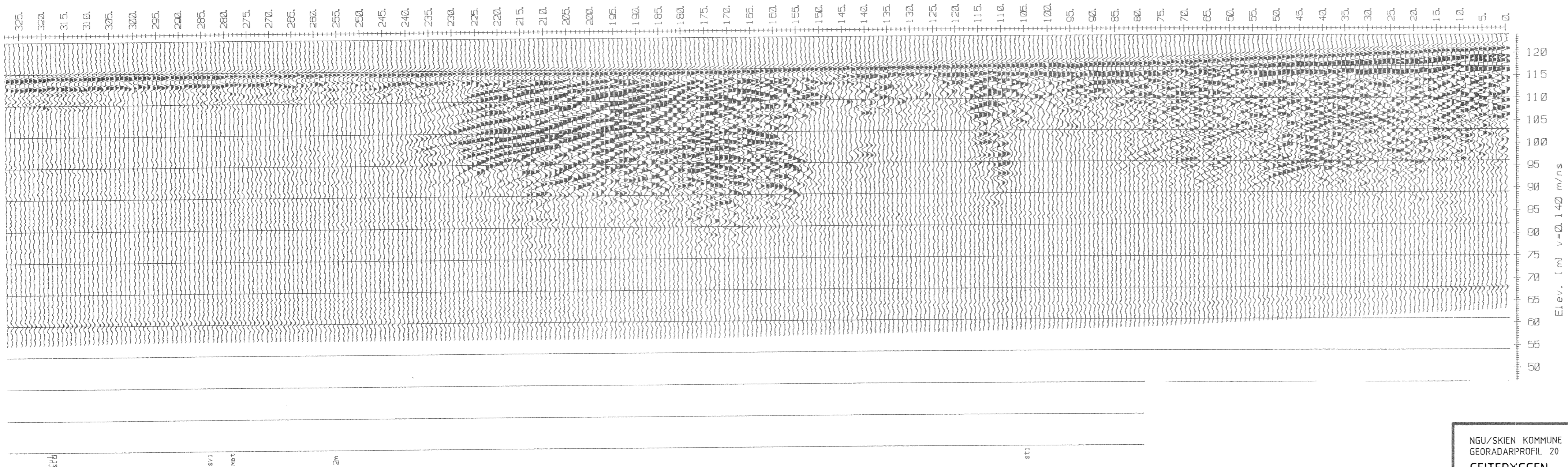
↓ KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|---|-------------|--------------|----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 16 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/JK | OKT 1992 |
| | 1: 600 | TEGN EM | NOV 1992 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. | |
| | 92.300 - 08 | 1713 III | |

PROFIL 20



PROFIL 20 (FORTS.)



| | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------|
| NGU/SKIEN KOMMUNE GEORADARPROFIL 20 GEITERYGGEN SKIEN KOMMUNE, TELEMARK | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/JK | OKT. 1992 |
| | 1: 600 | TEGN EM | NOV. 1992 |
| | | TRAC | |
| | | KFR. | |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. 92.300 - 09 | KARTBLAD (AMS) 1713 III | |