

NGU Rapport 96.120

Georadarmålinger ved Ringnes Imsdal grunn-
vannsanlegg i Imsdalen, Stor-Elvdal kommune,
Hedmark

Rapport nr.: 96.120		ISSN 0800-3416	Gradering: ÅPEN
Tittel: Georadarmålinger ved Ringnes Imsdal grunnvannsanlegg i Imsdalen, Stor-Elvdal kommune, Hedmark			
Forfatter: Eirik Mauring & Jan Steinar Rønning		Oppdragsgiver: Asplan Viak AS	
Fylke: Hedmark		Kommune: Stor-Elvdal	
Kartblad (M=1:250.000) Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1917 IV Møklebysjøen	
Forekomstens navn og koordinater: Ringnes Imsdal 32V 6011 68179 (ED50)		Sidetall: 18	Pris:
Feltarbeid utført: 15/10-1996		Rapportdato: 25/11-1996	Prosjektnr.: 2562.01
		Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>	
Sammendrag: <p>For Asplan Viak AS er det utført georadarmålinger ved Ringnes Imsdals tapperi i Imsdalen, Stor-Elvdal kommune, Hedmark. Hensikten med målingene var å undersøke avsetningstype og dyp til fjell i området ved grunnvannsuttaget. Av spesiell interesse var det å få vurdert hvorvidt grunnvannforekomsten får infiltrert vann fra elva Imsa som renner nær uttaksområdet og deretter foreslå områder for videre undersøkelser i form av boringer. Det ble målt til sammen seks georadarprofiler med en samlet lengde på ca. 2,4 profilkm.</p> <p>Georadaropptakene indikerer grovkornige avsetninger ned til fjell langs de fleste profiler. Dyp til fjell er stedvis vanskelig å tolke, men flere tidligere utførte boringer i området var til god hjelp ved tolkningen. Dyp til fjell er i størrelsesorden 5-10 m i de mest interessante områder. Et framstilt kotekart over fjellnivå indikerer at fjelloverflaten grovt sett ligger 4-5 m lavere enn elvenivå og at løsmassene kan bli infiltrert av elvevann. For å få bestemt massetype og dyp til fjell mer sikkert, er det foreslått boringer ved noen lokaliteter.</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Georadar	
Breelavsetning	Grunnvannsforsyning	Infiltrasjon fra vassdrag	
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3 RESULTATER	5
4 KONKLUSJON	7
5 REFERANSER	8

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

1. Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype
2. Tolkning av dyp til fjell fra georadaropptak.

Kartbilag

- 96.120-01: Oversiktskart, Imsdalen
- 96.120-02: Georadaropptak P1 og P2
- 96.120-03: Georadaropptak P3, P4, P5 og P6
- 96.120-04: Topografisk kart over fjellnivå

1 INNLEDNING

For Asplan Viak AS er det utført georadarmålinger ved Ringnes Imsdals tapperi i Imsdalen, Stor-Elvdal kommune, Hedmark. Hensikten med målingene var å undersøke avsetningstype og dyp til fjell i området ved grunnvannsuttaget. Av spesiell interesse var det å få vurdert hvorvidt grunnvannsforekomsten får infiltrert vann fra elva Imsa som renner nær uttaksområdet, og deretter foreslå lokaliteter for videre undersøkelser i form av boringer. Målingene ble utført av Jan Steinar Rønning 15/10-1996.

2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Det ble til sammen målt to lange profiler langs vei nær Imsa (P1 og P2) og fire korte tverrprofiler (P3-P6). Plassering av profilene er vist i kartbilag -02 og -03. En generell beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc, Canada). Opptakstid og samplingsintervall var hhv. 1,6 ns og 600 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Antenne senterfrekvens var 100 MHz, og det ble benyttet 1000V sender. Det ble foretatt 16 summerte registreringer ved hvert målepunkt. Lengden av profilene er (P1-P6); 1104 m , 900 m, 142 m, 123 m, 72 m og 75 m. Ved utskrift av opptakene er disse reversert, fordi en ønsker å skrive ut opptakene fra vest til øst og fra sør til nord. Profilene ble på forhånd målt opp og markert med stikker for hver 25 meter. Lengdeangivelse under plottene angir disse utmålte avstandene, mens posisjonsangivelse over plottene angir den automatisk registrerte. På grunn av usikkerheter i flyttavstand oppstår visse forskjeller i disse posisjonsangivelsene. På profilene (se kartbilag -02 og -03) er det markert for hver 100 profilmeter, slik at det skal være lettere å ta seg inn i terrenget på bakgrunn av beskrivelsen av opptakene. Detaljerte posisjoneringer (som plassering av borhull, bygninger osv.) er angitt over og under opptakene i kartbilag.

Opptakene er korrigert for temperaturavhengig drift i instrumentet. Ved utskrift av opptakene ble det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble også benyttet lineær, egendefinert forsterkning ved utskrift av data.

Det ble utført én CMP-måling for hastighetsanalyse (se plassering i kartbilag -02 og -03). Denne ble imidlertid mislykket. Dybdeskala ble bestemt ved å korrelere plassering av fjellreflektor med dyp til fjell fra borhull (se kapittel 3).

3 RESULTATER

Et oversiktskart over det undersøkte området er vist i kartbilag -01. Georadaropptak og detaljert profilplassering er vist i kartbilag -02 og -03.

Kvartærgeologisk kart i målestokk 1:50 000 (Østeraas, 1978) viser at avsetningene nær overflaten er dominert av breelvavsetninger (vesentlig grusig sand), med elveavsetninger nær elva Imsa.

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptak (refleksjonsmønstre) til sedimenters sammensetning og lagdeling. Dette skjemaet er vist i databilag 1 (etter Beres & Haeni, 1991). Det er utført flere boringer i området (se kartbilag -02 og -03). Dyp til fjell fra boringene er (som tidligere nevnt) knyttet til plassering av fjellreflektor i opptak. Den hastighet som gir mest mulig korrekt dybdeskala ved konvertering av tovegs gangtid til dyp er ca. 0,07 m/ns. Denne hastigheten indikerer høyt grunnvannsspeil. Siden CMP-målingen som ble utført var mislykket, er denne hastigheten benyttet ved dybdekonvertering.

P1

Georadaropptak og profilplassering er vist i kartbilag -02. Fjellreflektor er stedvis vanskelig å erkjenne i opptaket, men kjent dyp til fjell fra boringer har vært til hjelp. Tolket dyp til fjell er vist i databilag 2, side 1-3. Fjell har utgående i dagen ved posisjon 520. Over antatt fjellreflektor er refleksjonsmønsteret kaotisk. Dette kan i enkelte tilfeller (se databilag 1) indikere sand/grus-avsetninger. Dette er bekreftet ved boringer langs profilet (BH1, BH3 og BH5). I området der disse boringene er plassert (posisjon 477-212) er dyp til fjell i området 4-7 m. God refleksivitet i fjell i det samme området indikerer at fjellet kan være oppsprukket. Opptakene indikerer grovkornige avsetninger ned til 5-7,5 m dyp mellom posisjon 730 og 610. Området ligger trolig for høyt i terrenget (for stort dyp til grunnvannsspeil) til at videre undersøkelser anbefales.

P2

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -02. Fjellreflektor sees tydeligst mellom posisjon 200 og 0. I dette området er det utført to boringer (BH8 ved posisjon 170 og BH7 ved posisjon 82), der dyp til fjell stemmer meget bra med dypet til fjell avlest fra georadaropptak (hhv. 8 m og 5,5 m dyp). Størst dyp til fjell er det trolig mellom posisjon 125 og 120 (ca. 9,5 m dyp). Mellom posisjon 82 og 0 er dyp til fjell større enn 5,5 m, og er antydning til ca. 7,5 m mellom posisjon 40 og 30. Mellom posisjon 200 og 0 er refleksjonsmønsteret hauget til kaotisk og indikerer grovkornige avsetninger, hvilket er bekreftet ved boringene (vesentlig sand/grus ned til fjell). Mellom posisjon 210 og 100 sees antatt grunnvannsspeil som en horisontal reflektor på 1-2 m dyp. Plassering av fjellreflektor er tolket og presentert i databilag 2,

side 4-6. Fjellreflektor er stedvis vanskelig å erkjenne i opptaket, men kan sees tydelig mellom posisjon 775 og 745 (ca. 7 m dyp) og mellom posisjon 570 og 430 (5-6,5 m dyp). I disse områdene er refleksjonsmønsteret kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger. Videre undersøkelser i form av boringer anbefales mellom posisjon 775 og 745. Mulig grunnvannspeil sees i følgende områder; 830-690 (2-3 m dyp), 605-575 (ca. 3 m dyp) og 490-245 (2-3,5 m dyp).

P3

Profilet er målt på tvers av P1 og P2 lengst sørøst i måleområdet. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03. Fjellreflektor kan erkjennes mellom posisjon 57 og 28 på 7,5-8 m dyp. Dette stemmer bra overens med dyp til fjell fra P2 som krysser ved posisjon 40. Tolket dyp til fjell er vist i databilag 2 side 7. Mot elva i sør er dyp til fjell svært vanskelig å bestemme, og boring foreslås her (posisjon 140-60). Et kaotisk refleksjonsmønster og stort penetrasjonsdyp indikerer grovkornige avsetninger i dette området.

I området mellom P3 og P4 er det tidligere utført en boring (eksakt lokalisering er noe usikker) som viser et dyp til fjell på ca. 20 m.

P4

Profilet er målt på tvers av P1 og P2 ca. 75 m nordvest for P3. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03, og tolket dyp til fjell er vist i databilag 2 side 7. Plassering av fjellreflektor er noe usikker mellom posisjon 100 og 30 (2,5-3,5 eller 5-7 m dyp). Dyp til fjell er ca. 5 m ved elva og ca. 5,5 m mot nordøstenden av profilet. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger. Dette er bekreftet ved boring (BH9) som viser grus og hardpakket, fin grus til fjell på 5,5 m dyp. Opptaket viser god refleksivitet i fjell, noe som kan indikere at det er oppsprukket (også bekreftet ved boringen).

P5

Profilet er målt på tvers av P1 og P2 ca. 125 m nordvest for P4. Plassering og opptak er vist i kartbilag -03. Tolkning av dyp til fjell er vist i databilag 2 side 8. Fjellreflektor er vanskelig å erkjenne i opptaket, men kan knyttes til boring (BH2) ved posisjon 38, der dyp til fjell er 4,3 m. Mot nordøstenden av profilet er dyp til fjell ca. 6 m. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger (borhull 2 viser grov, siltig grus). Mellom posisjon 18 og 0 er refleksiviteten i fjell kraftig, og kan indikere at fjellet er oppsprukket. Mot elva i sørvest er det vanskelig å se fjellreflektor på opptaket, men det ligger trolig dypere enn 5 m her. Boring foreslås mellom posisjon 70 og 60.

P6

Profilet er målt fra sørvest til nordøst ca. 150 m nordvest for P5. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger. Dyp til fjell er vanskelig å se i opptaket, men sees bedre på kryssende profil P2

(posisjon 31, ca. 5,5 m dyp). Dyp til fjell (tolket i databilag 2 side 8) ligger trolig i området 5-6,5 m dyp. Mulig grunnvannsspeil sees mellom posisjon 50 (ca. 3 m dyp) og posisjon 0 (ca. 2 m dyp). Dette området kan være interessant for videre undersøkelser i form av boringer.

Sammenstilling av resultater

Opptakene viser vesentlig et kaotisk refleksjonsmønster. Dette indikerer ofte (i følge Beres & Haeni, 1991) grovkornige avsetninger (sand/grus). Dette er for en stor del bekreftet ved de boringer som er utført i området. Dyp til fjell er stedvis vanskelig å tolke ut fra opptakene, men et kotekart over fjellnivået er forsøkt framstilt i kartbilag -04 sammen med interpolerte kotelinjer for elvenivå i den delen av området som er undersøkt. Selv om kotekartet er svært skjematisk, indikerer det at fjelloverflaten ligger 4-5 m lavere enn elvenivå i området. Følgelig er det meget sannsynlig at elvevann infiltrerer antatt grovkornige avsetninger i det området der uttak av grunnvann foretas.

4 KONKLUSJON

Det er utført georadarmålinger langs seks profiler i Imsdalen, Stor-Elvdal kommune, Hedmark. Hovedhensikten med målingene var å undersøke løsmasseavsetninger og dyp til fjell nær Ringnes Imsdals grunnvannsuttak (tapperi).

Georadaropptakene indikerer grovkornige avsetninger langs de fleste profiler. Dyp til fjell er stedvis vanskelig å tolke, men flere boringer i området var til god hjelp ved denne tolkningen. Et kotekart over fjellnivå indikerer at fjelloverflaten grovt sett ligger 4-5 m lavere enn elvenivå og at løsmassene kan bli infiltrert av elvevann. For å få bestemt massetype og dyp til fjell mer eksakt, foreslås videre undersøkelser i form av boringer i følgende områder (i prioritert rekkefølge); P5 (70-60), P3 (140-60), P6 (50-0) og P2 (775-745).

5 REFERANSER

Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.

Østeraas, T. 1978: Møklebysjøen, kvartærgeologisk kart 1917 IV - M.1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

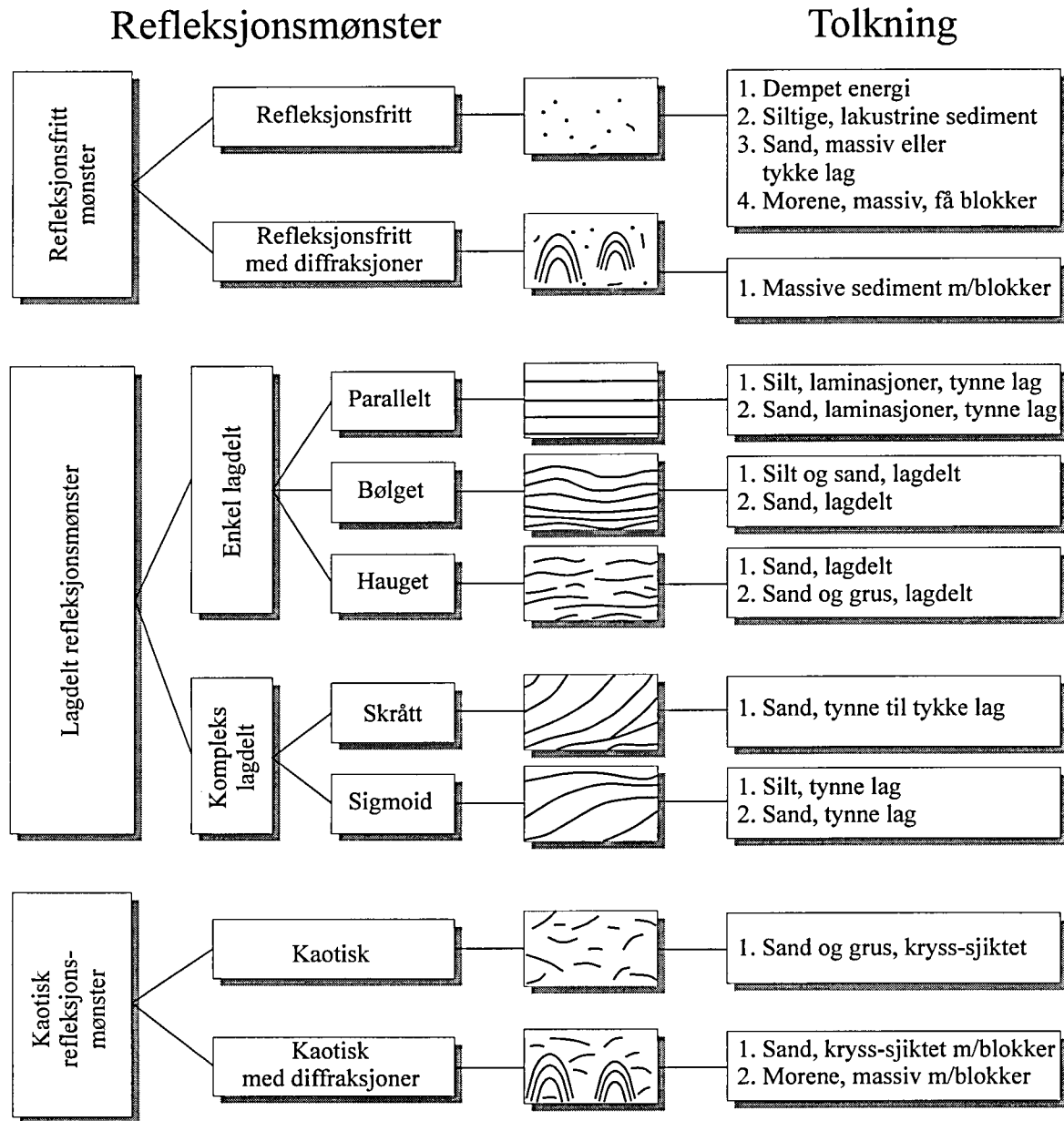
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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

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

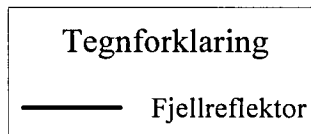
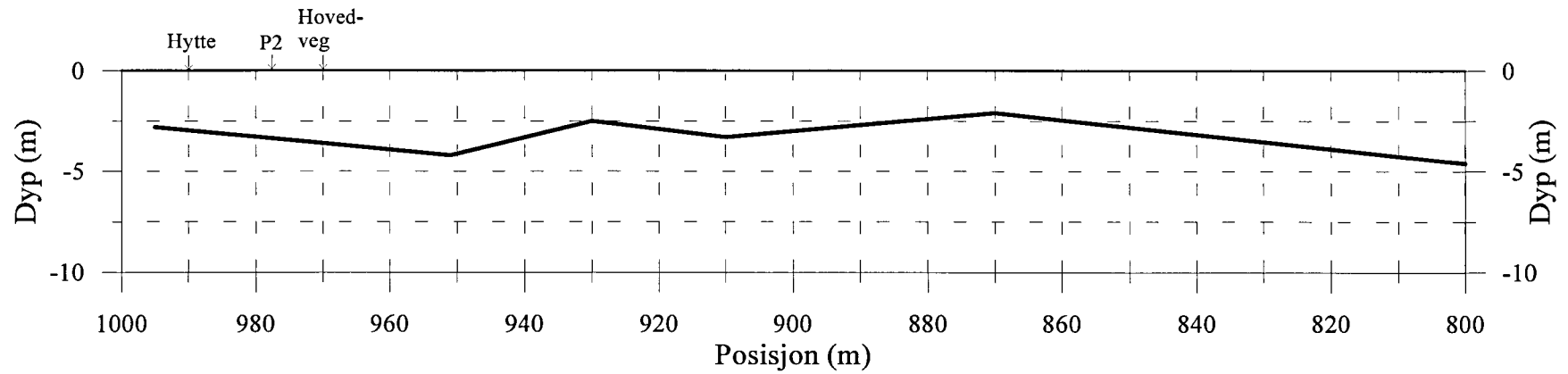
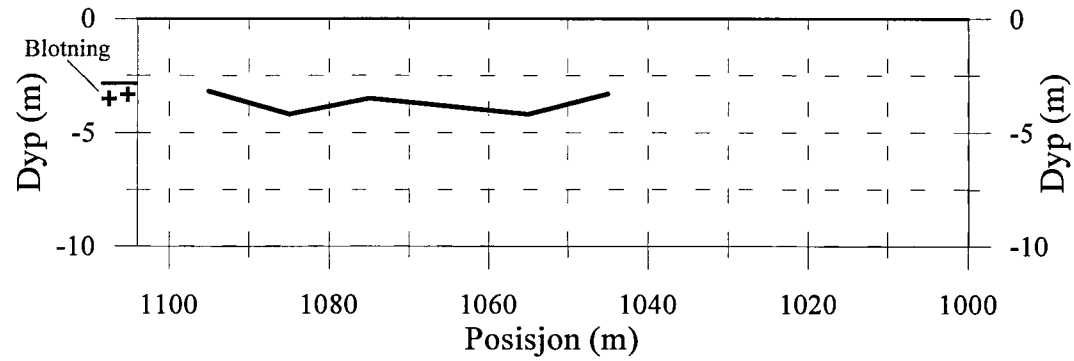
<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</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 dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

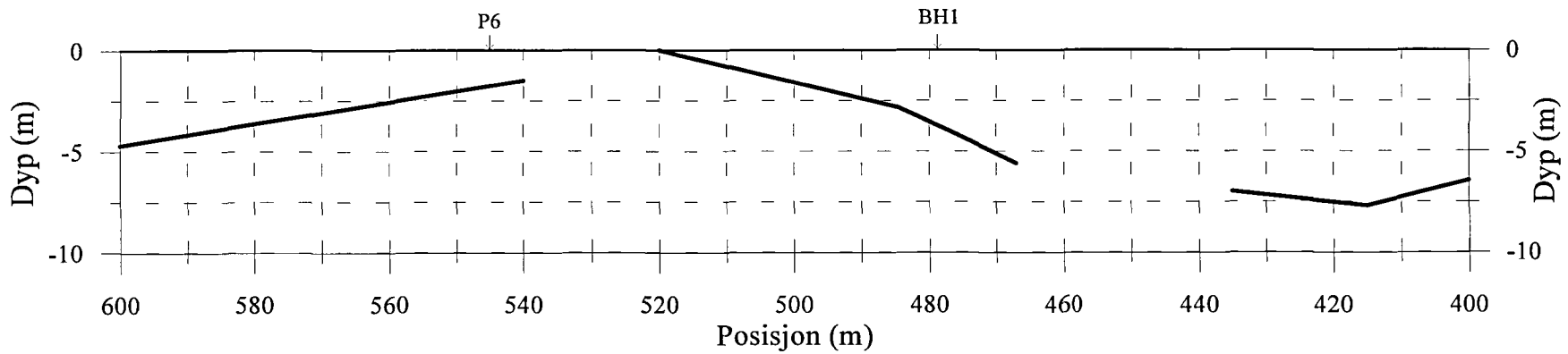
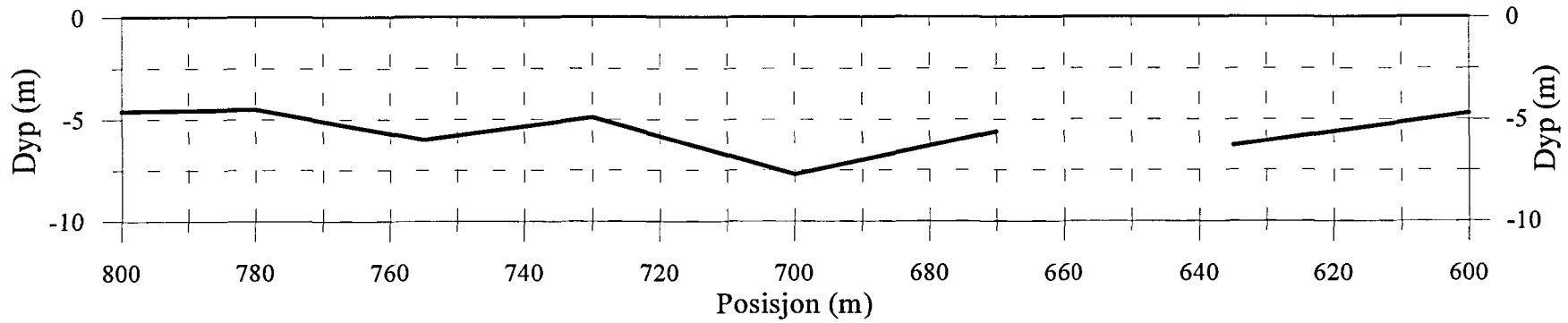


Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P1 (800-1104)

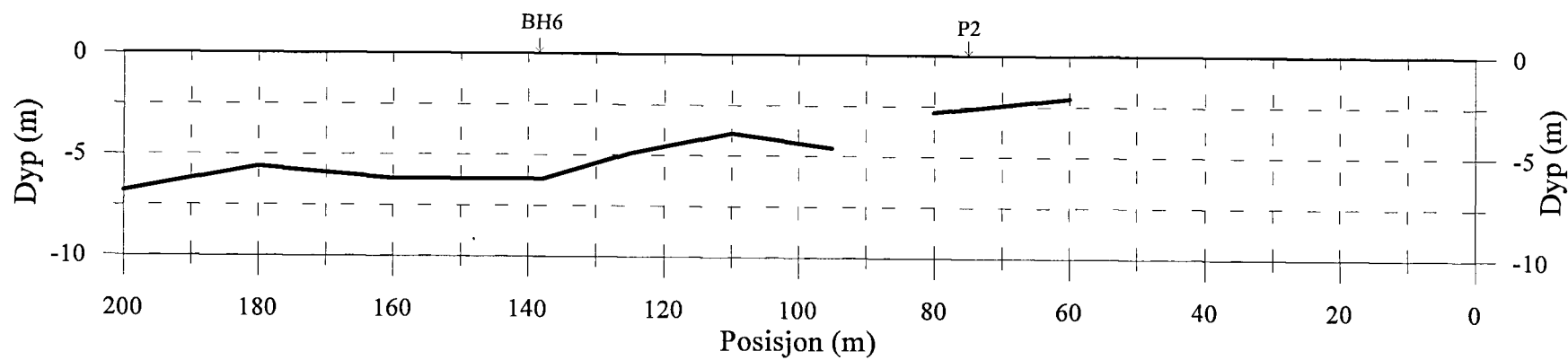
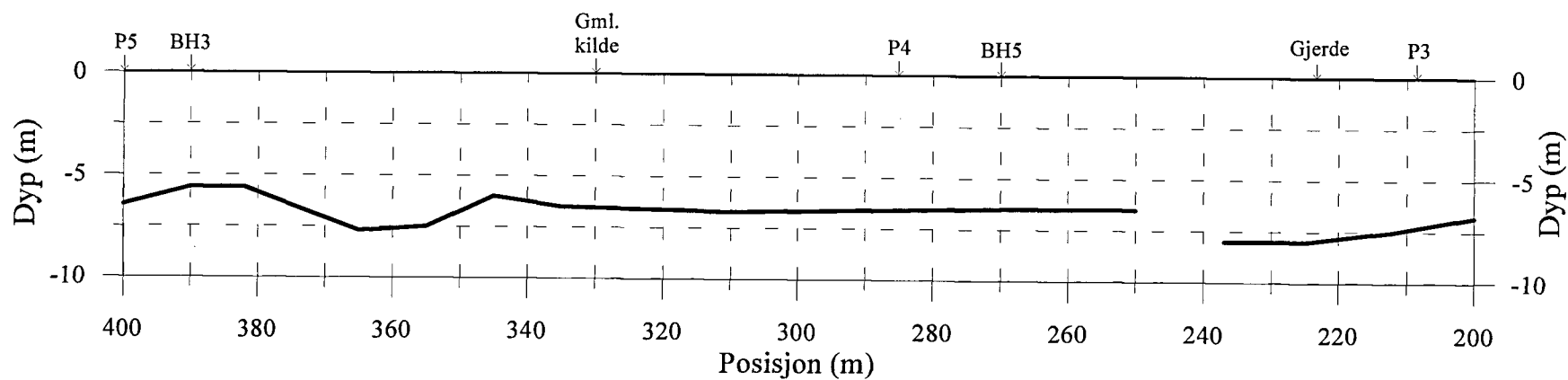


Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P1 (800-400)



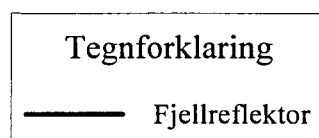
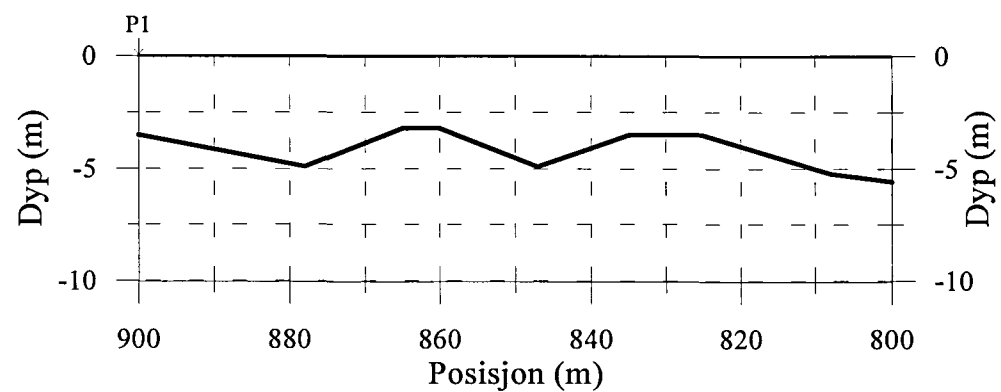
Tegnforklaring
— Fjellreflektor

Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P1 (400-0)

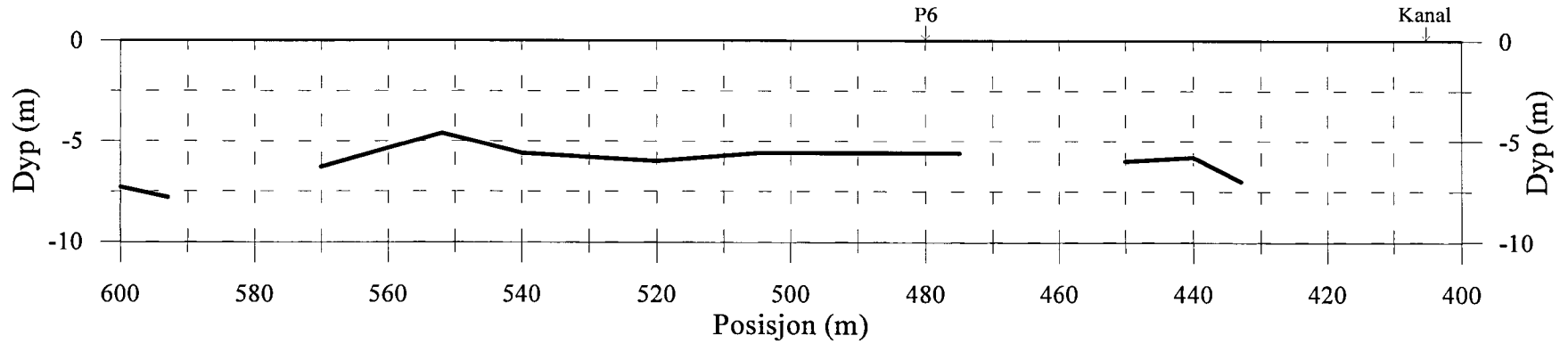
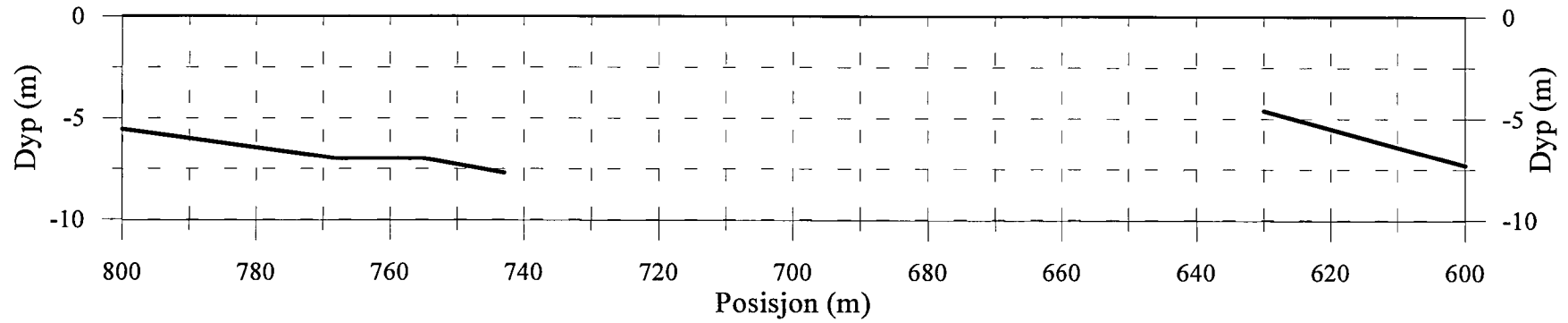


Tegnforklaring
— Fjellreflektor

Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P2 (900-800)



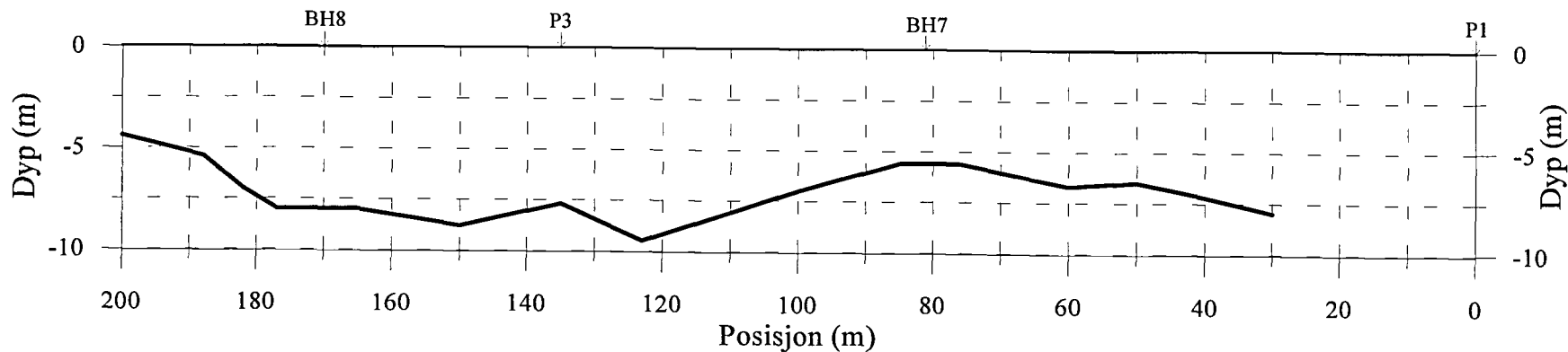
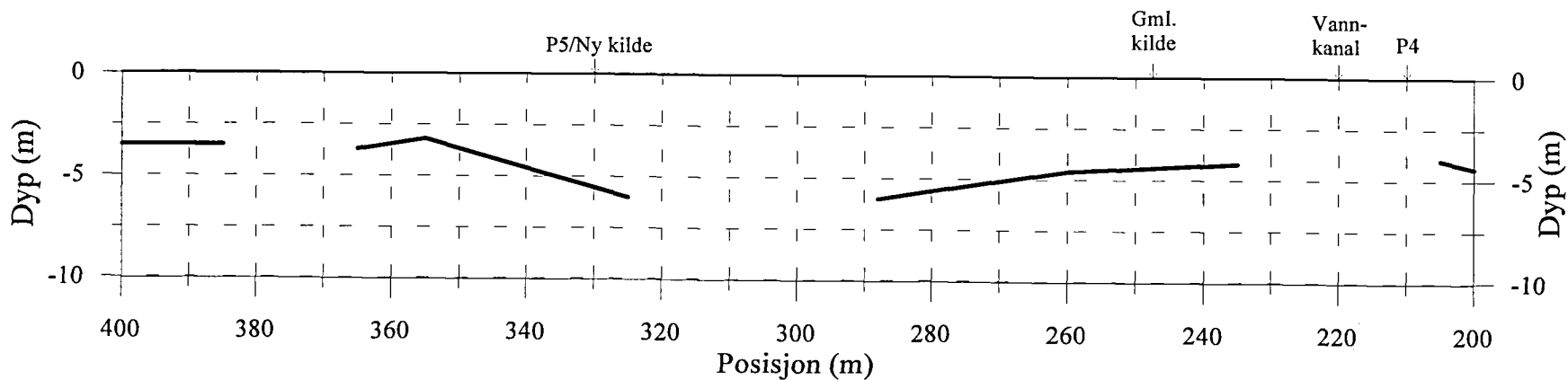
Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P2 (800-400)



Tegnforklaring

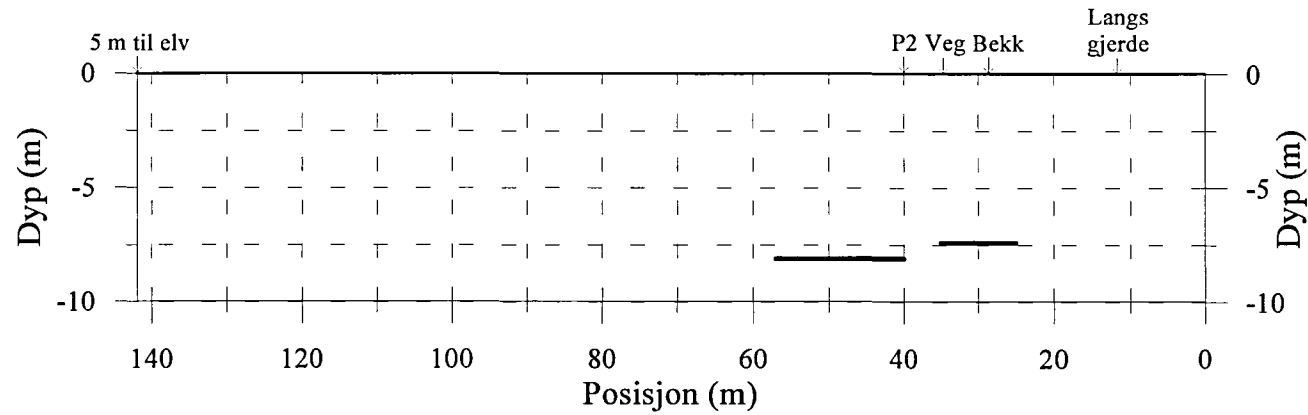
— Fjellreflektor

Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P2 (400-0)

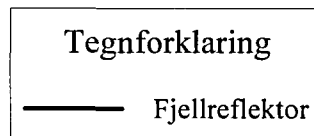
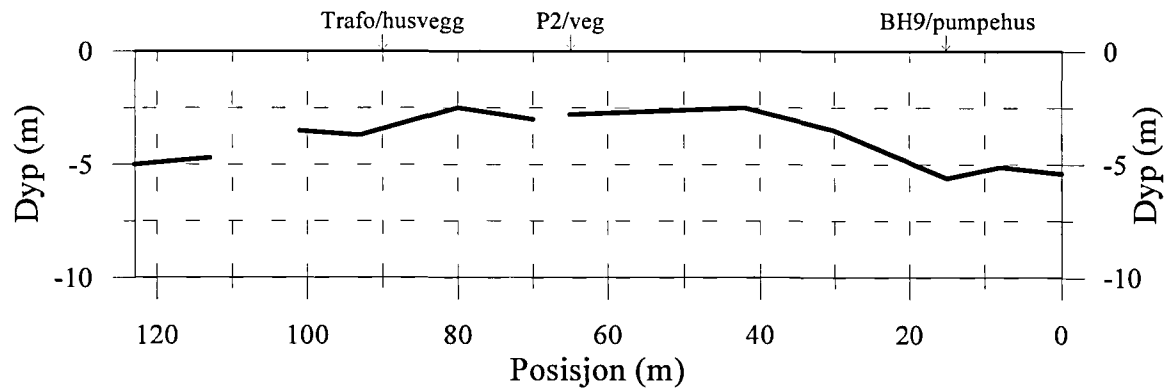


Tegnforklaring
— Fjellreflektor

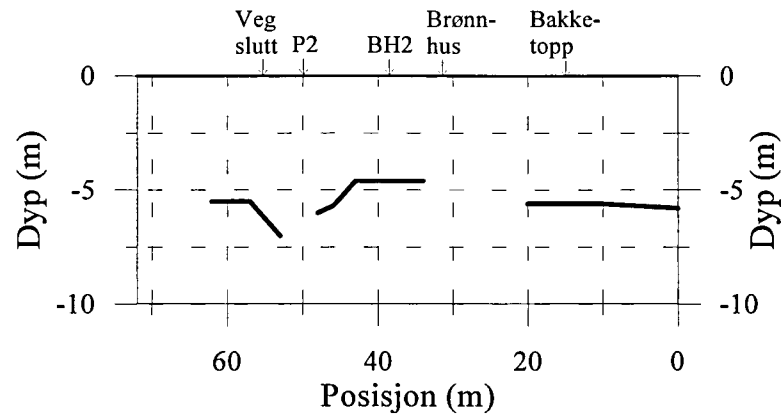
Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P3 (142-0)



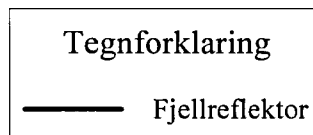
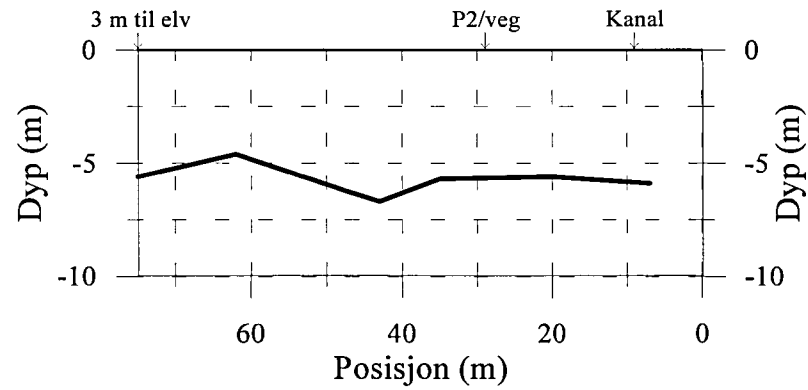
Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P4 (123-0)

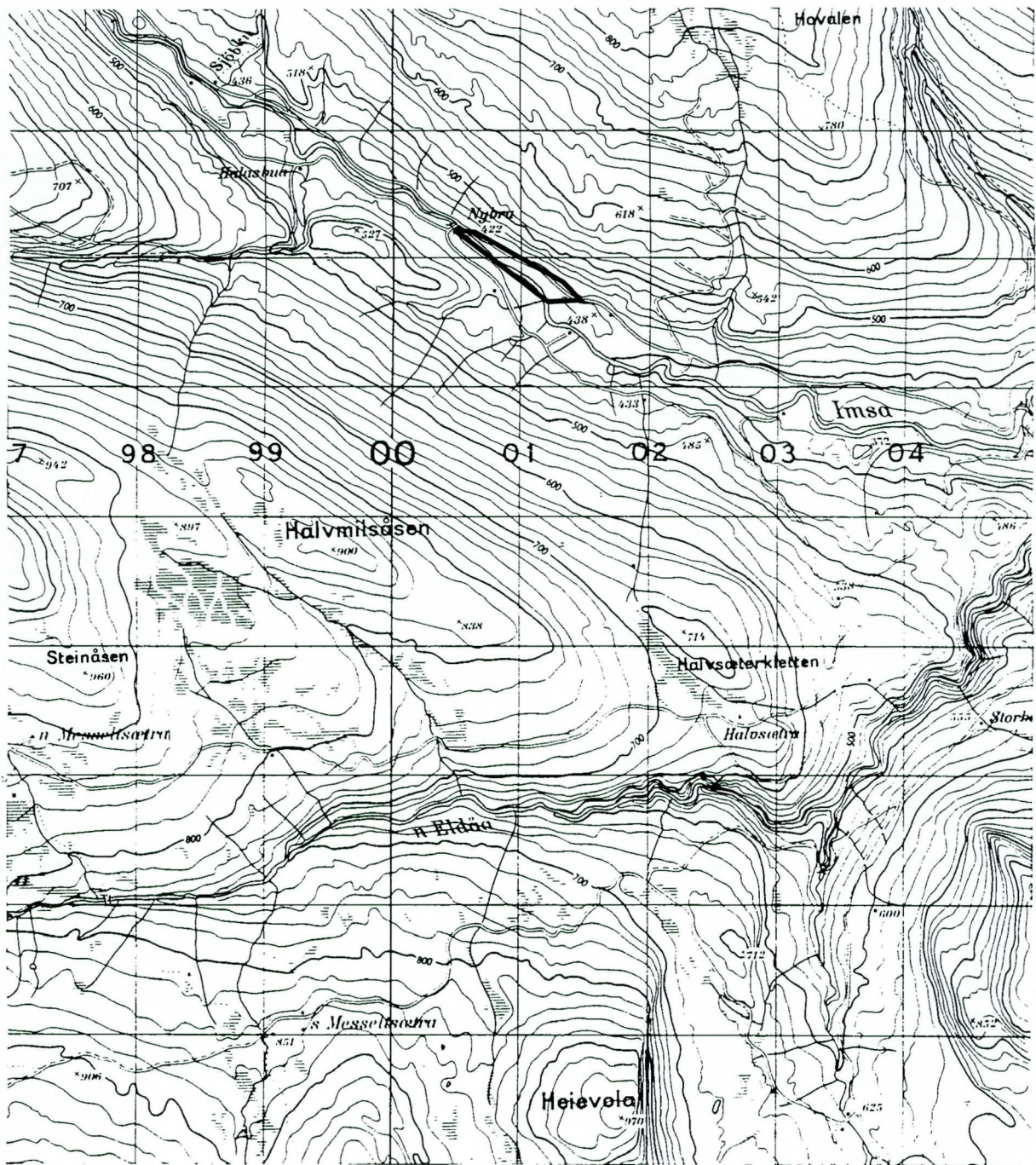


Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P5 (72-0)



Tolkning av dyp til fjell fra boringer og georadar, Imsdal, P6 (75-0)





Område som er undersøkt med georadar

NGU/ASPLAN VIAK
OVERSIKTSKART

IMSDAL

STOR-ELVDAL KOMMUNE, HEDMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JSR

TEGN EM

TRAC

KFR

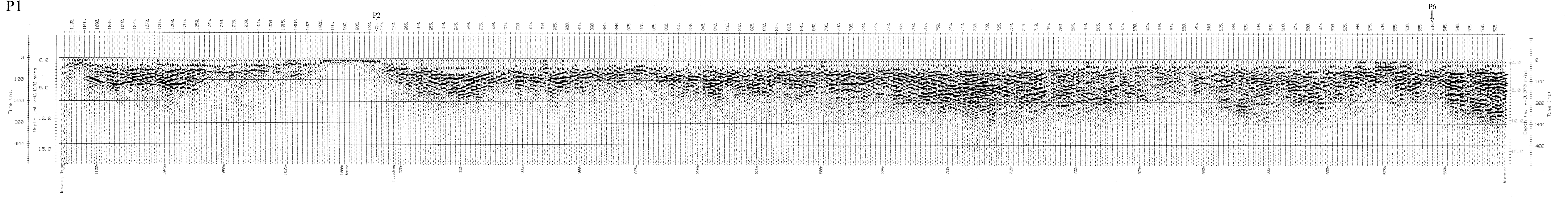
Okt. -96

Nov. -96

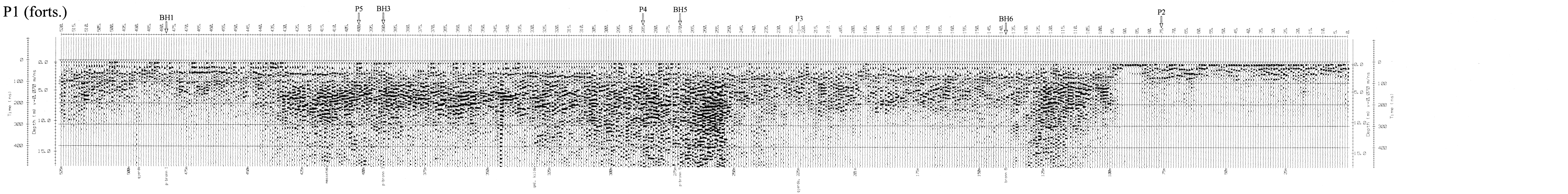
TEGNING NR
96.120-01

KARTBLAD NR
1917 IV

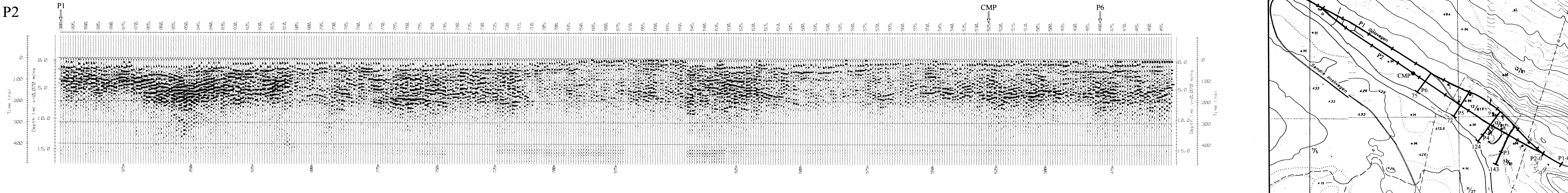
P1



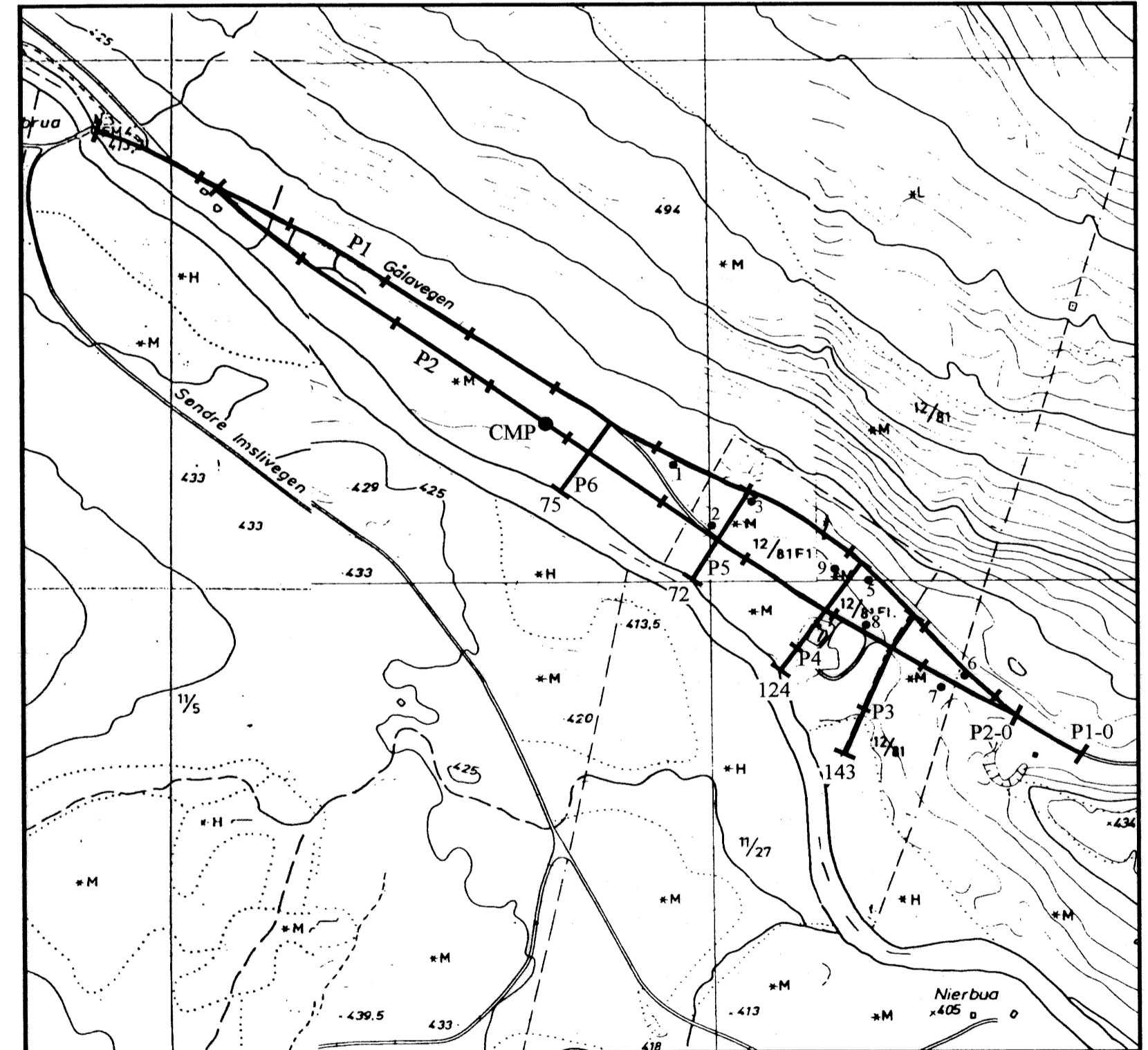
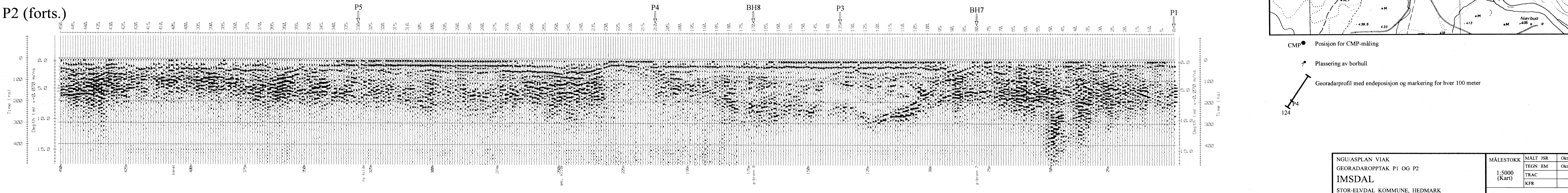
P1 (forts.)



P2

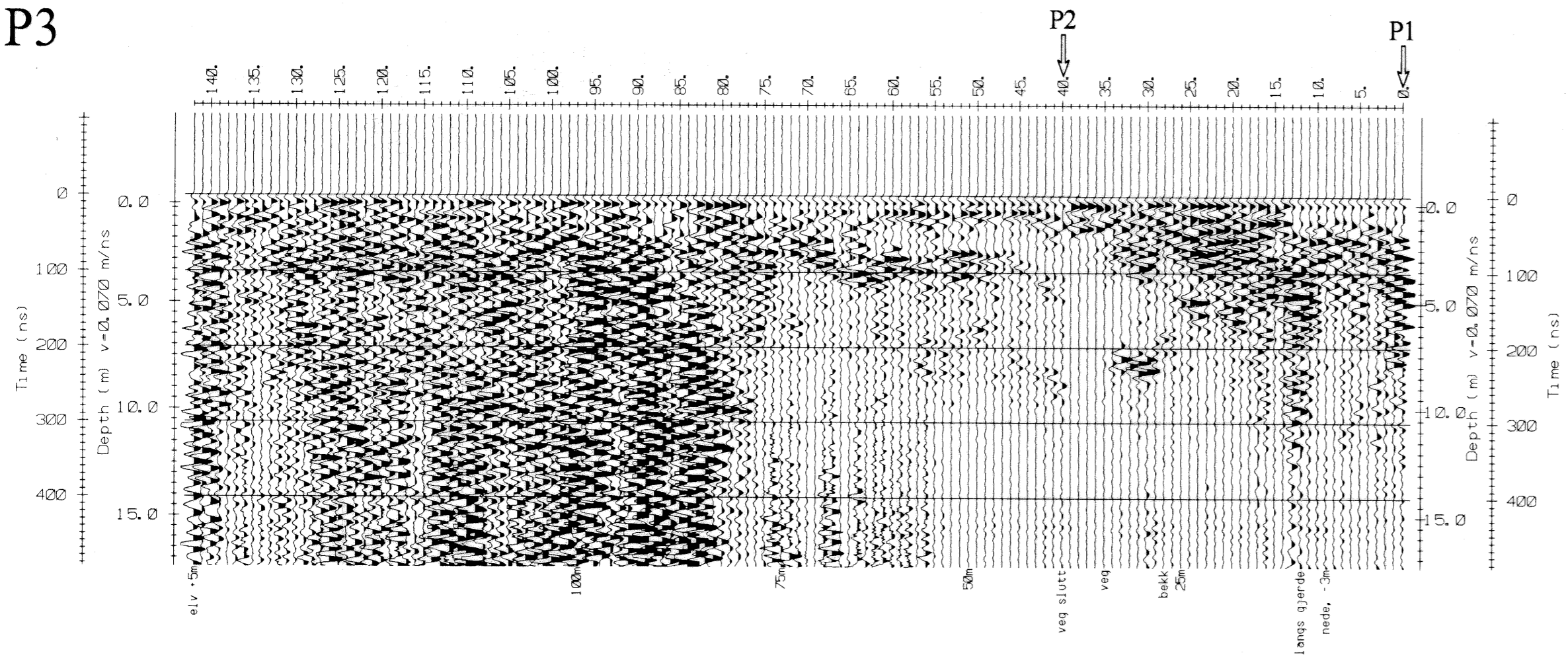


P2 (forts.)

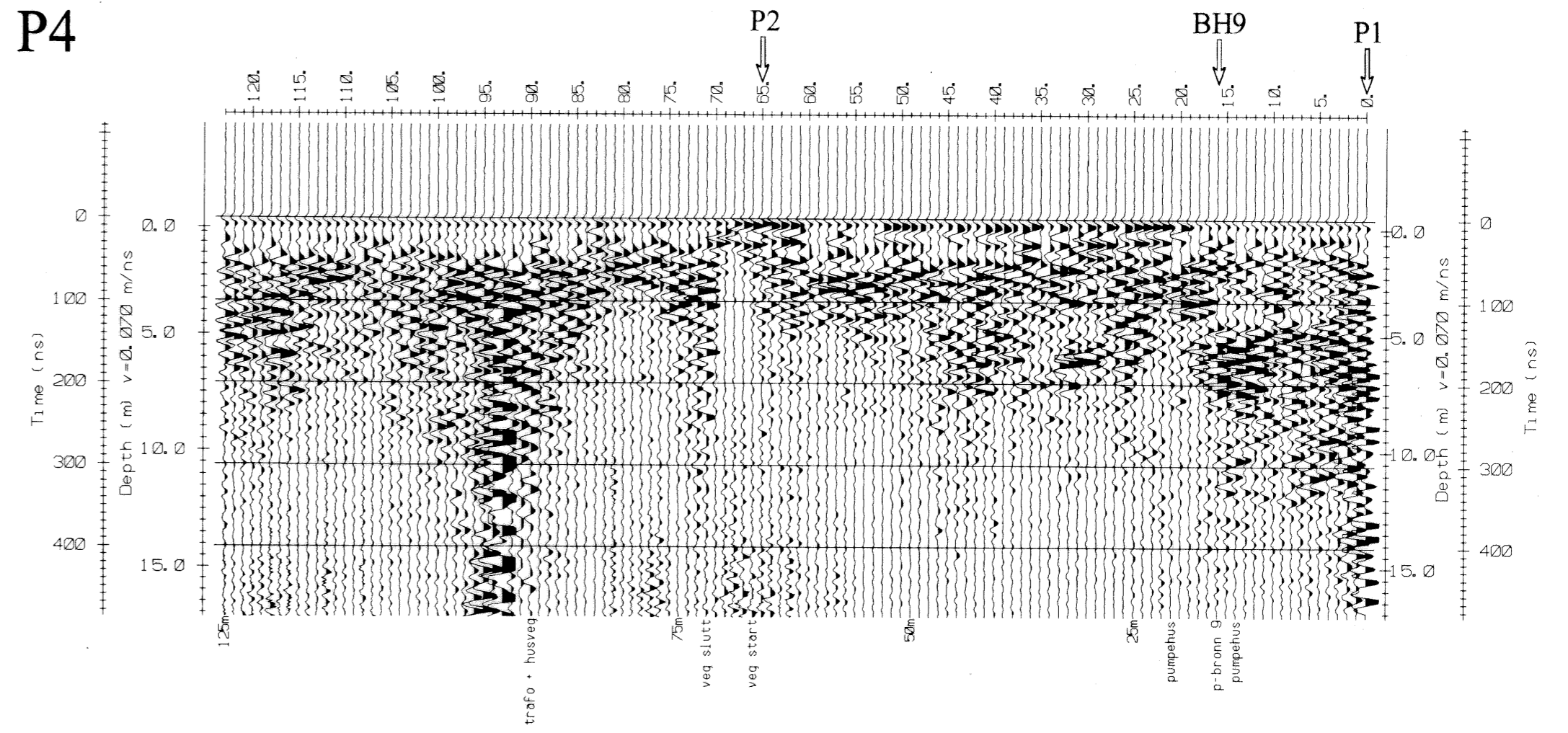


NGU/ASPLAN VIÅK GEORADAROPPTAK P1 OG P2 IMSDAL STOR-ELVDAL KOMMUNE, HEDMARK	MÅLSTOKK 1:5000 (Kart)	MALT JSR TEGN EM TRAC KFR	Okt. -96 Okt. -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.120-02	KARTBLAD NR 1917 IV

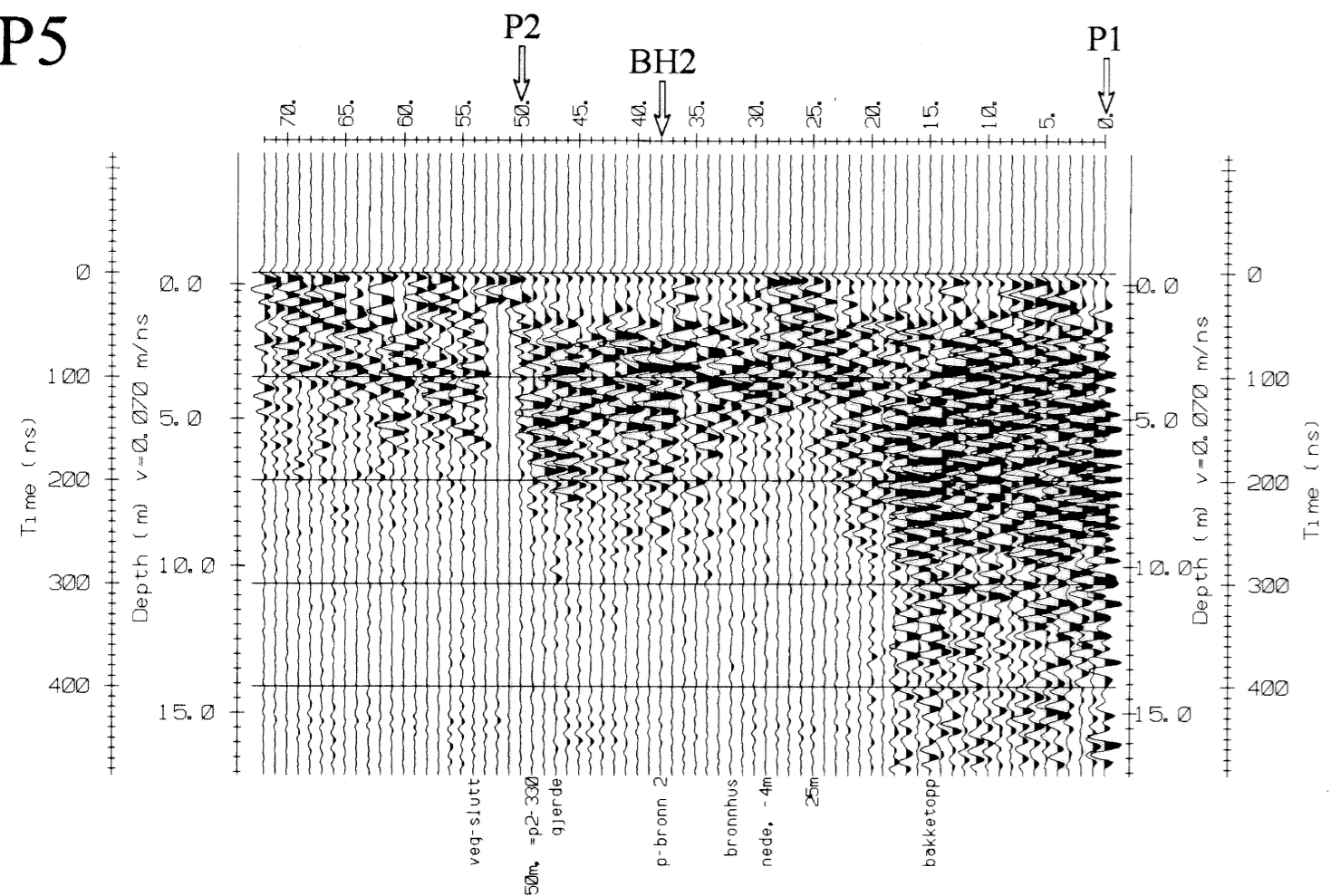
P3



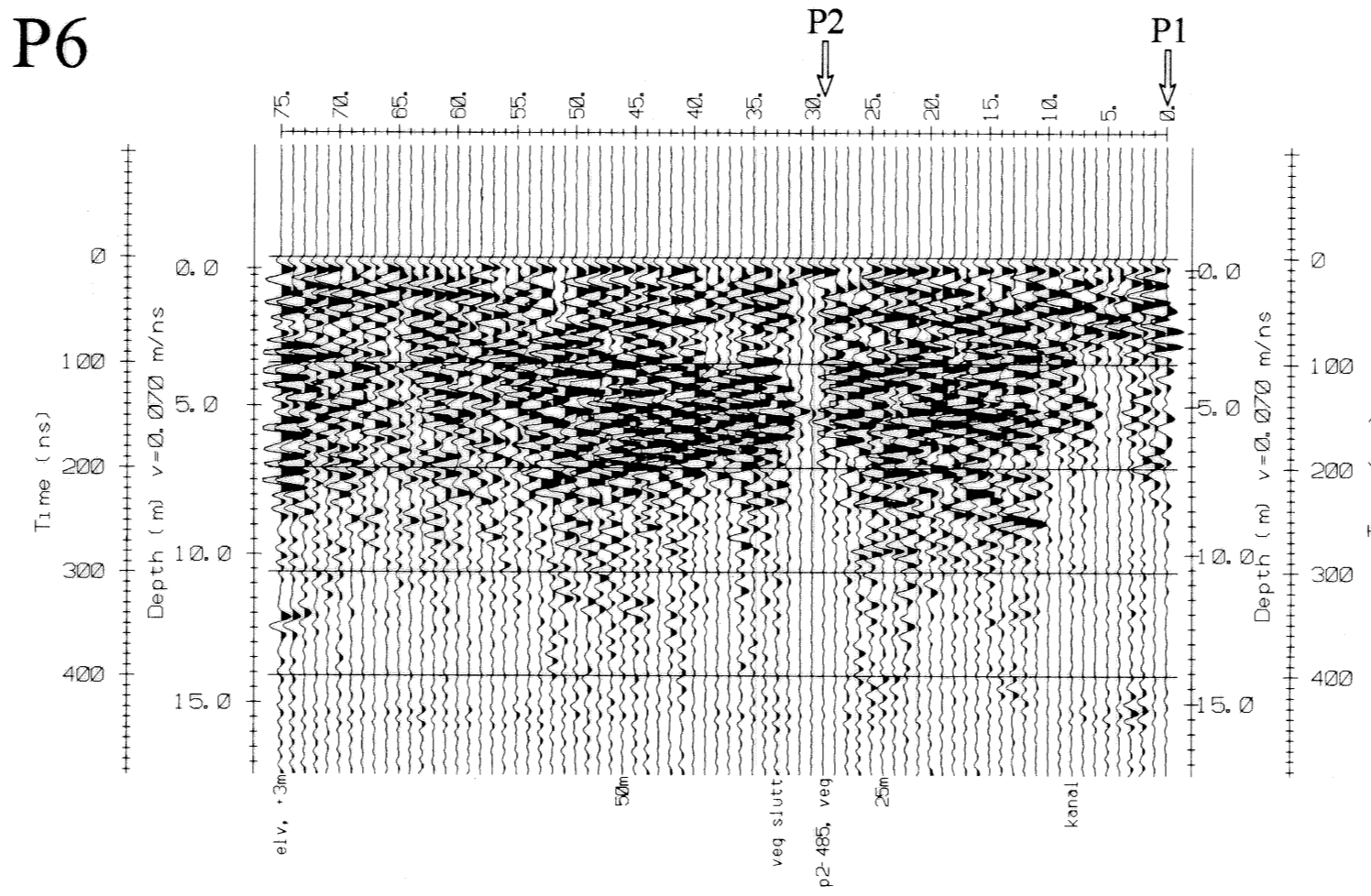
P4



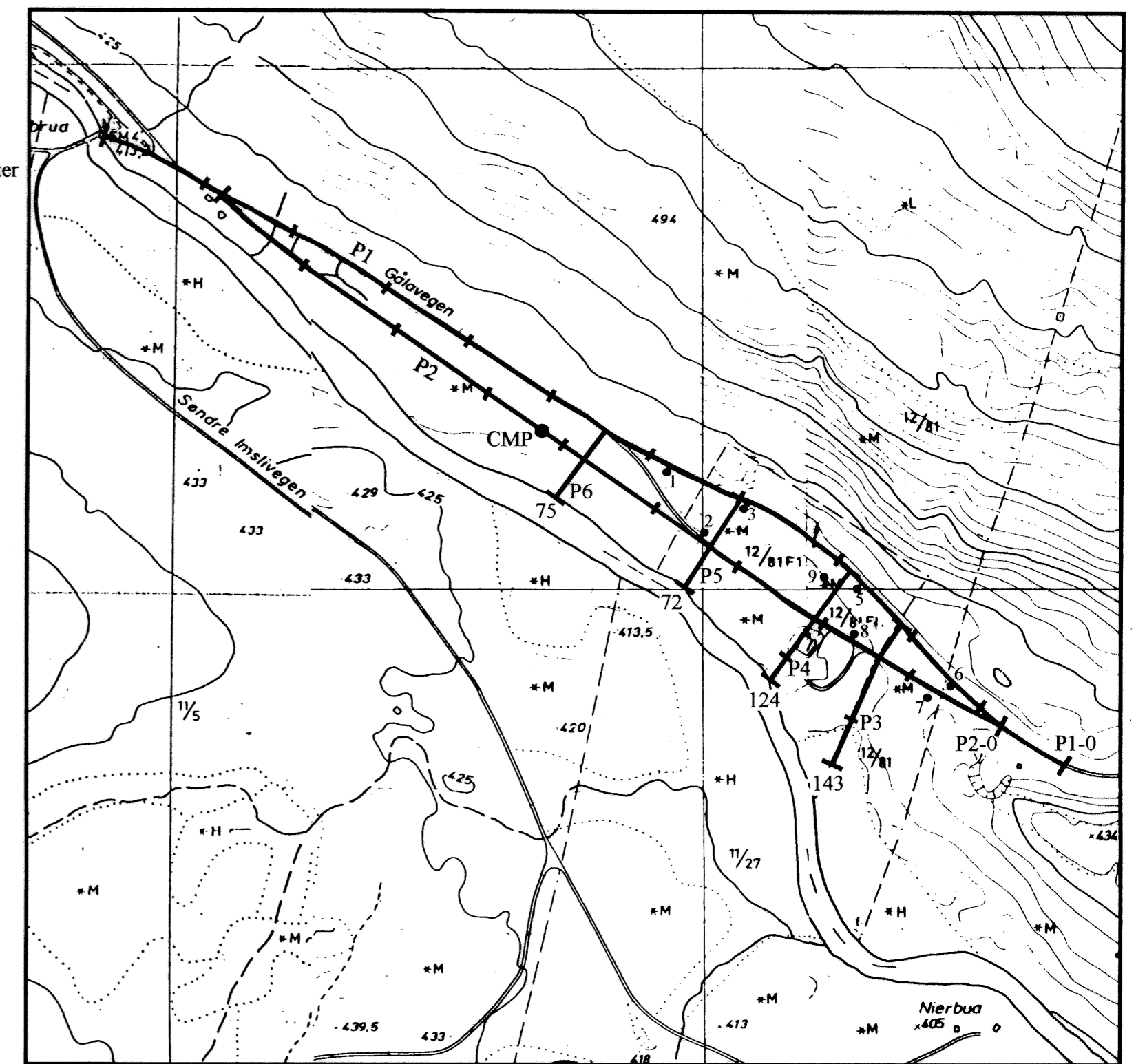
P5



P6

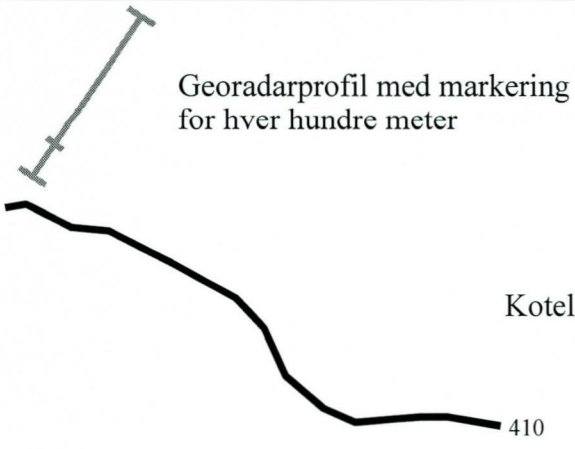
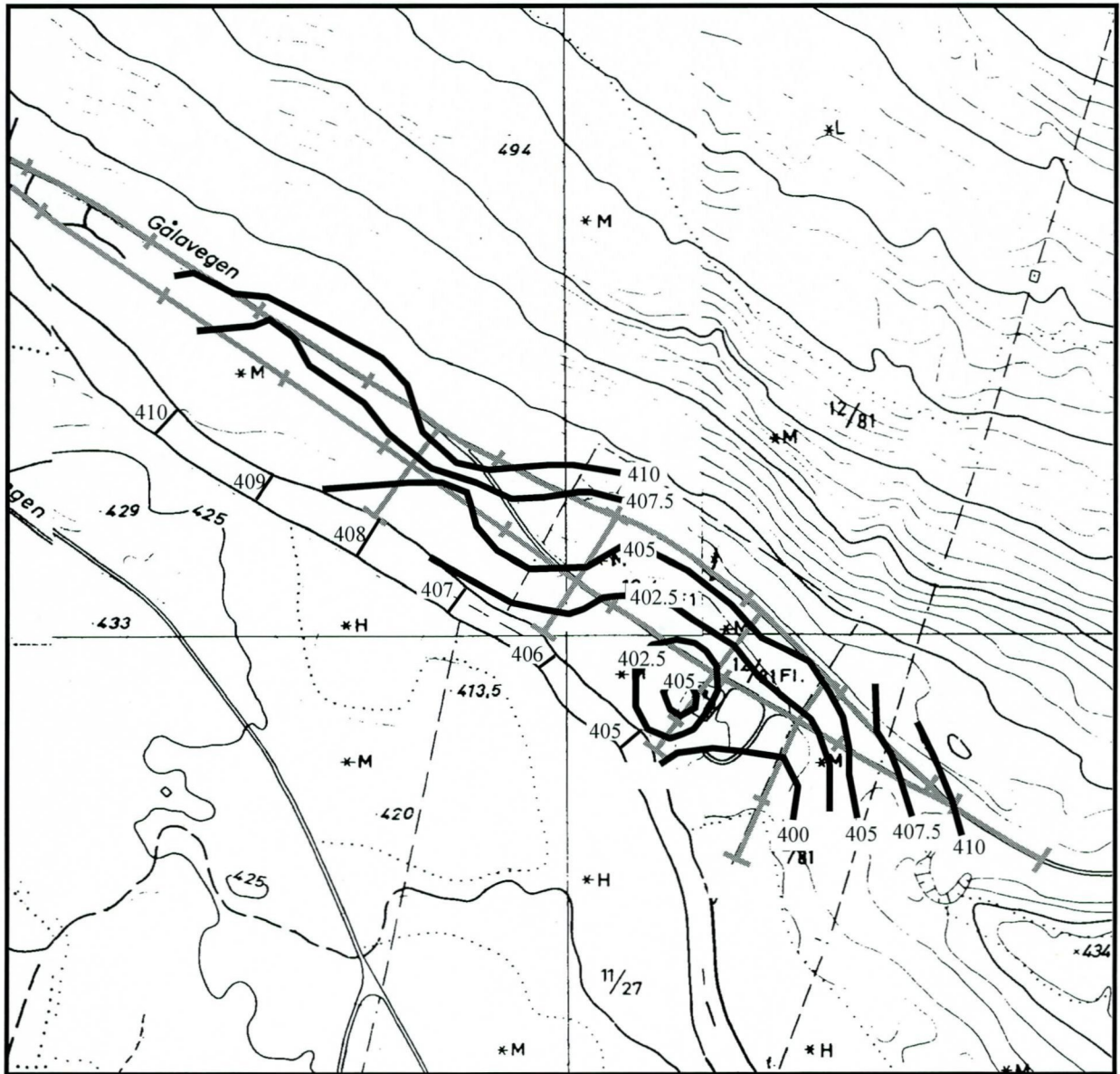


- CMP ● Posisjon for CMP-måling
- * Plassering av borhull
- Georadarprofil med endeplisjion og markering for hver 100 meter



NGU/ASPLAN VIAK
 GEORADAROPPTAK P3, P4, P5 OG P6
IMSDALEN
 STOR-ELVDAL KOMMUNE, HEDMARK
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JSR	Okt. -96
	TEGN EM	Okt. -96
TEGNING NR 96.120-03	TRAC	
	KFR	
KARTBLAD NR 1917 IV		



410/ Interpolert kotelinje for elvenivå (moh.)

Kotelinje for fjellnivå (moh.)

NGU/ASPLAN VIAK
 KOTELINJER FOR FJELLNIVÅ
IMSDAL
 STOR-ELVDAL KOMMUNE, HEDMARK

MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT JSR	Okt. -96
	TEGN EM	Okt. -96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 96.120-04

KARTBLAD NR
 1917 IV