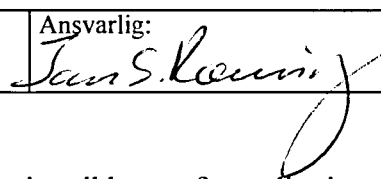


NGU Rapport 99.024

Georadarmålinger i forbindelse med kartlegging  
av grunnvarmepotensialet i løsmasser ved  
Elverum

Rapport nr.: 99.024		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
<b>Tittel:</b> Georadarmålinger i forbindelse med kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmasser ved Elverum			
<b>Forfatter:</b> Torleif Lauritsen		<b>Oppdragsgiver:</b> NGU	
<b>Fylke:</b> Hedmark		<b>Kommune:</b> Elverum	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Hamar		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 2016 IV Elverum	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> (Se sammendrag)		<b>Sidetall:</b> 16	<b>Pris:</b> 430,-
<b>Feltarbeid utført:</b> September 1998		<b>Rapportdato:</b> 07.07.1999	<b>Prosjektnr.:</b> 2771.01
		<b>Ansvarlig:</b> 	
<b>Sammendrag:</b>  <p>Det er utført georadarmålinger ved 11 lokaliteter i Elverum. Undersøkelsene inngikk som forstudier i forbindelse med kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmasser i området. Formålet med målingene var å kartlegge dyp til grunnvannsspeil samt mektighet og sammensetning av løsmasser i mettet sone. Ved de fleste lokalitetene har det vært mulig å påvise løsmassesammensetning og dyp til grunnvannsspeil og morene/fjell.</p>			
<p><u>Forekomstens navn og koordinater</u> (Sone 32V, datum WGS84): Strandstykket 639000 6754750, Søbakken 639100 6754350, Elverum ungdomsskole 638950 6753000, Elverum sentrum 639250 6752250, Elverum videreg.skole 639250 6751550, Mastmoen 639850 6750950, Hanstad 639600 6750250, Liheim 640400 6749300, Gamle Trysilveg 640400 6753700, Industrigata 638050 6751350, Grindalsmoen 637200 6753000, Tiurvegen 636500 6755100.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasse	Elveavsetning	Hydrogeologi	
Grunnvarme		Fagrapport	

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	4
2	TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	4
3	METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING .....	4
4	RESULTATER .....	5
4.1	Strandstykket - Søbakken .....	5
4.2	Elverum ungdomsskole .....	7
4.3	Elverum sentrum .....	8
4.4	Elverum videreg. skole .....	9
4.5	Mastmoen .....	9
4.6	Hanstad .....	10
4.7	Liheim .....	11
4.8	Gamle Trysilveg .....	12
4.9	Industrigata .....	12
4.10	Grindalsmoen .....	13
4.11	Tiurvegen .....	14
5	OPPSUMMERING .....	16
6	REFERANSER .....	19

## TEKSTBILAG

Georadar – metodebeskrivelse

## KARTBILAG

- 99.024 -01: Oversiktskart, Elverum (M 1:50 000)
- 02: Georadaropptak, P1 og P2, Strandstykket (M 1: 5 000)
- 03: Georadaropptak, P3, Strandstykket/Søbakken (M 1: 5 000)
- 04: Georadaropptak, P4, Søbakken (M 1: 5 000)
- 05: Georadaropptak, P5 og P6, Elverum ungdomsskole (M 1: 5 000)
- 06: Georadaropptak, P7, P8 og P9, Elverum sentrum (M 1: 5 000)
- 07: Georadaropptak, P23 og P24, Elverum videreg. skole (M 1: 5 000)
- 08: Georadaropptak, P10, Mastmoen (M 1: 5 000)
- 09: Georadaropptak, P11 og P12, Hanstad (M 1: 5 000)
- 10: Georadaropptak, P13 og P14, Liheim (M 1: 5 000)
- 11: Georadaropptak, P15, Gamle Trysilveg (M 1: 5 000)
- 12: Georadaropptak, P16, P17 og P18, Industrigata (M 1: 5 000)
- 13: Georadaropptak, P19 og P20, Grindalsmoen (M 1: 5 000)
- 14: Georadaropptak, P21 og 22, Tiurvegen (M 1: 5 000)

## 1 INNLEDNING

NGU har utført georadarmålinger innenfor 11 lokaliteter ved Elverum. Hensikten med målingene var å kartlegge dyp til grunnvannsspeil samt mektighet og sammensetning av løsmassene under grunnvannsspeil. Undersøkelsen inngår i et arbeide med å estimere grunnvarmepotensialet i løsmasser ved Elverum (Kalskin og Hilmo 1999).

Rapporten presenterer georadardata fra de 11 lokalitetene; Strandstykket-Søbakken, Elverum undomsskole, Elverum sentrum, Elverum videreg.skole, Mastmoen, Hanstad, Liheim, Gamle Trysilveg, Industrigata, Grindalsmoen og Tiurvegen. Områdenes beliggenhet er vist på oversiktskart i kartbilag 99.024-01.

## 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er også tidligere utført georadarmålinger i de områder som omfattes av denne rapporten (Lauritsen 1998). Lokalitetene ligger innenfor kvartærgeologisk kartblad Elverum, 2016 IV (Bargel 1982). For oversiktens skyld kan det nevnes at det også er utført seismiske målinger i enkelte av områdene (Hillestad 1972 og Hillestad 1991).

## 3 METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1. Målingene ble utført med digital georadar av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 100MHz-antenner og 1000 V sender. Profilene er målt med totale opptakstider på 800 ns og 1000 ns. Samplingsintervallet var hele tiden 0.8 ns. Signalene ble summert ("stacket") 8 ganger ved hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstanden var 1 m og målepunktavstanden 0.5 m. Merknader nederst på opptakene angir kryssing av veier, bekker og profiler, samt passering av bygninger og lignende. Posisjonene som er angitt øverst på opptakene forteller hvilken vei profilene er målt. Avstandsmålingene er utført med odometer slik at posisjonsangivelsene angir virkelig avstand (i meter) i terrenget.

Ved utplotting av georadarprofilene ble det benyttet såkalt AGC-forsterkning (automatic gain control) med en vindusbredde på 6 pulser. Denne forsterkningen er invers proporsjonal til styrken av reflekterte signaler, men med en vindusbredde på 6 pulser vil sterke refleksjoner likevel kunne skilles fra svake refleksjoner. AGC-forsterkning er effektiv for å avbilde svake reflektorer som ofte er vanlige ved sedimentære strukturer. Til støtte for tolkningen av georadarprofilene har en benyttet resultater fra sonderboringer i området (Kalskin og Hilmo, 1999). Boringene er inntegnet på kartutsnittene, og sonderinger som ligger helt inntil profilene er i tillegg avmerket på opptakene. Radarbølgenes gjennomsnittlige vertikale hastighet ble satt til enten 0.10 m/ns eller 0.12 m/ns. Hastighetene er benyttet ved beregning av dyp under terrengoverflata (dybdekonvertering). Hastigheten i tørre masser kan noen steder ligge høyere enn 0.12 m/ns. Dyp til grunnvannsspeil kan i slike tilfeller antas å være større enn angitt i opptaket. For materiale under grunnvannsspeil vil en hastighet på 0.1 m/ns



være for høy. Dyp til reflektorer i mettet sone kan derfor være noe mindre enn det dybdeskalaen viser. I de fleste opptakene har valgt hastighet gitt god tilpasning til borehullsloggenes dybdeangivelser.

De fleste profiler i denne rapporten går langs veier og i et terreng som er relativt flatt. Det er derfor ikke utført terrengkorreksjon av profilene, og opptakene er forsynt med dybdeakser som refererer til terrengoverflata.

## **4 RESULTATER**

Opptakene er presentert med en opptakstid på 800 ns. Målingene har ikke avdekket reflektorer nedenfor dette nivået. Da disse målingene er å betrakte som regionale undersøkelser, har en valgt å ikke tolke opptakene i detalj, men konsentrere oppmerksomheten om dyp til grunnvannsspeil og morene/fjell.

### **4.1 Strandstykket - Søbakken**

Det er i dette området utført georadarmålinger langs 4 profiler (P1, P2, P3 og P4) med en total lengde på 3095 m. Opptakene og profilenes beliggenhet er presentert i kartbilagene -02 (P1 og P2), -03 (P3) og -04 (P4). De øvre lag av løsmassene i området er i hovedsak kartlagt som elveavsatt materiale (P1, P2 og P4). Nordøstre halvdel av profil P3 går inn over breelv- og delvis vindavsetninger (Bargel 1982).

#### P1

Opptaket viser et svakt bølget og stedvis parallelt reflektormønster. Dette tolkes som lagdeling av finsand, sand og grus. En markert reflektor ved ca. 10-12 meters dyp representerer trolig grunnvannsspeil. Under grunnvannsspeilet ser reflektormønsteret ut til å være mer hauget og til dels kaotisk. Dette markerer trolig overgang til morenemateriale og/eller fjell. Det er for øvrig vanskelig å skille fjell- og moreneoverflata i dette opptaket. Mellom posisjonene 75 og 155 kan det se ut som om fjelloverflata stikker opp. Minste dyp til fjell her ligger trolig på ca. 10 meter ved ca. posisjon 91. Fra posisjon 200 til posisjon 390 sees oppdomende strukturer, opp mot gjennomsnittlig ca. 10 meters dyp. Disse kan representere fjell- og/eller morene. Mellom posisjonene 610 og 640 kan fjelloverflata muligens detekteres på ca. 20-25 meters dyp. Manglende tracer mellom posisjonene 451 og 454 skyldes strømbrudd i instrumentet. Markerte skrå reflektorer ved posisjonene 492, 547, 645 og 850 skyldes trolig sidereflekser fra tekniske anlegg.

#### P2

I starten av dette profilet (i nordvest) ser grunnvannsspeilet ut til å ligge på ca. 8 meters dyp, gradvis økende til ca. 12 meters dyp mot enden av profilet i sørøst. I borehull B9 (posisjon 190) er grunnvannsspeil registrert ved 11.2 meters dyp, og overgang til morene er påvist ved 16 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Det ble boret til 21.7 m uten å treffe fjell. Løsmassene over morene er i borehullsloggen karakterisert som lagdelinger av finsand, sand

og grus. I opptaket er det vanskelig å detektere moreneoverflata som ble påvist i borehull B9. I første del av profilet (fram til posisjon 85) kan imidlertid overgangen til morenemateriale antydes ved 10-13 meters dyp. Markert skrå reflektor fra posisjon 55 skyldes siderefleksjon fra teknisk anlegg. Det er også vanskelig å påvise en klar fjellreflektor i opptaket. Mellom posisjonene 130 og 160 kan fjelloverflata muligens erkjennes fra henholdsvis ca. 24 m dyp til ca. 21 m dyp.

### P3

Langs dette profilet er det boret 4 borehull; B24 (posisjon 5), B25 (posisjon 225), B26 (nord for ca. posisjon 400) og B10 (posisjon 710) (se kartutsnitt i kartbilag -03). B26 ligger så vidt langt fra profilet (ca. 50 m) at resultatene fra denne boringen ikke kan sammenlignes direkte med tolkningen av opptaket. I borhullsloggene beskrives løsmassene i hovedsak som silt/finsand over sand og grus, med underliggende morene (Kalskin og Hilmo, 1999).

Fram til posisjon 40 kan fjelloverflata antydes å undulere mellom ca. 18-23 meters dyp. Borehull B24 (posisjon 5) beskriver stopp mot stor stein ved 20 meters dyp. Videre utover i profilet, fram til posisjon 945 er det vanskelig å detektere fjelloverflata. Borehull B25 (posisjon 223) er boret til 17 m uten å påtreffe fjell. I borehull B10 (posisjon 710) er fjell påtruffet ved 18 meters dyp. Fra posisjon 400 til posisjon 670 kan en svak og usammenhengende reflektor antydes ved grensen for maksimalt penetrasjonsdyp (fra henholdsvis ca. 20 meters dyp til ca. 15 meters dyp). Denne kan representere fjelloverflata. Fra posisjon 945 til 1020 kan muligens fjelloverflata erkjennes rundt ca. 20-25 meters dyp. Ved posisjon 1130 sees trolig fjellreflektoren på ca. 15 meters dyp. Herfra kan muligens fjelloverflata følges opp til ca. 10 meters dyp ved posisjon 1160. Videre utover langs profilet er det mulig at fjelloverflata tangerer toppen av diffraksjoner ved maksimalt penetrasjonsdyp (ca. 13 meters dyp ved posisjon 1205, ca. 22 meters dyp ved posisjon 1360 og ca. 27 meters dyp ved endeposisjonen). Over disse sees en markert og utholdende reflektor som trolig representerer overgang til morene.

Grunnvannspeil tolkes til å ligge rundt 8-10 meters dyp fram til posisjon 695. Mellom posisjonene 650 og 667 sees skrå reflektorer som gjennomskjæres av grunnvannsreflektoren på ca. 9 meters dyp. I borehull B10 (posisjon 710) er grunnvannspeil påvist ved 7.9 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Fra posisjon 1160 og fram til ca. posisjon 1325 sees grunnvannsoverflata ved 5 meters dyp. Fram mot enden av profilet skrå grunnvannspeil opp mot terrengoverflata (ca 1 meters dyp).

Mellom posisjonene 700 og 945 går profilet langs grusvei. Her viser opptaket redusert penetrasjon. Dette kan skyldes overflateeffekter som f.eks økt ledningsevne i bakken p.g.a veisalting.

### P4

Opptaket viser et delvis bølget til hauget reflektormønster ned til ca. 10 meters dyp. Dette kan representere lagdeling av finsand/sand/grus. Ved ca. 10 meters dyp sees en stedvis kraftig

reflektor som danner overgang til et underliggende reflektormønster som er kraftigere og tettere. Dette indikerer masser med større variasjon i kornstørrelse, sannsynligvis med innslag av grovere fraksjoner. Det er ikke mulig å detektere grunnvannsspeil med sikkerhet i dette opptaket, noe som kan indikere finstoffdominerte masser med kapillar stigeevne.

Grunnvannsoverflata kan muligens erkjennes ved posisjonene 17-31 (6-7 m dyp), 49-56 (6-7 m dyp), 76-103 (7 m dyp), 318-350 (8 m dyp) og 420-455 (8-10 m dyp). En kan ikke påvise fjelloverflata i opptaket. Dyp til fjell er trolig større enn 20 meter.

## 4.2 Elverum ungdomsskole

I dette området ble det utført georadarmålinger langs profilene P5 og P6. Profilenes samlede lengde ble 1061 m. Opptakene og profilenes plassering er vist i kartbilag –05. Profilene ligger over elveavsatt materiale (Bargel, 1982).

### P5

Opptaket viser et hauget og stedvis bølget reflektormønster som tolkes som lagdeling av finsand/sand og grus. Profilet starter nede ved elvenivå. Ved posisjon 130 sees grunnvannsspeil på ca. 5 meters dyp. Fram til ca. posisjon 280 øker dypet til grunnvann ytterligere til ca. 7 m. Videre utover langs profilet ser grunnvannstanden ut til å ligge rundt 7-8 meters dyp. I starten av profilet (posisjon 0) kan fjelloverflata trolig sees ved ca. 6-7 meters dyp. Fram til posisjon 15 stiger terrenget raskt, og fjelldypet øker til ca. 12 m. Mellom posisjonene 35 og 140 kan fjelloverflata ligge ved grensen for maksimalt penetrasjonsdyp, dvs. fra 15 til 20 meters dyp. Fra posisjon 185 til posisjon 215 kan fjellreflektoren muligens erkjennes ved ca. 20 meters dyp. I borehull B17, som ligger ca. 50 m sør for posisjon 200, er fjell påvist ved 8.4 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Grunnvannstanden er ikke målt. Også videre utover langs profilet er det meget vanskelig å følge fjelltopografien. I de siste 30 meter av profilet avtar penetrasjonen gradvis, fra ca. 15 meters dyp ved posisjon 795 til ca. 8 meters dyp ved posisjon 824. Dette kan være styrt av fjelltopografien. I forlengelsen av profilet, mot øst, ligger Christianfjeld festning hvor fjell stikker opp i dagen (Bargel, 1982).

### P6

Fram til posisjon 135 tolkes opptaket som lagdelinger av sand og finsand ned til ca. 10 meters dyp. Ved dette nivået (ca. 10 m) sees en kraftig reflektor. Herfra skrår reflektoren opp mot ca. 5 meters dyp ved enden av profilet (posisjon 237). Reflektoren danner overgang til et noe tettere reflektormønster, og markerer trolig grenseflate mellom to ulike avsetningstyper og/eller –retninger (sand/finsand over grusdominerte masser). Grunnvannsspeil trer tydelig fram langs hele profilet ved ca. 6-7 meters dyp. Klart definert grunnvannsspeil indikerer grove masser. I borehull B16, nordøst for profilet, er grunnvannstanden målt til 6.05 m (Kalskin og Hilmo, 1999). Løsmassene i borehullet er beskrevet som lagdeling av sand/finsand/grus ned til 19.5 m, hvor man traff morene. En meget svak reflektor som stedvis sees ved grensen for maksimalt penetrasjonsdyp, kan representere fjelloverflata (ca. 15 meters dyp ved posisjon 0 og ca. 22 meters dyp ved endepunktet).

### 4.3 Elverum sentrum

Innenfor denne lokaliteten ble det målt georadar langs profilene P7, P8 og P9. Samlet profilengde ble 1286 m. Opptak og profilenes beliggenhet er presentert i kartbilag –06. Løsmassene er kartlagt som elve- og breelvavsetninger (Bargel, 1982).

#### P7

Løsmassene antas å bestå av lagdelt sand/finsand ned til ca. 5-10 meters dyp over grovere masser (grusdominert). I dette opptaket er det ikke mulig å påvise grunnvannsspeil med sikkerhet. Borehull 22, som ble plassert mellom starten av profilet (posisjon 0) og elvebredden, avdekket en grunnvannstand på 3.87 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Fra posisjon 55 til posisjon 70 kan grunnvannsspeil muligens erkjennes som en rettlinjet reflektor fra henholdsvis 6 meters dyp til ca. 7 meters dyp. Fra posisjon 640 til enden av profilet (posisjon 692) ligger grunnvannsspeil muligens ved ca. 10 meters dyp. Mellom posisjonene 0 og 45 kan fjelloverflata muligens følges fra henholdsvis ca. 20 meters dyp og opp til ca. 6-7 meters dyp. Fjelloverflatas forløp videre utover langs profilet er usikker. Ellers sees hyperbler og skrå reflekser ved posisjonene 305, 329, 448 og 671. Disse skyldes forstyrrelser fra tekniske anlegg.

#### P8

Opptaket viser i store trekk tilnærmet horisontal lagdeling i et ca. 2-3 m tykt topplag som tolkes som sand og grus. Mindre markert reflektivitet under topplaget antas å representere mer ensgradert materiale. Overgang til kraftigere reflektorer ved ca. 5 meters dyp ved posisjon 0 og ved ca. 7-8 meters dyp utover langs profilet, skyldes muligens grovere (trolig grusdominerte) masser. Også i dette opptaket er det vanskelig å påvise grunnvannsspeil. Rent umiddelbart kan det se ut til å ligge ved ca. 2-3 meters dyp. Borehull B6, som ligger i forlengelsen av profilet i sørøst (ca. posisjon 237), viser imidlertid en grunnvannstand på 5.2 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Ved dette nivået (5.2 m) kan en ikke erkjenne grunnvannsspeil i opptaket, noe som kan skyldes finkornige masser med kapillar stigeevne. (Valg av en høyere hastighet ved dybdekonverteringen ville imidlertid ha gitt et større dyp til alle reflektorer, også grunnvannsspeil). Mellom posisjonene 175 og 215 kan muligens en meget svak reflektor antydes ved ca. 5-6 meters dyp. Det er heller ikke mulig å påvise en sikker plassering av fjelloverflata. Fram til posisjon 135 kan denne muligens sees som svake reflektorer ved grensen for maksimalt penetrasjonsdyp (ca. 12-13 meters dyp). Fra posisjon 150 til posisjon 180 sees trolig fjelloverflata som en markert reflektor som skrå fra ca. 10 meters dyp til ca. 12 meters dyp. Denne reflektoren kan følges videre tilnærmet horisontalt fram til posisjon 215. I borehull B6 (ca. posisjon 237 i forlengelsen av profilet) er fjell påvist ved 11 meters dyp. Løsmassene er beskrevet som 9.5 m sand over 1.5 m grusig sand (Kalskin og Hilmo, 1999)

#### P9

Grunnvannsspeil kan muligens antydes ved ca. 4-5 meters dyp mellom posisjonene 90 og 124. Fra posisjon 235 stiger terrenget. Herfra kan grunnvannsreflektoren erkjennes å skrå ned til ca. 10 meters dyp fram mot posisjon 270. I resten av profilet (posisjonene 270 - 369) antas

grunnvannsspeil å ligge ved ca. 10 meters dyp. En kraftig reflektor kan sees gjennom store deler av profilet ved om lag 9-10 meters dyp. Denne representerer trolig overgang mellom overliggende sand og underliggende grusig sand, slik det er beskrevet i borehull B6, posisjon 235 (Kalskin og Hilmo, 1999). Fram til posisjon 100 er det vanskelig å detektere fjelloverflata. Mellom posisjonene 100 og 130 kan det se ut som om fjelloverflata stikker opp fra ca. 15 meters dyp til ca. 12-13 meters dyp. Fjellet ser ut til å ligge på tilnærmet dette nivået i resten av profilet. I borehull B6 (posisjon 235) er fjell påvist ved 11 m dyp.

#### **4.4 Elverum videreg. Skole**

Ved denne lokaliteten ble det utført georadarmålinger langs profilene P23 og P24. Opptakene og profilenes beliggenhet er vist i kartbilag -07. Total profillengde var 460 m. Kwartærgeologisk kartblad Elverum (2016 IV) beskriver løsmassene i området som elveavsetninger (Bargel, 1982).

##### P23 og P24

Karakteristisk for opptakene er et parallelt til bølget reflektormønster ned til ca. 5 meters dyp. Dette tolkes som lagdeling av sand/finsand. Under denne lagdelingen sees et ”lysere” parti, med få utholdende reflektorer, ned til ca. 6-8 meters dyp. Her antas løsmassene å bestå av mer ensgradert materiale (ikke lagdelt), trolig finstoff. Under dette nivået sees en markert overgang til et kraftigere, men mer kaotisk reflektormønster, som kan representere usortert materiale. Grunnvannsspeil ligger trolig grunnere enn 5 m, slik at det vanskelig lar seg skille fra andre horisontale reflektorer i topplaget. Det er heller ikke mulig å påvise en sikker fjellreflektor i opptakene. I opptak P24 stikker muligens fjellet opp til maksimum ca. 11 meters dyp, mellom posisjonene 90 og 135. Fram til posisjon 180 (P24) ser fjellet ut til å skrå ned til ca. 18 meter. Borehull B23 ble plassert ca. 90 m øst for enden av profil P24. Borehullsloggen beskriver løsmassene som 2.5 m sand/3 m finsand+gruskorn/1 m finsand+blokk/morene. Det ble boret til 16 m uten å treffe fjell. Grunnvannstanden ble målt til 4.2 m (Kalskin og Hilmo, 1999).

#### **4.5 Mastmoen**

Ved denne lokaliteten er det målt ett georadarprofil, P10, med total lengde 1155 m. Opptaket og profilets plassering er vist i kartbilag -08. Overflatenære løsmasser er kartlagt som elveavsatt materiale i den vestlige del av opptaket, mens om lag siste halvdel av profilet går over breelvavsetninger og morene (Bargel, 1982).

##### P10

I dette opptaket ser grunnvannsspeil ut til å ligge mellom ca. 3-6 meters dyp. Best framtrer grunnvannsspeil mellom posisjonene 10 og 200, hvor det ligger ved ca. 3-4 meters dyp, og mellom 1015 og 1155, hvor grunnvannsspeil trolig sees ved 2-6 meters dyp. Ved posisjon 5 ble det plassert et borehull, B8. Her ble boringen avsluttet ved 1.5 meters dyp hvor en antok at

fjell ble påtruffet (Kalskin og Hilmo, 1999). Det ble imidlertid ikke boret et stykke ned i fjellet for om mulig å få bekreftet antagelsen. I opptaket er det en mulighet for at fjelloverflata tolkes til å ligge ved ca. 8 meters dyp ved posisjon 5. I så fall kan det ha vært en blokk i morene som ble påtruffet i borehullet. I den etterfølgende teksten holdes muligheten åpen for at beskrevet fjelloverflate like gjerne kan representere morene. Fram til posisjon 40 skrår trolig fjell-/morenereflektoren ned til ca. 7 meters dyp. Fram til posisjon 205 ser fjell-/moreneoverflata ut til å gå ned til ca. 9 meters dyp. Mellom posisjonene 205 og 325 er fjell-/morenereflektoren utydelig. Her er overliggende reflektormønster mer hauget og til dels kaotisk. Dette kan skyldes overliggende usortert materiale og/eller at morene-(eventuelt fjelloverflata) ligger så vidt grunt at den ikke lar seg skille fra kraftige reflektorer i topplagene. Dette gjelder trolig også mellom posisjonene 395 og 575, samt mellom posisjonene 700 og 1015. Dyp til fjell/morene kan i disse områdene stedvis være mindre enn 5 m.

#### **4.6 Hanstad**

Ved Hanstad er det utført georadarmålinger langs to profiler, P11 og P12. Samlet profillengde ble 1275 m. Opptak og profilenes plassering framgår av kartbilag -09. Bargel (1982) beskriver løsmassene i de øvre lag som breelvmateriale ved profil P11 og elveavsatt materiale ved P12.

##### P11

Fra posisjon 0 til ca. posisjon 225 stiger grunnvannsspeil fra 5 meters dyp til ca. 3 meters dyp. Videre utover langs profilet ser grunnvannstanden ut til å synke til ca. 5 meter igjen. I de første 360 meterne av profilet sees skrålag øverst i opptaket. Disse tolkes som deltautbygde lag av sand og grus. Fjelloverflata kan trolig følges ved ca. 10 meters dyp mellom posisjonene 0 og 235. Herfra stikker fjellet opp til ca. 3 meters dyp fram til posisjon 285. Fjelloverflata sees trolig ved ca. 9 meters dyp ved posisjon 305. Fra posisjon 315 til enden av profilet sees fjell mellom 5 og 7 meters dyp. I borehull B7 (posisjon 365) er fjell påvist ved 7 meters dyp. Løsmassene i hullet er beskrevet som lagdelinger av sand og grus (Kalskin og Hilmo, 1999).

##### P12

Opptaket viser et bølget til hauget reflektormønster med stedvise vekslinger i styrkegrad. Dette tolkes som elveavsatt materiale (sand og grus). Profilet starter (posisjon 0) på toppen av elvenedskjæring ca. 6 meter over Glomma. Grunnvannsspeil kan antydes ved ca. 6-7 meters dyp mellom posisjonene 4 og 25. Mellom posisjonene 130 og 150 kan grunnvannsspeil erkjennes ved 7 meters dyp. Fra posisjon 260 til posisjon 400 kan grunnvannsspeil muligens følges fra ca. 7 meters dyp til ca. 5 meters dyp. I resten av profilet er det ikke mulig å påvise en sikker grunnvannsreflektor. I starten av profilet ser fjelloverflata ut til å ligge ved ca. 7-8 meters dyp, og kan følges videre langs dette nivået fram til posisjon 185. Videre utover i opptaket, fram til posisjon 365, blir forløpet av fjelloverflata mer usikkert. Ved posisjon 365 kan fjelloverflata muligens erkjennes ved ca. 12-13 meters dyp, og den tolkes til å stige opp mot ca. 7 meters dyp ved posisjon 433. Fjell dypet øker gradvis til ca. 13 m fram mot posisjon 665. Mellom posisjonene 665 og 725 danner fjelloverflata en fordypning med max dyp på ca. 18 m rundt posisjon 685. I resten av opptaket ligger dyp til fjell mellom 5 og 10 m. Borehull

B4 er plassert ved posisjon 750. Loggen fra denne sonderingen beskriver løsmassene som vekslinger mellom sand og grus, og med fjell på 7 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999).

#### **4.7 Liheim**

Ved denne lokaliteten er det utført georadarmålinger langs to profiler, P13 og P14, med total lengde 998 m. Profilenes beliggenhet og georadaropptakene er vist i kartbilag –10. Profilene går i et område som er kartlagt som breelvavsetninger (Bargel, 1982).

##### P13

I dette opptaket tolkes løsmassene å bestå av sand- og grusavsetninger. I starten av profilet ligger grunnvannsspeilet trolig så grunt at grunnvannsreflektoren interfererer med direktebølger i luft og bakke, og således ikke lar seg detektere direkte. Fra posisjon 90 til posisjon 165 kan grunnvannsspeil erkjennes å gå fra ca. 2 meters dyp til ca. 3 meters dyp. Grunnvannsreflektoren kan videre følges fra posisjon 225 ved ca. 2-3 meters dyp til posisjon 315 ved ca. 4-5 meters dyp. Grunnvannstanden ser ut til å holde seg ved dette dypet i resten av profilet. Fjelloverflata trer ikke tydelig fram i dette opptaket. Dette kan skyldes overliggende morenemateriale nærmest fjelloverflata. I størstedelen av profilet er reflektiviteten brått avtagende under ca. 10 meters dyp. Dette kan bety at dyp til fjell er mindre enn 10 m. Fra posisjon 0 til posisjon 130 kan fjelloverflata muligens erkjennes å gå fra ca. 7 meters dyp til ca. 10 meters dyp. Men dette kan like gjerne representere overgang til morenemateriale. Mellom posisjonene 135 og 175 samt posisjonene 175 og 220 antydes to oppdomende strukturer, opp mot ca. 2-3 meters dyp. Disse kan representere overflate av fjell og/eller morene. Skrå reflektorer nede i opptaket mellom posisjonene 180 og 205 kan skyldes sidereflekser fra blokker i morene.

##### P14

I starten av profilet (fram til ca. posisjon 230) ser løsmassene ut til å bestå av relativt ensgradert materiale, trolig finstoffdominert. Fra ca. posisjon 300 sees klare skrålag i de øverste deler av opptaket. Dette tolkes som deltautbygde sand- og gruslag. Mektigheten av disse ser ut til å være maksimum ca. 12-13 m (posisjonene 400-430). Fra posisjon 0 til posisjon 220 antydes grunnvannsspeil å gå fra ca. 5-6 meters dyp til ca. 2-3 meters dyp. Grunnvannstanden antas å ligge ved dette nivået fram til posisjon 300. Herfra kan grunnvannsreflektoren følges relativt tydelig fram til enden av profilet hvor den erkjennes ved ca. 7-8 meters dyp. Sonderboring, B3, ble plassert ved posisjon 395. Her ble grunnvannstanden registrert ved 7.85 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Dette stemmer godt overens med tolkninger i opptaket (7-8 meters dyp). Også i dette opptaket er det vanskelig å skille morene fra fjell. I borehull B3 er det påvist et 1.5 meter tykt lag med morene over fjell, og fjelloverflata ble påtruffet ved 15 meters dyp. Øvrige masser er beskrevet som hovedsakelig veksliger mellom sand og grus. Ved posisjon 0 kan fjell antydes ved ca. 10 meters dyp. Deretter avtar dypet til fjell til 4 meters dyp ved posisjon 35. Fram mot ca. posisjon 240 markeres muligens fjelloverflata av en bølgende reflektor mellom ca. 4 og 7 meters dyp. Mellom posisjonene 240 og 290 kan det se ut som om fjellet buler opp mot max

ca. 2 meters dyp. Deretter øker fjelldypet. Mellom posisjonene 400 og 415 erkjennes trolig fjelloverflata ved ca. 15 meters dyp.

#### **4.8 Gamle Trysilveg**

I dette området, øst for Sagtjernet, ble det utført georadarmålinger langs profil P15, med total lengde på 900 m. Opptaket og profilplassering er presentert i kartbilag –11. I kvartærgeologisk kartblad Elverum (2016 IV) beskrives massene som elveavsetninger i sørvestre del av profilet og som vindavsetninger i nordøst.

##### P15

I opptaket sees grunnvannsspeil ved ca. 13 til 15 meters dyp fram til posisjon 330. Fram mot posisjon 500 avtar grunnvannsdypet til ca. 5 m. Deretter øker mektigheten av umettet sone til ca. 11-12 m mot enden av profilet (posisjon 900). Fjelloverflata sees trolig ved ca. 18-19 meters dyp ved posisjon 440. Før denne posisjonen ligger fjellet trolig såvidt dypt at det ikke lar seg påvise i dette opptaket. Videre kan fjelloverflata følges opp til ca. 10 meters dyp ved posisjon 570. Ved posisjon 695 har fjelldypet økt til ca. 18-19 m igjen. I resten av profilet er fjellreflektoren svak, men kan muligens erkjennes fram til posisjon 845 hvor den antas å ligge på ca. 16 meters dyp. Sonderboring B21 ble plassert ca. 75 m sørvest for enden av profilet. Borehullsloggen beskriver grunnvannsstand ved 11.0 m og morene(fjell?) ved 21.5 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Løsmassene blir beskrevet som seksjoner av materialene sand, silt, finsand,grus og morene. Hyperbler ved posisjonene 3, 154, 448, 566, 703, 795 og 813 kan skyldes forstyrrelser fra tekniske anlegg.

#### **4.9 Industrigata**

Området ligger på vestsida av Glomma, vest/nordvest for Glomdalsmuseet. Her ble det utført georadarundersøkelser langs 3 profiler, P16, P17 og P18. Profilenes totale lengde var 1662 m. Løsmassene i området er kartlagt som elveavsetninger. I nedre del av opptakene sees et forstyrrende reflektormønster som kan skyldes radiobølger.

##### P16

Et bølget reflektormønster tolkes som sand- og grusavsetninger. Fra posisjon 0 til posisjon 35 er penetrasjonsdypet redusert, trolig p.g.a vegsalting. I dette opptaket trer grunnvannsspeil tydelig fram, fra posisjon 35 ved ca. 13 meters dyp til enden av profilet (posisjon 528) ved ca. 10 meters dyp. Borehull B52 (fra 1979) ligger ca. 100 m vest for posisjon 300. Her er grunnvannsspeil påvist ved 12 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Løsmassene beskrives som sand/grus. Fjell er ifølge borehullsloggen registrert på 14 meters dyp. I radaropptaket er det vanskelig å detektere en klar fjellreflektor, men fjelloverflata ligger i størstedelen av profilet trolig mellom 10 og 15 meters dyp. En del hyperbler i opptaket skyldes trolig sidereflekser fra tekniske anlegg.



#### P17

Opptaket viser et bølget reflektormønster som tolkes som sand- og grusavsetninger. Grunnvannsspeil ser ut til å ligge ved ca. 12 meters dyp. Dette bekreftes som tidligere nevnt av borehull B52 som ligger ca. 75 m sør/sørøst for posisjon 300 (Kalskin og Hilmo, 1999). Fram til posisjon 130 er det mulig at fjelloverflata ligger mellom 10 og 15 meters dyp. Flere kraftige reflektorer i dette området gjør det imidlertid vanskelig å påvise en eksakt beliggenhet. Mellom posisjonene 168 og 185 kan fjelloverflata trolig erkjennes fra 15 til 17 meters dyp. I resten av profilet er det vanskelig å bestemme dyp til fjell.

#### P18

Løsmassene langs dette profilet består trolig av sand og grus. ”Lyse” områder i opptaket, med svakere reflektorer, kan representere mer ensgradert materiale, trolig finstoffdominert. En kraftig, men usammenhengende reflektor varierer mellom ca. 10 og 12 meters dyp. Denne kan representere grunnvannsspeil. På slutten av profilet (fra ca. posisjon 630) avtar trolig dypet til grunnvannsspeil fra ca. 10 m til ca. 7 m. Borehull B15 ligger ca. 25 m nord for posisjon 374. Her er grunnvannstanden målt til 13 meter, og fjell er registrert ved 19 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). Oppdomende strukturer mellom posisjonene 265 og 360 kan være styrt av fjelloverflata. Her ser det ut til å være brudd i grunnvannspeilet, og fjellet kan her derfor ligge grunnere enn grunnvannsspeil (< 12 meters dyp). Ellers kan fjelloverflata muligens erkjennes fra posisjon 407 ved ca. 12 meters dyp til posisjon 495 ved ca. 10 meters dyp. Fjelloverflata kan muligens også erkjennes fra ca. 15 meters dyp ved posisjon 620 til ca. 10 meters dyp ved posisjon 700.

### **4.10 Grindalsmoen**

Ved denne lokaliteten, som ligger innenfor Grindalsmoen industriområde, ble det utført georadarmålinger langs profilene P19 og P20. Profilenes samlede lengde var 1092 m. Profilplassering og georadaropptak er vist i kartbilag –13. Løsmassene i området er kartlagt som breelv- og elveavsetninger (Bargel, 1982).

#### P19

Utholdende og parallelle reflektorer øverst i opptaket fram til posisjon 330 representerer silt- og sandlag. Steder med et mer uryddig reflektormønster indikerer sand- og grusmasser. Partier med svak reflektivitet i opptaket kan representere ensgradert materiale. I starten av profilet (posisjon 0) antas grunnvannspeil å ligge ved ca. 3 meters dyp. Mellom posisjonene 20 og 90 passerer profilet over en haug i terrenget. Høyeste terrengpunkt er ved posisjon 70. Her øker dypet til grunnvannsspeil til ca. 6 m, for deretter å avta til ca. 2-3 meter igjen ved posisjon 135. Videre utover i opptaket øker grunnvannsdypet gradvis. Ved slutten av profilet (posisjon 625) sees grunnvannstanden ved ca. 5-6 meters dyp. I borehull B13, som ble plassert ved posisjon 345, ble grunnvannstanden målt til 2.65 m under terrengoverflata, og fjell ble påtruffet ved 11 meters dyp (Kalskin og Hilmo, 1999). I dette opptaket ser dyp til fjell ut til å variere en god del langs profilet. Ved posisjon 0 erkjennes fjell ved ca. 16-17 meters dyp. Deretter følges fjelloverflata opp til ca. 10 meters dyp ved posisjon 45. Videre ser

fjellet ut til å danne en synform ned til om lag 15 meters dyp ved posisjon 70. Fjelloverflata stiger jevnt fra ca. 13 meters dyp ved posisjon 85 til ca. 7 meters dyp ved posisjon 125. Fram til posisjon 190 er fjelltopografien relativt horisontal. Fjelloverflata stuper deretter brått ned til ca. 18-19 meters dyp ved posisjon 203 og går slakt opp igjen til ca. 6 meters dyp ved posisjon 265. Fram til posisjon 400 er det vanskelig å følge fjellreflektoren. Dette kan skyldes overliggende morenemateriale nærmest fjelloverflata. Ved posisjon 400 kan fjelloverflata erkjennes ved ca. 10 meters dyp, videre ved ca. 5 meters dyp ved posisjon 427, og ved ca. 14 meters dyp ved posisjon 475. Herfra ser den ut til å undulere mellom ca. 10 og 15 meters dyp ut til enden av profilet. Boreloggen fra borehull B13 beskriver løsmassene som 4.7 m sand/1 m grusig sand/2 m sand/3 m morene.

#### P20

Løsmassene langs profilet tolkes som sand- og grusavsetninger. I dette profilet trer grunnvannsspeil tydelig fram ved ca. 5-6 meters dyp. Borehull B20, som ligger 50 m nordøst for posisjon 30, bekrefter en grunnvannstand på 6.5 m. Fjell ble her påtruffet ved 13.4 meters dyp. I opptaket kan fjelloverflata trolig erkjennes ved ca. 10-11 meters dyp ved posisjon 0. Fram mot posisjon 32 øker fjelldypet til ca. 14 m. Herfra undulerer fjelloverflata opp til ca. 8 meters dyp ved posisjon 170. Ut til enden av profilet ser fjelloverflata ut til å bølge mellom 5 og 10 meters dyp. I borehull B14, som ligger ca. 2 meter sør for enden av profilet (ca. posisjon 469), ble fjell påtruffet ved 7.2 meters dyp. Løsmassene ble beskrevet som 4.2 m sand/1 m sandig gruslag/2 m grus (Kalskin og Hilmo, 1999).

### **4.11 Tiurvegen**

Dette området ligger vest for Strandfossen kraftverk på vestsiden av Glomma. De øvre lag av løsmassene i området er kartlagt som breelv- og elveavsetninger (Bargel, 1982). Her er det utført georadarmålinger langs profilene P21 og P22, med en samlet lengde på 921 m. Opptakene og profilenes beliggenhet er presentert i kartbilag –14.

#### P21

Utholdende og parallelle reflektorer øverst i opptaket fram til posisjon 350 kan indikere finstoffdominerte avsetninger. Et mer hauget og uryddig reflektormønster øst for denne posisjonen kan representere sand- og grusavsetninger. Mellom posisjon 0 og posisjon 10 ser grunnvannsspeilet ut til å ligge ved ca. 4-5 meters dyp. Fra posisjon 80 til posisjon 310 undulerer grunnvannsspeilet mellom omlag 5 og 7 meters dyp. I resten av opptaket er det vanskelig å detektere grunnvannstanden. Fjelloverflata kan erkjennes langs store deler av opptaket. Fjellet skråner fra ca. 10 meters dyp ved posisjon 0 til ca. 21 meters dyp ved posisjon 103. Deretter følges fjelloverflata opp til grunnvannsspeil (5-6 meters dyp) ved posisjon 155. Fjelloverflata undulerer dernest langs grunnvannsspeil til posisjon 205. Herfra øker fjelldypet brått til ca. 15 meter ved posisjon 220. Fra dette dypet undulerer fjelloverflata gradvis opp mot ca. 3-4 meters dyp ved posisjon 360. Her kan det se ut til at fjelltopografien danner en terskel, og øst for denne er det altså vanskelig å detektere grunnvannsspeil. Langs resten av profilet øker løsmassetykkelsen jevnt, fra ca. 5 meter ved posisjon 370 til ca. 20

meter ved posisjon 568. En hyperbel ved posisjon 256 kan skyldes reflekser fra teknisk anlegg eller blokk.

## P22

I dette opptaket kan det umiddelbart se ut som om grunnvannsspeil ligger ved ca. 5-6 meters dyp. Spesielt mellom posisjonene 0 og 125 sees en klar reflektor i dette nivået. I borehull B12, som ligger ca. 40 m øst for posisjon 150, ble imidlertid grunnvannstanden målt til 11.95 m (Kalskin og Hilmo, 1999). På grunn av relativt grove masser i borehullet synes det lite sannsynlig at grunnvannsspeil ligger på to nivå i dette opptaket. Den omtalte reflektoren (ved 5-6 meters dyp) representerer trolig overgang til et stein- og gruslag som ble påtruffet ved 4 meters dyp i borehullet. Bruddstykker av en tilnærmet horisontal reflektor kan erkjennes mellom ca 10 til 12 meters dyp langs hele profilet. Reflektoren kan representere grunnvannsspeil. Flere steder langs opptaket (posisjonene 10, 40, 95, 110 og 185) sees skrålag som gjennomskjærer "grunnvannsreflektoren", og som således bekrefter denne. Ved posisjon 0 kan fjelloverflata erkjennes ved ca. 11 meters dyp, og følges tilnærmet rettlinjet ned til ca. 13 meters dyp ved posisjon 70. Deretter øker dypet til fjell brått til ca. 16-17 m fram mot posisjon 85. Herfra undulerer fjelloverflata trolig rundt ca. 15 meters dyp fram til posisjon 200. Mellom denne posisjonen (200) og posisjon 275 ser fjellet ut til å danne en synform med et største dyp på ca. 24 m ved posisjon 240. Fra posisjon 275 til enden av profilet ligger fjelloverflata ved ca. 17-19 meters dyp. Kryssende skrå reflektorer i posisjonene 275 og 295 skyldes sidereflekser fra tekniske anlegg.

## 5 OPPSUMMERING

### Strandstykket – Søbakken

P1: Løsmassene tolkes som lagdeling av finsand, sand og grus over morene fjell. Det er vanskelig å skille fjell fra morene i opptaket. Dyp til morene/fjell varierer fra 10 til 25 meters dyp. Grunnvannsspeil erkjennes ved ca. 10-12 meters dyp.

P2: Sonderboring B9 bekrefter lagdelinger av finsand, sand og grus ned til 16 meters dyp, samt morene fra 16-22 meter. I borehullet er grunnvannstanden målt til 11.2 m. I opptaket ser grunnvannsspeil ut til å ligge ved ca. 8 meters dyp i starten av profilet, økende til ca. 12 m mot enden av profilet. Moreneoverflata antydes å ligge ved ca. 10-13 meters dyp i første del av profilet. Fjelloverflata kan stedvis antydes mellom 20-25 meters dyp.

P3: Borehullsloggene fra 4 borehull (B24, B25, B26 og B10) langs profilet bekrefter løsmassene i hovedsak som silt/finsand over sand og grus, med underliggende morene. Fjell er påvist ved 18 meters dyp (B10). I opptaket undulerer fjelloverflata mellom ca. 10 og 27 meters dyp. Grunnvannsspeil er tolket til å ligge ved max ca. 8-10 meters dyp, avtagende til ca. 1 meter mot slutten av profilet.

P4: Opptaket viser trolig lag av sand og grus ned til ca. 10 meters dyp, med underliggende masser med større variasjon i kornstørrelse. Grunnvannsspeil varierer muligens fra ca. 6 til 10 meters dyp. Fjelloverflata kan ikke erkjennes i opptaket. Dyp til fjell er trolig større enn 20 m.

### Elverum ungdomsskole

#### P5

Løsmassene består trolig av lagdelinger av finsand/sand og grus. Grunnvannstanden varierer fra ca. 5 til 8 m. Fjelloverflata undulerer mellom ca. 6 og 20 meters dyp.

#### P6

Sonderboring B16 bekrefter en tolking av opptaket som lagdelinger av finsand, sand og grus. Grunnvannsspeil sees tydelig ved ca. 6-7 meters dyp, og fjelloverflata antas å ligge mellom 15 og 22 meter.

### Elverum sentrum

#### P7

Løsmassene antas å bestå av lagdelt sand/finsand ned til 5-10 meters dyp over grovere, grusdominerte masser. Grunnvannsspeil er vanskelig å påvise, men kan muligens stedvis antydes mellom 6 og 10 meters dyp. Dyp til fjell kan bare erkjennes i de første 45 meterne av profilet. Her følges fjelloverflata fra henholdsvis ca. 20 meters dyp til ca. 6 meters dyp.

#### P8

Opptaket viser i store trekk et 2-3 meter tykt topplag av sand og grus. Under topplaget sees mer ensgradert materiale ned til ca. 5 til 8 meters dyp. Mellom disse ensgraderte massene og fjell antas det å ligge grusdominert materiale. Også i dette opptaket er det vanskelig å påvise grunnvannsspeil. Grunnvannstanden er målt til 5.2 m i borehull B6. Fjelloverflata kan trolig erkjennes mellom ca. 10 og 13 meters dyp.

## P9

Sonderboring B6 bekrefter en tolking av opptaket som sand ned til ca. 9-10 meters dyp over grusdominert sand. Grunnvannsspeil kan muligens antydes fra ca. 4-5 meters dyp til ca. 10 meters dyp. Fjelloverflata kan trolig følges fra ca. 15 til ca. 11 meters dyp.

## Elverum videreg. skole

### P23 og P24

I disse opptakene ser løsmassene ut til å bestå av sekvensene sand/finsand/grus/morene. Det er vanskelig å påvise fjelloverflata i opptaket. Den kan muligens erkjennes mellom ca. 11 og 18 meters dyp. Grunnvannstanden er trolig mindre enn 5 m.

## Mastmoen

### P10

Opptaket viser et relativt begrenset løsmassedyb, og det er vanskelig å skille morene- og fjelloverflata. Grunnvannsspeil antas å ligge mellom 3 og 6 meters dyp, mens fjell/morene kan sees mellom 5 og 9 meters dyp. Dyp til fjell/morene kan stedvis være mindre enn 5 meter.

## Hanstad

### P11

Borehull B7 bekrefter at løsmassene består av lagdelinger av sand og grus i deltautbygging. Grunnvannsspeil ligger innenfor 3 til 5 meters dyp, og fjelloverflata kan følges fra 3 til 10 meters dyp.

### P12

Løsmassene bekreftes, i borehull B4, å bestå av vekslinger mellom sand og grus. I dette opptaket antas grunnvannsspeil å ligge mellom 5 og 7 meters dyp, og fjelloverflata undulerer mellom ca. 5 og 13 m. Lokalt går fjelloverflata ned til ca. 18 meters dyp.

## Liheim

### P13

I dette opptaket tolkes løsmassene å bestå av sand- og grusavsetninger. Grunnvannsspeil kan erkjennes mellom 2 og 5 meters dyp. I starten av profilet antas grunnvannsstanden å være mindre enn 2 meter. Fjelloverflata trer ikke tydelig fram i opptaket. Gjennomsnittlig fjelldyp er trolig mindre enn 10 m. Lokalt antas dyp til fjell å ligge ved ca. 2-3 m.

### P14

I første halvdel av profilet ser løsmassene ut til å bestå av ensgradert materiale, trolig finstoff. Tydelige skrålag i resten av profilet indikerer deltautbygde sand- og gruslag. Grunnvannsstanden varierer mellom ca. 2 til 8 meters dyp. Fjelloverflata undulerer fra ca. 4 til 15 meters dyp.

## Gamle Trysilveg

### P15

I sonderboring B21 bekreftes løsmassene som seksjoner av sand, silt, finsand, grus og morene. Grunnvannsspeil trer tydelig fram mellom ca. 5 og 15 meters dyp. Fjelloverflata

ligger for dyp til at den kan detekteres i første halvdel av profilet (> 15-20 meters dyp). Langs resten av profilet ser fjelloverflata ut til å undulere mellom ca. 10 og 19 meters dyp.

### **Industrigata**

#### **P16**

Løsmassene består i hovedsak av sand og grus. Grunnvannsdypet varierer mellom 10 og 13 m. Tolkningene bekreftes i sonderboring B52. Fjellreflektoren er vanskelig å detektere i opptaket (muligens mellom ca. 10 og 15 meters dyp). I borehull B52 er fjell påtruffet ved 14 meters dyp.

#### **P17**

Opptaket viser stort sett sand- og grusavsetninger. Grunnvannsspeil ser ut til å ligge ved ca. 12 meters dyp. Fjelloverflata undulerer mellom 10 og 17 meters dyp.

#### **P18**

Opptaket er tolket som sand og grusavsetninger med stedvise innslag av finstoffdominerte masser. Grunnvannet kan sees ved ca. 7 til 13 meters dyp, mens fjelloverflata kan erkjennes fra 10 til 19 meters dyp.

### **Grindalsmoen**

#### **P19**

Løsmassene består trolig av silt, sand, grus og morene. Grunnvannspeil varierer fra 2 til 6 meters dyp. Opptaket viser store variasjoner i fjelldyp langs profilet. Fjelloverflata undulerer mellom 5 og 19 meters dyp. Tolkningen bekreftes av observasjoner i borehull B13.

#### **P20**

Løsmassene er tolket som sand- og grusavsetninger. Grunnvannsspeil trer tydelig fram ved ca. 5-6 meters dyp. Dyp til fjell ser ut til å variere mellom ca. 5 og 14 m. Tolkning av løsmassesammensetning og dyp til grunnvann og fjell bekreftes i borehullene B20 og B14.

### **Tiurvegen**

#### **P21**

I dette opptaket tolkes løsmassene å variere fra silt til grus. Grunnvannsspeil sees mellom 4 og 7 meters dyp, mens fjelloverflata ser ut til å undulere fra ca. 3 til 20 meters dyp.

#### **P22**

Opptaket viser i hovedsak sand- og grusavsetninger. Grunnvannsspeil kan se ut til å ligge ved ca. 10-12 meters dyp. Fjelloverflata kan stort sett erkjennes mellom ca. 11 og 19 meters dyp, lokalt ned til ca. 24 meter.

## REFERANSER

- Bargel, T.H. 1982: Elverum, Kwartærgeologisk kart 2016 IV, 1:50.000. Norges geologiske undersøkelse.
- Hillestad, G. 1972: Seismisk undersøkelse Grindalsmoen Elverum, Hedmark. *NGU Rapport 1135*.
- Hillestad, G. 1991: Seismisk grunnundersøkelse Elverum, Hedmark. *NGU Rapport 1752*.
- Lauritsen, T. 1998: Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Elverum og Heradsbygd. *NGU Rapport 98.045*.
- Kalskin, R. og Hilmo, B.O. 1999: Kartlegging av potensialet for grunnvarmeuttak fra løsmasser i Elverum. *NGU Rapport 99.008*.

## GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

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

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

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

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

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

hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetsstallet.  $\epsilon_r$ -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  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

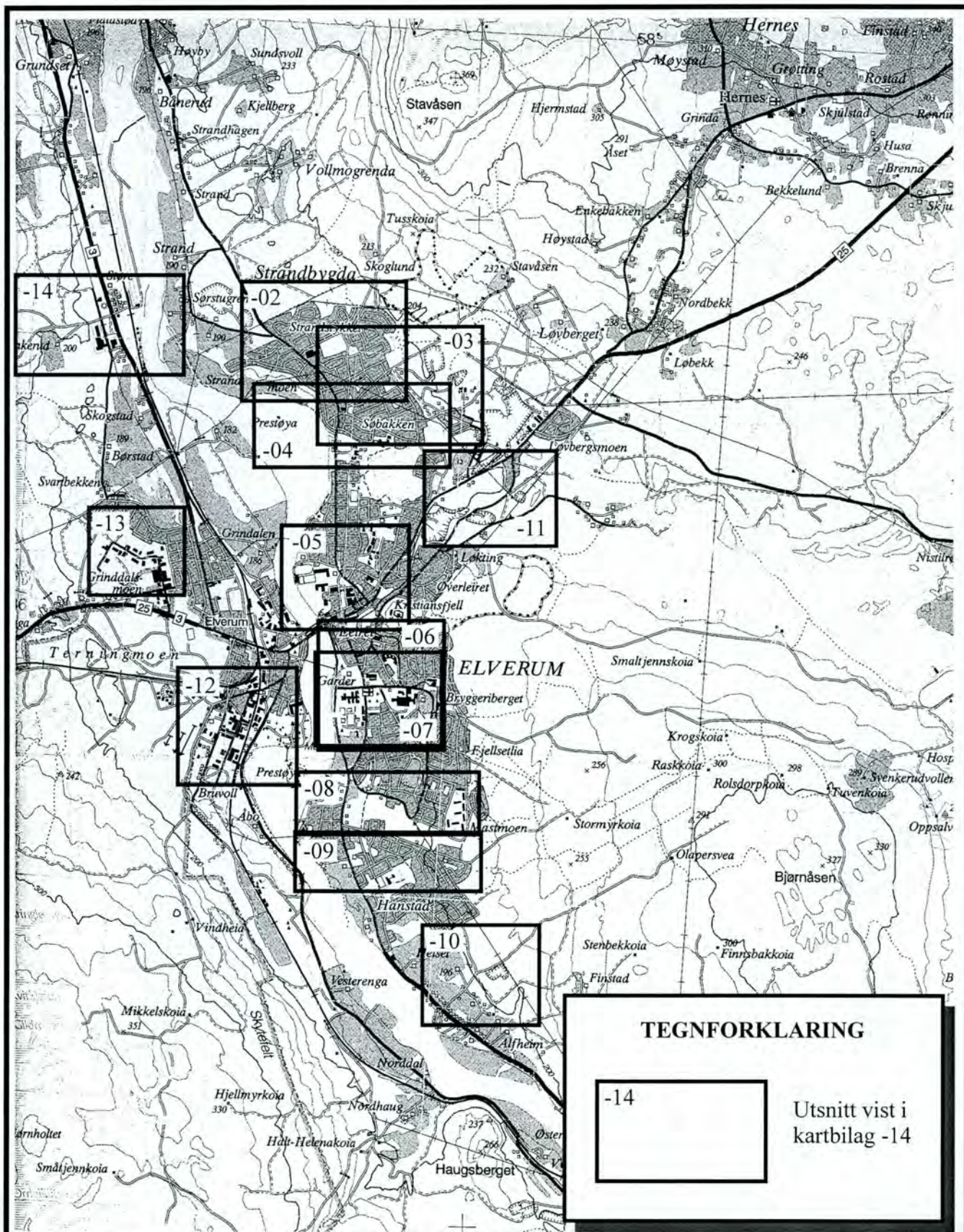


Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin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

<u>Medium</u>	<u><math>\epsilon_r</math></u>	<u><math>v</math> (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 dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.





NGU

Oversiktskart - Georadarmålinger

# ELVERUM

ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

September - 98

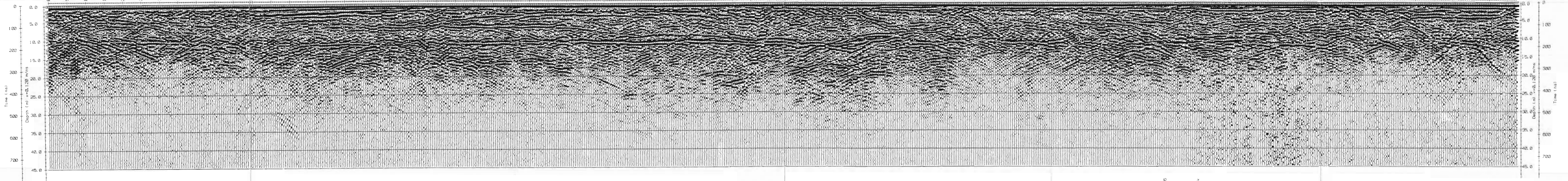
Mars - 99

TEGNING NR  
99.024-01

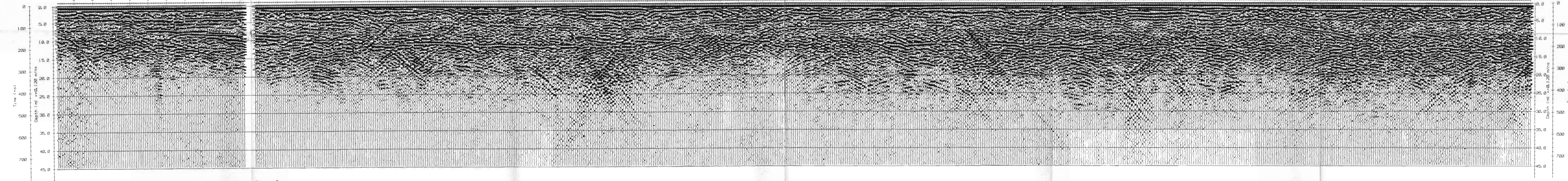
KARTBLAD NR  
2016 IV



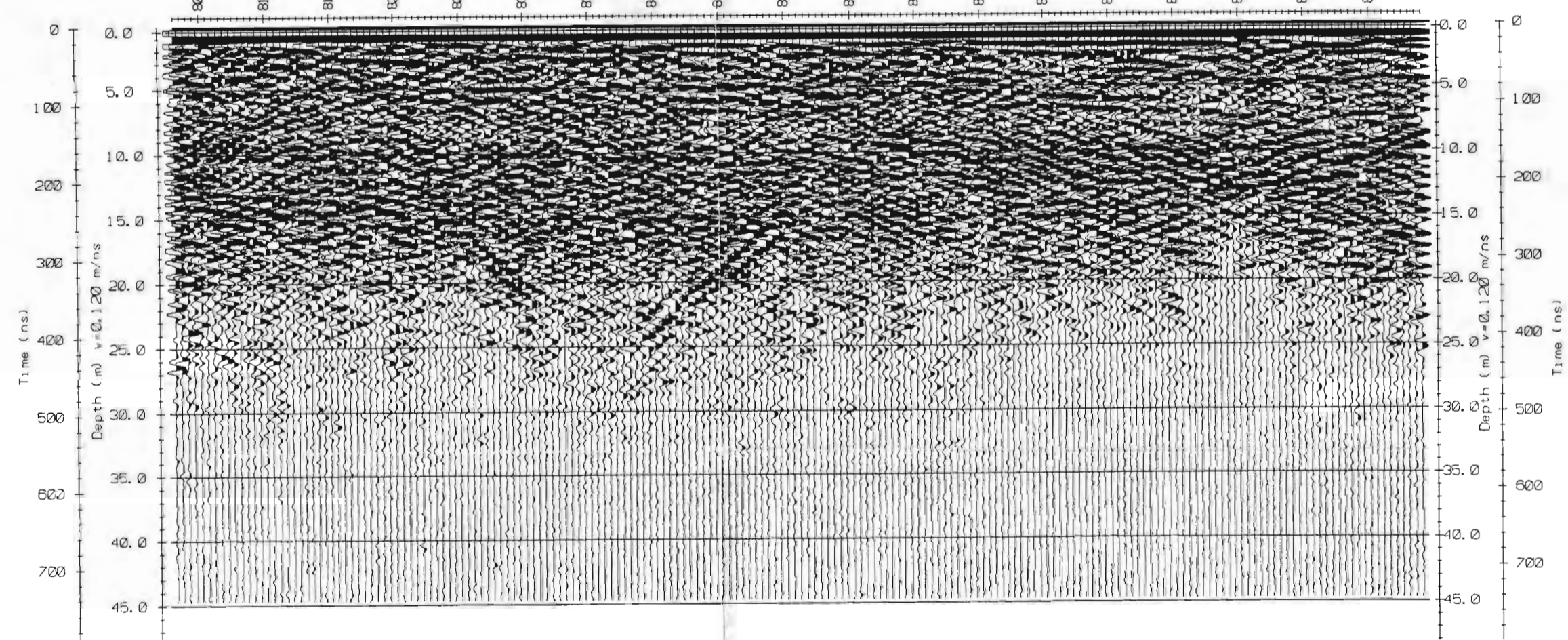
PROFIL 1



PROFIL 1, forts.



PROFIL 1, forts.

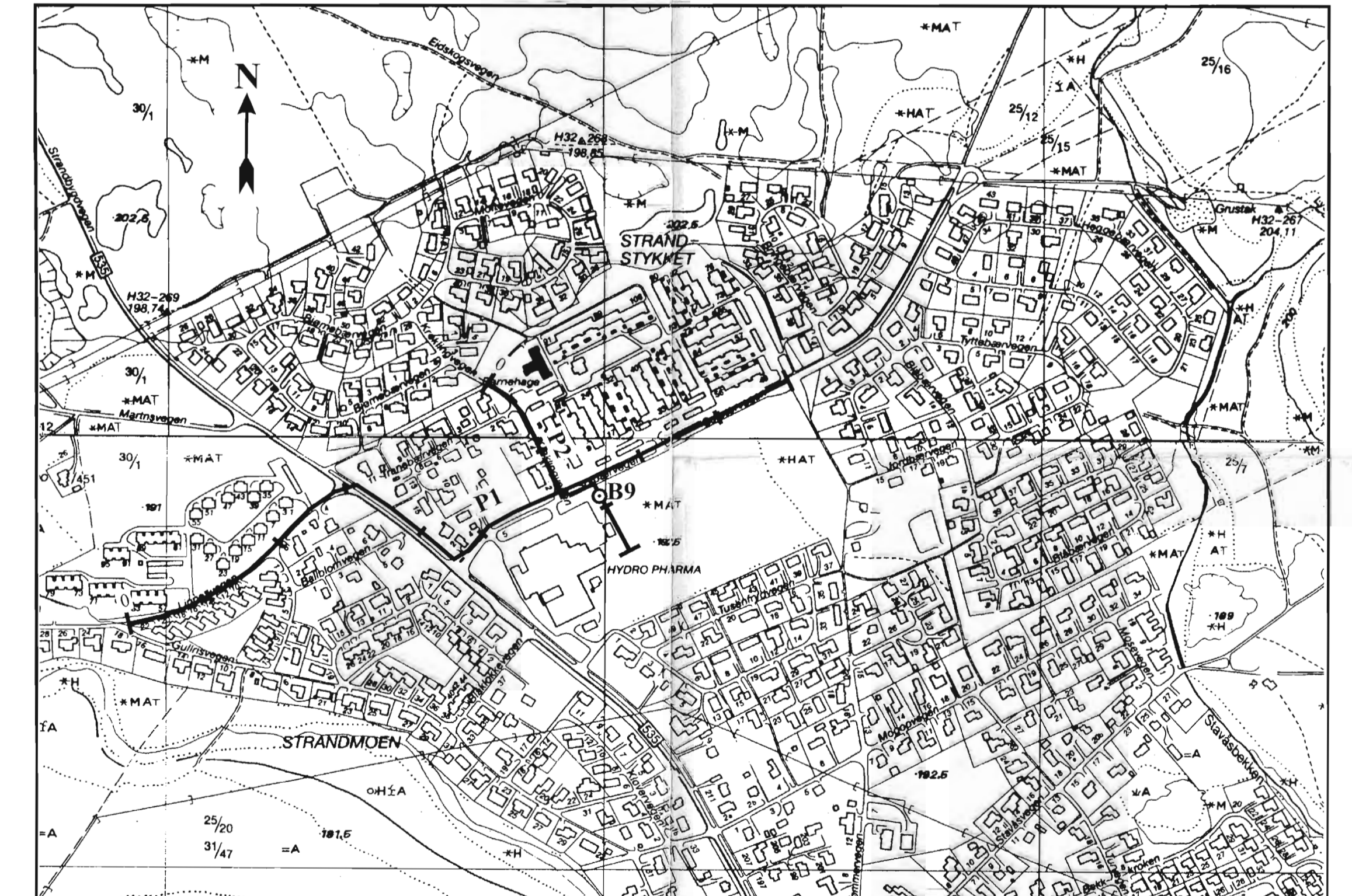
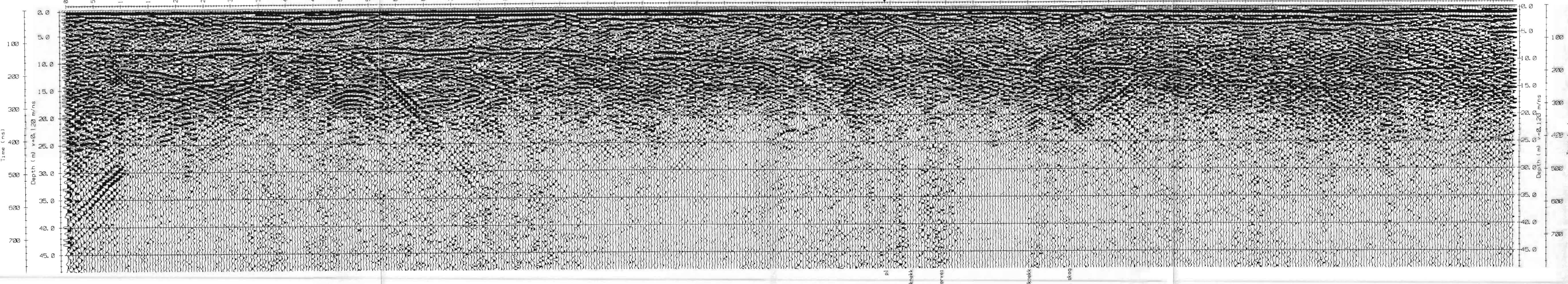


TEGNFORKLARING  
(opptak)

P2 ↓ Krystende georadarprofil

B9 ○ Sondring

PROFIL 2



TEGNFORKLARING  
(Kart)

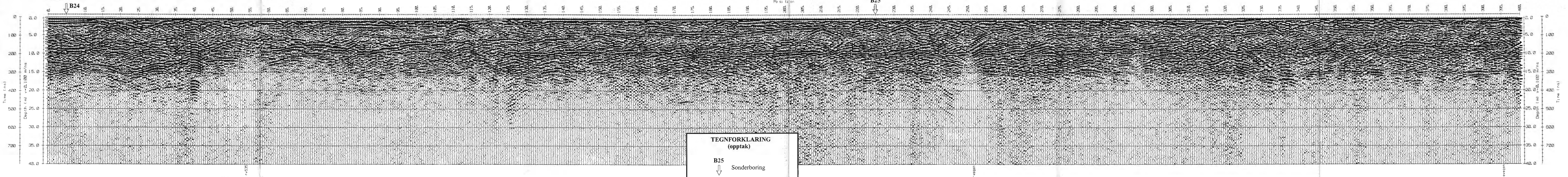
P1 — Georadarprofil m/ startpunkt og markering for hver 100 m

B9 ○ Sondring

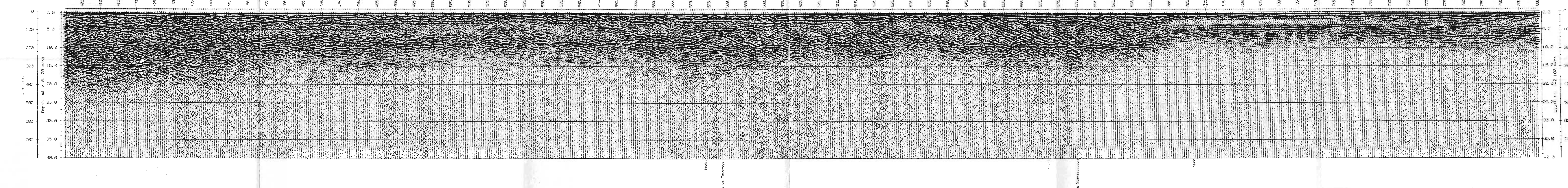
NGU GEORADAROPPTAK, P1 OG P2 STRANDSTYKKET ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MALT T.L. September 1999 TEGN T.L. April 1999 FRAC KFR
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 99.024-02	KARTBLAD NR 2016 IV



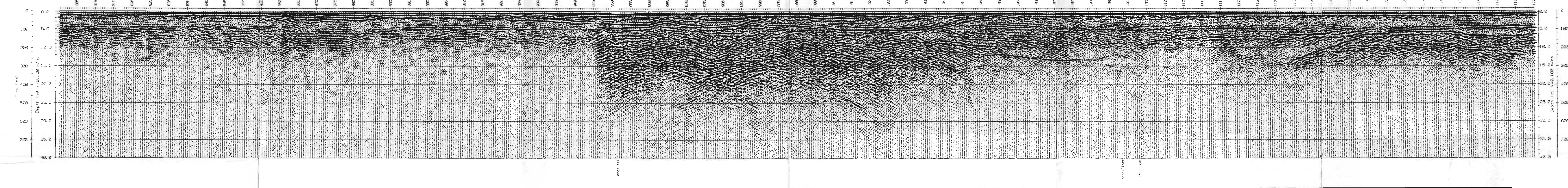
**PROFIL 3**



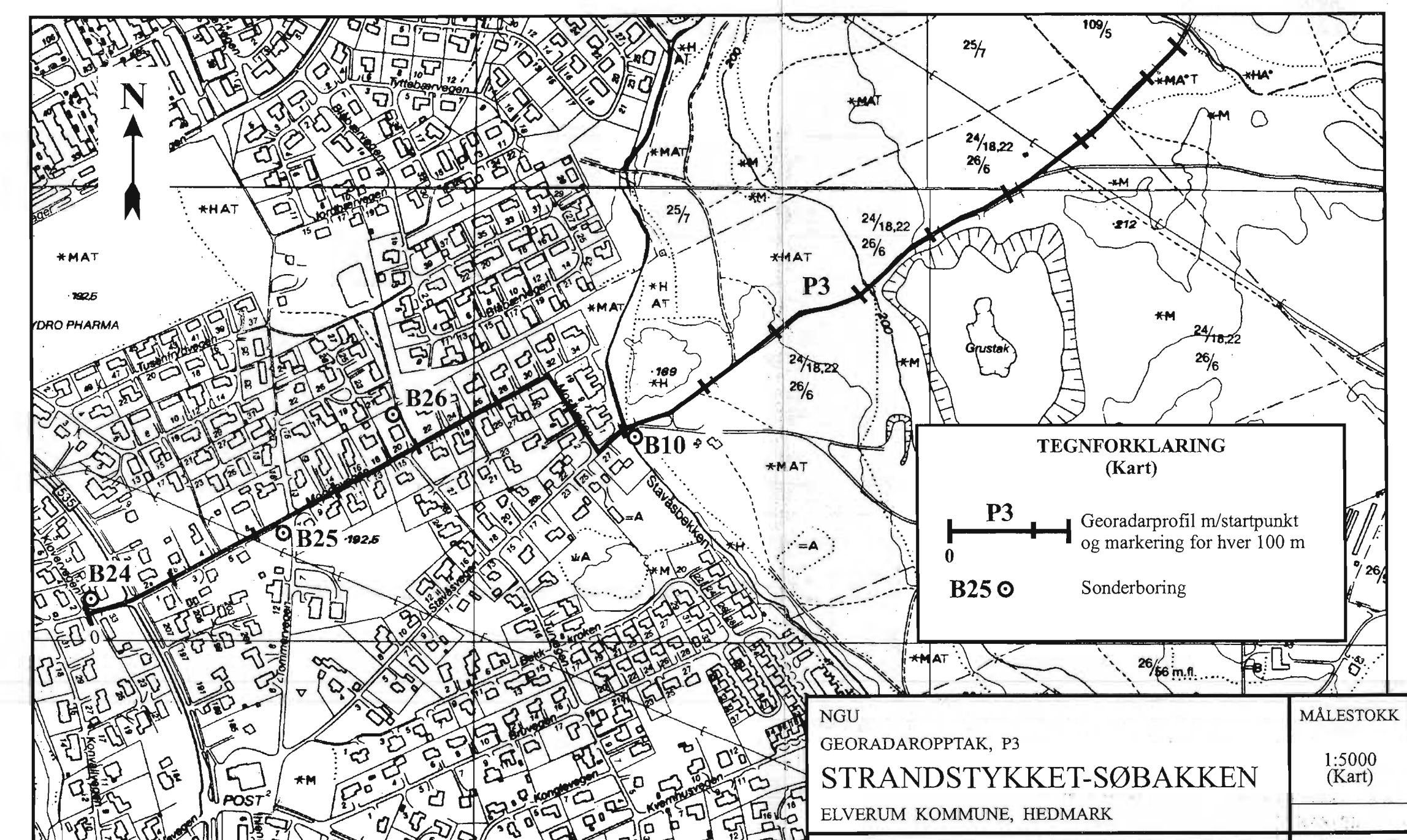
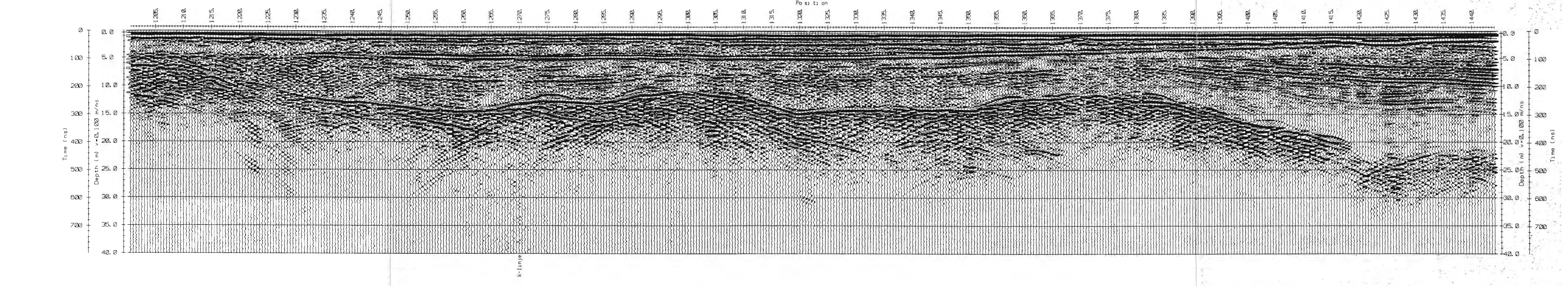
**PROFIL 3, forts.**



**PROFIL 3, forts.**



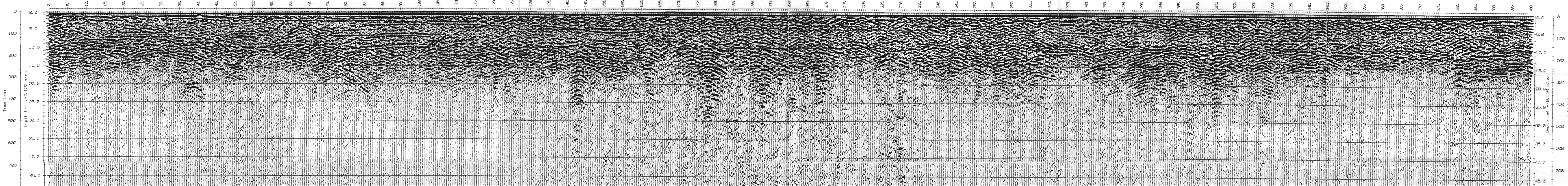
**PROFIL 3, forts.**



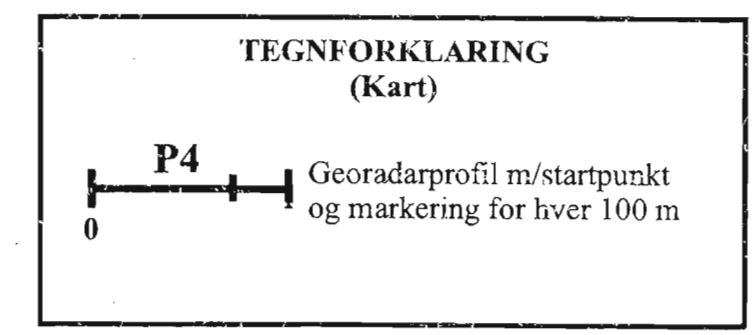
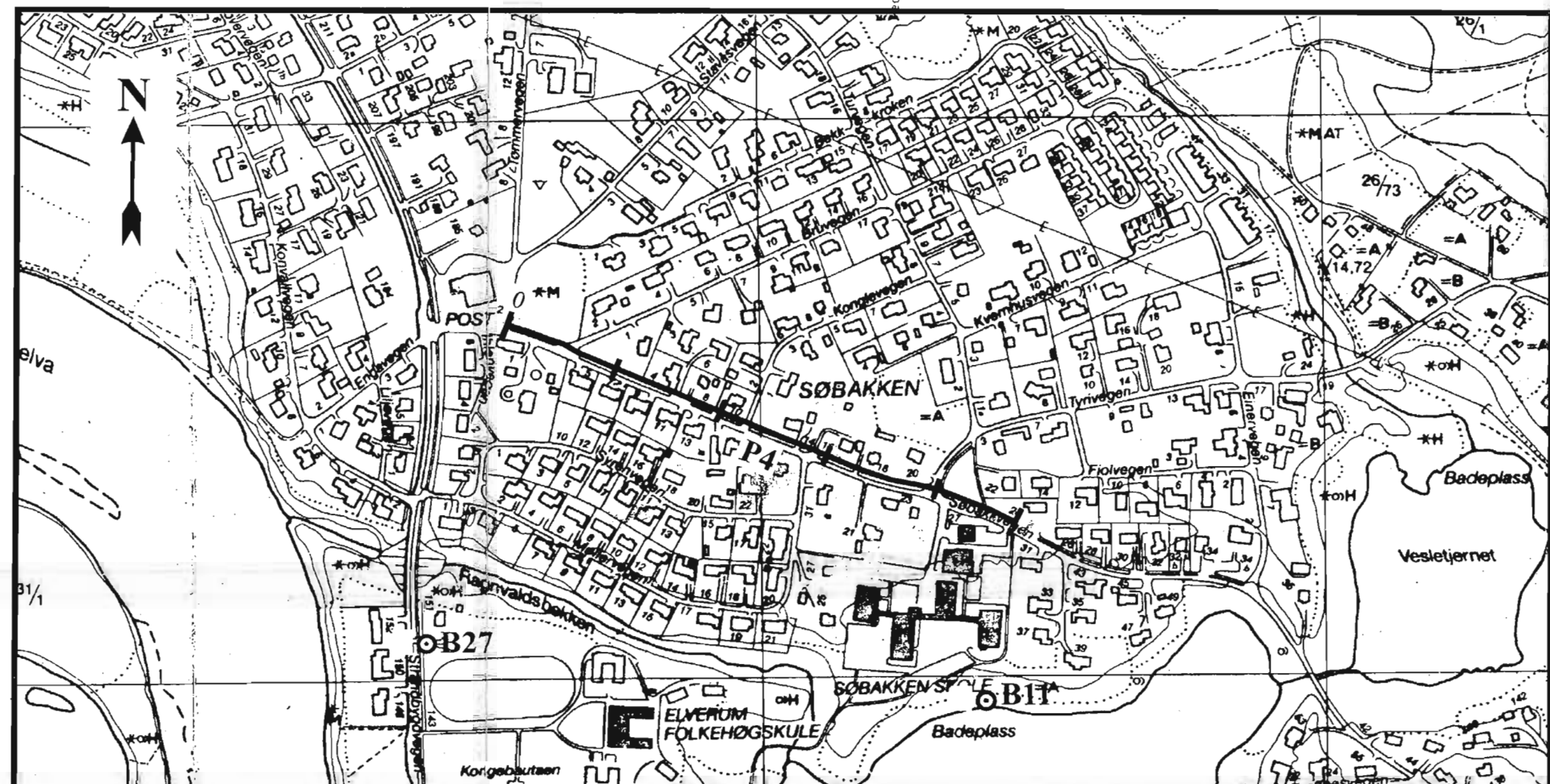
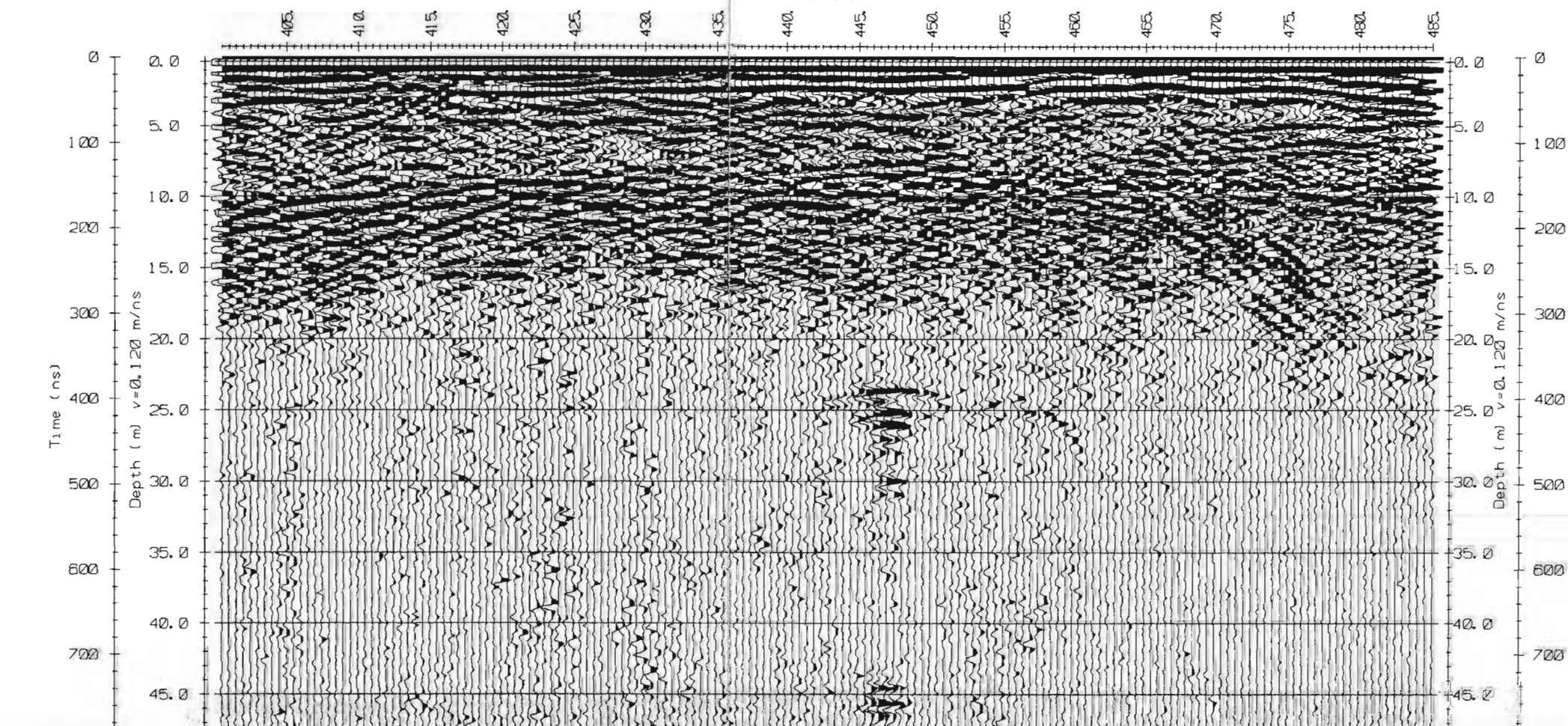
NGU GEORADAROPPTAK, P3 STRANDSTYKKET-SØBAKKEN ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	September 1998 April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR 99.024-03	KARTBLAD NR 2016 IV	



**PROFIL 4**



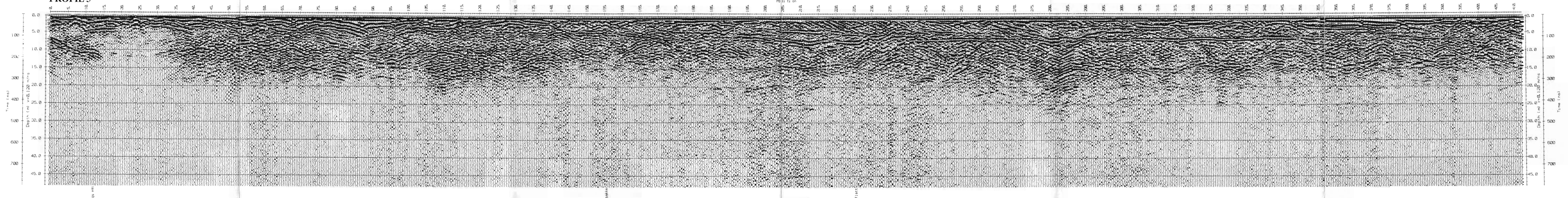
**PROFIL 4, forts.**



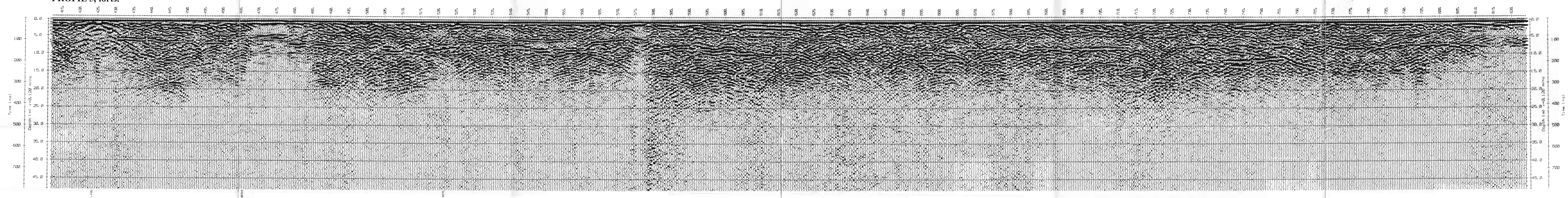
NGU GEORADAROPPTAK, P4 <b>SØBAKKEN</b> ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	September 1999
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	99.024-04	2016 IV	



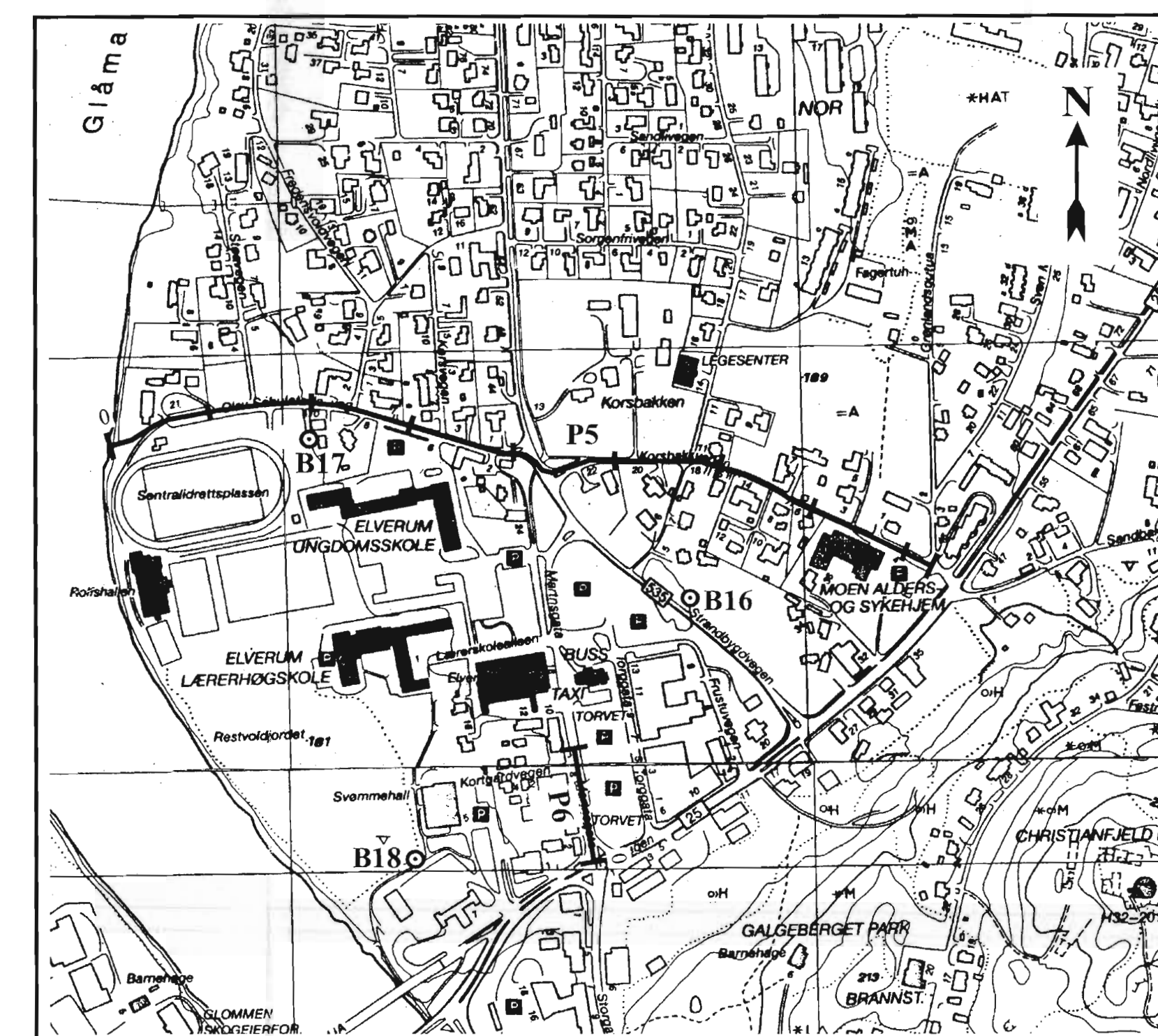
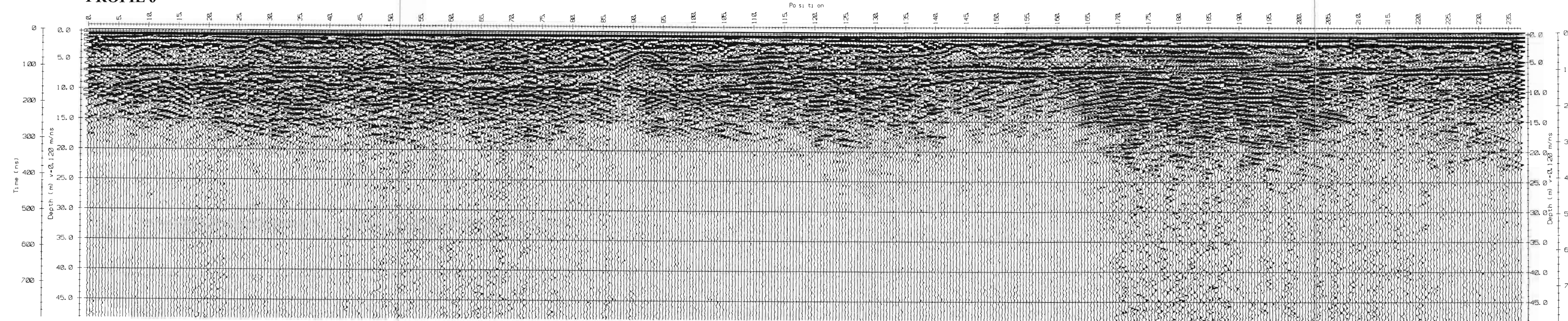
**PROFIL 5**



**PROFIL 5, forts.**



**PROFIL 6**



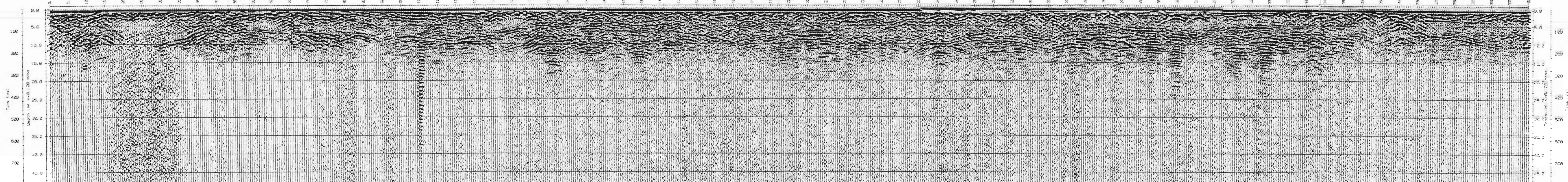
**TEGNFORKLARING (Kart)**

**P5** Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

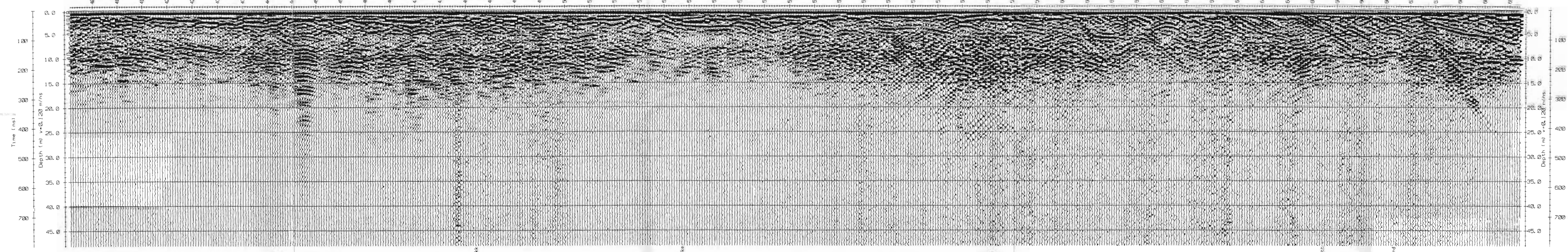
NGU GEORADAROPPTAK, P5 OG P6 <b>ELVERUM UNGDOMSSKOLE</b> ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	September 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	99.024-05	2016 IV	



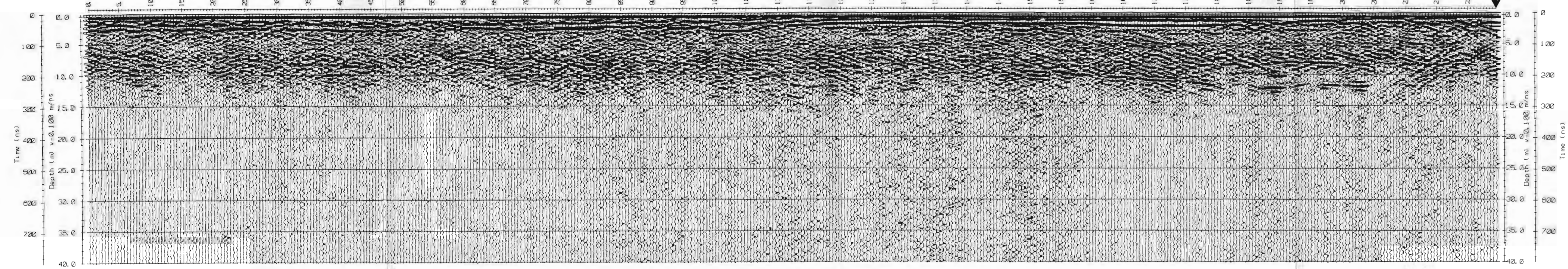
PROFIL 7



PROFIL 7, forts.

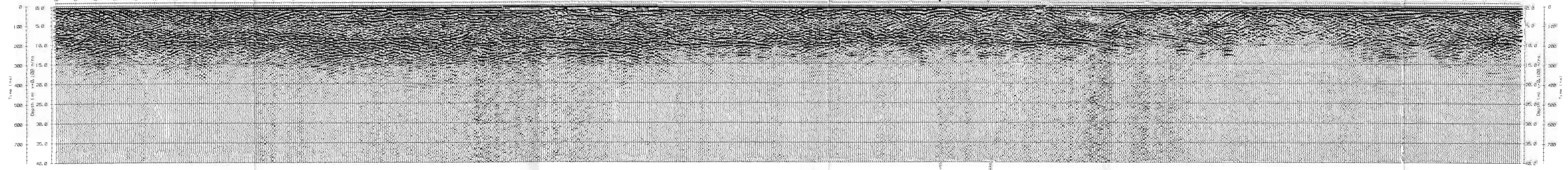


PROFIL 8

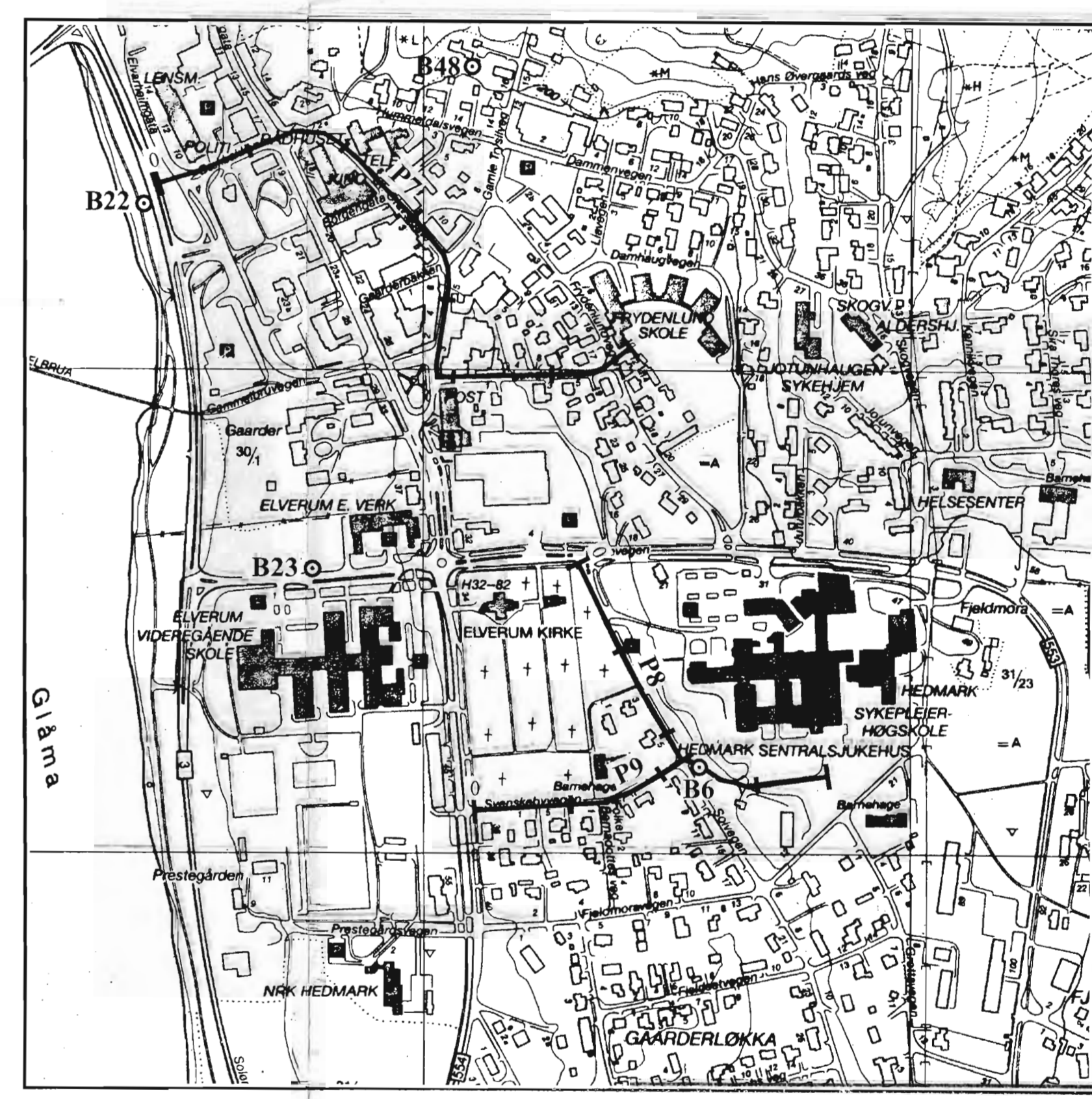


TEGNFORKLARING (opptak)  
 P8 ↓ Kryssende georadarprofil  
 B6 ↓ Sondring

PROFIL 9



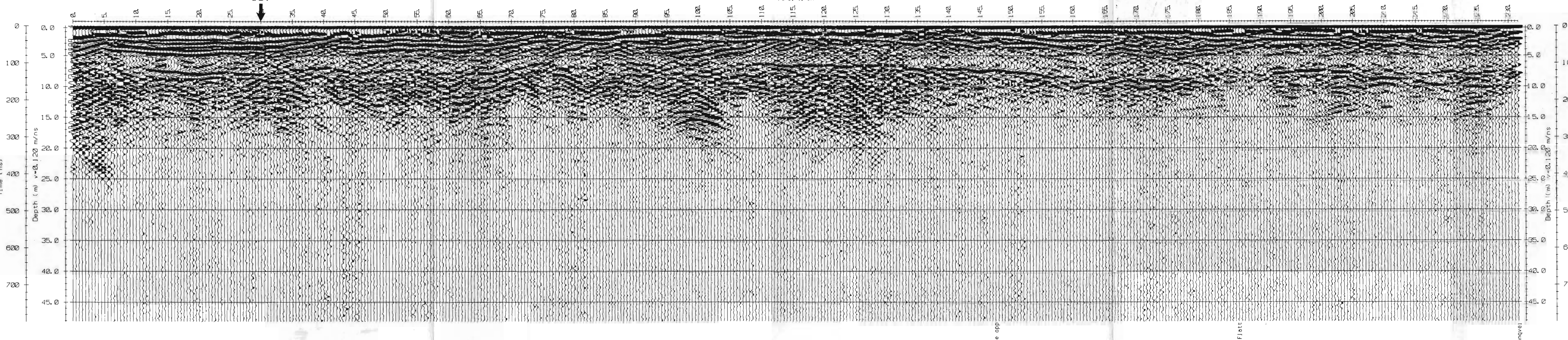
TEGNFORKLARING (Kart)  
 P8 — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m  
 B6○ Sondring



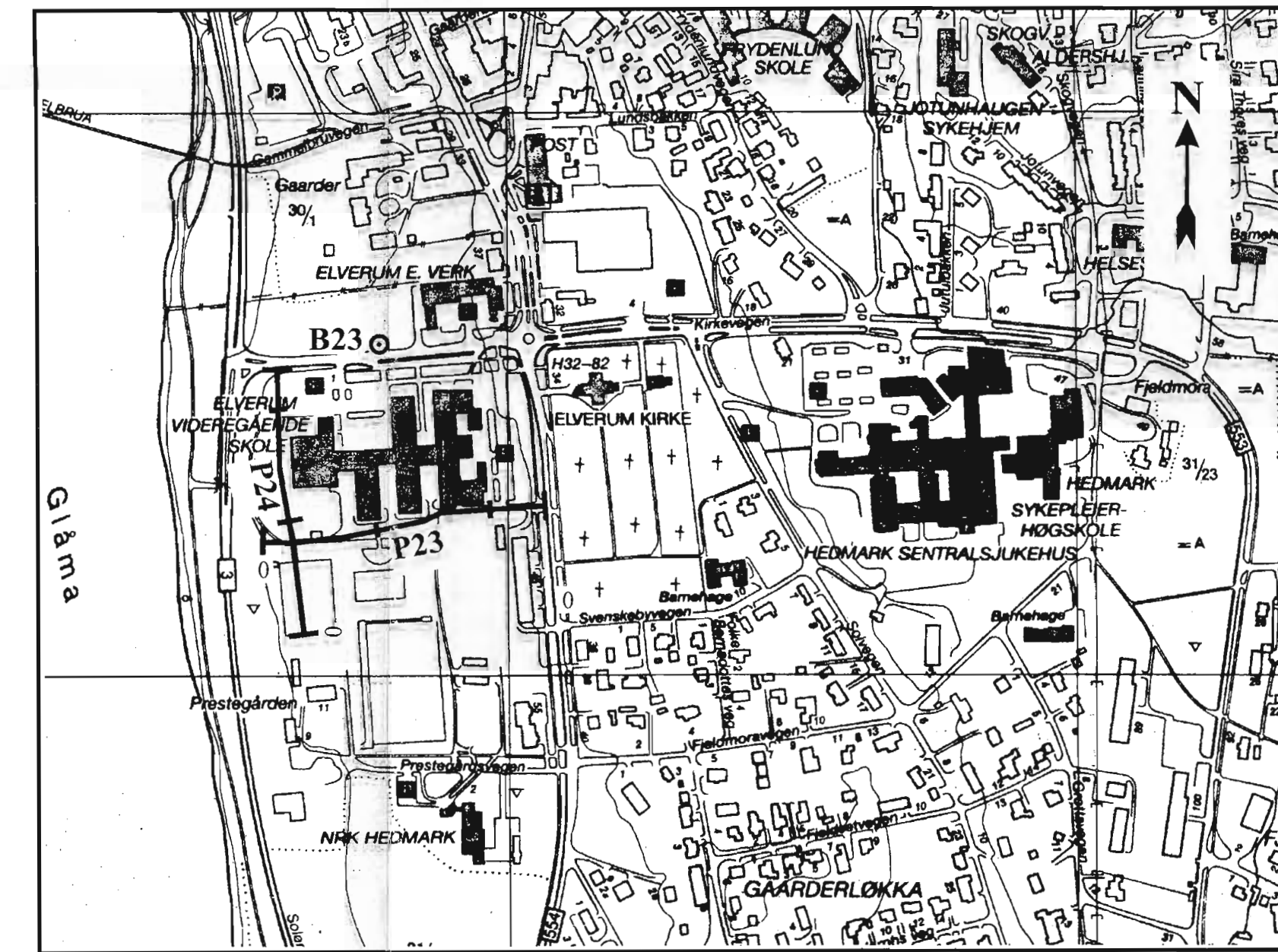


**PROFIL 23**

P24



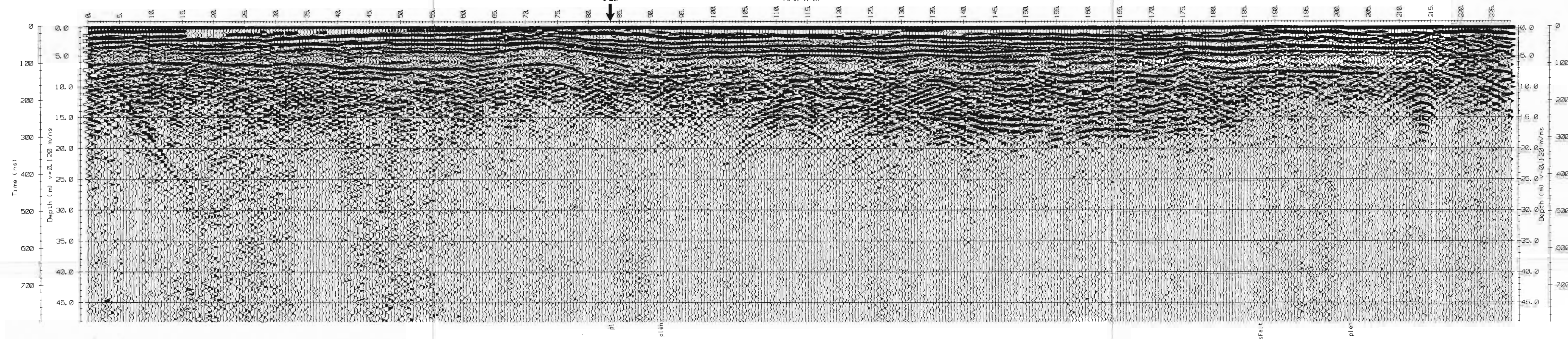
**TEGNFORKLARING (opptak)**  
 P23  
 ↓ Kryssende georadarprofil



**TEGNFORKLARING (Kart)**  
 P23 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

**PROFIL 24**

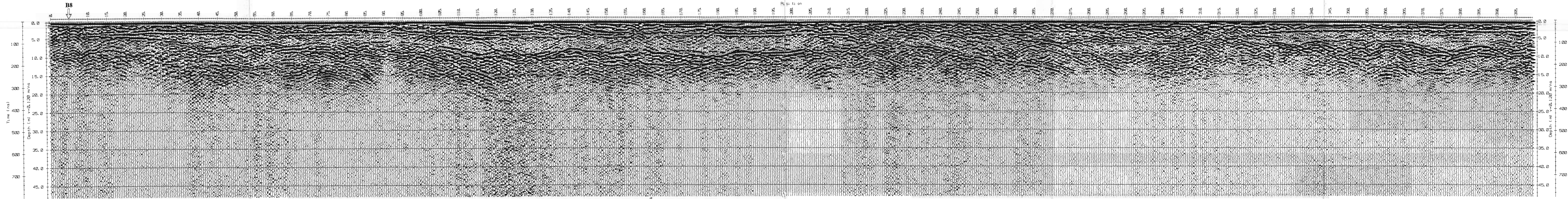
P23



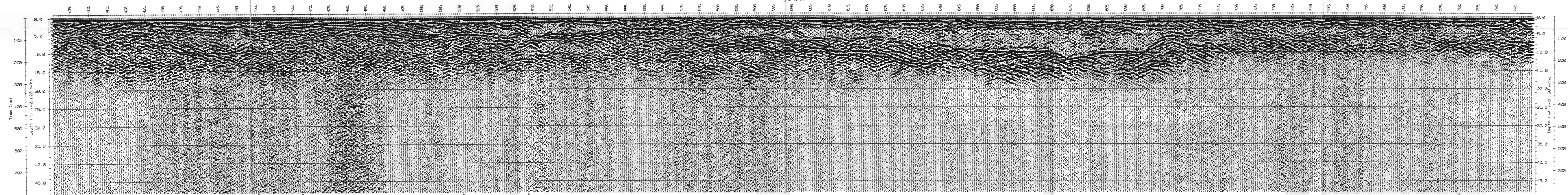
NGU GEORADAROPPTAK, P23 OG P24 ELVERUM VIDEREG. SKOLE ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	September 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 99.024-07	KARTBLAD NR 2016 IV	



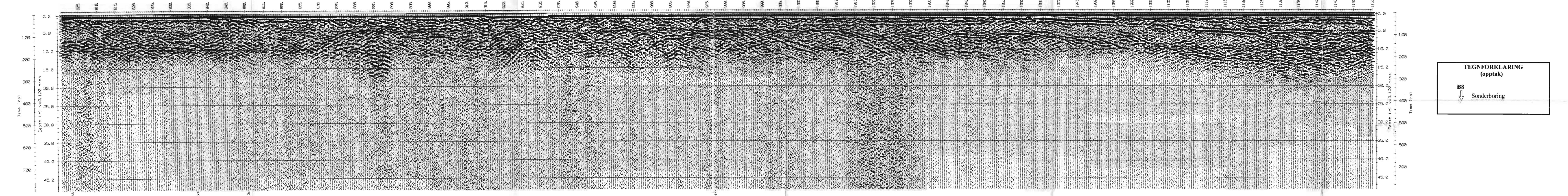
PROFIL 10



PROFIL 10, forts.

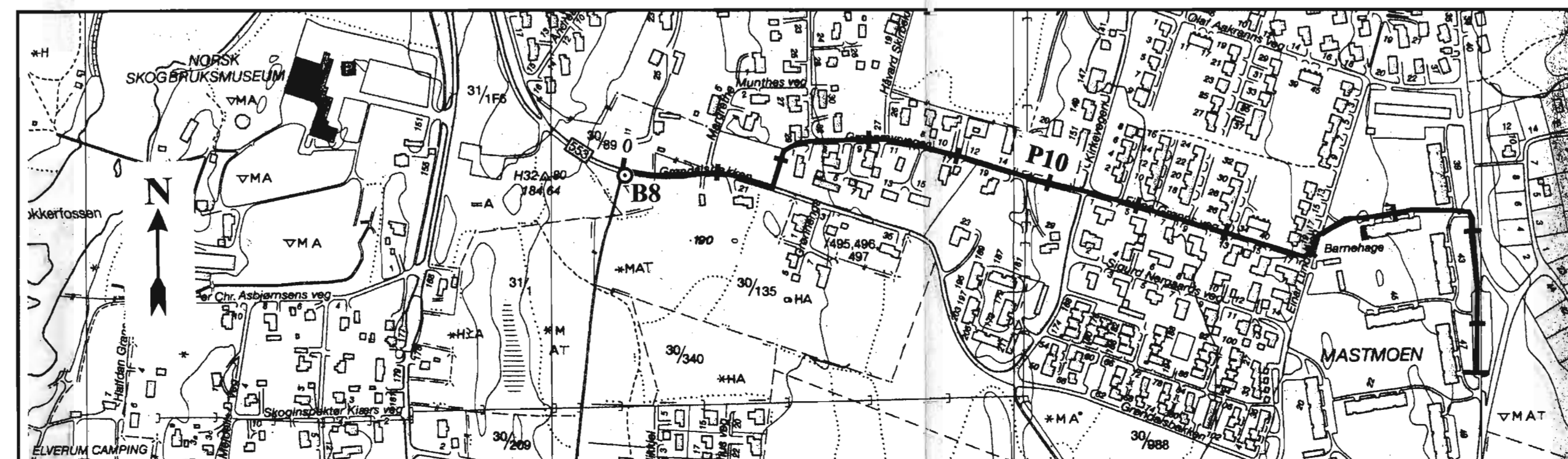


PROFIL 10, forts.



TEGNFORKLARING  
(opptak)

B8  
↓  
Sonderboring



TEGNFORKLARING  
(Kart)

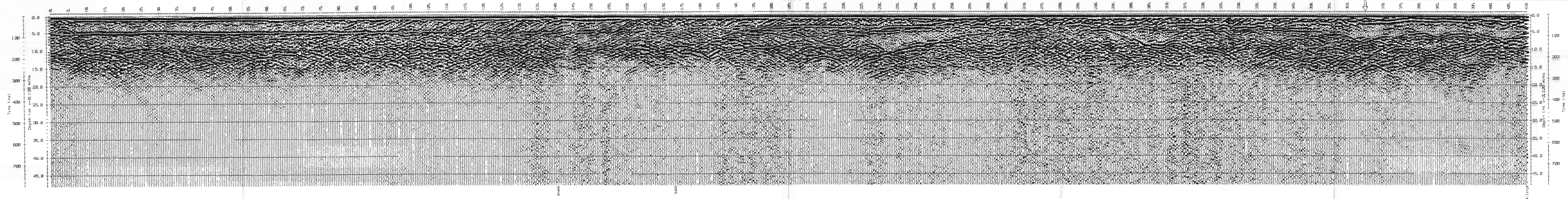
P10 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

B8○ Sonderboring

NGU GEORADAROPPTAK, P10 <b>MASTMOEN</b> ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLSTOKK	MÅLT T.L.	September 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	99.024-08	2016 IV	



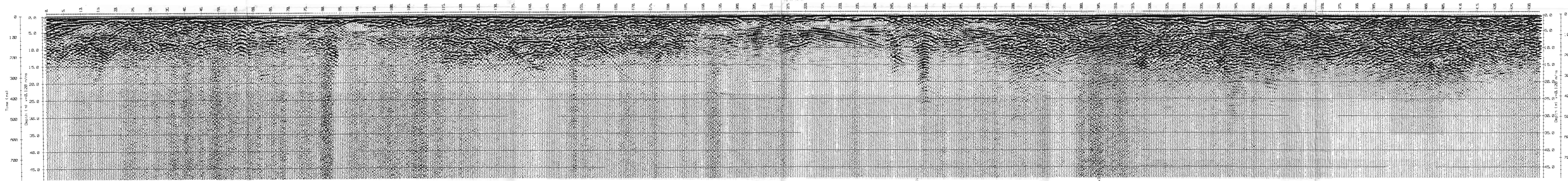
PROFIL 11



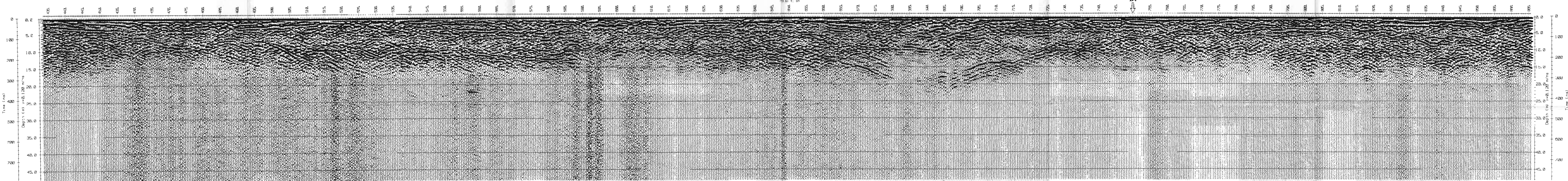
TEGNFORKLARING  
(opptak)

B4  
↓  
Sonderboring

PROFIL 12



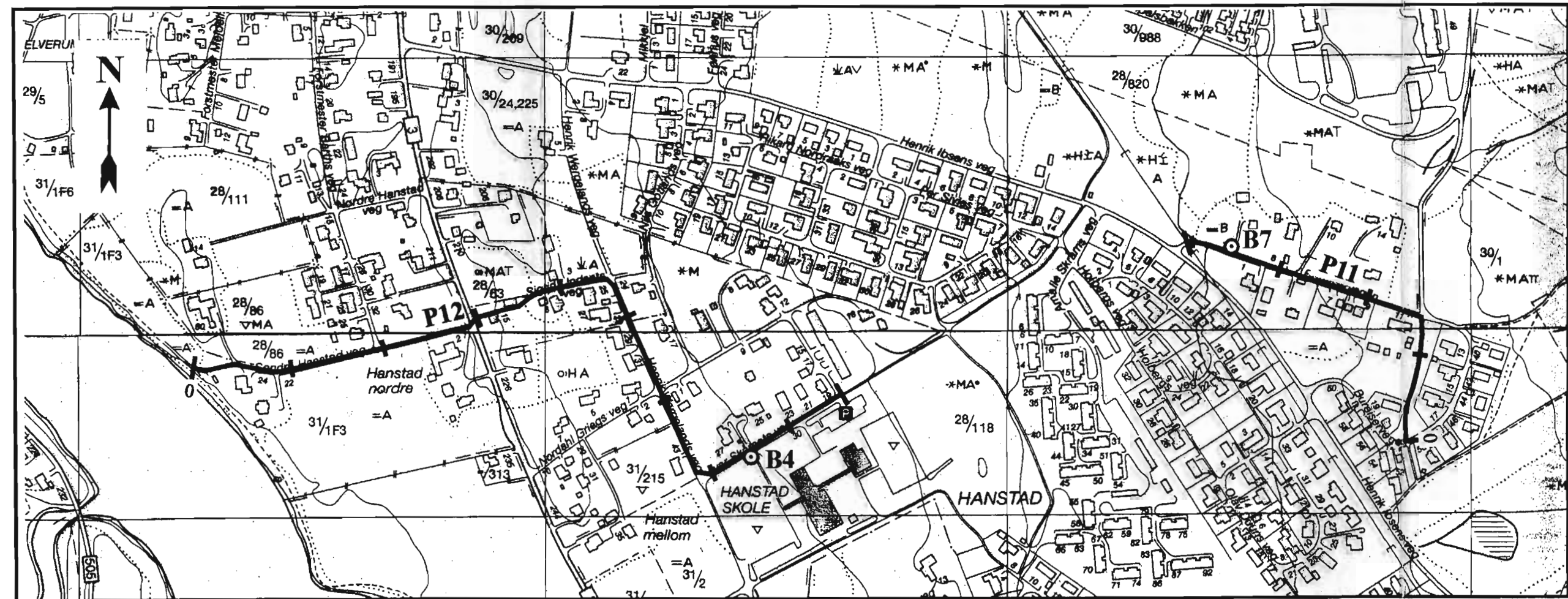
PROFIL 12, forts.



TEGNFORKLARING  
(Kart)

P12  
|-----|  
0 100m Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

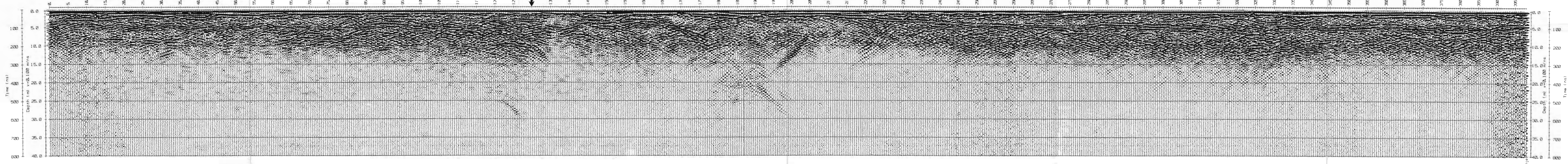
B4 ⊙  
Sonderboring



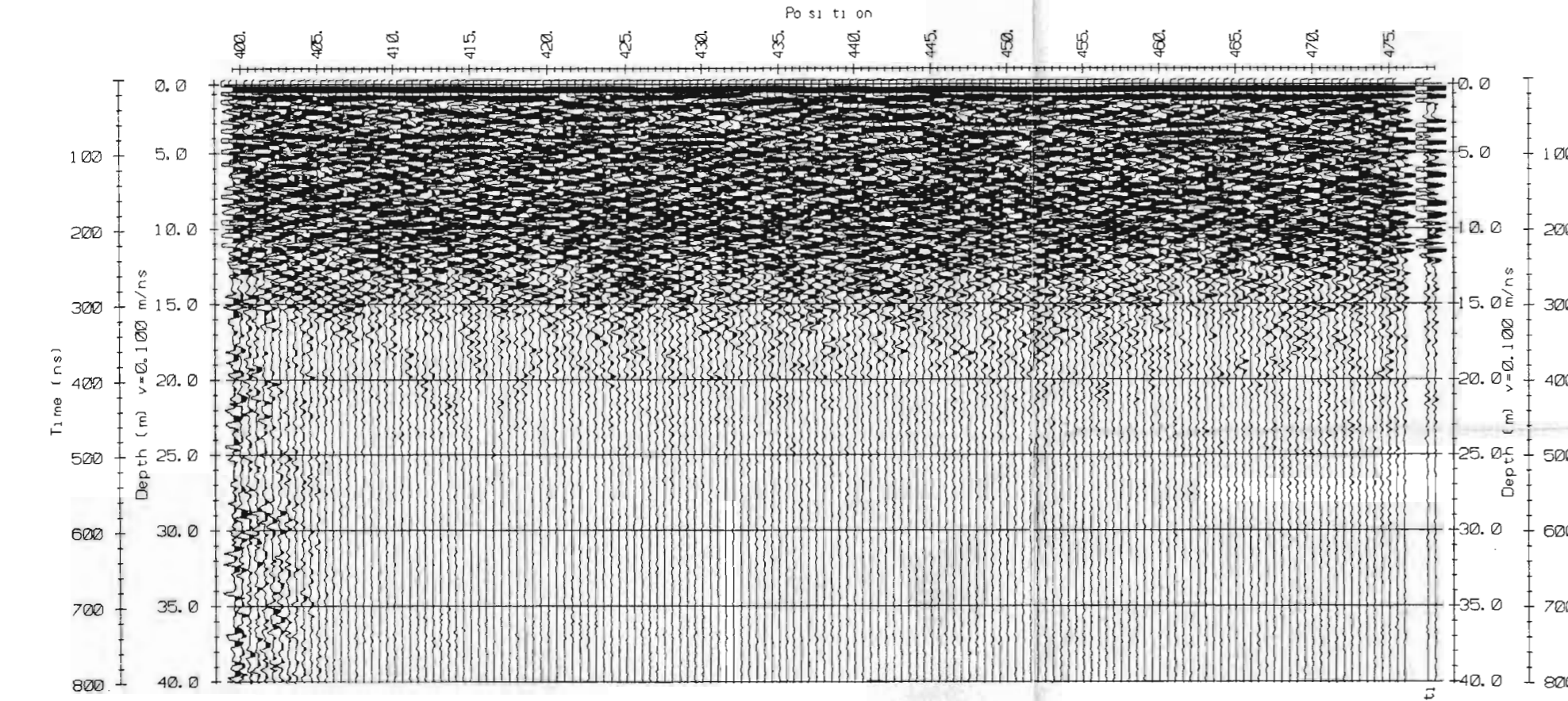
NGU GEORADAROPPTAK, P11 OG P12 HANSTAD ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT T.L. September 1998
		TEGN T.L. April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 99.024-09	KARTBLAD NR 2016 JV



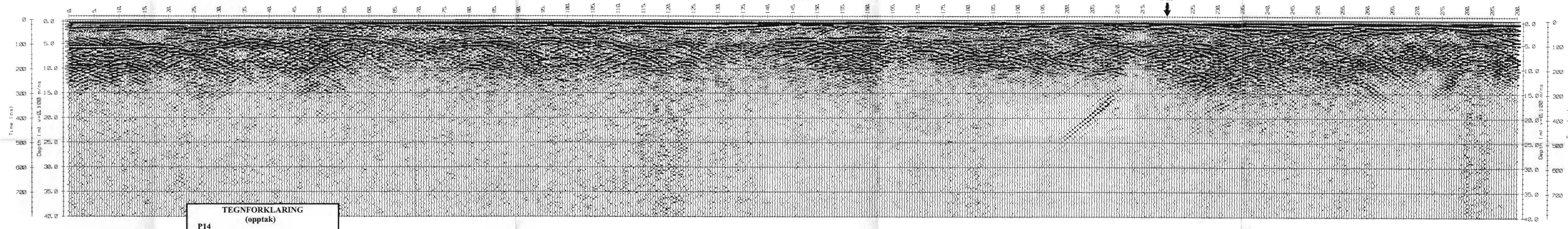
PROFIL 13



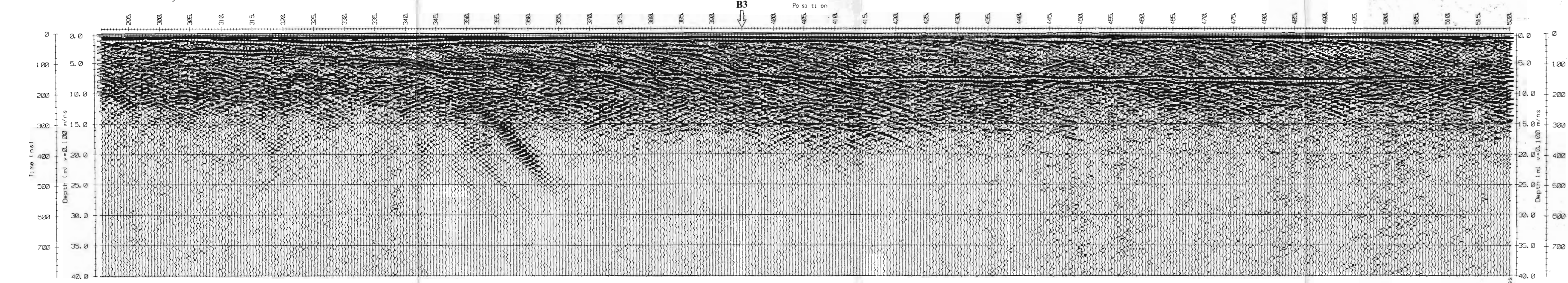
PROFIL 13, forts.



PROFIL 14



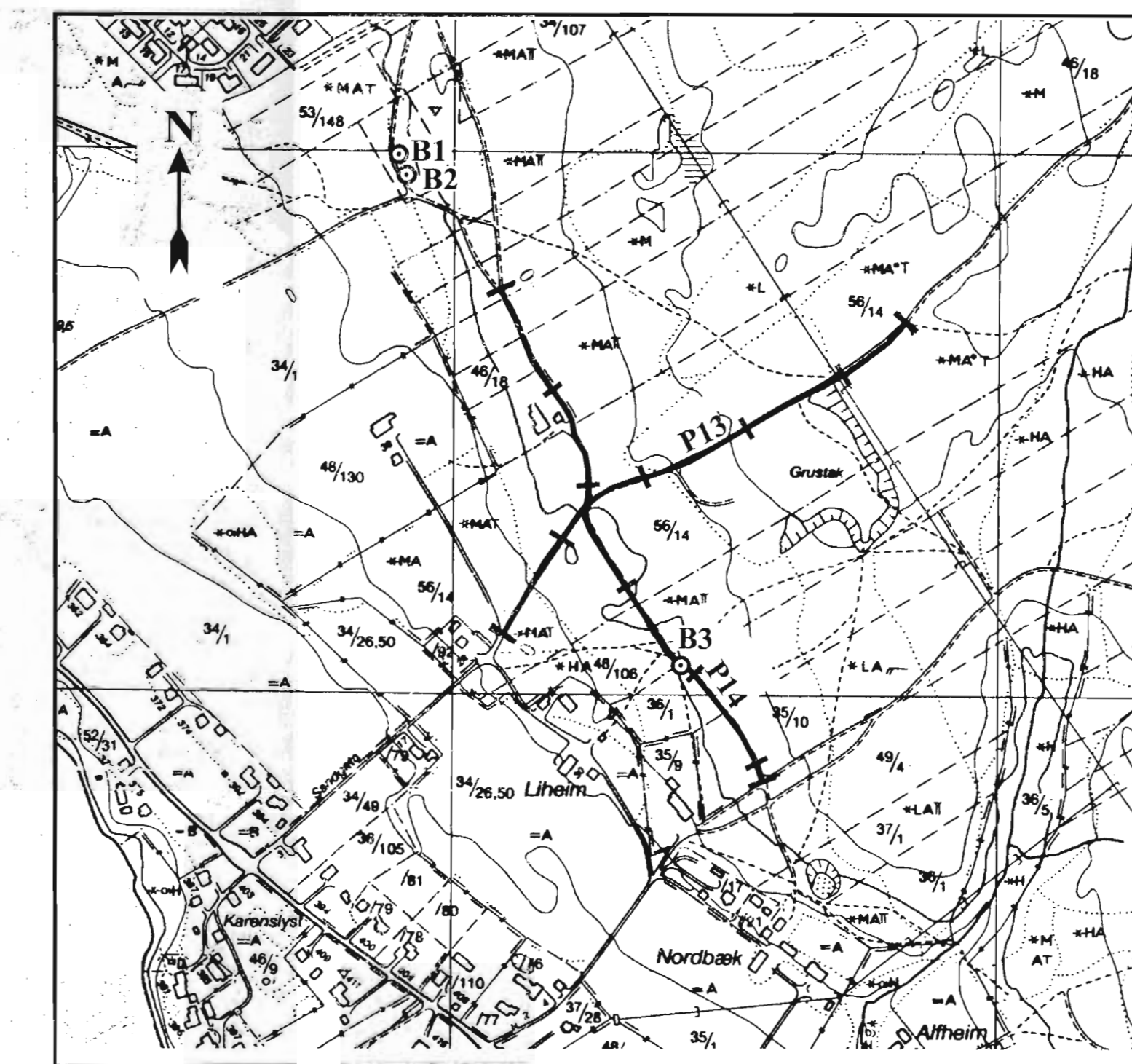
PROFIL 14, forts.



TEGNFORKLARING  
(opptak)

P14 ↓ Kryssende georadarprofil

B3 ↓ Sonderboring



TEGNFORKLARING  
(Kart)

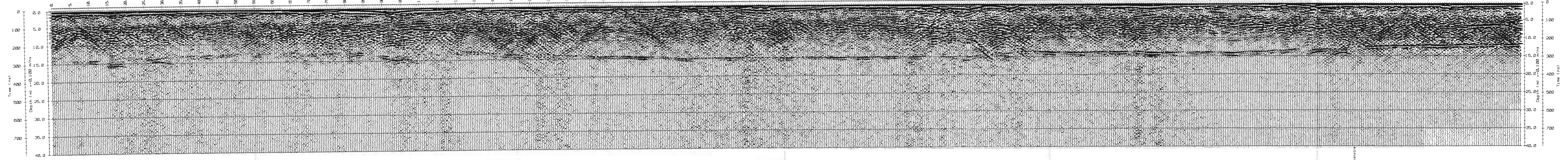
P13 ↓ Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

B3 ○ Sonderboring

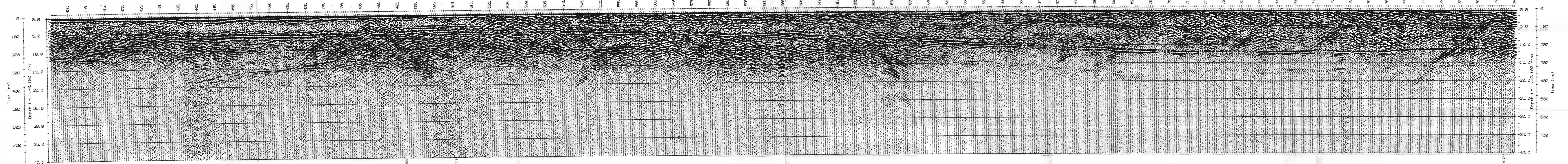
NGU GEORADAROPPTAK, P13 OG P14 <b>LIHEIM</b> ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MALT T.L. September 1998
	TRAC KFR	TEGN T.L. April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR. 99,024-10	KARTBLAD NR. 2016 IV



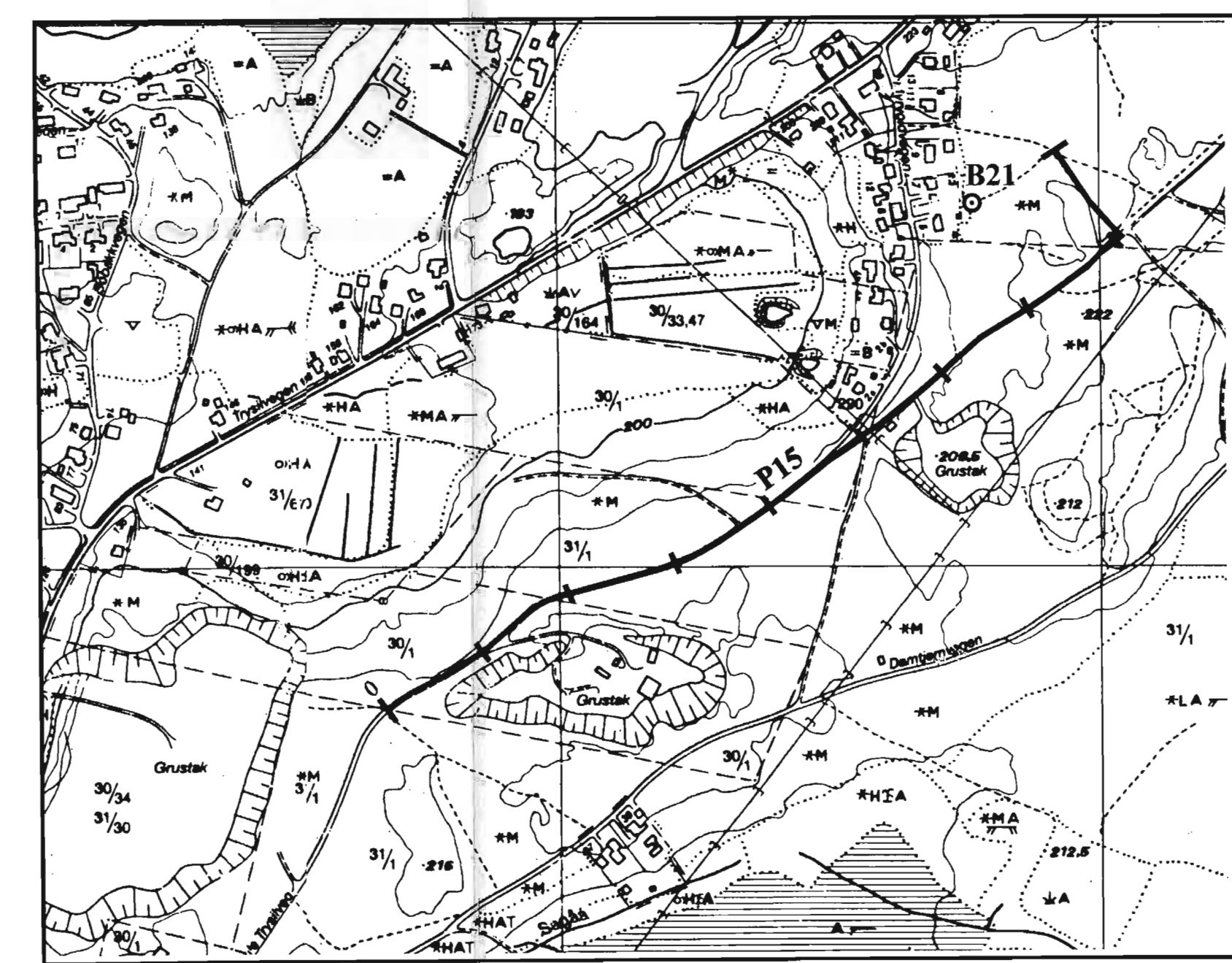
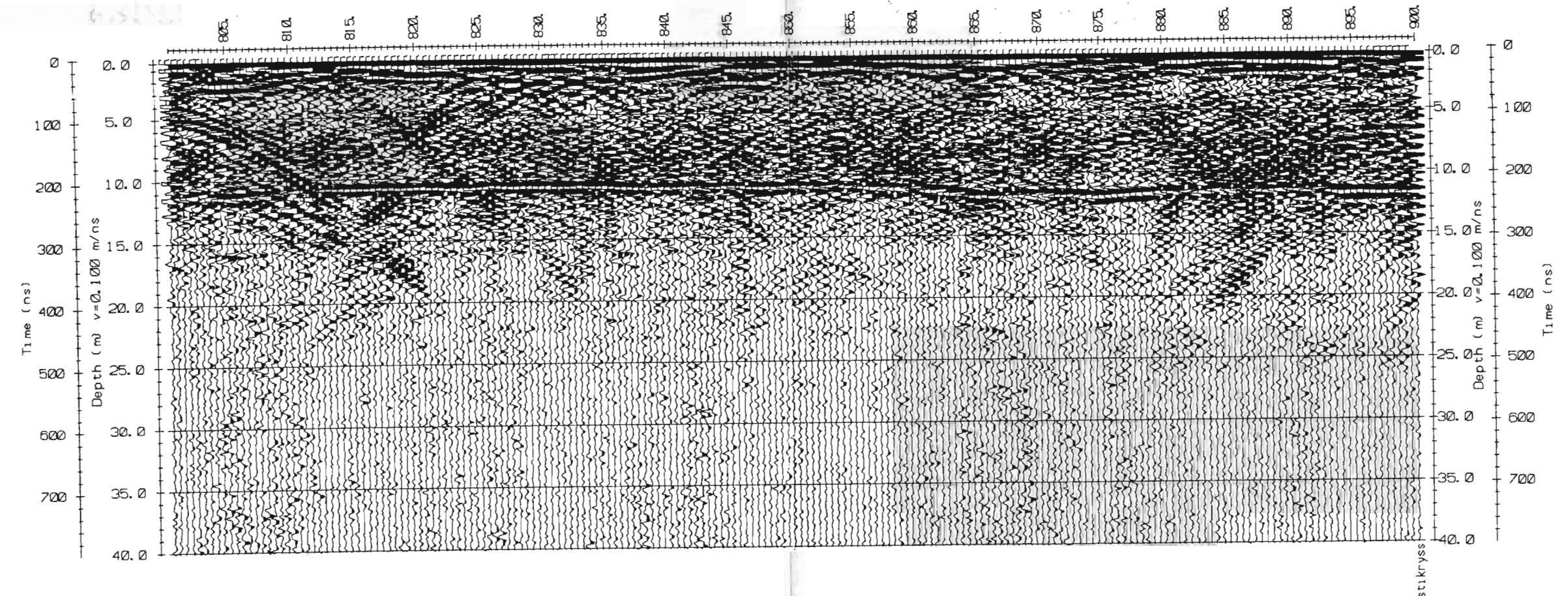
**PROFIL 15**



**PROFIL 15, forts.**



**PROFIL 15, forts.**



**TEGNFORKLARING (Kart)**

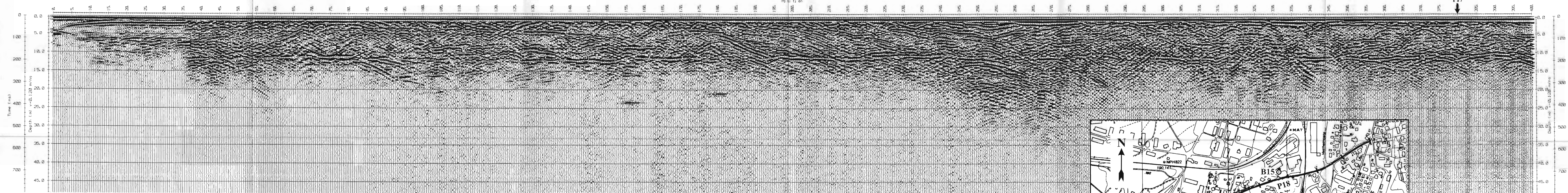
**P15** — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

**B21** ○ — Sonderboring

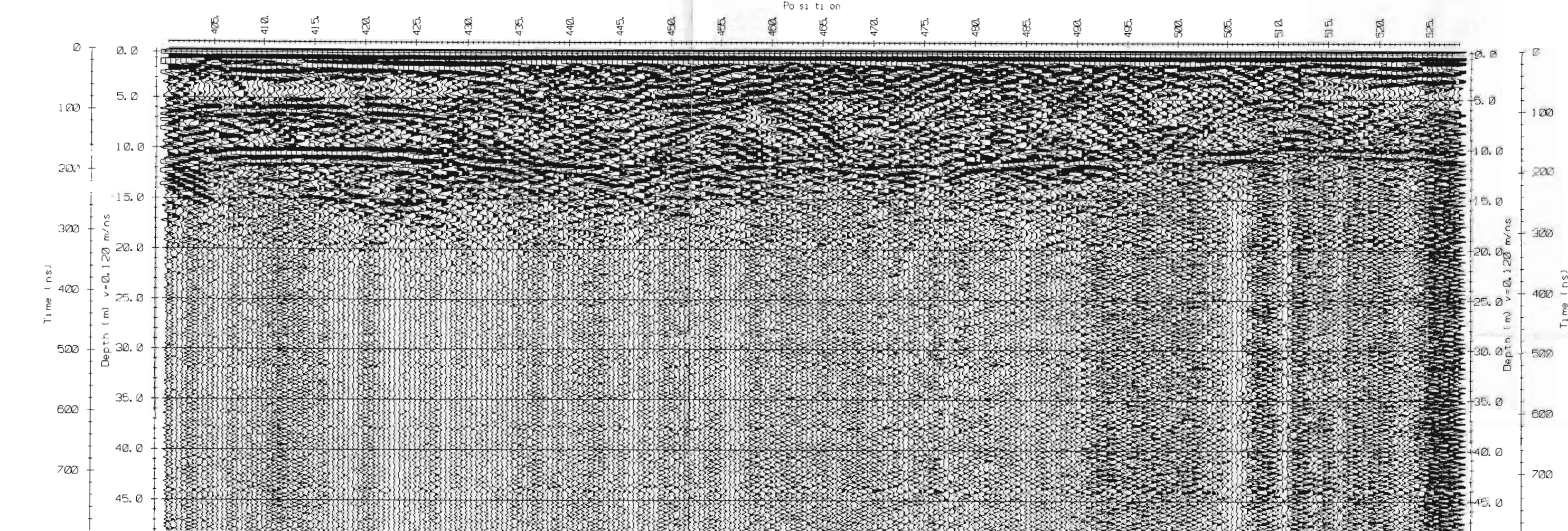
NGU GEORADAROPPTAK, P15	MÅLSTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL. TEGN TL. TRAC KFR	September 1998 April 1999
GAMLE TRYSILVEG ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK		KARTBILAG NR 99.024-11	KARTBLAD NR 2016 IV
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			



PROFIL 16

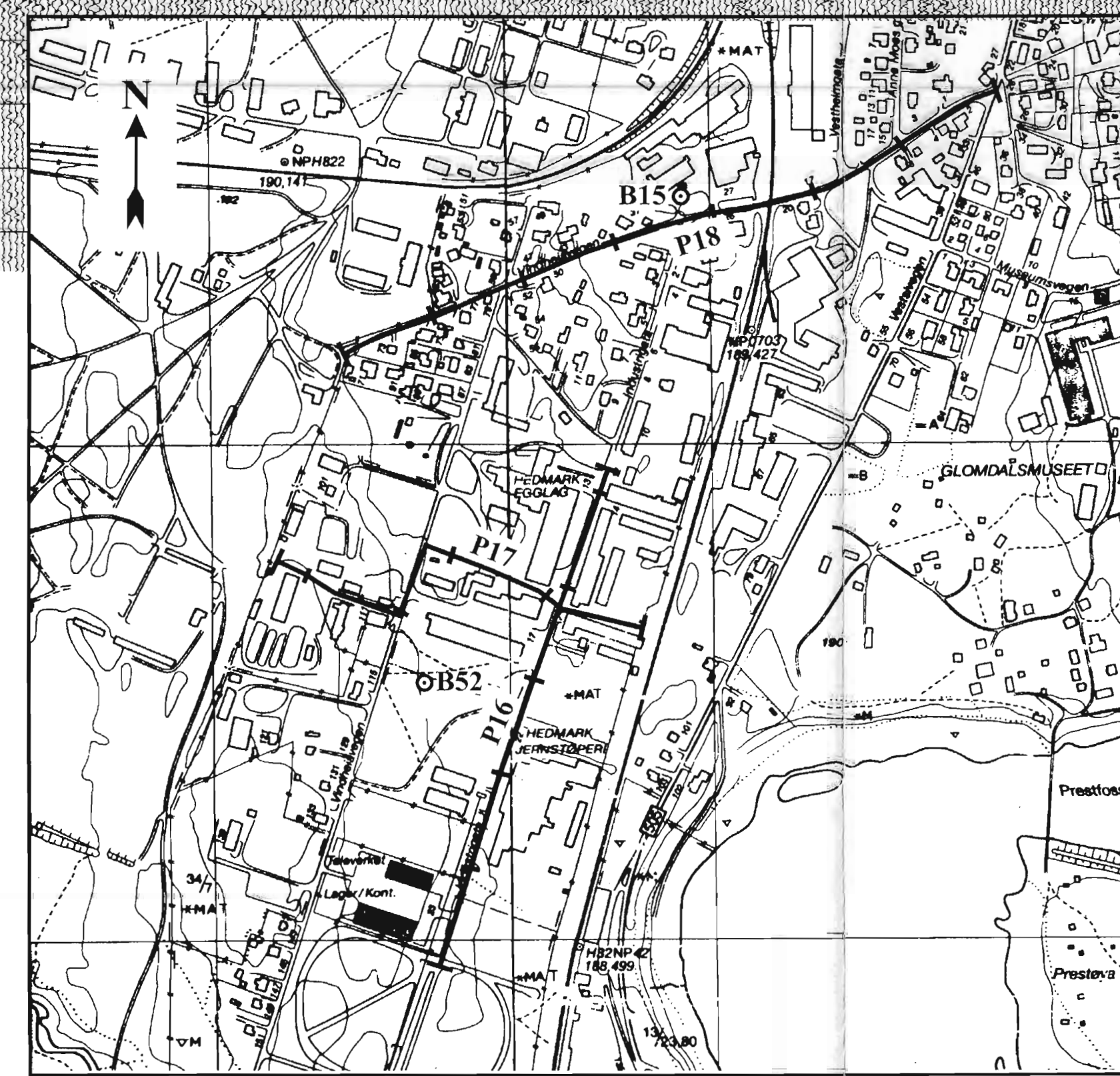


PROFIL 16, forts.



TEGNFORKLARING (opptak)

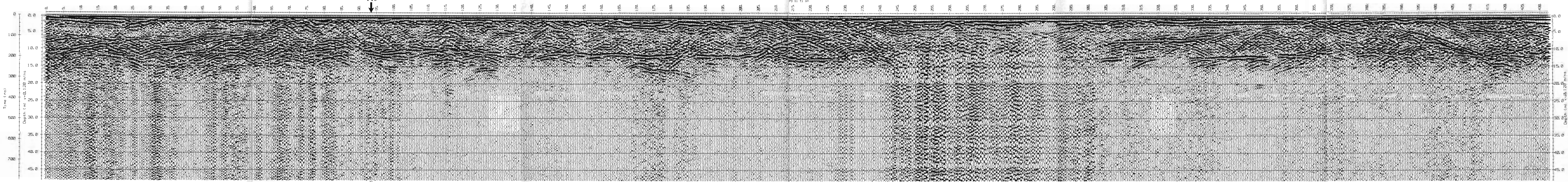
P17 ↓ Kryssende georadarprofil  
 B15 ↓ Sonderboring



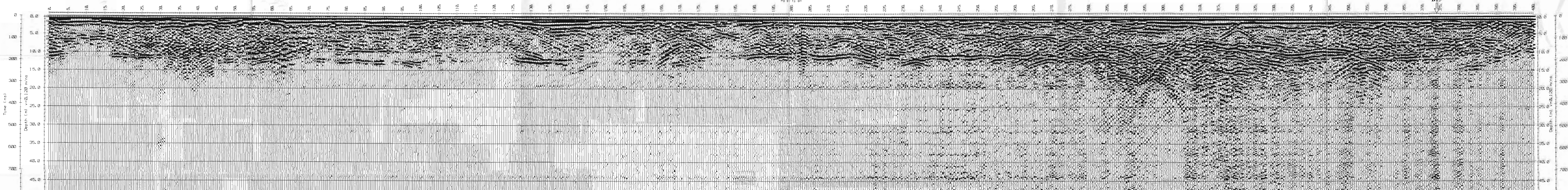
TEGNFORKLARING (Kart)

P16 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m  
 B15 ○ Sonderboring

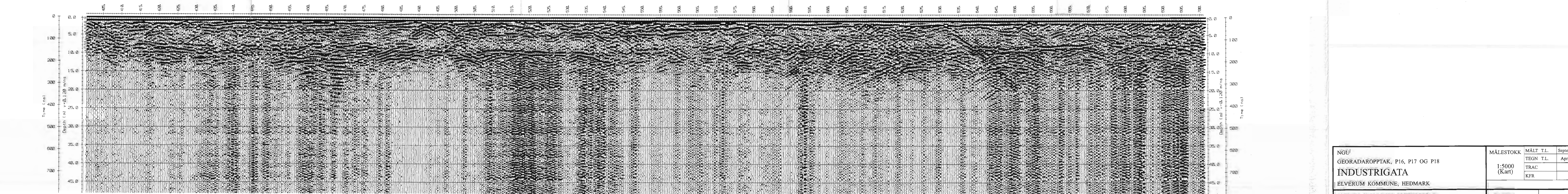
PROFIL 17



PROFIL 18

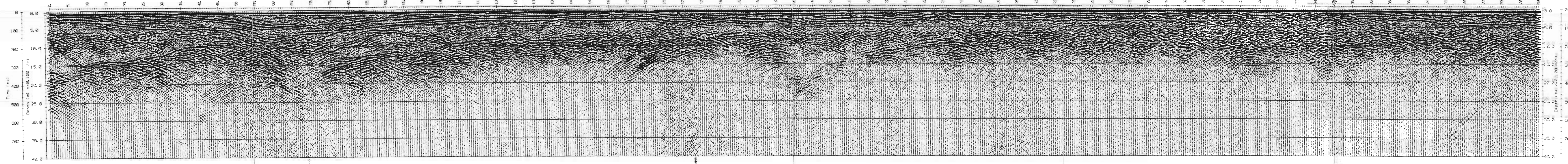


PROFIL 18, forts.



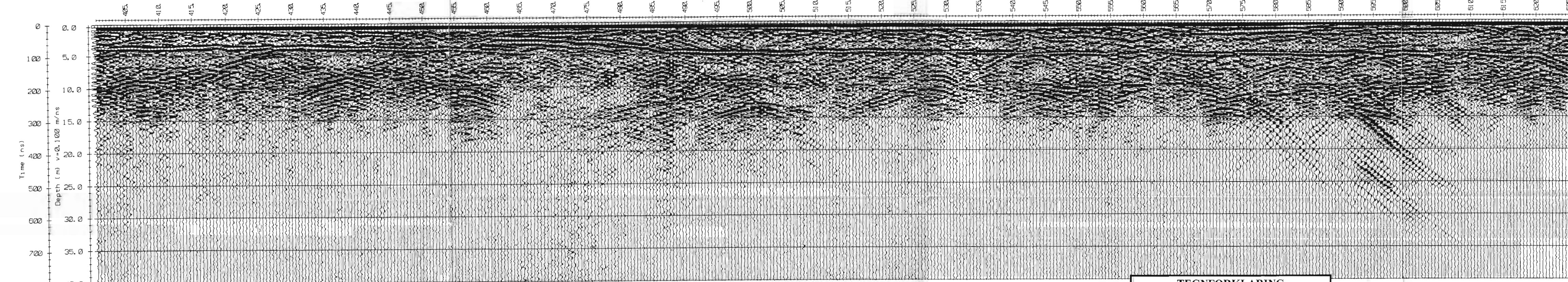


**PROFIL 19**

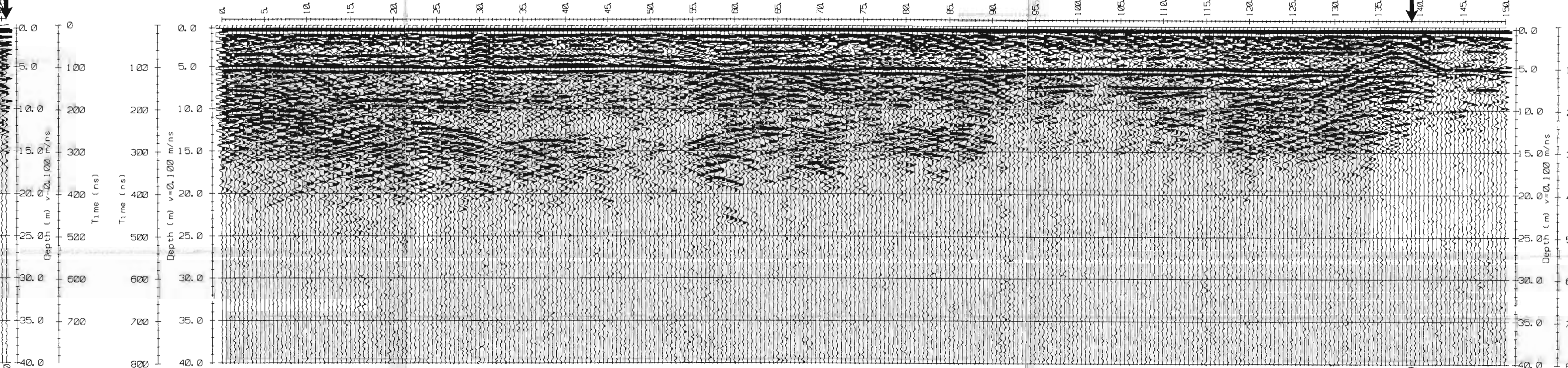


**B13**

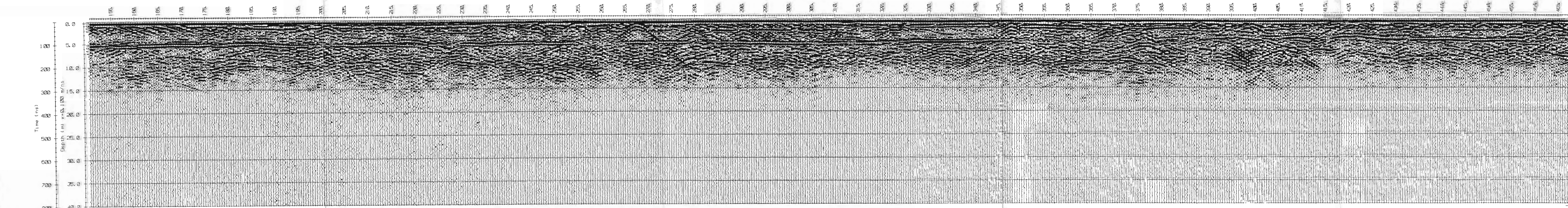
**PROFIL 19, forts.**



**PROFIL 20**

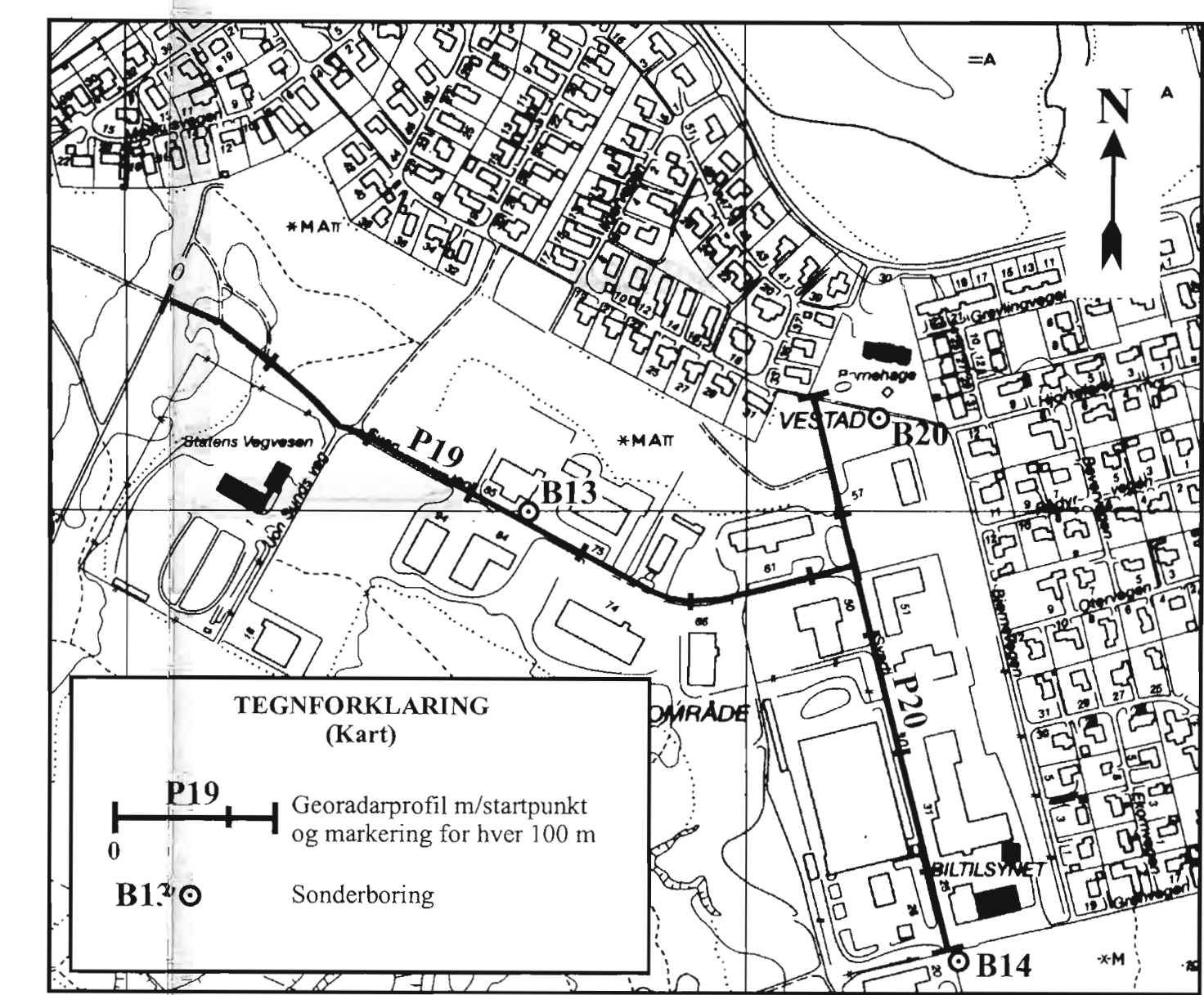


**PROFIL 20, forts.**



**B14**

**TEGNFORKLARING (opptak)**  
 P20 ↓ Kryssende georadarprofil  
 B13 ↓ Sonderboring

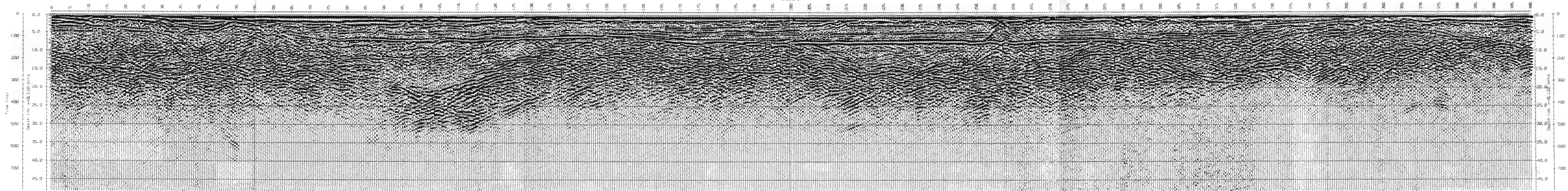


**TEGNFORKLARING (Kart)**  
 P19 — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m  
 B13 ○ Sonderboring

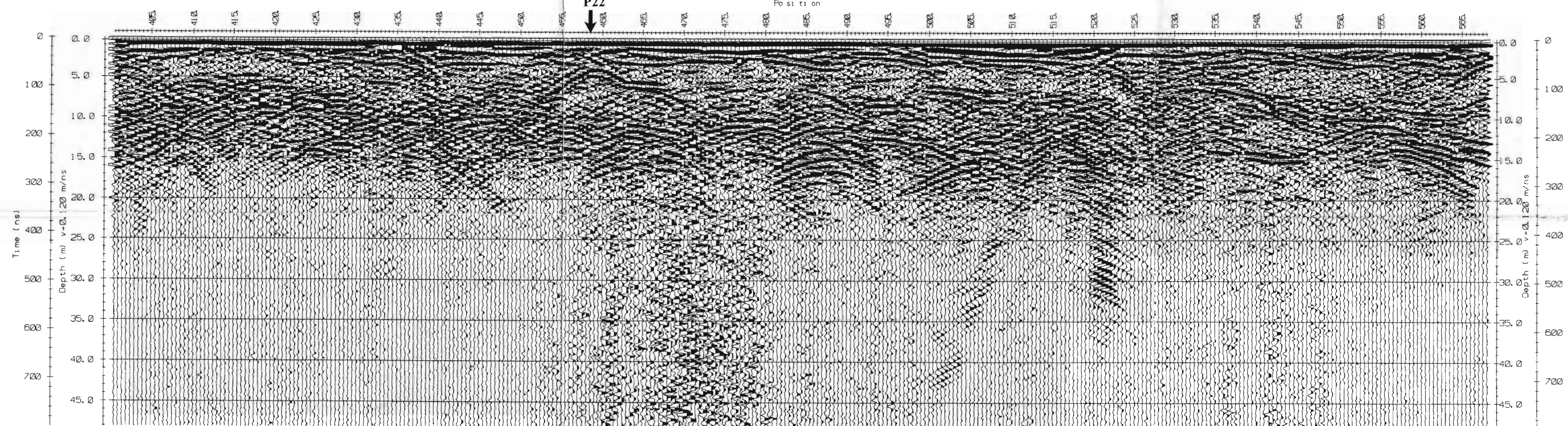
NGU GEORADAROPPTAK, P19 OG P20 GRINDALSMOEN ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	September 1998 April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 99.024-13	KARTBLAD NR 2016 IV	



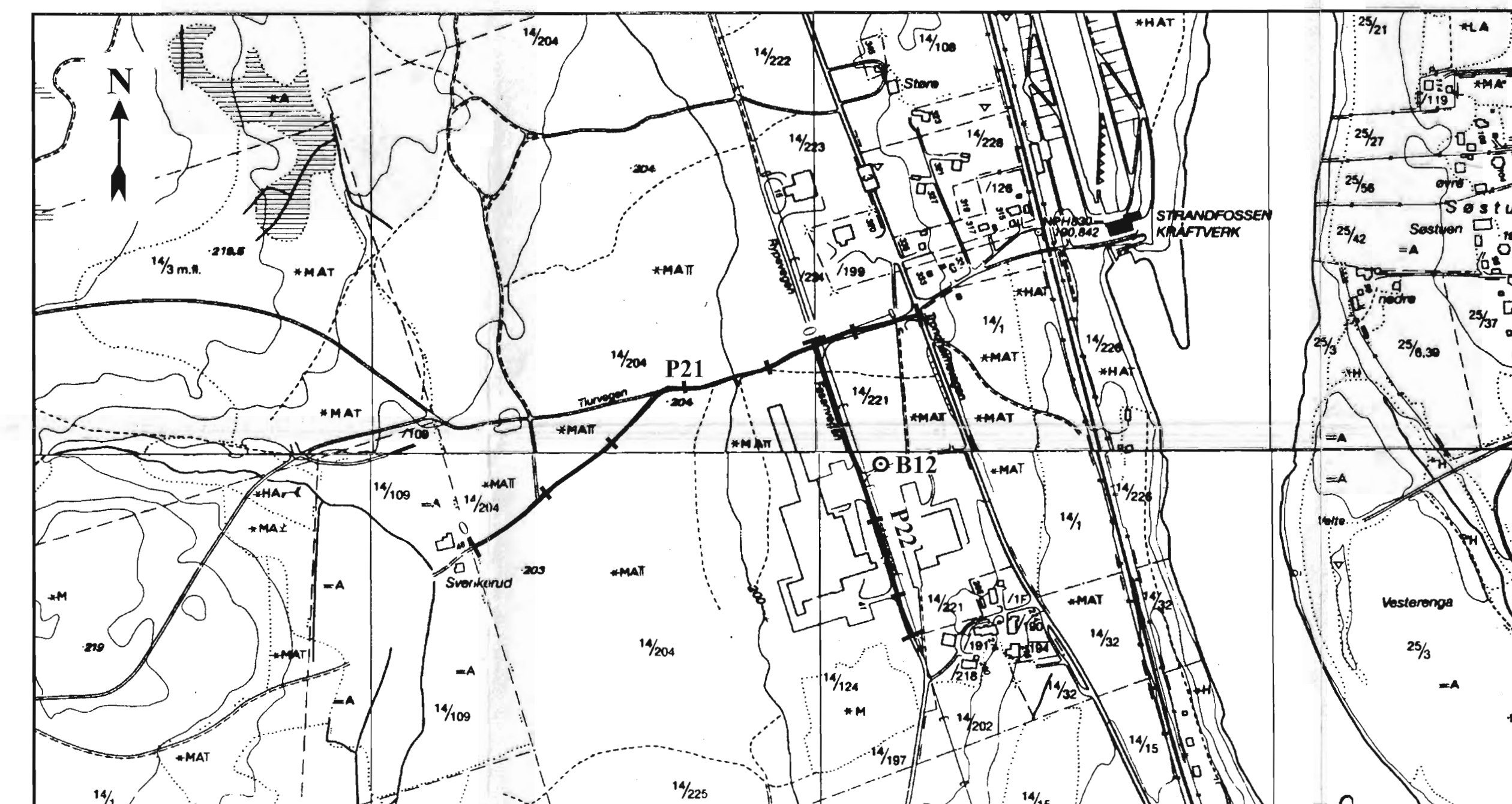
PROFIL 21



PROFIL 21, forts.

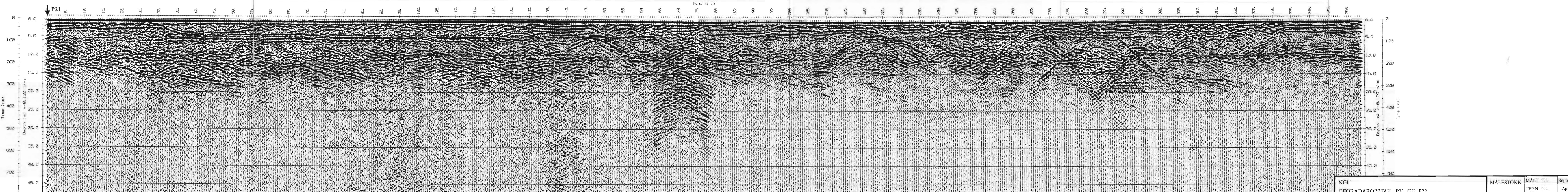


TEGNFORKLARING (opptak)  
 ↓ P22 Kryssende georadarprofil



TEGNFORKLARING (Kart)  
 P21 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

PROFIL 22



NGU GEORADAROPPTAK, P21 OG P22 TIURVEGEN ELVERUM KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	September 1998 April 1999
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 99.024-14	KARTBLAD NR 2016 IV	