

NGU Rapport 2008.078

Georadarmålinger for kartlegging av
grusforekomst i Vistdal, Nesset kommune

Rapport nr.: 2008.078		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger for kartlegging av grusforekomst i Vistdal, Nesset kommune			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: Hanset Sand AS	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Nesset	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1320 II Eresfjord	
Forekomstens navn og koordinater: Hanset-Indre Lange 32V 4457 69540		Sidetall: 12 Kartbilag: 2	Pris: 95,-
Feltarbeid utført: 20-21.10.2008	Rapportdato: 20.11.2008	Prosjektnr.: 263300	Ansvarlig: <i>Prof. Richard Neely</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med vurdering av grusforekomst i Vistdal, har NGU fått i oppdrag å utføre georadarmålinger på elveviften nord for Tverrelva. Målingene omfatter 10 georadarprofiler med samlet lengde 3,02 km.</p> <p>Målingene viser at elveviften har stor mektighet av sorterte sand/grus-avsetninger. For en stor del av viften når disse avsetningene ned til grunnvannsnivå, og tykkelsen varierer fra 15 til vel 20 m. Lengst sør tynner elveviften ut og avgrenses mot sørvest av andre løsmasseavsetninger, som kan representere ytre (distale) deler av den opprinnelige breelvviften.</p> <p>Avsetningene i elveviften utgjør et stort volum og kan være godt egnet for uttak til ulike formål. Ut fra georadarmålingene kan det ikke sies noe eksakt om sammensetning og kvalitet av forekomsten. Viften ser ut til å være forholdsvis homogen, men reflektiviteten fra skrålagningen indikerer at det er en del variasjon i sammensetning og vanninnhold. Det kan imidlertid forventes at materialet i elveviften er mer ensgradert (bedre sortert) enn i den opprinnelige breelvviften. Erfaringene fra det nåværende massetaket sør for Tverrelva vil gi nyttig informasjon om sannsynlig sammensetning og kvalitet, men det vil være nødvendig med prøvetaking i elveviften for å fastslå materialegenskapene.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasse	Byggeråstoff	Sand	
Grus		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3. RESULTATER	5
4. KONKLUSJON	6
5. REFERANSER	7

TEKSTBILAG

1. Georadar - metodebeskrivelse

DATABILAG

1. Kartkoordinater for georadarprofilene
2. Hastighetsanalyse (CMP1)
3. Hastighetsanalyse (CMP2)

KARTBILAG

- 2008.78-01 Lokaliseringskart og utskrift av georadaropptakene G2, G3, G4 og G10
2008.78-02 Lokaliseringskart og utskrift av georadaropptakene G1, G5, G6, G7, G8 og G9

1. INNLEDNING

Formålet med georadarmålingene var å kartlegge en grusforekomst i Vistdal, dvs. å få en oversikt over mektigheter, utbredelse og til en viss grad variasjoner i sammensetning av sand- og grusavsetningene i forekomsten. Dette vil danne bakgrunn for vurdering av mulig framtidig utnytting av forekomsten. Avsetningene som er undersøkt er avgrenset av Tverrelva mot sørøst, hovedelva Visa videre mot øst og nord og stort sett fylkesvegen mot vest. Hanset Sand AS driver i dag utstrakt utnytting av sand/grusavsetningene like sør for Tverrelva.

NGU har tidligere utført generell kartlegging av løsmassene i Vistdalen (Follestad 1994). Av kart og beskrivelse framgår det at en breelvvifte ble avsatt ved Tverrelvas munning ut mot Vistdalen ved slutten av siste istid, ut mot et havnivå som stod over 100 m høyere enn i dag. Under den påfølgende landhevning ble den opprinnelige breelvviften erodert av elva og det ble bygd ut elvevifter i lavere nivå. Området som er undersøkt nå, er lokalisert til en slik vifte.

Undersøkelsene er utført etter forespørsel fra grunneierne av gnr. 114 og Hanset Sand AS ved daglig leder Jan Erik Nerland. Målingene ble utført 20.-21. oktober 2008 av Knut Riiber og Jan Fredrik Tønnesen fra NGU. Målingene omfatter 10 georadarprofiler med samlet lengde 3,02 km.

2. MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000 V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var på 1400 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Signalene ble summert ('stacket') 4 ganger ved hvert målepunkt. For å lette gjennomføringen av profilmålingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. Det ble utført to CMP-målinger for å bestemme radarbølgehastigheten i grunnen. For lokalisering av profilene er det benyttet økonomisk kartverk (M 1:5000) og profilkoordinater er bestemt med en enkel håndholdt GPS-mottaker.

For å redusere støy i opptakene ble de høyeste frekvenser (>125 MHz) forsøkt fjernet ved filtrering. Ved utskrift av georadaropptakene (Kartbilag -01 og -02) ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt i opptaket og signalstyrken blir lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. I profilutskriftene er totalt tidsdyp (opptakstiden) redusert til 800-1000 ns. Terreng høyden langs profilene er bestemt ut fra lokalkart med 1 m kotehøydeavstand, mens enkelte lokale variasjoner er tatt ut fra visuell observasjon under profilmålingene. Vertikal-aksen i profilutskriftene angir høyde i meter over havnivå. For å angi en mest mulig

korrekt høydeskala er det nødvendig å kjenne radarbølgehastigheten i undergrunnen. Ut fra resultatet av hastighetsanalysene fra de to CMP-målingene er det benyttet en hastighet på 0,10 m/ns for beregning av høydeskala i profilutskriftene.

3. RESULTATER

Utskrift av georadaropptak langs profilene er vist sammen med lokaliseringskart i Kartbilag -01 for profilene G2, G3, G4 og G10 og i Kartbilag -02 for profilene G1 og G5-G9.

Kartkoordinater for profilene er vist i tabell i databilag 1. Utskrift av CMP-målingene (1 og 2) samt resultat av hastighetsanalysene er vist i databilag 2 og 3.

De fleste profilene er lokalisert til det oppdyrkede plataået øst for fylkesvegen. Ut fra kart og utskrift av profilopptakene framgår det at plataået har en noe ujevn overflate, men skråner generelt nedover fra 45-50 moh. lengst sør til 30-35 moh. i nord. Østligste del av profil G1 og nordligste del av profil G4 er målt nedover skråningen mot elva til henholdsvis ca. 18 og 16 moh. Profilene G2 og G3 er målt på et oppdyrket elveerodert plataå 20-23 moh. Vestlige del av profil G8 (pos. 0-315 m) er målt nedover gårdsveg vest for fylkesvegen, fra vel 60 moh. og ned til 41-42 moh.

I profilene oppe på hovedplataået er det i dypet registrert en gjennomgående nær horisontal reflektor som regnes å representere grunnvannsnivå, men den er dårlig definert lengst sør i området. Grunnvannsnivået er beregnet å ligge 22-24 moh. ved profil G8 og skråner slakt nedover mot nord til 16-18 moh. ved profil G5. Lengst nord under plataået kan det skråne ned til rundt 13 moh. Det har også et slakt fall på rundt 2 m fra vest mot øst under plataået. Lengst sør i området er grunnvannsnivået usikkert, men det kan skråne opp til 30-35 moh. Under erosjonsplataået langs profil G2 er grunnvannsnivået beregnet å ligge 15-16 moh. de sørligste 100 m av profilet og rundt 13 moh. videre nordover.

Hastighetsanalysen fra det øvre plataået (CMP1) indikerer en radarbølgehastighet på 0,10-0,11 m/ns ned til grunnvannsreflektoren. Verdien kan representere "tørre" sand/grusavsetninger, men med et visst vanninnhold. Hastighetsanalysen fra CMP2 (målt nede på erosjonsplataået) gir tilsvarende verdi for materialet over grunnvannsreflektor, mens det i materialet under indikeres betydelig lavere verdi. Den benyttede høydeskalaen (med valgt hastighet 0,10 m/ns) vil derfor angi tilnærmet riktig eller inntil 10 % for liten tykkelse for avsetningene over grunnvannsnivå, men overdrive tykkelsen for avsetningene under.

Utskriftene av georadarprofilene viser at hele det øvre plataået er bygd opp som en elvevifte/ elvedelta med stor mektighet. Alle profilene viser avsetninger med markant og steil vifte/delta-skrålagning. I G4 langsetter plataået har skrålagningen fall mot nord, mens den i tverrprofilene G1 og G5-G9 har markant fall mot øst-nordøst. Virkelig fallretning og avsetningsretning på viften vil derfor være et sted i mellom, dvs. ha hovedretning mot nordøst.

Avsetningsretningen kan imidlertid variere en del. Dette sees f. eks. i G10 med spesiell fokus ved krysningspunkt med G9. I G9 er det der steil skrålagning, mens det i G10 er tilnærmet horisontale reflektorer. Fallretningen for skrålagningen er derfor den samme som profilretningen for G9, dvs. mot øst-nordøst. Sør for krysningspunktet er det skrålagning med fall mot sør-sørøst langs G10, mens det nordenfor er skrålagning med fall mot nord-nordvest langs profilet. Avsetningsretningen må derfor minimum dreie fra øst til nordøst langs G10 på

østlige del av viften. Ut fra andre profiler kan det også se ut til at avsetningsretningen er mer nordlig på nordligste del av viften.

Skrålagningen i elveviften ser stort sett ut til å nå helt ned til grunnvannsnivå. Noen steder går skrålagningen noen meter under grunnvannsnivå, f. eks. i G1 (pos. 120-190 m) og G9 (pos. 100-170 m). Lengst sør og sørvest tynner elveviften ut og skrålagningen når ikke ned til grunnvannsnivå, men avsluttes mot underliggende løsmasser med annet refleksjonsmønster. Elveviften tynner ut til maksimum 10-12 m ved sørenden av G4 og den er maksimum 5 m ved vestenden av G6 og G7. Langs G8 er elveviften avgrenset mot sørvest rundt pos. 170 m og terrengoverflaten når der opp til et nivå på vel 50 moh. Nede på hovedplatået nordover fra G8 varierer tykkelsen av elveviften ned til grunnvannsnivå fra minimum 15 m til maksimum vel 20 m. Noen steder når skrålagningen helt opp mot terrengoverflaten, mens det andre steder ligger et opptil flere meter tykt topplag med nær horisontal lagning. Begge tilfeller kan for eksempel sees i G9 ved krysspunkt med G4 og G10.

Materialet i elveviften regnes vesentlig å bestå av sand og grus og kan derfor være godt egnet for uttak til ulike formål. Ut fra georadarmålingene kan det ikke sies noe eksakt om sammensetning og kvalitet av forekomsten. Viften ser ut til å være forholdsvis homogen, men refleksiviteten fra skrålagningen indikerer at det er en del variasjon i sammensetning og vanninnhold. Det kan imidlertid forventes at materialet i elveviften er mer ensgradert (bedre sortert) enn i den opprinnelige breelvviften.

Erfaringene fra det nåværende massetaket sør for Tverrelva vil gi nyttig informasjon om sannsynlig sammensetning og kvalitet, men det vil være nødvendig med prøvetaking i elveviften for å fastslå materialelegenskapene.

Under elveviften lengst sør kommer det inn avsetninger med annet refleksjonsmønster. I vestlige deler av G6 og G7 og dels G8 kommer det inn ujevne skrålag med fall mot øst og med til dels kaotiske refleksivitet i mellom. Dette indikerer mer inhomogene masser enn i elveviften. Avsetningene kan representere ytre (distale) del av den opprinnelige breelvviften og kan også dels være avsatt fra utrasninger eller massestrømmer fra fronten av brelvdeltaet og ut i fjordbassenget. Det er i denne omgang ikke gitt noen videre tolkning og vurdering av avsetningene under grunnvannsnivå eller dyp til fjell.

4. KONKLUSJON

Georadarmålinger på elveviften nord for Tverrelva i Vistdalen viser at viften har stor mektighet av sorterte sand/grus-avsetninger. For en stor del av viften når disse avsetningene ned til grunnvannsnivå, og tykkelsen varierer fra 15 til vel 20 m. Lengst sør tynner elveviften ut og avgrenses mot sørvest av andre løsmasseavsetninger, som kan representere ytre (distale) deler av den opprinnelige breelvviften.

Avsetningene i elveviften utgjør et stort volum og kan være godt egnet for uttak til ulike formål. Ut fra georadarmålingene kan det ikke sies noe eksakt om sammensetning og kvalitet av forekomsten. Viften ser ut til å være forholdsvis homogen, men refleksiviteten fra skrålagningen indikerer at det er en del variasjon i sammensetning og vanninnhold. Det kan imidlertid forventes at materialet i elveviften er mer ensgradert (bedre sortert) enn i den opprinnelige breelvviften. Erfaringene fra det nåværende massetaket sør for Tverrelva vil gi nyttig informasjon om sannsynlig sammensetning og kvalitet, men det vil være nødvendig med prøvetaking i elveviften, f. eks. med gravemaskin, for å fastslå materialelegenskapene.

5. REFERANSER

Follestad, B.A. 1994: Eresfjord 1320 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse.
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 planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av 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.

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

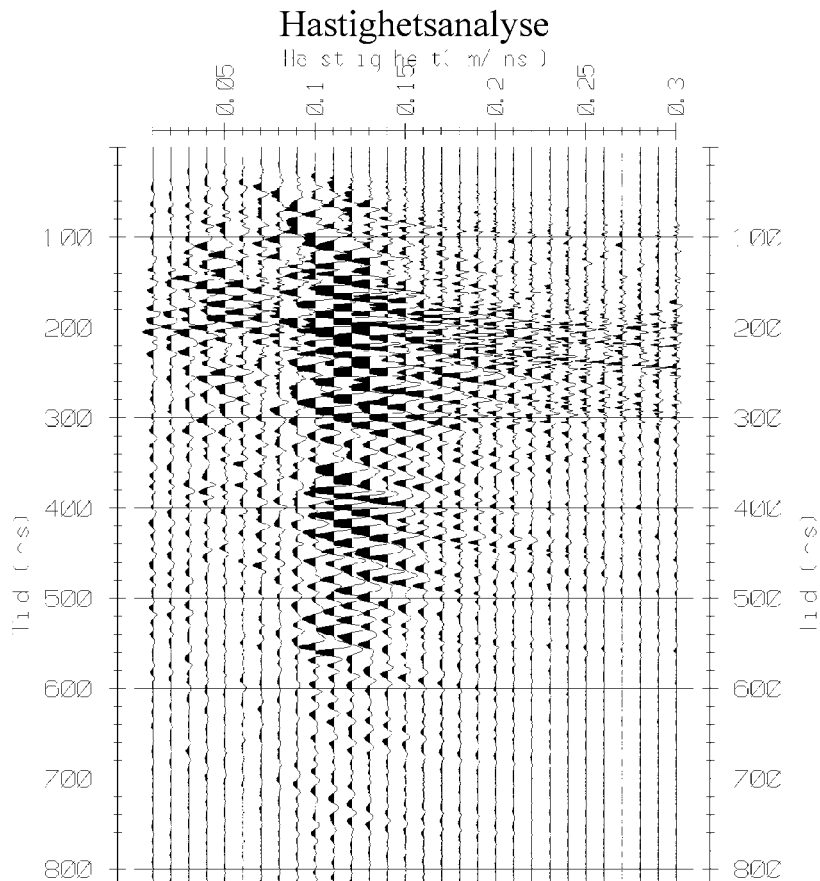
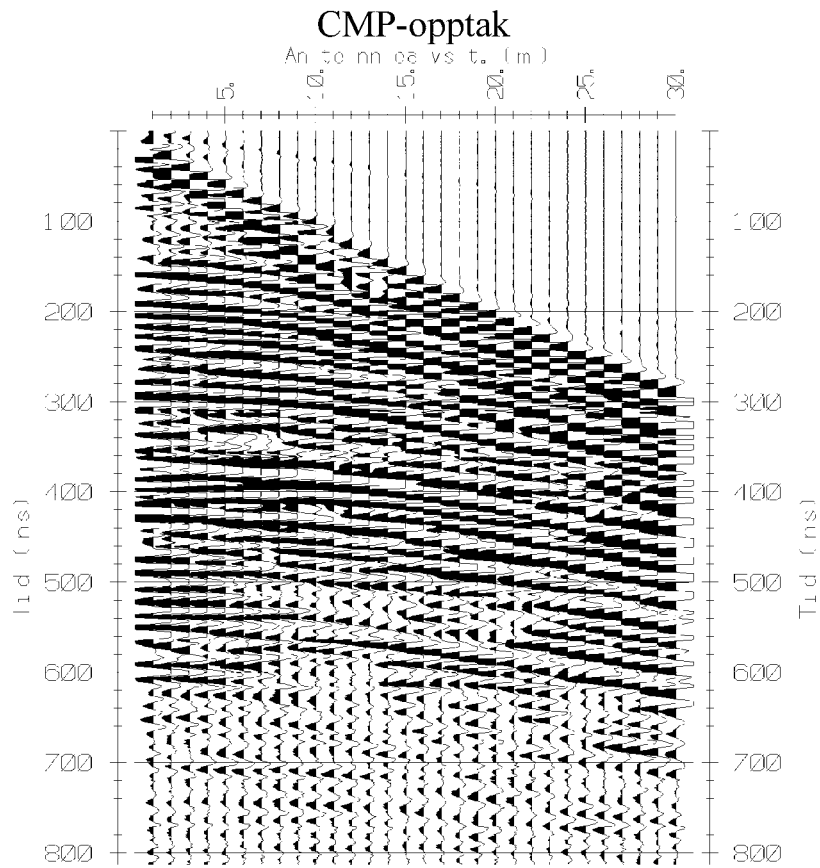
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

**Kartkoordinater for georadarprofiler målt i oktober 2008
i området Hanset - Indre Lange i Vistdal, Nesset kommune.
UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.**

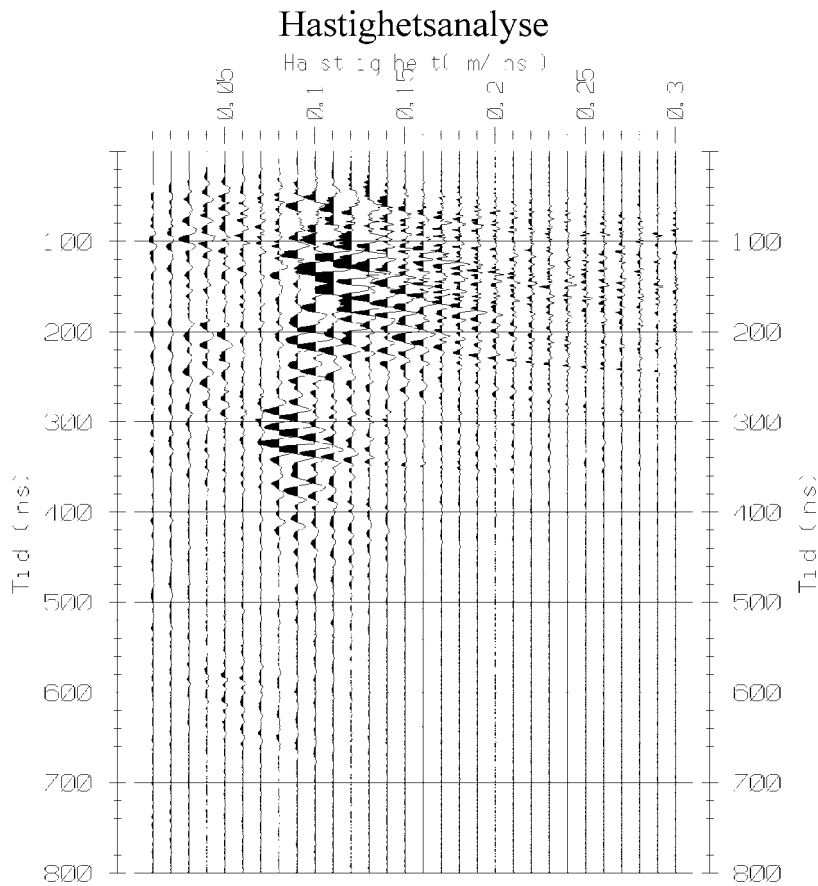
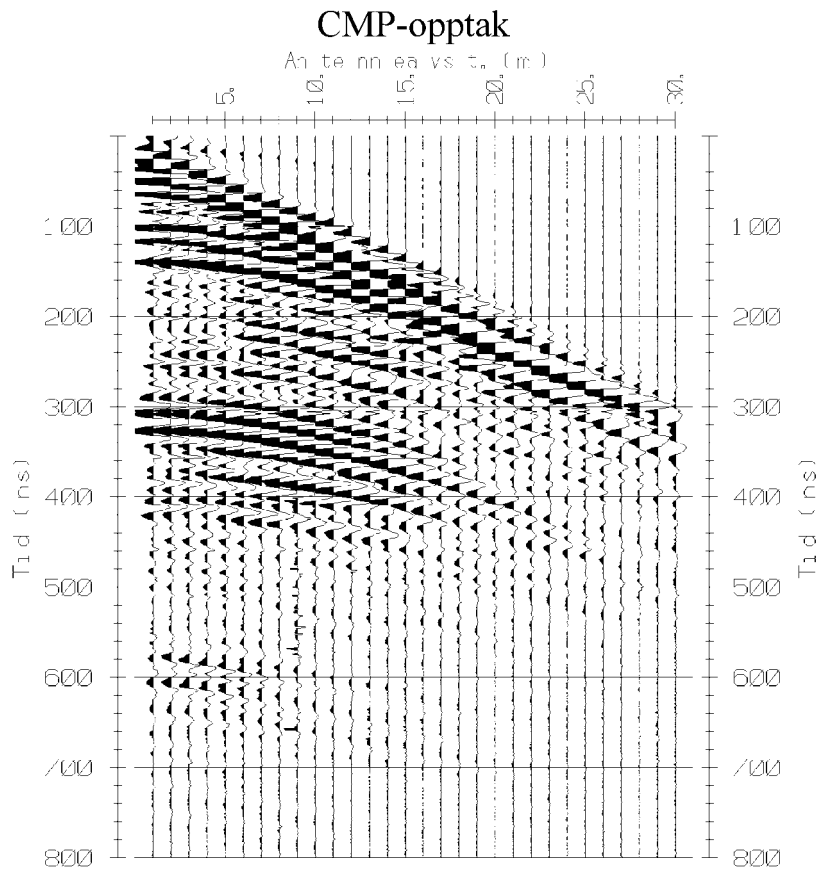
Georadar-profiler (G1-G10) og CMP-målinger (CMP1 og CMP2)

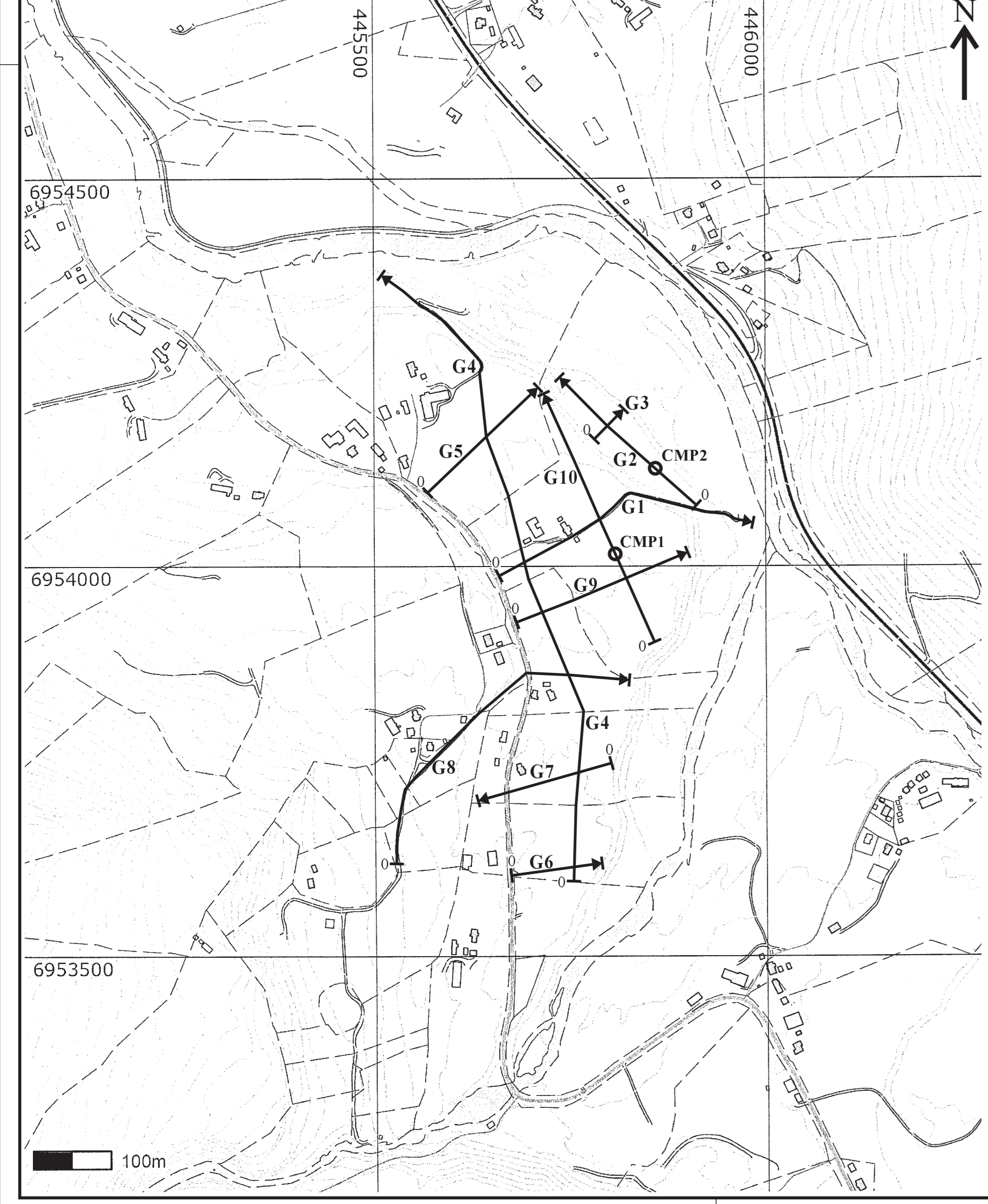
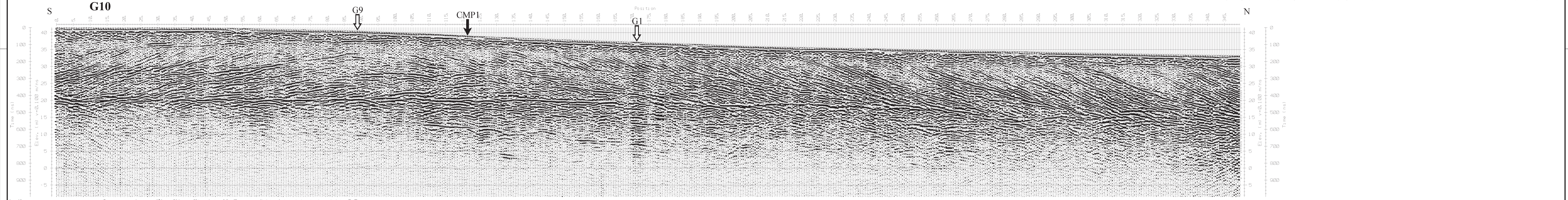
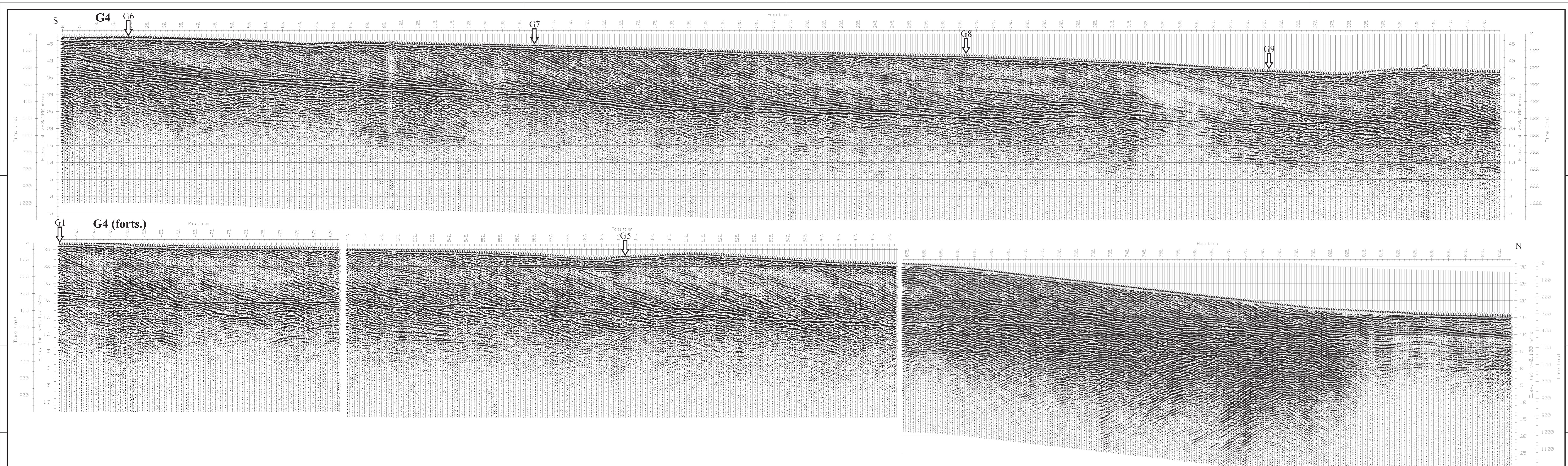
Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G1x0	6953983	445658
G1x360	6954060	445985
G2x0	6954079	445912
G2x240	6954244	445740
G3x0	6954164	445783
G3x48,5	6954201	445819
G4x0	6953598	445754
G4x97,5	6953695	445757
G4x215	6953813	445768
G4x402,5	6953982	445696
G4x425(xG1)	6954003	445691
G4x507,5	6954086	445671
G4x510	6954089	445673
G4x672	6954249	445635
G4x853,5	6954380	445507
G5x0	6954091	445564
G5x109(xG4)	6954166	445642
G5x195	6954227	445709
G6x0	6953602	445672
G6x80,5(xG4)	6953616	445755
G6x116	6953623	445790
G7x0	6953747	445801
G7x40,5(xG4)	6953737	445763
G7x178	6953700	445631
G8x0	6953617	445530
G8x233	6953811	445632
G8x314,5	6953863	445692
G8x370(xG4)	6953860	445750
G8x447	6953855	445826
G9x0	6953929	445681
G9x37(xG4)	6953940	445713
G9x78,5	6953955	445755
G9x82	6953957	445758
G9x233,5	6954017	445898
G10x0	6953905	445856
G10x89(xG9)	6953985	445822
G10x171,5(xG1)	6954061	445788
G10x349,5	6954223	445717
CMP1(G10x121)	6954015	445807
CMP2(G2x70)	6954129	445861

Vistdal, CMP1, lokalisert ved pos. 121,5 m i G10

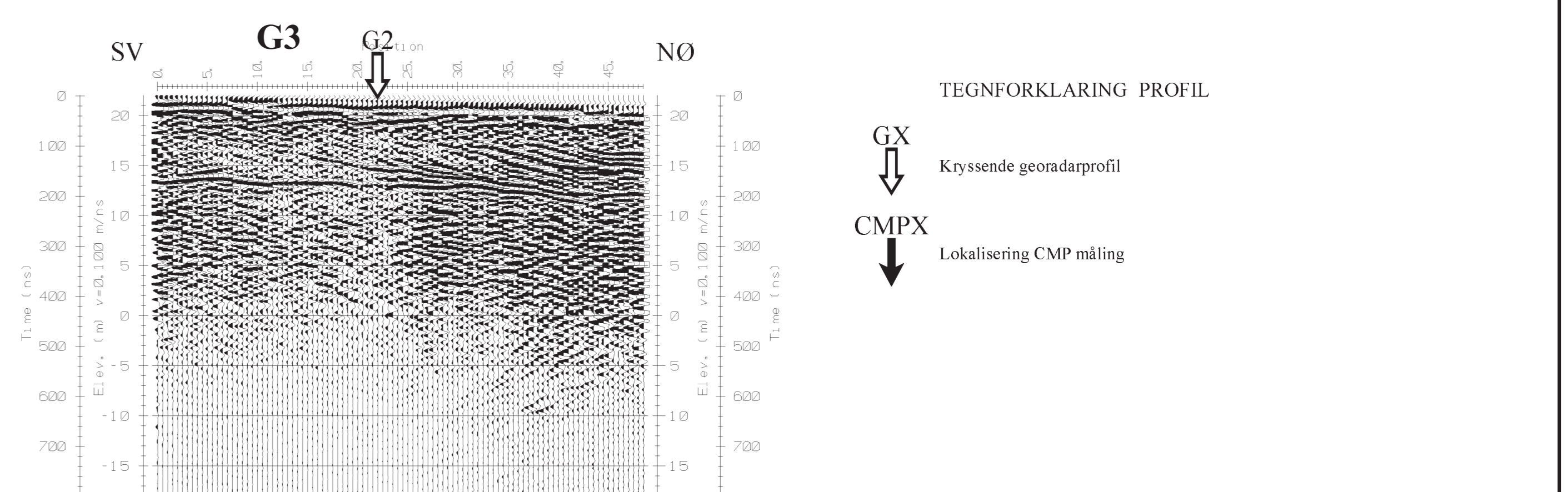
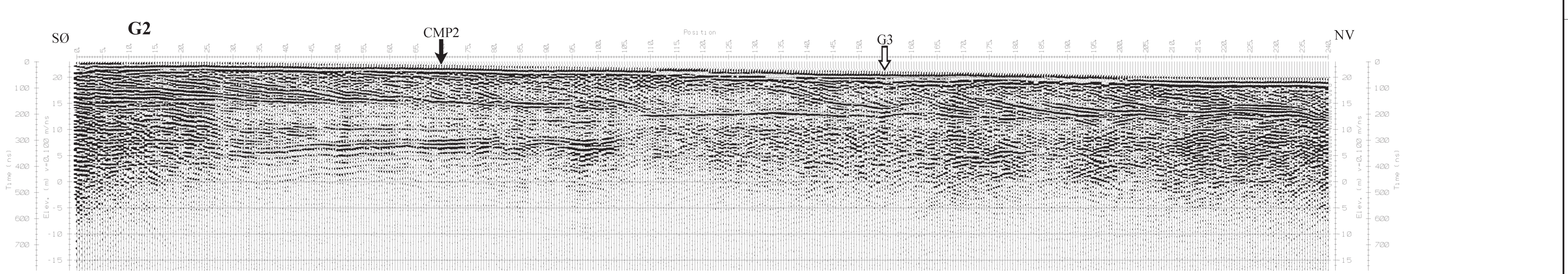


Vistdal, CMP2, lokalisert ved pos. 70 m i G2



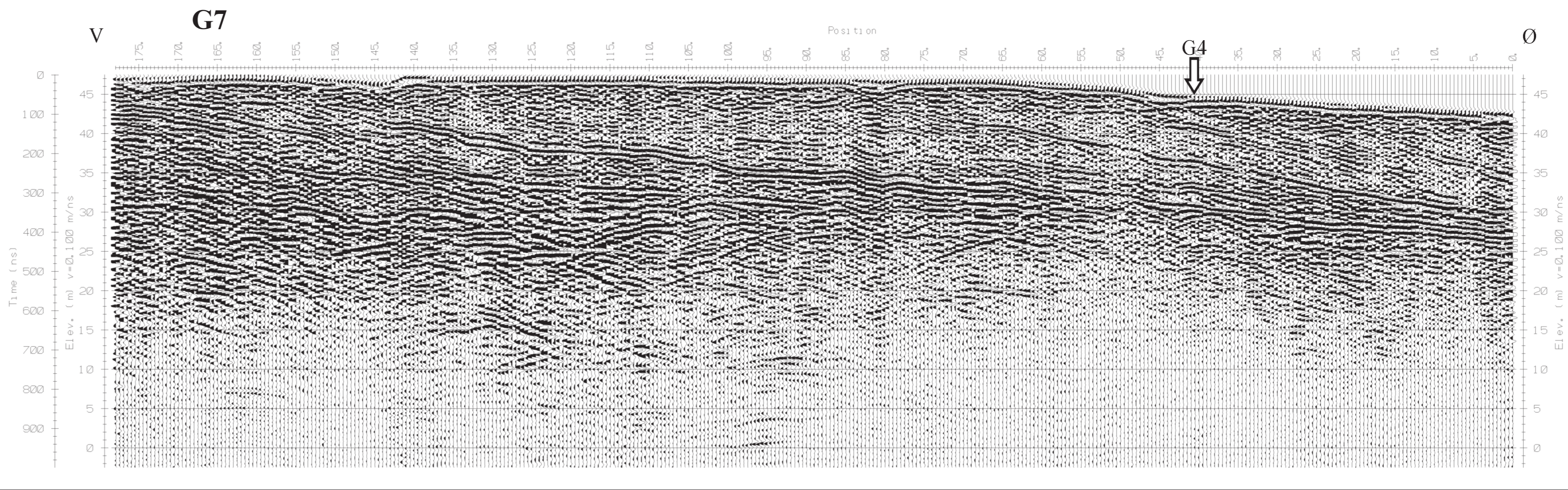
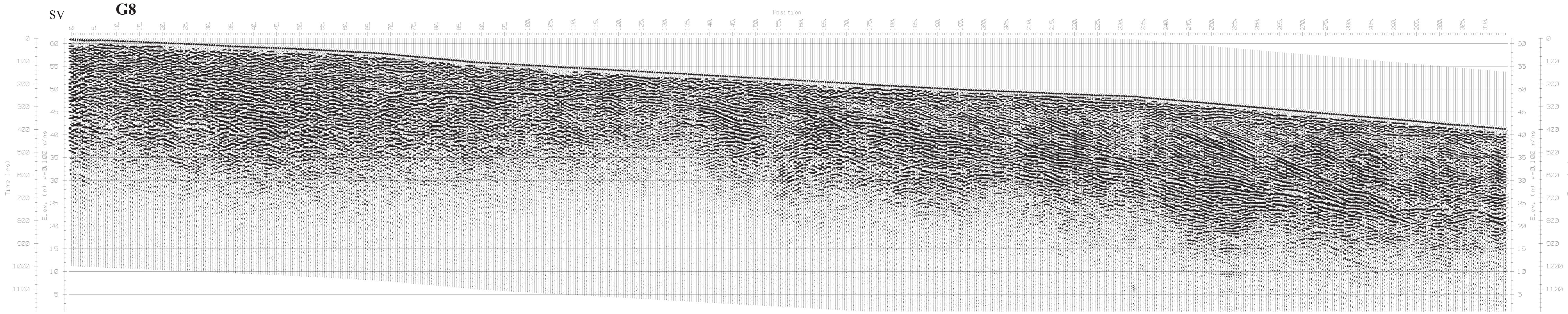
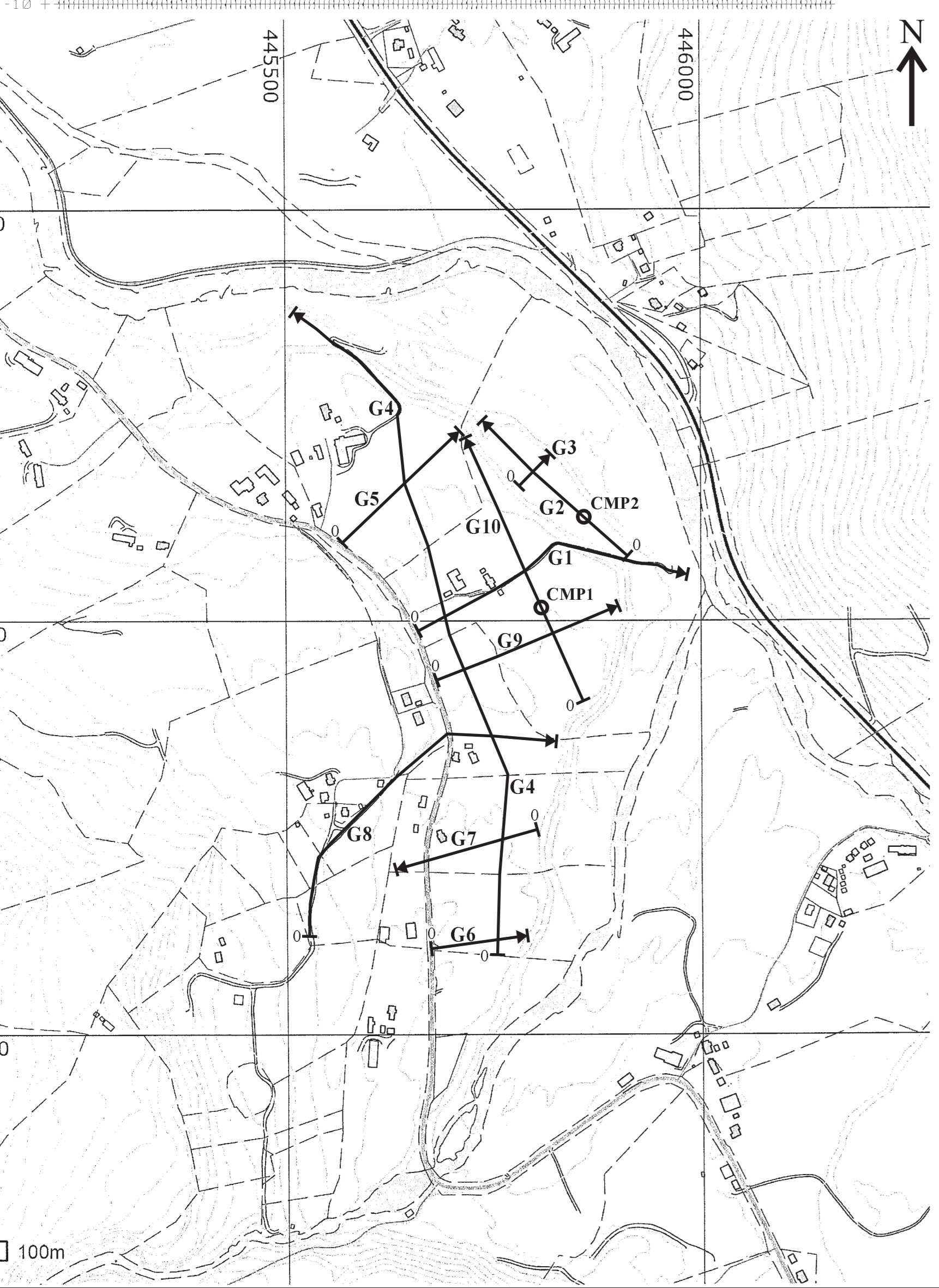
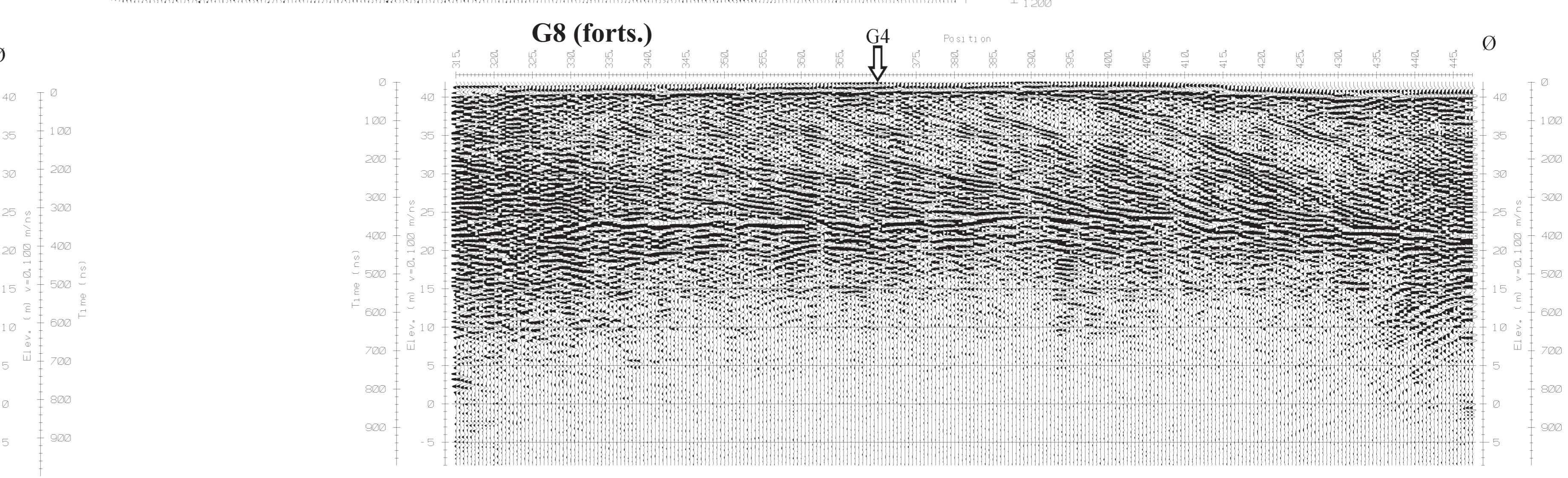
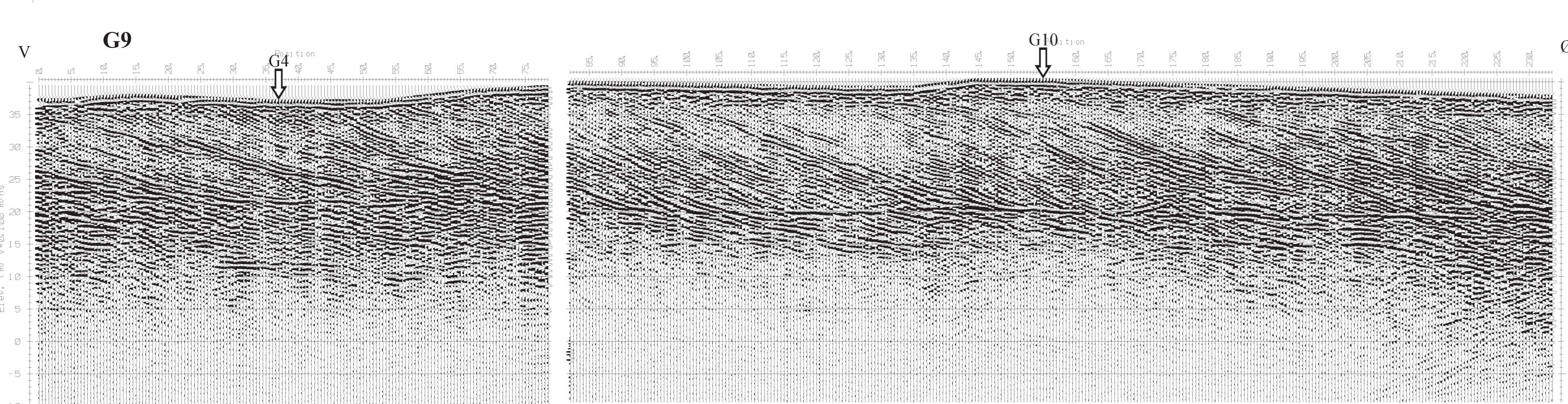
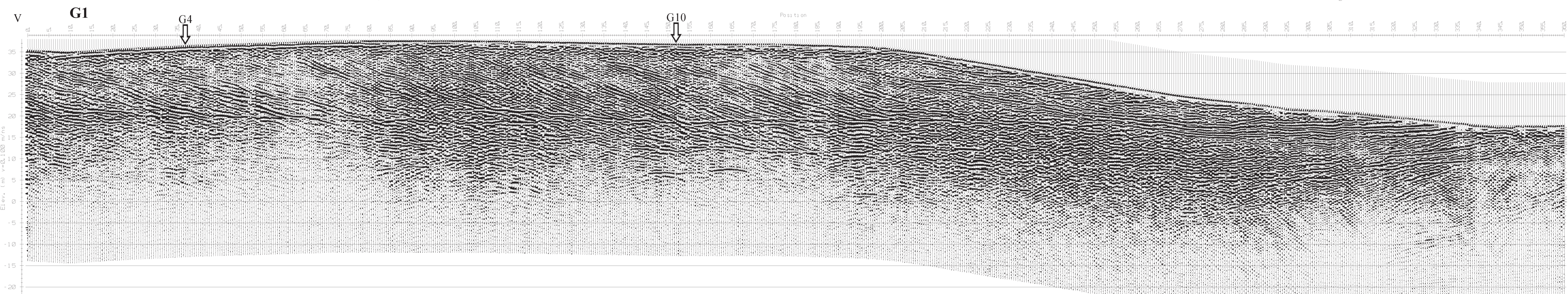
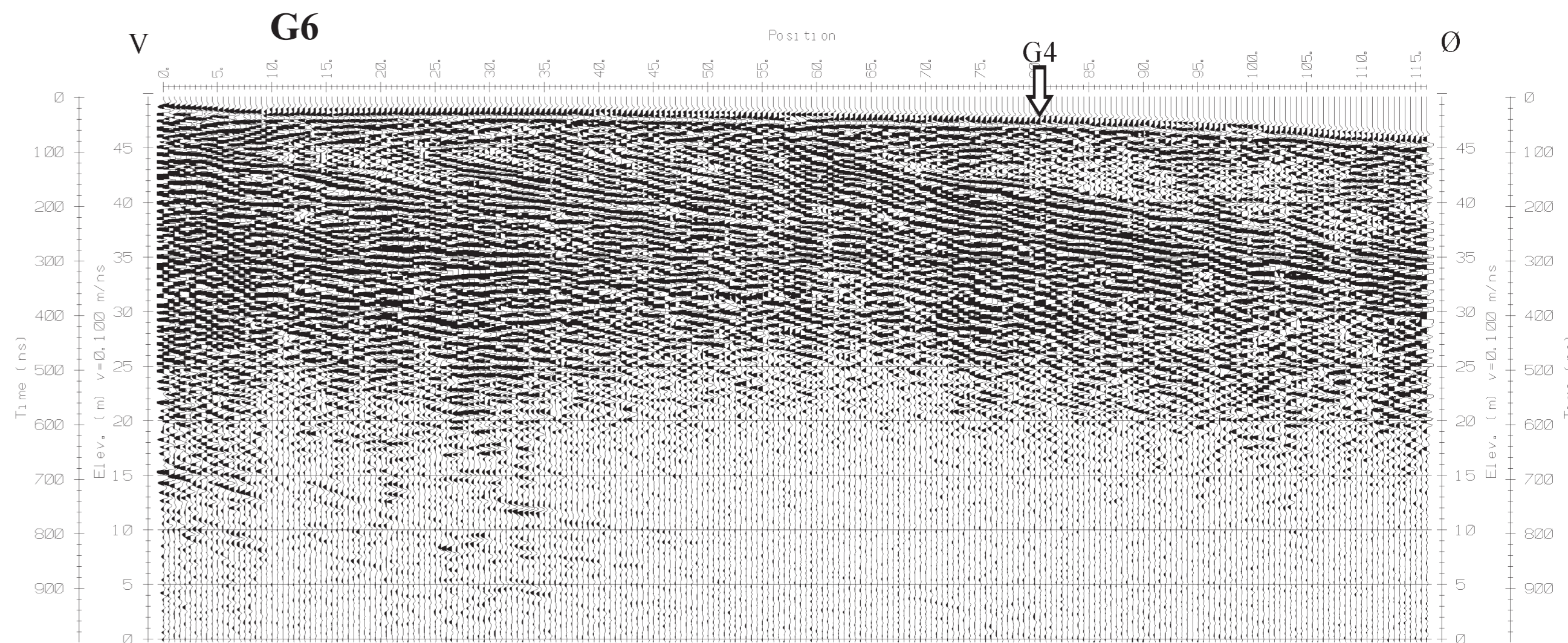
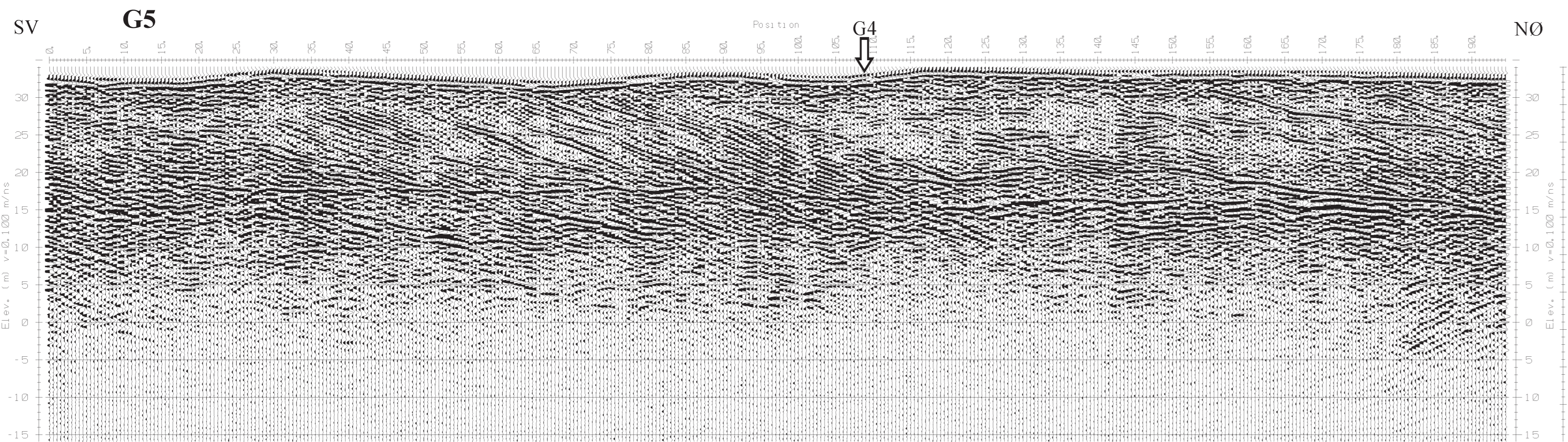
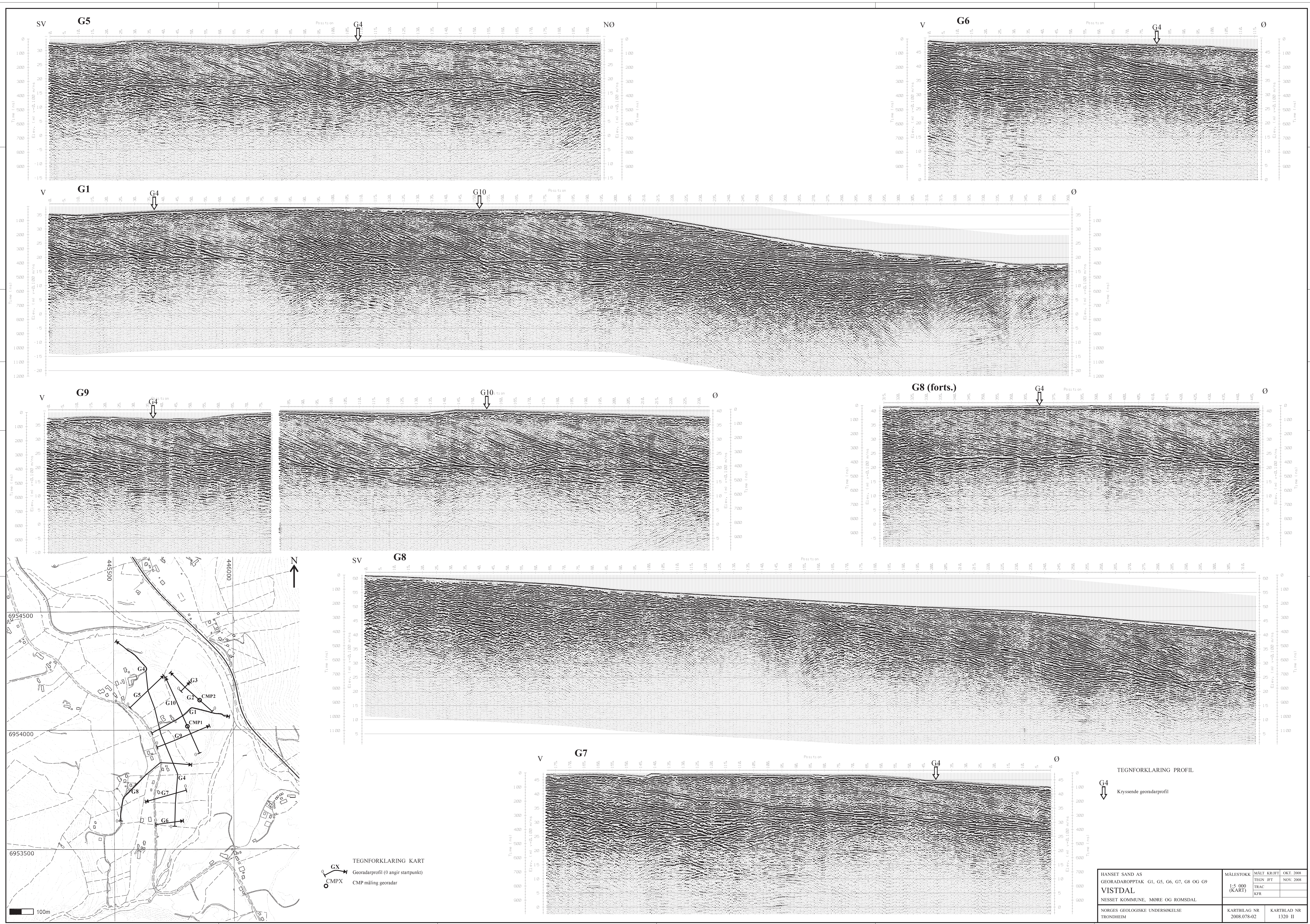


TEGNFORKLARING KART
 GX Georadarprofil (0 angir startpunkt)
 CMPX CMP måling georadar



TEGNFORKLARING PROFIL
 GX Kryssende georadarprofil
 CMPX Lokalisering CMP måling

HANSET SAND AS GEORADAROPPTAK G2, G3, G4 OG G10 VISTDAL NESSET KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT KR./FT	OKT. 2008
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	NOV. 2008
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 2008.078-01	KARTBLAD NR 1320 II	



TEGNFORKLARING PROFIL

G4
Kryssende georadarprofil

HANSET SAND AS GEORADAROPPTAK G1, G5, G6, G7, G8 OG G9 VISTDAL NESSET KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT KR/FT TEGN JFT TRAC KFR	OKT. 2008 NOV. 2008
	KARTBLAG NR 2008.078-02	KARTBLAD NR 1320 II	