

# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·



<b>Rapport nr.:</b> 2017.029	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen	
<b>Tittel:</b> Georadar og refraksjonsseismikk for kvartærgeologiske undersøkelser i Bødalen, Stryn kommune, i årene 2005-2006 og 2009-2010			
<b>Forfatter:</b> Jan Fredrik Tønnesen		<b>Oppdragsgiver:</b> NGU	
<b>Fylke:</b> Sogn og Fjordane		<b>Kommune:</b> Stryn	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Årdal		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1418 IV Lodalskåpa	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Flere		<b>Sidetail:</b> 38	<b>Pris:</b> 360,-
		<b>Kartbilag:</b> 11	
<b>Feltarbeid utført:</b> 2005-2006 og 2009-2010	<b>Rapportdato:</b> 01.09.2017	<b>Prosjektnr.:</b> 358000/356400 (306200/327800)	<b>Ansvarlig:</b> 
<b>Sammendrag:</b> NGU utførte i årene 2005-2006 og 2009-2010 georadarmålinger og refraksjonsseismikk i Bødalen i forbindelse med løsmassegeologisk forskning i Stryn kommune i Sogn og Fjordane fylke. Målingene er utført både i øvre del av dalføret, dvs. i området like foran brefronten av Bødalsbreen og ved Bødalssetra nordafor, og dessuten på elvedeltaet i Lovatnet nederst i dalen mot V. Formålet med de geofysiske målingene var å framskaffe informasjon om løsmassetypene, kartlegge variasjoner både horisontalt og vertikalt i løsmassene og påvise fjelloverflatens beliggenhet. Målingene omfatter 6 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 2214 m og 45 georadarprofiler med samlet lengde 11221 m.  Området <b>Bødalsbreen</b> omfatter dalbassenget mellom dagens brefront i S og Bødalsbreens største utstrekning mot N under den lille istids maksimum datert til 1755 e.Kr. I nordlige halvdel av det 1,3 km lange bassengområdet indikerer seismikken et maksimum dyp til fjell på 80-90 m i sørlige del avtagende mot nord til 45 m. Med georadarmålingene er det oppnådd en dybderekkevidde som stort sett varierer mellom 30 og 40 m, og undersøkelsene tyder på at løsmassene ned til disse dyp i hovedsak består av dårlig sorterte sand/grusdominerte breelvvavsetninger. Georadarmålinger lengre sør i området indikerer opp til 10 m tykke innsjøsedimenter, og viser at Sætrevatnet strakte seg 200 m lengre mot sør like etter den raske tilbaketrekkingen av isfronten etter 1930 e.Kr.  Området <b>Bødalssetra</b> omfatter fortsettelsen av dalbassenget mot NV fra endemorenen for maksimum av den lille istid og til fjellterskelen ved Huldrefossen vel 400 m V for setra. Lengdeutstrekningen av denne del av dalbassenget er på 1,3-1,4 km. Seismikk SØ for setra indikerer at maksimum løsmassetykkelse der er i området 45-60 m. Seismiske hastigheter og en dybderekkevidde mellom 30 og over 40 m tyder på vesentlig sand/grusdominerte avsetninger også i dette området, men ut fra georadarstrukturene kan det være noe finere materiale mot dypet (sand/silt). I sørøstlige del domineres overflateavsetningene av breelvviften fra Skålebreen i NØ. De er 4-5 m tykke i V og SV, men øker oppover viften mot NØ til 15 m. Et stykke V for setra mot fossen er det indikert 10-20 m tykke avsetninger som tolkes å være en breelvvifte fra Tindefjellbreen i N. SSV for setra tyder georadarstrukturene på at det stikker opp en morenerygg. Forøvrig tyder strukturer på at avsetningene under overflateavsetningene må være avsatt i minimum to ulike faser.  <b>Bødalsdeltaet</b> strekker seg ca. 0,8 km fra rotsonen i Ø til Lovatnet i V hvor deltabredden er ca. 0,9 km. Seismikk på ytre del av deltaet indikerer at løsmassetykkelsen der øker mot NV fra 65 til 72 m. Målingene med georadar indikerer grove og dårlig sorterte avsetninger under østre deler av deltaet. Langs vestlige halvdel av deltaet kommer det under et få m tykt overflatelag med overflateparallele reflektorer inn markerte skråreflektorer med steilt fall mot VNV. Ytterst på deltaet når disse deltafrontavsetningene ned til 70 meters dyp. Begrenset dybderekkevidde lengst NV på deltaet kan skyldes materiale fra fjellskred. Under området S for Bødalselva opptrer grunnvannsnivået som en markert reflektor.			
<b>Emneord:</b> Geofysikk	Georadar	Refraksjonsseismikk	
Kvartærgeologi	Løsmasser	Kartlegging	
		Fagrapport	

## INNHold

1.	INNLEDNING .....	5
2.	MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING.....	5
2.1	Refraksjonsseismiske målinger .....	6
2.2	Georadarmålinger .....	7
3.	RESULTATER .....	8
3.1	Refraksjonsseismikk i Bødalen .....	8
3.1.1	Bødalsbreen 2006 (S1, S2 og S3).....	9
3.1.2	Bødalssetra 2010 (S1 og S2) .....	10
3.1.3	Bødalsdeltaet 2010 (S3) .....	11
3.2	Georadarmålinger i Bødalen .....	11
3.2.1	Bødalsbreen 2005 (G1-G21) .....	11
3.2.2	Bødalssetra 2009 (G11-G15) og 2010 (G1-G5).....	13
3.2.3	Bødalsdeltaet 2009 (G1-G10, G1L og G3L) og 2010 (G3H og G6L).....	15
4.	SAMMENFATNING.....	18
5.	REFERANSER .....	22

## DATABILAG

1. Kartkoordinater for refraksjonsseismikk ved Bødalsbreen i 2006
2. Kartkoordinater for refraksjonsseismikk ved Bødalssetra og på Bødalsdeltaet i 2010
3. Kartkoordinater for georadarmålinger ved Bødalsbreen i 2005
4. Hastighetsanalyse for CMP-målinger med georadar ved Bødalsbreen i 2005
5. Kartkoordinater for georadarmålinger ved Bødalssetra og på Bødalsdeltaet i 2009 og 2010
6. Hastighetsanalyse for CMP-målinger med georadar ved Bødalssetra og på Bødalsdeltaet i 2009 og 2010

## KARTBILAG

- 2017.029-01 Oversiktskart Bødalen (M 1:50 000)
- 2017.029-02 Bødalsbreen 2006. Geofysisk tolkning av de refraksjonsseismiske profilene S1, S2 og S3 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-03 Bødalssetra og Bødalsdeltaet 2010. Geofysisk tolkning av de refraksjonsseismiske profilene S1, S2 og S3 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-04 Bødalsbreen 2005. Utskrift av georadaropptakene G1-G10 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-05 Bødalsbreen 2005. Utskrift av georadaropptakene G11-G21 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-06 Bødalssetra 2009. Utskrift av georadaropptakene G11-G15 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-07 Bødalssetra 2010. Utskrift av georadaropptakene G1-G5 og Lokalkart (M 1:5 000)

- 2017.029-08 Bødalsdeltaet 2009. Utskrift av georadaropptakene G1, G1L, G3 og G3L og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-09 Bødalsdeltaet 2009. Utskrift av georadaropptakene G2 og G4-G7 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-10 Bødalsdeltaet 2009. Utskrift av georadaropptakene G8-G10 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2017.029-11 Bødalsdeltaet 2010. Utskrift av georadaropptakene G3H, G6L, utsnitt G3 og G6 og Lokalkart (M 1:5 000)

## 1. INNLEDNING

NGU utførte i årene 2005-2006 og 2009-2010 georadarmålinger og refraksjonsseismikk i Bødalen i forbindelse med løsmassegeologisk forskning i Stryn kommune i Sogn og Fjordane fylke. Målingene er utført både i øvre del av dalføret, dvs. i området like foran brefronten av Bødalsbreen og ved Bødalssetra nordafor, og dessuten på elvedeltaet i Lovatnet nederst i dalen mot vest. Oversiktskart som viser lokaliseringen av måleområdet framgår av kartbilag -01 (M 1:50 000). Det er også tidligere utført kvartærgeologiske undersøkelser i Bødalen (f.eks. Lien 1985).

Formålet med de geofysiske målingene var å framskaffe informasjon om løsmassetypene, kartlegge variasjoner både horisontalt og vertikalt i løsmassene og påvise fjelloverflatens beliggenhet. Informasjonen har vært til hjelp for de øvrige kvartærgeologiske undersøkelsene som ble utført i området i samme tidsrom. Geofysiske målinger for løsmasseundersøkelser i Strynedalen vest for Oppstrynsvatnet i 2005 og 2006 er tidligere rapportert (Hansen og Tønnesen 2016 og Tassis m.fl. 2016) og likeså geofysiske målinger i Erdalen sørøstover fra Oppstrynsvatnet i årene 2004-2006 og 2010 (Tønnesen 2017).

Målingene omfatter 6 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 2214 m og 45 georadarprofiler med samlet lengde 11221 m. I tillegg ble det utført 8 CMP-målinger med georadar for å bestemme radarbølgehastigheten i grunnen. Lokaliseringskart (M 1:5 000) for alle målingene er vist i kartbilagene -02 og -03 for refraksjonsseismikken og i kartbilagene -04 til -11 for georadarmålingene. Feltarbeidet i 2005 og 2006 ble lokalisert til området like nord for Bødalsbreen og disse målingene inngår som grunnlagsmateriale for doktorgradsarbeidet til Valentin Burki. I 2009 ble det utført målinger ved Bødalssetra og på Bødalsdeltaet og med oppfølgende målinger i disse områdene i 2010. For georadarmålingene er det i hovedsak benyttet 100 MHz antenner, men i tillegg er det i noen tilfeller også benyttet 200 MHz antenner for bedre vertikal oppløsning (ved Bødalsbreen og på Bødalsdeltaet) og dessuten 50 MHz antenner for bedre dybderekkevidde (ved Bødalssetra og på Bødalsdeltaet). I 2010 ble det på Bødalsdeltaet også utført en sammenlignende test av ulike georadarsystemer. Resultatene av disse målingene er vist i en egen rapport (Tassis m.fl. 2015). Feltemålingene ble gjennomført av forsker Jan Fredrik Tønnesen (NGU). I 2005 og 2006 var doktorgradsstipendiat Valentin Burki feltmedarbeider, mens det var med en feltmedarbeider fra prosjektgruppen i 2009 og 2010.

Feltarbeidet ble finansiert av to forskningsprosjekt gjennom Norges Forskningsråd, henholdsvis SEDITRANS for årene 2005-2006 og oppfølgende prosjekt SedyMONT for 2009-2010.

Denne rapporten presenterer måleopplegg (metoder, utførelse og prosessering), utskrift av alle georadaropptakene og geofysisk tolkning av refraksjonsseismikken. Det blir gitt en beskrivelse av resultatene og en generell kvartærgeologisk tolkning. For mer detaljer mht. tolkning i en geologisk sammenheng for området like nord for Bødalsbreen henvises til Burki m.fl. (2009 og 2010).

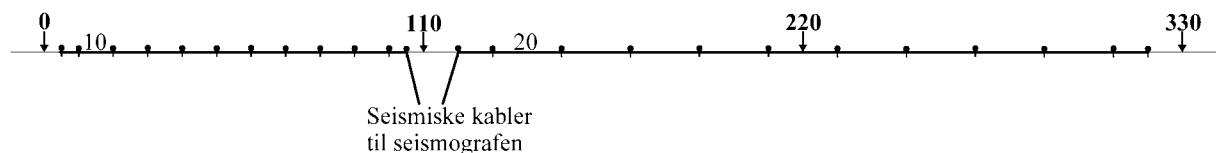
## 2. MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING

I det følgende blir utførelsen av de geofysiske målingene beskrevet. Mer utfyllende metodebeskrivelser finnes på NGUs hjemmeside: <http://www.ngu.no/>

## 2.1 Refraksjonsseismiske målinger

For innsamling av måledata ble det benyttet et registreringsinstrument av typen ABEM Terraloc MK6 med 24 kanaler. Måleutlegget er sammensatt av to seismiske kabler plassert etter hverandre langs profilretningen og med 12 geofoner tilkoblet langs hver kabel. Geofonavstanden langs den ene kabelen var gjennomgående 10 meter og 20 meter langs den andre kabelen, men i hver ende av de seismiske kablene er geofonavstanden halvert for å oppnå bedre kontroll med seismiske hastigheter i overflatematerialet.

Som standard er skuddpunkt plassert 5 meter ut fra hver endegeofon langs den korte kabelen og 10 m fra endegeofonene langs den lange kabelen. Det er også et skuddpunkt mellom geofon 6 og 7 langs den lange kabelen. Skuddpunktavstanden langs måleutlegget blir da 110 meter og total profillengde mellom de ytterste endeskuddene blir 330 meter (se Fig. 1). For å få best mulig dekning av refraksjoner fra fjelloverflaten ble det i tillegg til de ordinære skuddpunktene plassert fjernskudd fortrinnsvis i begge retninger i større avstand fra måleutlegget.



Figur 1. Seismisk kabelsystem brukt for de refraksjonsseismiske profilene.

For målingene i 2010 ved Bødalssetra (Profil S1 og S2) og på Bødalsdeltaet (Profil S3) er det benyttet ett slikt utlegg i hvert profil. For S3 er måleutlegget snudd i forhold til utlegget beskrevet, dvs. at den lengste kabelen kommer først (vestligst) langs utlegget. I S3 er det ikke noe fjernskudd i vest. Lokalisering av skuddpunktene langs profilene og kartkoordinatene for disse er vist i databilag 2.

For målingene i 2006 i området like nord for Bødalsbreen (Profil S1, S2 og S3) var det svikt på en kanal i den lange kabelen. For å beholde jevn geofonavstand ble kabelen innkortet med 20 m langs siste halvdel av kabelen og total profillengde for måleutlegget ble 310 m. Langs profil S1 er det ett normalt måleutlegg i sør, mens utlegget nordafor bare består av en langkabel. Denne er i tillegg innkortet med en ekstra 10-meter geofonavstand ved nordenden. Langs profil S3 er det tilsvarende benyttet en enkel langkabel i starten lengst øst, mens det er ett normalt måleutlegg videre vestover i profilet. Profil S2 består av ett måleutlegg, men alle geofonavstandene langs langkabelen er innkortet til 10 m. Skuddpunkt plasseringen langs profilene målt i 2006 er imidlertid helt utenom mønsteret beskrevet ovenfor. Området nord for Bødalsbreen og likeså ved Bødalssetra er fra 1998 innlemmet i Jostedalbreen nasjonalpark. For å kunne foreta sprengninger med minst mulig skade i terrengoverflaten ble skuddpunkter nord for Bødalsbreen i størst mulig grad plassert der det tidvis er aktive flomløp/bekker. For profil S1 er det ingen fjernskudd utenfor profilendene og i profil S2 er det ikke fjernskudd utenfor vestenden. For profil S1 og S3 med 2 måleutlegg er fjernskudd for hvert måleutlegg lokalisert til skuddpunkter i naboutlegget, dvs. ett skuddpunkt for hvert utlegg i profil S3 og henholdsvis 2 og 4 skuddpunkter for utleggene i profil S1. Lokalisering av skuddpunkter langs profilene og kartkoordinater for disse er vist i databilag 1 for målingene i 2006.

Det ble benyttet dynamitt med elektrisk tenning som energikilde, og det ble gjennomgående brukt 1 dynamittgubbe (ca 100 gram) for hvert skudd. De ble plassert i grunnen i håndspettet hull. Datakvaliteten på seismikkopptakene var generelt god, og det har vært mulig å avlese førsteankomsttider for de aller fleste geofonene langs profilene.

## 2.2 Georadarmålinger

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. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). For målingene i 2010 er det benyttet en oppgradert versjon av georadaren som har betegnelsen pulseEKKO PRO.

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000 V. For målingene i 2005 i området nord for Bødalsbreen ble det anvendt antenner med senterfrekvens 100 MHz for profilene G1-G16 og antenner med frekvens 200 MHz for profilene G17-G21. Valgt opptakstid for de høyfrekvente målingene var 1000 ns (nanosekunder) mens de lavfrekvente hadde en opptakstid på 1400 ns, med unntak av profil G3 på 1000 ns. I målingene er det benyttet et samplingsintervall på 0,8 ns. Antennene hadde en fast avstand på 1 m og langs profil G1-G16 ble det målt for hver 0,5 m og 0,25 m for profil G17-G21. Antennene ble flyttet manuelt fra punkt til punkt og signalene i hvert målepunkt ble summert ('stacket') 8 ganger. Flyttavstanden mellom målepunktene i terrenget langs profilene vil være noe unøyaktig, og målt lengde vist i profilet stemmer nødvendigvis ikke med reelle lengder i terrenget. Det synes generelt at reelle lengder i terrenget er noe større og at flyttavstanden gjennomgående har vært noe større enn angitt. For målingene i 2005 var det en del tekniske problemer med måleutstyret, og mange av profilene består av flere opptak som måtte lappes sammen i ettertid.

For målingene i 2009 er det benyttet 100 MHz antenner for profilene G1-G10 på Bødalsdeltaet og profilene G11-G15 ved Bødalssetra. Opptakstiden ble satt til 1800 ns med unntak av G1 og G3 med 1400 ns. Forøvrig er det benyttet samme parametre som for tilsvarende antenner i 2005, men signalssummeringen i hvert målepunkt er redusert til 4. På Bødalsdeltaet er det i 2009 også målt to profiler (G1L og G3L) med 50 MHz antenner. Disse har en opptakstid på 2000 ns med samplingsintervall på 1,6 ns og med signalssummering lik 8. For å lette gjennomføringen av profilmålingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m for 100 MHz antennene og 2 m for 50 MHz antennene. 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.

I 2010 ble det gjort oppfølgende målinger med 50 MHz antenner ved Bødalssetra (G1-G5) og på Bødalsdeltaet (G6L). Disse har en opptakstid på henholdsvis 2800 og 3000 ns. Det er benyttet tilsvarende parametre som i 2009, men signalssummeringen er redusert til 4. På Bødalsdeltaet ble det i 2010 også målt et profil med 200 MHz antenner (G3H). Opptakstiden ble satt til 1200 ns med samplingsintervall 0,8 ns og signalssummering lik 4. Målevoggen ble også benyttet langs dette profilet med en antenneavstand på 1 m og målepunktavstanden ble satt til 0,25 m.

Profilene er posisjonsbestemt med håndholdt GPS-mottaker, og UTM-koordinater for profilene er vist i databilag 3 for målingene i 2005, og i databilag 5 for målingene i 2009 og 2010.

Ved utskrift av georadaropptakene (kartbilag -04 til -11) ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt i opptaket, og signalstyrken blir lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. Terreng høyden langs profilene er vesentlig bestemt ut fra økonomisk kartverk (M 1:5 000),

men lokalt også ut fra visuell vurdering under profileringen, spesielt i området nord for Bødalsbreen.

For å angi en korrekt høydeskala for profilutskriftene er det nødvendig å kjenne radarbølgehastigheten i undergrunnen. Det er i alt utført 8 CMP-målinger i dalområdet for beregning av radarbølgehastigheten i løsmassene. Foran Bødalsbreen ble det i 2005 utført 2 CMP-målinger. Disse er lokalisert sørøst i området nær georadarprofil G3, men er dessverre ikke blitt koordinatfestet. Opptakene og hastighetsanalysene er vist i databilag 4 og indikerer hastigheter på henholdsvis rundt 0,09 m/ns og 0,08-0,09 m/ns. Ved utskrift av georadarprofilene er det valgt å bruke en hastighet på 0,09 m/ns i området foran breen. På Bødalsdeltaet ble det i 2009 utført 2 CMP-målinger og i 2010 3 ekstra målinger. En av målingene i 2009 (CMP1) ble utført med 50 MHz antenner, mens alle de øvrige CMP-målingene er utført med 100 MHz antenner. Opptakene og hastighetsanalysene er vist i databilag 6. Gjennomsnittshastigheten mot store dyp ser ut til å ligge rundt 0,08 m/ns på deltaområdet nord for Bødalselva, men kan være oppe i 0,09 m/ns i øvre del av avsetningene. Eneste måling sør for elva og ganske høyt oppe på deltaet (CMP2) indikerer noe høyere hastighet også mot større dyp (0,09-0,1 m/ns). Ved utskrift av georadarprofilene på Bødalsdeltaet er det benyttet en felles hastighet på 0,08 m/ns. Ved Bødalssetra er det bare en CMP-måling (CMP3 utført i 2009). Hastighetsanalysen er noe upresis, men synes å ligge i området 0,07-0,08 m/ns (databilag 6). Denne tilsynelatende noe lavere hastigheten kan skyldes mer finstoffrikt materiale og/eller innslag av organisk materiale i avsetningene i vestlige del av løsmassene ved Bødalssetra. Ved utskrift av georadaropptakene er det imidlertid også her valgt å benytte en hastighet på 0,08 m/ns.

En hastighet på rundt 0,08 m/ns er typisk for vannmettede sand/grus-dominerte avsetninger. Mer finstoffrike avsetninger kan ha noe lavere hastighet og spesielt organiskrikt materiale (myrtorv) kan ha betydelig lavere hastighet. Grove og inhomogene avsetninger kan ha noe høyere hastighet. Tørre avsetninger har generelt høyere hastighet (0,1-0,13 m/ns), og dyp ned til reflektorer (f.eks. grunnvannsnivå) kan da være større enn høydeskalaen tilsier. Dersom vannmettet materiale har lavere hastighet enn benyttet i utskriftene, vil dyp ned til reflektorer under grunnvannsnivå være noe mindre enn høydeskalaen viser.

Observert refleksjonsmønster vil være en god indikasjon på hva slags løsmassetypen som opptrer langs profilene. I sand- og grusdominerte avsetninger kan det oppnås reflekterte signaler fra flere titalls meter dyp, mens det i godt elektrisk ledende materiale som marin leire vil være minimal dybderekkevidde for georadarsignalene. I morene med høyt leirinnhold vil derfor også dybderekkevidden være forholdsvis begrenset, likeså i grove inhomogene avsetninger (morene- og skredavsetninger) på grunn av stor spredning av energien.

### **3. RESULTATER**

#### **3.1 Refraksjonsseismikk i Bødalen**

På løsmasseoverflaten nord for Bødalsbreen ble det i 2006 målt 3 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 1226 m. Lokalisering av profilene er vist i lokalkart (M 1:5 000) i kartbilag -02. I 2010 ble det målt 2 refraksjonsseismiske profiler like sørøst for Bødalssetra med samlet lengde 658 m. I tillegg ble det målt ett profil med lengde 330 m oppover nederste del av Bødalsdeltaet i Lovatnet. Lokalisering av disse profilene er vist i lokalkart i kartbilag -03.



### 3.1.1 Bødalsbreen 2006 (S1, S2 og S3)

Geofysisk tolkning av de tre refraksjonsseismiske profilene i dalbassenget nord for Bødalsbreen er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilag -02. Profil S1 langsetter dalområdet går fra Sætrevatnet i sør til kant kryssende elv i nord som kommer fra Kåpevatnet lengre øst. Ut fra kartgrunnlaget regnes terrengoverflaten gjennomgående å synke fra 605 m o.h. ved sørenden til 596 m o.h. lengst nord, men profilet krysser flere oppstikkende morenerygger med høyder som varierer fra 2 til 8 m over omkringliggende terrengoverflate. Profilet viser et iserodert basseng som er gjenfylt av opptil 80-90 m tykke løsmasseavsetninger. Den største tykkelsen opptrer i sør langs de sørligste 180 m av profilet men tynner ut mot nord til 38 m ved nordenden av det 496 m lange profilet. Fjelloverflaten ligger dypest i området pos. 90-120 m i nivå rund 520 m o.h. og den skråner opp mot nord til 558 m o.h. ved enden av profilet, mens den er tolket å nå opp til 526 m o.h. ved sørenden.

På grunn av manglende fjernskudd er seismisk hastighet i fjell beregnet bare langs en begrenset del av profil S1, dvs. langs et parti nord for midten av profilet. Hastigheten er der på rundt 4800 m/s, og det er antatt tilsvarende hastighet også langs resten av profilet. I løsmassene er det indikert to hastighetslag. Grensen mellom lagene regnes å representere grunnvannsnivået. Seismisk hastighet i overflatelaget er bare bestemt ved skuddpunktene, og disse er alle plassert nede på hovedflaten i terrenget. Der er tykkelsen stort sett en meter og mindre og hastigheten er derfor dårlig bestemt, men synes å ligge i området 400-600 m/s. Disse verdiene er også benyttet for materialet i moreneryggene. I disse er overflatelaget betydelig tykkere med maksimumsverdi på rundt 8 m under sørligste morenekompleks. Seismisk hastighet i løsmassene under grunnvannsnivå er beregnet til å være 1900-2000 m/s i sør, men avtagende mot nord til 1700 m/s lengst nord.

I kryssende profil S2 lengst sør er løsmassetykkelsen beregnet til rundt 80 m lengst nordvest, men avtar fra 75 m ved pos. 70 m til ca. 30 m ved sørøstenden av det 220 m lange profilet. Fjelloverflaten ligger på rundt 525 m o.h. lengst nordvest og stiger opp fra 530 m o.h. ved pos. 70 m til 576 m o.h. ved sørøstenden. Manglende fjernskudd i nordvest medfører at seismisk hastighet i fjell bare er beregnet langs sørøstlige del av profilet. Hastigheten er der på rundt 4900 m/s, og det er antatt samme hastighet også langs nordvestlige del av profilet. Seismisk hastighet i det 0-2,5 m tykke overflatelaget er anslått til 400 m/s, mens det i løsmassene under er funnet en hastighet på rundt 2000 m/s.

Langs profil S3, som krysser profil S1 lengst i nord, varierer løsmassetykkelsen i området 24-45 m. Den er minst ved østenden (starten) av profilet og størst sentralt i profilet (pos. 200-300 m). Mot vestenden (pos. 510 m) tynner løsmassene ut til 27 m. Terrengoverflaten skråner gjennomgående slakt nedover mot vest fra 600 til 592 m o.h. Fjelloverflaten er beregnet å ligge 550-553 m o.h. i området med størst løsmassetykkelse. Den stiger slakt oppover mot vestenden til 565 m o.h. og noe ujevnt oppover mot øst til 577 m o.h. ved starten av profilet. Seismisk hastighet i fjell er beregnet til 4800 m/s langs store deler av profilet, men langs de vestligste 120 m er hastigheten rundt 5300 m/s. Det er også her et tynt overflatelag med anslått seismisk hastighet rundt 500 m/s. I underliggende løsmasser er seismisk hastighet bestemt til 1600-1700 m/s sentralt i profilet. Lengst vest er den beregnet til 1600 m/s og i østlige del til 1500-1600 m/s.

Tolkningene viser at seismisk hastighet i de vannmettede løsmassene avtar fra 2000 m/s lengst sør i det undersøkte området til rundt 1600 m/s lengst nord. Dette indikerer en endring i løsmassene fra forholdsvis kompakte avsetninger i sør, dvs. muligens morenedominerte avsetninger, til bedre sorterte avsetninger i nord, dvs. breelvdominerte avsetninger med hovedsakelig sand og grus. Det kan ikke utelukkes at det under morenedominert materiale i

sør kan opptre eldre breelvavsetninger med lavere seismisk hastighet (hastighetsinversjon). De beregnede løsmassetykkelsene kan da være litt for store. Det kan heller ikke utelukkes at det under breelvavsetningene i nord kan opptre morenemateriale med høyere seismisk hastighet (blindsonelag). Løsmassetykkelsen vil da være noe større enn beregnet. Dominerende seismisk hastighet i fjell på 4800 m/s er noe lav i forhold til normalverdier for massive grunnfjellsbergarter. Det er derfor mulig at fjellgrunnen kan ha en del oppsprekking.

### 3.1.2 Bødalssetra 2010 (S1 og S2)

Geofysisk tolkning av de to kryssende refraksjonsseismiske profilene sørøst for Bødalssetra er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilag -03. Profilene dekker den nordvestre flanken av breelvavsetningen som er avsatt på tvers av dalen fra Skålebreen i nordøst. Langs profil S1 langsetter dalen skråner terrengoverflaten slakt oppover mot sørøst fra 591 til nær 600 m o.h. Langs tverrprofil S2 skråner terrenget brattere oppover mot nordøst fra 587 til 611 m o.h.

Langs profil S1 er løsmassetykkelsen beregnet å variere fra 47 til 57 m med minst tykkelse lengst nordvest. Fjelloverflaten er beregnet å variere mellom 539 og 548 m o.h. Den ligger lavest sentralt i profilet (pos. 100-180 m), mens det er en lokal topp like sørøst for dette området (pos. 210-230 m). I en 50 m bred sone (pos. 90-140 m) er det registrert meget lav seismisk hastighet i fjellet, hvorav de nordvestligste 30 m er bestemt til 4400 m/s, mens det i resten av sonen kan være betydelig lavere hastighet usikkert anslått til 3000 m/s. Langs resten av profilet mot sørøst er hastigheten bestemt til 5400 m/s og nordvest for sonen til 5500 m/s. I løsmassene er det registrert to hastighetslag, og grensen mellom lagene antas å representere grunnvannsnivå. Det ligger på rundt 587 m o.h. i nordvest og når opp til 594 m o.h. i sørøst. Overflatelaget er 3,5 til vel 7 m tykt med de største verdiene sentralt i profilet og minst lengst nordvest. Seismisk hastighet i overflatelaget er stort sett 500-600 m/s, men er noe lavere i nordvestligste del (350-400 m/s). I de vannmettede avsetningene under er seismisk hastighet 1500-1600 m/s.

Langs profil S2 på tvers av dalen varierer løsmassetykkelsen betydelig mer. Den har et maksimum på ca. 60 m ved pos. 160 m, dvs. ca. 50 m nordøst for kryss S1. Den er over 50 m i området pos. 100-230 m og tykkelsen avtar til ca. 30 m mot sørvestenden og til 20 m mot nordøstenden av profilet. Fjelloverflaten viser en tydelig dalform med laveste punkt på 536 m o.h. der løsmassetykkelsen er størst. Den skråner bratt opp mot nordøst fra pos. 230 m (ca. 550 m o.h.) til 591 m o.h. ved nordøstenden. Mot sørvest skråner den slakere opp til 558 m o.h. I en 50 m bred sone (pos. 170-220 m) er det registrert meget lav seismisk hastighet i fjellet på 3500 m/s. Videre mot nordøst langs profilet er seismisk hastighet også ganske lav med en verdi på 4300 m/s, mens den mot sørvest er noe høyere med 4700 m/s. I løsmassene er det tilsvarende lagdeling som i profil S1. Overflatelaget er 2,5 til vel 7 m tykt med de største verdiene i området pos. 90-160 m og mot nordøstenden av profilet og minst mot sørvestenden. Seismisk hastighet i overflatelaget er 500-600 m sentralt i profilet, men noe lavere i hver ende (350-400 m/s). I underliggende løsmasser er seismisk hastighet stort sett 1500-1600 m/s, men sørvestligst i profilet er hastigheten 1600-1700 m/s. Grensen mellom løsmasselagene regnes å representere grunnvannsnivå, og den stiger opp fra 585 m o.h. i sørvest til 605 m o.h. lengst nordøst.

Ut fra de seismiske hastighetene regnes løsmassene å være breelvavsetninger dominert av sand og grus. Det kan ikke utelukkes at det i dypet kan opptre morenemateriale med høyere seismisk hastighet, men disse må være så tynne at de opptrer i blindsoner. Den store variasjonen i seismisk hastighet i fjell indikerer at det må opptre partier med betydelig oppsprekking i fjell. Det kan synes som det er en bred oppsprukket sone som går på tvers av

dalen og som følger langsetter profil S2. De lave hastighetene er spesielt utbredt langs nordøstlige del av profilet.

### 3.1.3 Bødalsdeltaet 2010 (S3)

Geofysisk tolkning av det 330 m lange refraksjonsseismiske profilet på Bødalsdeltaet er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilag -03. Profil S3 er målt fra jordekant nær Lovatnet og oppover delta/elvevifte-overflaten mot sørøst, og terrengoverflaten skråner noe ujevnt oppover fra ca. 54 m o.h. ved starten av profilet og opp til 65 m o.h. ved sørøstenden.

Det er beregnet en løsmassetykkelse på rundt 65 m langs sørøstligste tredjedel av profilet. Den øker noe mot nordvest til 72 m nærmest Lovatnet. Fjelloverflaten skråner slakt nedover fra havnivå ved sørøstenden til 18 m under havnivå ved nordvestenden. På grunn av manglende fjernskudd i nordvest er seismisk hastighet i fjell bare beregnet langs sørøstlige del av profilet. Det er der funnet en verdi på 4700 m/s og det er antatt at denne er gjeldende også for resten av profilet. I løsmasseavsetningene er det registrert to hastighetslag. Overflatelaget er gjennomgående bare 3-4 m tykt og har en seismisk hastighet som varierer i området 400-550 m/s. I underliggende vannmettede avsetninger er seismisk hastighet 1700-1800 m/s. Dette er forholdsvis høyt til å representere sand/grusdominerte deltaavsetninger, men kan muligens skyldes at avsetningene er spesielt grove og er dårlig sortert. Seismisk hastighet i fjell på 4700 m/s er noe lav i forhold til normalverdier for massive grunnfjellsbergarter. Det er derfor mulig at fjellgrunnen kan ha en del oppsprekking.

## 3.2 Georadarmålinger i Bødalen

I området nord for Bødalsbreen ble det i 2005 målt 21 georadarprofiler med samlet lengde nær 3170 m. Utskrift av georadaropptakene og lokaliseringskart (M 1:5 000) er vist i kartbilag -04 for profilene G1-G10 og i kartbilag -05 for G11-G21. Ved Bødalssetra ble det i 2009 målt 5 georadarprofiler (G11-G15) og i 2010 også 5 profiler (G1-G5) og utgjør totalt 3374 m. Utskrift av georadaropptakene og lokaliseringskart er vist i henholdsvis kartbilag -06 og -07. På Bødalsdeltaet ble det i 2009 målt 12 profiler (G1-G10, G1L og G3L) mens det i 2010 ble målt 2 profiler (G3H og G6L) og utgjør totalt 4678 m. Utskrift av georadaropptakene og lokaliseringskart er vist i kartbilag -08 for profilene G1, G1L, G3 og G3L, i kartbilag -09 for G2 og G4-G7, i kartbilag -10 for G8-G10 og i kartbilag -11 for G3H og G6L.

### 3.2.1 Bødalsbreen 2005 (G1-G21)

Utskrift av georadaropptakene for profilene G1-G10 øst for breelven fra Bødalsbreen er vist i kartbilag -04. Utskrift for profilene G11-G21 vest for breelven er vist i kartbilag -05. Lokaliseringskart for alle profilene er også vist i kartbilagene. Profilene G1-G16 er målt med 100 MHz antenner, mens G17-G21 er målt med 200 MHz antenner for å oppnå bedre oppløsning over de to nordligste endemorenene.

Tilsynelatende dybderekkevidde med 100 MHz antenner ser stort sett ut til å variere fra 30 og opp mot 40 m. Den er imidlertid en del mindre lengst sør (sørlige del av G1 og G12 og deler av G2) og øst (østlige del av G4) i området. Med 200 MHz antenner er det tilsynelatende oppnådd en dybderekkevidde på 25 m. Det er ikke registrert noen klar reflektor som indikerer fjelloverflaten, og det regnes at fjelloverflaten kan ligge minimum på dybderekkevidden eller dypere. Det kan imidlertid ikke utelukkes at fjelloverflaten noen steder kan ligge grunnere. Refraksjonsseismikken viser at fjelloverflaten ligger til dels betydelig lavere enn

dybderekkevidden for georadarmålingene langs profilene G8, G9 og vestligste deler av profil G4 og G10. I sør kan fjellet skråne ned mot nord langs G1 fra ca. 14 meters dyp (600 m o.h.) ved sørenden til over 20 m (585 m o.h.) 70 m lenger nord langs profilet. Langs tverrprofil G2 er ikke fjellet bestemt. I øst kan liten dybderekkevidde østligst i G4 tyde på overgang til fjell eller kompakt morene fra 8-10 meters dyp. Fjellavgrensningen mot øst lenger nord er også meget usikker. Det er der ved østenden av G6 og G10 svakere refleksivitet fra 15-20 meters dyp, noe som kan bety avgrensning mot fjell eller morene. Sentralt i profil G10 (pos. 170-220 m) skråner det ned reflektorer fra vel 30 til over 40 meters dyp som muligens kan indikere forløp på fjelloverflaten. I vest er det ingen klare tegn på at fjelloverflaten kommer opp og ligger grunnere enn dybderekkevidden. Den kan muligens skråne opp mot vest langs profil G21 fra 570 m o.h. ved pos. 25 m til 577 m o.h. ved vestenden på ca. 18 meters dyp.

Profil G8 og G9 krysser til sammen alle sagtannmorenene med den eldste i nord og den yngste i sør ved nordkanten av Sætrevatnet. Den siste er datert til året 1930. Endemorenen fra den lille istids maksimum, datert til år 1735, ligger 150-200 m nordafor den nordligste sagtannmorenen. Den har en normal endemoreneform, dvs. jevnt buet uten sagtannmønster. Profilene G16, G20 og G21 er målt på tvers av denne ryggen. Profil G9 (øst for elva), profil G15 og G17-G19 (vest for elva) krysser alle over den eldste sagtannmorenen. Øst for Sætrevatnet dreier endemorene mot sørøst og sørsørøst og går over til å være lave stein- og blokkrike sidemorener. I området sør for Profil G4, dvs. for profilene G1, G2, søndre del av G3, G11 og G12, må de øverste avsetningene være avsatt fra 1930 og fram til nåtid.

Utskriftene av georadaropptakene er i stor utstrekning preget av nær horisontale men usammenhengende reflektorer, men med innslag også av mer bølgeformet refleksjonsmønster og en del skrålag. Det er imidlertid ingen indikasjoner på typisk deltautbygging med markerte skrålag. Refleksjonsmønster og god dybderekkevidde tyder på at løsmassene stort sett ned til over 30 meters dyp hovedsakelig er sand og grus, med mulig dominans av sand. Avsetningene ned til dette dyp er derfor ikke kompakte moreneavsetninger med høyt finstoffinnhold (silt og leire), noe som ville gitt kraftig dempning av signalene. Materialet kan være avsatt i et åpent basseng eller av smeltevann under isen. Seismikken indikerte avtakende seismisk hastighet fra sør til nord i bassenget med hastighet forenlig med morene i sør like nord og øst for Sætrevatnet og mer normal hastighet for sand og grus i nord. Det kan ikke sees en slik overgang i strukturer og sammensetning i georadarprofilene (f. eks. G8 og G9). Det er mulig at variasjonen i seismisk hastighet derfor helt eller delvis kan skyldes at løsmassene i sør er bedre konsolidert på grunn av at bretykkelsen har vært betydelig større i sør da breen rykket fram under den lille istid.

Det regnes at store deler av løsmassene i dalbassenget er avsatt før framrykkingen av isen under den lille istid, dvs. før rundt år 1650. Det er ingen entydig indikasjon på hvor mye løsmasser som er avsatt i tiden etterpå. I området nordover fra Sætrevatnet kan kraftige nær horisontale reflektorer representere overgang mot de eldre avsetningene. De ligger 4-5 m dypt lengst nord og øker til 8-10 m mot sør. Under toppen av moreneryggene kan de ligge rundt 8-10 m dypt i nord, mens de under ryggene i sør like nord for vatnet kan ligge opptil 15 m dypt. Skråreflektorer med fall mot sør opptrer spesielt på støtsiden av ryggformene, men opptrer også andre steder. Noen av dem kan representere bruddsoner/skyvesoner i løsmassene som har oppstått under breframrykkingen. For eksempel ses en slak og grunn refleksor i G8 fra 8 meters dyp fra pos. 210 m, fra nesten 10 meters dyp fra pos. 260 m og opp under morenerygg og fra ca. 15 meters dyp fra starten av G9. Skråreflektorer med fallretning mot nord opptrer nesten utelukkende på nordsiden av moreneryggene.

Målingene med høyfrekvente antenner (200 MHz) over de to nordligste morenene (G17-G21) gir et mer detaljert bilde. Profil G20 og G21 er målt over endemorenen fra den lille istids maksimum, mens G17-G19 er målt over den nordligste sagtannmorenen. Profil G20 tas som modell også for de øvrige høyfrekvente opptakene. SØ for ryggen er det øverst et 4-5 meter tykt lag med kraftige usammenhengende reflektorer med et underliggende 4-5 m tykt lag med tettere reflektorer. Under dette igjen ligger det materiale med usammenhengende reflektorer med åpnere og grovere mønster. Det regnes at det midtre laget kan bestå av bedre sortert og finere materiale enn de to andre lagene og kan være vanntransportert materiale avsatt i bassenget før den lille istid. Moreneryggen ser ut til være 7-8 m tykk under toppen. Underliggende lag synes å være presset opp under ryggen og det midtre laget tynner ut og er kuttet av overflatelaget. Det kan fortsette i noe moderert form nord for ryggen. Materialet kan være presset opp langs en skyvesone som skråner opp fra 576-577 m o.h. ved pos. 15 m til 582 m o.h. ved pos. 40 m. Naboprofilet G21 vestafor og profilene over sagtannmorenen sønnafor G17-G19) viser nær tilsvarende refleksjonsmønstre, men ikke alle har så klare strukturer. Profil G18 og G19 viser også en uttynning av det midtre laget under moreneryggen, mens det i profil G17 ser ut til fortsette kontinuerlig men noe deformert under hele ryggen. Undersøkelsene viser at det ikke er noen klare forskjeller i strukturer og sammensetning for de to moreneryggene med ulik utforming.

Sør for Sætrevatnet viser profil G11 og G12 at det øverst er et lag med innsjøsedimenter avsatt da vatnet hadde betydelig større utstrekning mot sør. Laget kan se ut til å være 3 m tykt de sørligste 30 m av G12, øker mot nord til 7-8 i området pos. 50-90 m og er 5-6 m i nordligste del. I tverrprofilet G11 er laget tykkest ved østenden med rundt 10 m. Laget tynner ut mot vest og kiler helt ut 10 m fra vestenden. Det regnes at innsjøavsetningene består av mer finkornig og bedre sortert materiale, vesentlig sand, men kan også inneholde silt. Innsjøsedimentene kan også ha innslag av organisk materiale. Langs nordlige del av profil G1 (pos. 0-150 m) kan de øverste 2-3 m også representere innsjøsedimenter. Langs terrengstigningen videre mot sør regnes de øvre avsetningene å være en sandur, en dårlig sortert breelvvifte dominert av sand, grus og stein.

### 3.2.2 Bødalssetra 2009 (G11-G15) og 2010 (G1-G5)

I 2009 ble det målt 5 georadarprofiler ved Bødalssetra (G11-G15) med 100 MHz antenner. To av profilene er målt langsetter løsmassebassenget (G11 og G12), mens de øvrige er målt på tvers av disse. Samlet profillengde er 1576,5 m. Utskrift av georadaropptakene er sammen med lokaliseringskart vist i kartbilag -06.

I 2010 ble det gjort nye målinger med 50 MHz antenner (G1-G5) for om mulig å oppnå større dybderekkevidde. Lokaliseringen av de nye profilene er stort sett sammenfallende med målingene fra året før, men det ene profilet langsetter løsmassebassenget (G5) er forlenget ca. 300 m mot vest i forhold til tidligere profil G11. Samlet profillengde for målingene i 2010 er 1797,5 m. Utskrift av georadaropptakene er sammen med lokaliseringskart vist i kartbilag -07.

Tilsynelatende dybderekkevidde varierer til dels betydelig i området. Med 100 MHz antenner er dybderekkevidden i området 20-40 m, mens den med 50 MHz antenner er i området 30 til opp mot 60 m. Med den lavere frekvensen fås inn betydelig mer diffraksjoner med ukjent opphav og disse gir seg utslag i bratte skråreflektorer som forstyrrer reflektorer fra geologiske slakere og nær horisontale strukturer. Det er vanskelig med sikkerhet å identifisere fjelloverflaten. Den ligger gjennomgående dypere enn dybderekkevidden oppnådd med høyfrekvente antenner, men skulle ut fra de seismiske målingene være innen rekkevidde med de lavfrekvente antennene. Tolkning av fjellnivå i seismikken lengst sørøst faller nær

sammen med dybderekkevidden som er oppnådd ved nordøstenden av profil G3 og østligst i G2, hvor fjelloverflaten er beregnet å ligge henholdsvis 544 og 548 m o.h. Ut fra seismikken burde fjelloverflaten ligge rundt 558 m o.h. rundt pos. 45 m i G3 og 100 m før sørøstenden av G5. Dybderekkevidden er her tilsynelatende noe dypere enn dette nivået og en klar fjellreflektor kan ikke identifiseres. Ut fra refleksjonsstrukturene kan mulig fjellreflektor skråne opp mot sørvestenden av G3 til rundt 565 m o.h., men det kan ikke utelukkes at fjelloverflaten kan ligge opptil 5 m høyere eller opptil 8 m lavere. Ut fra refleksjonsstrukturene i G5 er heller ikke der fjelloverflaten klart definert. Den kan ligge i det indikerte nivået som seismikkolkningen viser eller noe dypere.

Ved vestenden av G5 ligger fjell tilnærmet i dagen. I hvert fall langs de vestligste 150 m av G5 må alle diffraksjonsstrukturene ned til tilsynelatende stort dyp skyldes diffraksjoner fra eller under fjelloverflaten. Fjelloverflaten er tolket å følge slak skråreflektor som skråner ned fra terrengoverflaten ved vestenden (pos. 768 m) til 10 meters dyp ved pos. 650 m. Videre kan den følge stedvis markert reflektor ned til 18 meters dyp (566 m o.h.) ved pos. 500 m. Da må underliggende kraftige og forholdsvis kaotiske reflektivitet skyldes forhold nede i fjellgrunnen. Det kan imidlertid ikke utelukkes at fjellet skråner betydelig brattere ned til betydelig større men ukjent dyp (over 40 m?) og at den kraftige reflektiviteten skyldes løsmassestrukturer. Videre sørøstover fra pos. 450 m antas fjelloverflaten å ligge minimum 35-40 m dypt, dvs. 550 m o.h. eller lavere. Forholdsvis kaotisk refleksjonsmønster de nordvestligste 70 m av profil G2 gjør at fjelloverflaten ikke er definert der, men kan ligge 27-30 m dypt (rundt 560 m o.h.) ved pos. 70 m. Den kan skråne ned til 35-40 meters dyp fram til pos. 150 m (550-555 m o.h.). Den er ikke definert videre, men kan ut fra dybderekkevidde og seismikken ligge i nivå 540-545 m o.h. de sørøstligste 150 m (fra pos.290 m). I kryssende profil G1 i vest er fjelloverflaten tolket å ligge minimum 35 m dypt (550 m o.h.) sentralt i profilet, men kan grunne noe opp mot sørenden og mer opp mot nordenden. I profil G4 er det ingen klare indikasjoner på fjelloverflaten, men kan ut fra dybderekkevidden for det meste ligge lavere enn 560 m o.h., dvs. mer enn 25 m dypt i sørvestlige del økende til mer enn 35 m dypt mot nordøst. Det er mulig at fjellreflektor skråner ned fra 560 m o.h. fra nordøstenden av profilet. Svak reflektor som skråner ned fra sørvestenden av profilet fra 564-565 m o.h. kan også være mulig fjell.

I alle profilene er det et overflatelag med nær horisontale eller overflateparallele reflektorer og disse er gjennomgående mer finstrukturerte/tettere enn reflektorer i underliggende løsmasser. Utholdenheten for reflektorene er gjennomgående betydelig, men varierer en god del, og overgangen mot underliggende masser varierer fra markert til utydelig. Langs profil G4 ligger overgangen 579-580 m o.h. og tykkelsen øker fra 6 m ved sørvestenden til ca. 15 m lengst nordøst. Langs profil G3 øker tykkelsen fra 6-7 m lengst sørvest til 12-13 m mot nordøstenden. Laget tolkes i dette området å være en breelvvifte avsatt mot sørvest fra smeltevann fra Skålebreen i nordøst (se kartbilag -01). I kryssende profil G2 er tykkelsen av overflatelaget rundt 12 m sørøst for G4 mens det i samme området langs G5 er rundt 10 m. Nordvestover fra G4 tynner overflatelaget ut til rundt 5 m i løpet av 150 m langs G5 og mindre enn det videre vestover langs profilet, mens det er under 10 m langs G2 fra 100 m nordvest for G4.

Under overflatelaget kommer det i området pos. 420-580 m langs G5 inn materiale som viser skråstrukturer i varierende retning. Dette indikerer trolig avsetninger av breelvvifte fra nord fra Tindefjellsbreen (se kartbilag -01), og det regnes da å ha vært vekslning i avsetningsretning mellom sørvest og sørøst. Det er mulig at disse avsetningene når ned til den markerte reflektoren som skråner ned mot øst fra ca. 15 til 23 meters dyp i dette området. Ryggform som når opp til 564 m o.h. ved pos. 390-400 m kan også tilhøre disse avsetningene, men kan

også være dannet på annen måte under en tidligere fase. Materialet i breelvviften kan være avsatt ut i en åpen innsjø eller kan også dels være avsatt under isen.

Sørøstover fra ryggformen (pos. 390-320 m langs G5) er det en gjenfylt grop med bassengavsetninger. Tverrprofil G1 (ved pos. 376 m i G5) indikerer at disse avsetningene under overflatelaget består av minst to enheter avsatt til ulik tid. Den øvre enheten er 15-18 m tykk i sørlige del av profil G1, men kiler helt ut mot nordenden. Reflektorene er nær horisontale, men skråner noe opp mot sørenden. I avsetningen under vises noen reflektorer med kraftigere refleksivitet, dvs. større amplitude men også tilsynelatende lengre bølgelengde. Overflaten av dette laget er på rundt 560 m o.h. i sørlige del av profilet og skråner opp til 576 m o.h. ved nordenden. Det ser ut til at underliggende reflektorer stort sett følger parallelt med denne overflaten. Det er mulig at reflektorene gjenspeiler formen på underliggende fjelloverflate. Det regnes at avsetningene i gropen vesentlig består av sand og grus, men det er sannsynlig at det underste laget har mer varierende sammensetning med innslag av finstofflag (finsand/silt). Profil G2 krysser G1 nær nordenden og det ses at overflaten av det nedre laget skråner ned i et bassengområde mot sørøst som i G5. Mot nordvest (pos. 0-70 i G2) er det under det ca. 5 m tykke overflatelaget med nær horisontale reflektorer meget kaotisk refleksjonsmønster i løsmassene. Dette tyder på morenedominert materiale.

Sørøst for bassengformen/gropen i G5, i området pos. 220-310 m, er avsetningene under overflatelaget preget av diffraksjoner, og det tolkes å være en morenerygg av inhomogent materiale. Det faller sammen med tilsvarende refleksjonsmønster i sørvestligste del av G4 (pos. 230-287 m). Sørøst for denne ryggformen i G5 (pos. 75-175 m) er det igjen en grop gjenfylt av to avsetningsenheter under overflatelaget. I det øvre laget er det indikert skråreflektorer med fall mot nordvest og disse når ned til 570 m o.h. Kryssende profil G3 indikerer også grensen i dette nivået i sørvestlige del (pos. 0-60 m), men den ser ut til å skråne noe diffust ned mot 560 m o.h. ved nordøstenden. Langs sørøstlige del av profil G2, som krysser i nordlige del av G3, er det også diffus overgang mellom avsetningsenhetene, men i øvre enhet er det indikasjoner på skråstrukturer med fall mot nordvest som i G5. Det er usikkert hvor stor del av materialet i sørøstlige del av måleområdet som er avsatt ut hoveddalen fra Bødalsbreen eller som er avsatt fra breelven fra Skålebreen. Sørøstligst langs G5 (pos. 0-80 m) kommer det opp en slak ryggform med toppunkt 565 m o.h. rundt pos. 55 m. Det kan være en morenerygg, men kan også indikere overgang mot fjell.

### 3.2.3 Bødalsdeltaet 2009 (G1-G10, G1L og G3L) og 2010 (G3H og G6L)

Utskrift av georadaropptakene for profilene G1, G1L, G3 og G3L er sammen med lokaliseringkart vist i kartbilag -08. Profil G1 og G3 er målt med 100 MHz antenner, mens G1L og G3L er målt med 50 MHz antenner. G3 og G3L har sammenfallende lokalisering, mens G1L er betydelig lengre enn G1 og er bare sammenfallende de østlige 309 m. G1L er i området pos. 309-357 m sammenfallende med profil G7 pos. 0-48 m og er i området pos. 413-491 m sammenfallende med profil G2 pos. 70-148 m. (Georadarutskriftene for profil G2 og G7 er vist i kartbilag -09).

Med de valgte opptakstider og radarbølgehastighet på 0,08 m/ns kan det registreres signaler ned til 45 meters dyp for profil G1 og G3 og 70 meters dyp for G1L og G3L. Med den anvendte instrumenteringen i 2009 (pulseEKKO 100) ble maksimalt tidsvindu benyttet for G1L og G3L. Alle profilene viser et overflatelag med nær horisontale eller overflateparallele reflektorer. Det er 3-4 m tykt nærmest Lovatnet i vest og øker oppover deltaet mot øst og sørøst til 8-10 m. Det er bedre oppløsning i laget langs G1 og G3 målt med antenner med høyere frekvens. I løsmassene under viser alle profilene markerte skråstrukturer med bratt

fall mot vest utover deltaet. Langs G1 og G3 går skråstrukturene dypere enn opptakstiden som er benyttet med unntak av de første 65 m av G1 hvor det i dypet kommer inn reflektorer som kan representere fjell eller andre typer løsmasser. De kommer inn fra rundt 35 meters dyp (ca. 32 m o.h.) i starten av profilet lengst øst og skråner ned til under 20 m o.h. mot vest. I profil G1L kan antatt fjelloverflate følges videre mot vest fram til pos. 140 m hvor den ligger rundt 65 m dypt og når ned under 5 m o.h. Fra pos. 165 m og vestover til pos. 240 m er det indikasjon på en nær horisontal reflektor i nivå 2-3 m under havnivå som kan representere fjell. Videre mot vest kan fjellet se ut til å nå noe dypere enn 70 m. Skrålagningen flater ut mot bunnen av opptaket i vestlige del (pos. 440-553 m), noe som indikerer at bunnen av avsetningene trolig er ganske nær. I området pos. 309-413 m går profil G1L rett mot nord tilnærmet normalt på avsetningsretningen og avsetningene er her derfor dominert av nær horisontale eller svakt hellende reflektorer. Langs G3L er det de vestligste 200 m ingen klare indikasjoner på fjell og fjellet regnes derfor å ligge minimum 70 m dypt, dvs. stort sett dypere enn 10-15 m under havnivå. Fra pos. 220 m og østover til pos. 330 m kan reflektorer som stiger opp fra 10 m under havnivå til 10 m o.h. representere bunn deltaavsetning og muligens grense mot fjell, men usikkert om videre forløp mot enden av profilet, muligens opp mot 20 m o.h., dvs. på 45-50 meters dyp.

Utskrift av georadaropptakene for profilene G2 og G4-G7 er sammen med lokaliseringskart vist i kartbilag -09. Dette er utfyllende profiler for de tidligere omtalte profilene på deltaområdet nord for Bødalselva og er målt med 100 MHz antenner. Begrensningen i opptakstid gir maksimal dybderekkevidde på ca. 60 m. Langs profil G2, som dels er sammenfallende med G1L, når skråreflektorer med fall mot vest dypere enn maksimal opptakstid. Profil G4 lengst nord på deltaflaten viser også skrålagning med fall mot nordvest langs hele profilet. Dybderekkevidden av skrånende reflektorer er her stort sett registrert ned mot 10-15 m o.h. langs de sørøstlige 260 m av profilet (pos. 120-380 m), dvs. ned til et dyp som avtar fra 55-60 m i sørøst til ca. 40 m i nordvest. Det er mulig at reflektor som skråner ned fra sørøstenden fra 28-29 m o.h. til under 20 m o.h. 60 m mot nordvest kan indikere fjelloverflaten. Forøvrig kan den ikke indikeres videre mot nordvest. I området pos. 30-100 m er dybderekkevidden stort sett begrenset til 20-25 m, dvs. at det ikke kommer inn reflektorer under 30-35 m o.h., men i sørøst (pos. 80-100 m) er det antydning til at skråreflektorene fortsetter veldig svakt mot større dyp. Mot nordvestenden av profilet øker dybderekkevidden og når ned mot 20-25 m o.h. To av tverrprofilene til G4 viser også begrenset dybderekkevidde mot nordøstenden, langs G5 er dybderekkevidden 25-30 m de nordøstligste 110 m og likeså langs G6 de nordøstligste ca. 60 m. En mulig tolkning er at dydbegrensningen kan skyldes materiale avsatt fra fjellskred fra fjellsiden i nordøst. Det er usikkert hvordan fjelloverflaten skråner nedover fra nordøst langs profilene. I G4 kan den muligens nå opp til 35-43 m o h. ved nordøstenden og 45-50 m o.h. i G6.

Profilene G1, G1L G2, G3, G3L og G4 indikerer alle skrålagning med fall utover langs deltaet og indikerer avsetningsretning i området fra vest til nordvest. Profil G7, det østligste tverrprofilet, bekrefter denne hovedavsetningsretningen med stort sett nær horisontale reflektorer. Profil G6 og G5 vestafor viser at avsetningsretningen stedvis og tidvis har variert betydelig fra hovedretningen på den ytre del av deltaet. Fra ca. 5 meters dyp langs profil G6 kommer det i området pos. 150-200 m inn markerte skråreflektorer med fall mot nordnordøst langs profilet. Reflektorene går ned mot stort dyp fram mot pos. 280 m. Det betyr at avsetningsretningen her er dreid mot nord. I området pos. 200-300 m er det over disse avsetningene en gjenfylt grop hvor avsetningsretningen igjen synes hovedsakelig å være mot nordvest. Gropen er ca. 25 m dyp rundt pos. 280 m. Lengst nordnordøst langs profil G5 (pos. 205-307 m) er det noe vekslende, men nær horisontale reflektorer og indikerer en avsetningsretning rundt nordvest. Videre mot sørsørvest indikeres slak skrålagning med fall



mot sørsørvest og som når ned til 10-15 m o.h., dvs. ned til et dyp på 35-40 m. Overflaten av skrålagningen skråner ned fra få meters dyp ved pos. 190 m til ca. 20 m ved pos. 150 m. Videre fra pos. 70 m og til starten av profilet synker overflaten til vel 30 meters dyp. Skrålagningen indikerer her en mer vestlig avsetningsretning. I avsetningene over indikeres reflektorer med motsatt helningsretning. Dette indikerer at de øvre avsetningene har avsetningsretning mer mot nord.

I 2010 ble det på deltaet nord for Bødalselva utført to oppfølgende målinger langs nordvestlige del av profil G3 og langs en stor del av G6. Disse nye målingene (G3H og G6L) er vist sammen med utsnitt av de gamle målingene i kartbilag-11. Langs G3H ble det benyttet 200 MHz antenner og målepunktavstanden ble halvert. Det ble da oppnådd bedre oppløsning både vertikalt og horisontalt, men hovedmønsteret er det samme. Selv med denne høye antennefrekvensen kan skråreflektorene registreres ned til et dyp på 35-40 m. Langs G6L ble det benyttet 50 MHz antenner for å oppnå bedre dybderekkevidde. I sørsørvestlige del av profilet synes det å være signaler ned mot 80 meters dyp, dvs. en del dypere enn med antenner med høyere frekvens. Det er imidlertid vanskelig å angi noen klar indikasjon på refleksjoner fra fjelloverflaten. Det er mulig at fjell kan ligge nær dybderekkevidden, dvs. rundt 20 m under havnivå pluss/minus 5-10 m. Fjellet må regnes å skråne bratt opp mot nordnordøst de siste 100 m av profilet.

Profilene G8, G9 og G10 er målt på deltaområdet sør for Bødalselva og utskrift av georadaropptakene er sammen med lokaliseringskart vist i kartbilag -10. Profil G8 er 590 m langt og er målt nedover deltaviften mot vest fra rotsonen av deltaet i øst til brattkant ned mot Lovatnet i vest. Profil G9 er et tverrprofil vestligst på deltaet og G10 er også et tverrprofil sentralt på deltaet. Langs de østligste 400 m av G8 ligger terrengoverflaten høyere enn deltaflaten nord for elva. Den er høyest ca. 92 m o.h. ved pos. 45 m, den skråner nedover til ca. 68 m o.h. ved pos. 400 m og til 58-59 m o.h. ved vestenden. Dybderekkevidden er på rundt 25 m de østligste 100 m av profilet, øker til vel 35 m midtveis og til 55-60 m mot vestenden. Fjelloverflaten er ikke indikert, men kan falle nær sammen med begrensningen i dybderekkevidde.

De østligste 170 m av profil G8 er preget av kraftig og dels kaotisk refleksjonsmønster med hovedinnslag av nær horisontale eller overflateparallell usammenhengende reflektorer. Dette indikerer grove og dårlig sorterte elvevifteavsetninger. Videre vestover kommer det ned til 15-20 meters dyp inn skråreflektorer med fall mot vest. Det er først fra pos. 300 m og vestover at det fås en overgang til deltaskrålagning som når til betydelig større dyp slik som nord for Bødalselva. Skråreflektorer i de kryssende profilene viser at det har vært en del variasjoner i avsetningsretning. Nord for G8 langs G10 regnes avsetningsretning å være rett vest, mens den i sør ser ut til å være mer mot nordvest. Lenger ute på deltaet langs G9 er avsetningsretningen mot vest lengst nord, men sørover dreier den mer mot sørvest. Fjelloverflatens forløp langs disse tverrprofilene er ikke fastlagt, men kan falle sammen med dybderekkevidden. Den kan da ligge 20-25 m o.h. lengst sør i G9. Den skråner nedover mot nord og ligger fra rundt 5 m o.h. eller dypere lengst nord. Langs G10 kan den skråne nedover mot nord fra 50 m o.h. ved sørenden til 35 m o.h. 80 m nordafor og kan ligge rundt 25 m o.h. eller lavere ved nordenden.

En markert reflektor langs alle de tre profilene regnes å representere grunnvannsnivå. Langs G8 stiger den slakt oppover fra vestenden (pos. 590 m) fra ca. 55 m o.h. til 60 m o.h. ved pos. 400 m, til 65 m o.h. ved pos. 300 m, til 70 m o.h. ved pos. 250 m. Øst for pos. 200 m er ikke reflektoren klart definert lenger. Langs G9 er reflektoren i nivå 53-54 m o.h. lengst sør og 55-56 m o.h. i nord. Langs G10 ligger reflektoren 64-65 m o.h. Med den anvendte

radarbølgehastigheten ligger grunnvannsnivået 4-7 m dypt langs G9 og 7-10 m dypt langs G10. Langs G8 øker dypet til grunnvannsnivå fra 4 m ved vestenden til 12-13 m der det er observert lengst øst. Langs profilene, hvor grunnvannsnivået er indikert, er det et 2-4 m tykt overflatelag med nær horisontale/overflateparallele reflektorer. Grunnvannsreflektoren krysser derfor de underliggende skråreflektorene.

#### 4. SAMMENFATNING

Det øverste området i Bødalen som er undersøkt er kalt **Bødalsbreen** og omfatter dalbassenget mellom dagens brefront og Bødalsbrens største utstrekning mot nord under den lille istids maksimum datert til rundt år 1755 e. Kr. Dette utgjør en lengdeutstrekning på ca. 1,3 km, men undersøkelsene starter fra ca. 300 m nord for brefronten. Det er lagt størst vekt på undersøkelsene nord for Sætrevatnet, dvs. de nordligste ca. 600 m av området. Fra den lille istids maksimum og fram til år 1930 e.Kr. er det i dette området under isens tilbaketrekking avsatt en rekke (ca. 7 stk.) endemorener som har en spesiell utforming og beskrives som sagtannmorener. Dette i motsetning til endemorenen fra den lille istids maksimum som viser en jevnt buet ryggform.

Refraksjonsseismikkprofil nordover fra Sætrevatnet indikerer en maksimal løsmassetykkelse på 80-90 m i sør, og fjelloverflaten ligger dypest i nivå rundt 520 m o.h. i området 80-120 m nord for vatnet. Mot nord langs bassenget grunner fjellet opp til 550-555 m. o.h. og løsmassetykkelsen avtar til rundt 45 m sentralt langs bassenget. I nord er fjelltopografien på tvers av bassenget forholdsvis slak og ligger under 565 m o.h. langs en strekning på 400 m og med løsmassetykkelse stort sett over 30 m. Fra ca. 70 m sørøst for elveosen ved nordenden av Sætrevatnet stiger fjelloverflaten bratt opp mot sørøst fra 530 til 575 m o.h. i løpet av 150 m og løsmassetykkelsen avtar fra 75 til 30 m. Seismisk hastighet i vannmettede løsmasser ser ut til avta fra 2000 m/s lengst sør til rundt 1600 m/s lengst nord. Hastigheten i sør kan være forenlig med morenedominert materiale, mens hastigheten i nord er mer normal hastighet for sand og grus. Seismisk hastighet i fjell ser ut til å ligge rundt 4800-4900 m/s, men kan være på 5300 m/s lengst nordvest.

For georadarmålingene er det med 100 MHz antenner oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde som varierer fra 30 og opp mot 40 m, men lengst sør og sørøst er den en del mindre. For målinger over de to nordligste moreneryggene med 200 MHz antenner er det tilsynelatende oppnådd en dybderekkevidde på 25 m.

Sentralt i bassenget viser refraksjonsseismikken at fjelloverflaten ligger betydelig dypere enn dybderekkevidden for georadarmålingene. Georadarmålingene gir heller ikke noen klar fjellreflektor ut mot kantene av bassenget, men det regnes stort sett at fjelloverflaten ligger minimum på oppnådd dybderekkevidde. Lengst sør og i sørøst utelukkes det ikke at fjelloverflaten kan ligge grunnere. Den gode dybderekkevidden sammen med refleksjonsmønsteret, som er dominert av nær horisontale men svært usammenhengende reflektorer, indikerer at avsetningene ned til oppnådd dybderekkevidde stort sett består av sand/grusdominert materiale, trolig vesentlig breelvavsetninger. Ut fra seismikken nord for Sætrevatnet var det tilsynelatende en endring i avsetningene fra sør til nord, men dette gjenspeiles ikke i georadarprofilene. Det er mulig at variasjonen i seismisk hastighet derfor helt eller delvis kan skyldes at løsmassene i sør er bedre konsolidert på grunn av at bretykkelsen har vært betydelig større i sør da breen rykket fram under den lille istid.

Det regnes at store deler av løsmassene i dalbassenget er avsatt før framrykkingen av isen under den lille istid, dvs. før rundt år 1650 e.Kr. Det er ingen entydig indikasjon på hvor mye

løsmasser som er avsatt i tiden etterpå. I området nordover fra Sætrevatnet kan kraftige nær horisontale reflektorer representere overgang mot de eldre avsetningene. De ligger 4-5 m dypt lengst nord og øker til 8-10 m mot sør. Under toppen av moreneryggene kan de ligge rundt 8-10 m dypt i nord, mens de under ryggene i sør like nord for vatnet kan ligge opptil 15 m dypt. Skråreflektorer med fall mot sør opptrer spesielt på støtsiden av ryggformene, men opptrer også andre steder. Noen av dem kan representere bruddsoner/skyvesoner i løsmassene, og sonene har trolig oppstått under breframrykningen. De høyfrekvente georadaropptakene over de to nordligste moreneryggene indikerer at det under avsetningene fra den lille istid ligger et 4-5 m tykt lag med tettere reflektorer enn underliggende materiale. Laget regnes å bestå av bedre sortert og finere materiale enn i lagene over og under og kan være vanntransportert materiale avsatt i bassenget før den lille istid. Under moreneryggene ser det ut som underliggende materiale er blitt skjøvet/presset opp langs bruddsoner og at det overliggende mer finstoffrike laget tynner ut og er dels kuttet av overflatelaget. Undersøkelsene viser at det ikke er noen klare forskjeller i struktur og sammensetning mellom endemorenen fra den lille istids maksimum og den nordligste saktanmorenen.

Sætrevatnet har i dag en utstrekning på 150-160 m i retning NS. Georadarmålingene sør for vatnet viser at det øverst er fra 1 til 10 m tykke innsjøsedimenter. Etter at isen trakk seg raskt tilbake etter 1930-morenen ved nordenden av vatnet, må derfor vatnet ha strukket seg rundt 200 m lengre mot sør.

Området kalt **Bødalssetra** omfatter fortsettelsen av dalbassenget mot nordvest fra endemorenen for maksimum av den lille istid og til fjellterskelen ved Huldrefossen vel 400 m vest for setra. Lengdeutstrekningen av denne del av dalbassenget er på 1,3-1,4 km. Terrenget sørøst for setra og oppover mot endemorenen er preget av en breelvvifte som er avsatt fra nordøst fra Skålebreen. Sørøst for setra er det på nordvestre del av viften målt et refraksjonsseismisk profil langssetter bassenget og et profil på tvers. Profilet langssetter indikerer at løsmassetykkelsen varierer fra 47 til 57 m og fjelloverflaten varierer i området 539 til 548 m o.h. Tverrprofilet viser en dalform med maksimum løsmassetykkelse på 60 m og laveste fjellnivå på 536 m o.h. 50 m nordøst for det langsgående profilet. I profilet er det et 2,5-7 m tykt overflatelag med seismisk hastighet 500-600 m/s, mens det i underliggende løsmasser er målt en hastighet på 1500-1600 m/s. Dette er typiske hastigheter for henholdsvis tørre og vannmettede sand- og grusdominerte avsetninger. Seismisk hastighet i fjell langssetter bassenget er på rundt 5400 m/s, men det er en 50 m bred sone med betydelig lavere hastighet. Kryssende profil ligger omtrent i denne sonen og viser lave hastigheter i fjell, spesielt i nordøstlige del med hastigheter på 3500 og 4300 m/s. Dette indikerer at det er en større sone med betydelig oppsprukket fjell på tvers av dalen.

Det ble i 2009 utført georadarmålinger med 100 MHz antenner og året etter med 50 MHz antenner for å oppnå større dybderekkevidde. Med 100 MHz antenner varierte tilsynelatende dybderekkevidde betydelig fra 20 til 40 m, mens den med 50 MHz antenner er i området 30 til opp mot 60 m. Med de lavfrekvente antennene burde det derfor stedvis være mulig å nå ned til fjell, men noen godt definert fjellreflektor har vært vanskelig å tolke. Sørøstligst i området ser oppnådd dybderekkevidde å falle nær sammen med dyp til fjell bestemt med seismikken. Lengst nordvest er det mye signaler tilsynelatende fra stort dyp, men er diffrakterte signaler fra langt større dyp enn fjelloverflaten. Ved Huldrefossen er fjelloverflaten i dagen, og langs nordsiden av elva skråner den slakt nedover mot øst og når ned til 10 meters dyp etter 120 m og anslås til over 30 meters dyp 350 m fra fossen (ca. 100 m vest for Bødalssetra). Videre sørøstover sentralt langs bassenget indikerer dybderekkevidden at fjelloverflaten må ligge stedvis på minimum 30 m og stedvis på godt over 40 meters dyp.

I hele det undersøkte bassengområdet er det et overflatelag med nær horisontale eller overflateparallele reflektorer, og disse er gjennomgående mer finstrukturerte/tettere enn reflektorer i underliggende løsmasser. I sørøst regnes laget å utgjøre elvevifteavsetninger fra breelven fra Skålebreen i nordøst. Tykkelsen er 5-7 m lengst vest og sørvest nederst på viften men øker til 12-15 m mot nordøst. Laget er 4-7 m også nordvestover i området og regnes å være distale vifteavsetninger eller andre elveavsetninger. Ca. 50-70 m SSV for setra er det tolket at det stikker opp en markert morenerygg som når opp til bunnen av overflatelaget. Ca 200 m lengre sørøst kommer det opp en ryggform som når opp til 20-25 meters dyp, men denne kan være betinget av underliggende fjelltopografi. I mellom ryggene og nordvestover fra moreneryggen er det lokale gjenfylte dalbassenger. Det ser ut til å være i hvert fall to avsetningsenheter i bassengene. I det nedre laget synes det som om refleksjonsstrukturene til en viss grad følger antatt underliggende fjell/morene-topografi. I bassengområdet sørøst for moreneryggen er det i overliggende avsetninger indikert skråstrukturer som tyder på at disse er avsatt ved utbygging mot nordvest langs dalen. I bassengområdet nordvest for moreneryggen er det i det øvre laget ikke indikert noen klar avsetningsretning. Det regnes at avsetningene i de to bassengområdene vesentlig består av sand og grus, men det er sannsynlig at det underste laget har mer varierende sammensetning med innslag av finstofflag (finsand/silt). I vest er det under overflatelaget i området 200 til 350 m øst for Huldrefossen (dvs. fra ca 100 m vest for Bødalssetra og vestover) registrert 10-20 m tykke avsetninger med skråstrukturer som indikerer avsetningsretning som varierer mellom sørvest og sørøst. Dette tolkes å være materiale avsatt i en breelvvifte fra nord fra Tindefjellbreen.

**Bødalsdeltaet** er bygd opp utover i Lovatnet av materiale fraktet ut med Bødalselva fra øst. Fra rotsonen i øst strekker Bødalsdeltaet seg ca. 0,8 km m mot vestnordvest ut mot vatnet og der er bredden på deltaet ca. 0,9 km. Deltaoverflaten skråner opp mot øst fra vatnets nivå på rundt 52 m o.h. til vel 90 m o.h. lengst øst.

Langs refraksjonsseismisk profil oppover ytre del av deltaet nord for Bødalselva skråner terrengoverflaten opp fra ca. 54 til 65 m o.h. Det er beregnet at fjelloverflaten ligger 65 m dypt i østligste del men går ned til 72 meters dyp nær Lovatnet, dvs. fra nær havnivå lengst øst langs profilet til 18 m under havnivå i vest nær vatnet. Seismisk hastighet i fjell er bare beregnet østligst i profilet og er på rundt 4700 m/s. I løsmasseavsetningene er det registrert to hastighetslag. Overflatelaget er gjennomgående bare 3-4 m tykt og har en seismisk hastighet som varierer i området 400-550 m/s. I underliggende vannmettede avsetninger er seismisk hastighet 1700-1800 m/s. Dette er forholdsvis høyt til å representere sand/grus-dominerte deltaavsetninger, men kan muligens skyldes at avsetningene er spesielt grove og er dårlig sortert.

På den ytre del av deltaet nord for Bødalselva er det utført forholdsvis omfattende georadarmålinger med både 100 og 50 MHz antenner, og i tillegg et profil med 200 MHz antenner. Med 50 MHz antenner er det oppnådd en dybderekkevidde på over 70 m. Målingene viser at det øverst på deltaet er et overflatelag med nær horisontale eller overflateparallele reflektorer. Det er 3-4 m tykt nærmest Lovatnet i vest og øker oppover deltaet mot øst og sørøst til 8-10 m. I løsmassene under viser profilene langsetter deltaet markerte skråstrukturer med bratt fall som har retning i området vest til nordvest. Dette representerer bratte deltafrontavsetninger som på ytre del av deltaet når ned til over 70 meters dyp. De flater noe ut nederst og nærmer seg der muligens fjelloverflaten. Profiler på tvers i dette området indikerer at det på ytre del av deltaområdet har vært betydelig veksling i avsetningsretning varierende mellom vest og nord. Lengst nordnordvest på deltaet er det et område hvor dybderekkevidden er redusert til 20-25 m. En mulig tolkning er at det på dette dyp kan være materiale avsatt fra fjellskred fra fjellsiden i nordøst. Ut fra dybderekkevidde

og strukturer er det antydnet hvordan fjelloverflaten kan stige opp i østlige del av området og likeså inn mot dalsiden i nordøst.

På deltaområdet sør for Bødalselva er det målt et georadarprofil nedover langs hele deltaet (nær 600 m langt) og to kortere tverrprofiler, alle med 100 MHz antenner. Dybderekkevidden er på rundt 25 m ved rotsonen av deltaet lengst øst, øker til vel 35 m midtveis og til 55-60 m mot vestenden. Fjelloverflaten er ikke indikert, men kan falle nær sammen med begrensningen i dybderekkevidde. I østligste del er avsetningene preget av kraftig og dels kaotisk refleksjonsmønster med hovedinnslag av nær horisontale eller overflateparallell usammenhengende reflektorer. Dette indikerer grove og dårlig sorterte elvevifteavsetninger. Videre vestover kommer det ned til 15-20 meters dyp inn skråreflektorer med fall mot vest. Det er først fra midtveis og vestover at det fås en overgang til deltaskrålagning som når til betydelig større dyp slik som nord for Bødalselva. Skråreflektorer i de kryssende profilene viser at det har vært en del variasjoner i avsetningsretning.

Grunnvannsnivået framstår som en klar refleksor langs profilene sør for elva. Dypet ned til reflektoren øker fra ca. 4 m lengst vest (ca. 55 m o.h.) til rundt 10 m (ca. 65 m o.h.) midtveis østover på deltaet og til 12-13 m (ca. 76 m o.h.) videre mot øst. Langs de østligste 200 m av deltaet er imidlertid ikke grunnvannsnivået definert. Langs deltaet er det et 2-4 m tykt topplag med overflateparallele reflektorer, og grunnvannsreflektoren krysser derfor skrålagsstrukturene i underliggende materiale.

## 5. REFERANSER

- Burki, V., Larsen, E., Fredin, O. & Margreth, A. 2009: The formation of sawtooth moraine ridges in Bødalen, south-central Norway. *Geomorphology* 105, 182-192.
- Burki, V., Hansen, L., Fredin, O., Andersen, T.A., Beylich, A.A., Jaboyedoff, M., Larsen, E. & Tønnesen, J.F. 2010: Little Ice Age advance and retreat sediment budgets for an outlet glacier in western Norway. *Boreas* 39, 551-566.
- Hansen, L., Beylich, A., Burki, V., Eilertsen, R.S., Fredin, O., Larsen, E., Lyså, A., Nesje, A., Stalsberg, K. & Tønnesen, J.F. 2009: Stratigraphic architecture and infill history of a deglaciated bedrock valley based on georadar, seismic profiling and drilling. *Sedimentology* 56, 1751-1773.
- Lien, R. 1985: Kvartærgeologien i Bødalen, Loen, Indre Nordfjord. *Hovedoppgave, Universitetet i Bergen* (109 s.).
- Tassis, G., Rønning, J.S., Hansen, L. og Tønnesen, J.F. 2015: Comparison between Sensors & Software and Malå GPR equipment based on test measurements at Bøaøyna, Stryn Municipality, Norway. *NGU Report 2015.014* (41 s.).
- Tassis, G., Gellein, J. Tønnesen, J.F. og Hansen, L. 2016: Depth to bedrock and bedrock morphology from gravity measurements at Stryn, Stryn Municipality, Sogn og Fjordane. *NGU Report 2016.029* (36 s.).
- Tønnesen, J.F. og Hansen, L. 2016: Georadar og refraksjonsseismikk for kvartærgeologiske undersøkelser i Strynedalen, Stryn kommune. *NGU Rapport 2016.004* (19 s.).
- Tønnesen, J.F. 2017: Georadar og refraksjonsseismikk for kvartærgeologiske undersøkelser i Erdalen, Stryn kommune, i årene 2004-2006 og 2010. *NGU Rapport 2016.024* (36 s.).

**Kartkoordinater for de refraksjonsseismiske profilene S1, S2 og S3 nord for Bødalsbreen.**

**Målingene er utført 3.-6. oktober 2006.**

**UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.**

**Koordinatene angir skuddpunkt-posisjonene langs profilene**

**Fet skrift:** Endepunkter i profilene

*Skråskrift:* Fjernskudd

<b>Profilxposisjon (m)</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
<b>S1x0</b>	<b>6853120</b>	<b>399969</b>
S1x125	6853245	399965
S1x196	6853312	399971
S1x257	6853374	399973
S1x409	6853524	399992
S1x472	6853587	399991
<b>S1x496</b>	<b>6853610</b>	<b>399990</b>
<b>S2x0</b>	<b>6853147</b>	<b>399950</b>
S2x110	6853085	400039
S2x207	6853023	400111
<b>S2x220*</b>	<b>6853015</b>	<b>400122</b>
<i>S2x317</i>	<i>6852963</i>	<i>400207</i>
<i>S3x-100</i>	<i>6853498</i>	<i>400260</i>
<b>S3x0</b>	<b>6853541</b>	<b>400171</b>
S3x47	6853554	400127
S3x201	6853591	399981
S3x310	6853632	399878
S3x433	6853680	399765
<b>S3x510</b>	<b>6853702</b>	<b>399693</b>
<i>S3x585</i>	<i>6853704</i>	<i>399618</i>

\*: Ikke skuddpunkt, men siste geofon

**Kartkoordinater for de refraksjonsseismiske profilene S1 og S2 ved Bødalssetra og S3 på Bødalsdeltaet i Lovatnet. Målingene er utført 5.-7. oktober 2010. UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.**

**Koordinatene angir skuddpunkt-posisjonene langs profilene**

**Fet skrift:** Endepunkter i profilene

*Skråskrift:* Fjernskudd

<b>Profilxposisjon (m)</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
<i>S1x-110</i>	<i>6854462</i>	<i>399123</i>
<b>S1x0</b>	<b>6854410</b>	<b>399204</b>
<i>S1x110</i>	<i>6854307</i>	<i>399281</i>
<i>S1x220</i>	<i>6854230</i>	<i>399357</i>
<b>S1x328</b>	<b>6854158</b>	<b>399438</b>
<i>S1x440</i>	<i>6854078</i>	<i>399519</i>
<i>S2x-50</i>	<i>6854229</i>	<i>399144</i>
<b>S2x0</b>	<b>6854250</b>	<b>399187</b>
<i>S2x110</i>	<i>6854310</i>	<i>399278</i>
<i>S2x220</i>	<i>6854365</i>	<i>399368</i>
<b>S2x330</b>	<b>6854422</b>	<b>399462</b>
<i>S2x430</i>	<i>6854476</i>	<i>399546</i>
<b>S3x0</b>	<b>6854068</b>	<b>394467</b>
<i>S3x110</i>	<i>6854010</i>	<i>394560</i>
<i>S3x220</i>	<i>6853959</i>	<i>394663</i>
<b>S3x330</b>	<b>6853912</b>	<b>394756</b>
<i>S3x457</i>	<i>6853858</i>	<i>394872</i>



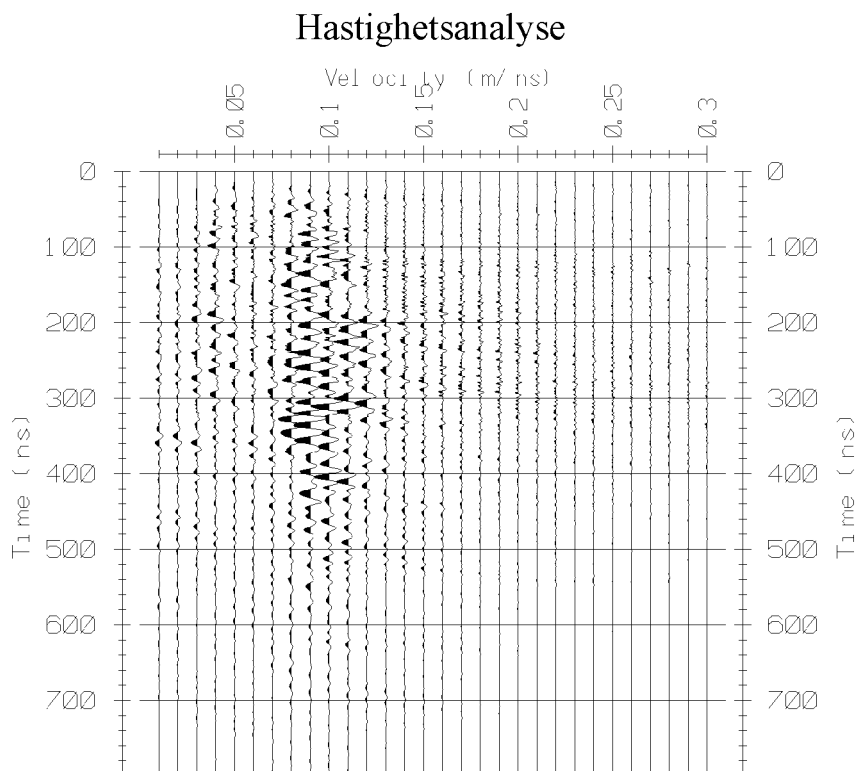
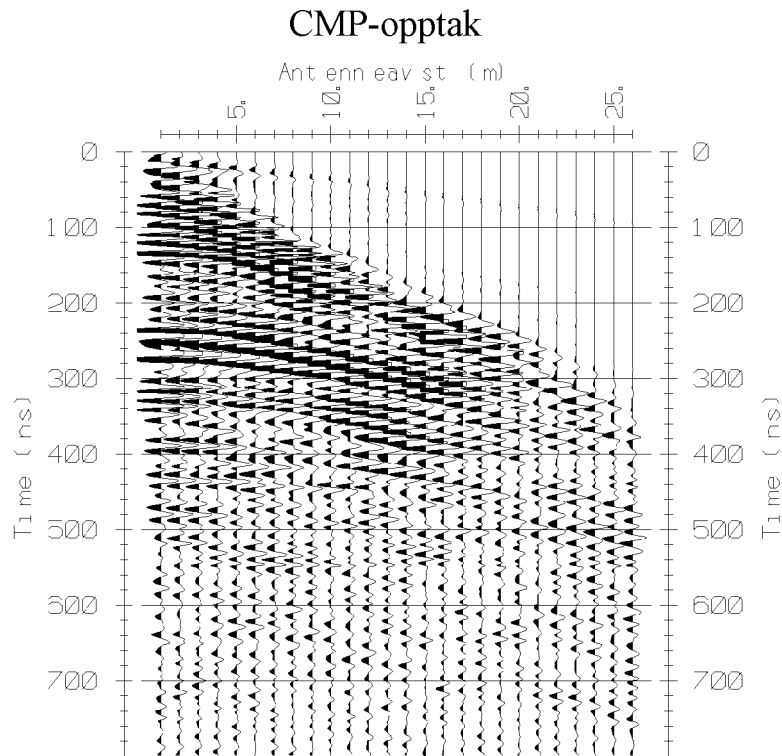
**Kartkoordinater for georadarprofiler målt nord for Bødalsbreen.  
Målingene omfatter 21 profiler og er utført 22.-26. juni 2005.**

**UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.**

<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G1x0	6852918	400055
G1x68	6852840	400064
G1x218,5	6852672	400049
G2x0	6852712	400121
G2x45,5	6852729	400077
G2x93	6852758	400031
G3x0	6852868	400083
G3x23,5	6852890	400092
G3x88	6852958	400092
G3x144	6853014	400082
G3x188	6853059	400079
G3x277,5	6853151	400063
G3x322,5	6853198	400061
G3x365,5	6853241	400057
G4x0	6853045	400036
G4x94	6853066	400143
G4x138	6853080	400193
G4x185,5	6853089	400245
G4x218	6853096	400282
G5x0	6853159	400130
G5x84,5	6853081	400076
G6x0	6853235	400066
G6x51	6853262	400115
G6x102,5	6853289	400162
G6x175	6853312	400238
G6x256,5	6853330	400320
G7x0	6853324	400180
G7x113,5	6853227	400243
G8x0	6853127	399960
G8x49,5	6853181	399969
G8x149	6853290	399980
G8x182,5	6853325	399979
G8x289,5	6853441	399982
G8x342,5	6853496	399992
G9x0	6853520	400015
G9x48	6853568	400024
G9x85,5	6853607	400024

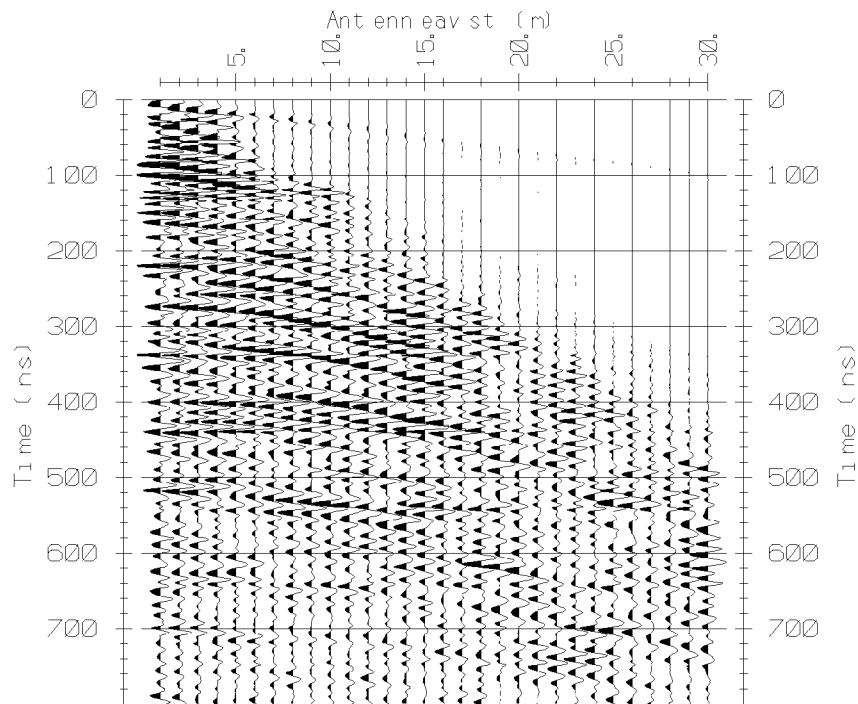
<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G10x0	6853330	400320
G10x83,5	6853335	400226
G10x200,5	6853362	400096
G10x275	6853371	400013
G10x323	6853372	399959
G11x0	6852914	399965
G11x81,5	6852914	399884
G12x0	6852806	399940
G12x137,5	6852954	399928
G13x0	6853153	399930
G13x70,5	6853170	399858
G13x141	6853195	399794
G14x0	6853155	399904
G14x54	6853206	399876
G14x120	6853267	399833
G14x202,5	6853348	399791
G14x208,5	6853354	399788
G15x0	6853434	399843
G15x74	6853491	399792
G15x118	6853523	399758
G16x0	6853590	399786
G16x85,5	6853616	399694
G16x121,5	6853653	399677
G17x0	6853544	399923
G17x52,25	6853606	399926
G18x0	6853479	399815
G18x41,5	6853513	399807
G19x0	6853472	399805
G19x58,25	6853522	399763
G20x0	6853609	399725
G20x52	6853650	399680
G21x0	6853606	399715
G21x56,25	6853599	399652

## Bødalsbreen 2005, CMP1

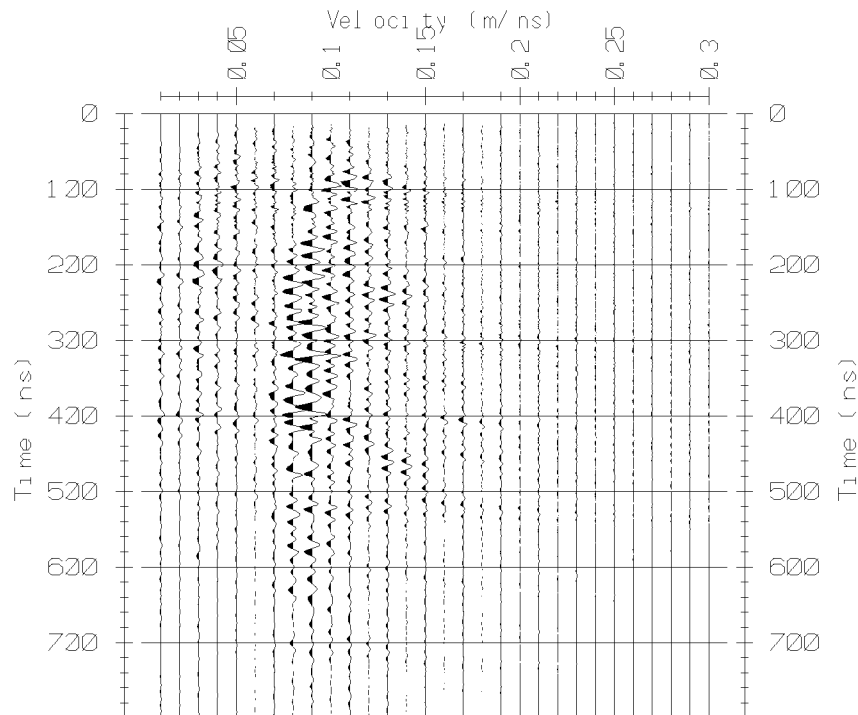


## Bødalsbreen 2005, CMP2

### CMP-opptak



### Hastighetsanalyse



## Kartkoordinater for georadarprofiler og CMP-målinger på Bødalsdeltaet i Lovatnet og ved Bødalssetra utført i 2009 og 2010.

UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.

### Bødalsdeltaet 2009 (G1-G10, G1L, G3L og CMP1-CMP2)

Målingene utført 29. sept. og 1. okt.

Profilposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G1x0	6853923	394898
G1x116	6853878	394789
G1x309	6853888	394591
G1x358,5	6853895	394548
G1Lx0	6853923	394898
G1Lx116	6853878	394789
G1Lx309	6853888	394591
G1Lx413	6853996	394599
G1Lx470,5(xG6)	6854018	394550
G1Lx491	6854027	394527
G1Lx523,5	6854019	394494
G2x0	6854057	394467
G2x90(xG6)	6854008	394542
G2x179,5(xG7)	6853984	394633
G2x202,5	6853972	394652
G3x0	6854172	394504
G3x110(xG6)	6854098	394591
G3x166	6854071	394636
G3x204(xG7)	6854023	394657
G3x400	6853907	394808
G3Lx0	6854172	394504
G3Lx109(xG6)	6854098	394591
G3Lx165	6854071	394636
G3Lx203(xG7)	6854023	394657
G3x397	6853907	394808
G4x0	6854250	394549
G4x111(xG6)	6854170	394627
G4x168,5	6854125	394669
G4x380	6853974	394813
G5x0	6854036	394461
G5x132(xG3)	6854161	394522
G5x300	6854301	394614
G6x0	6853907	394493
G6x355	6854221	394658
G7x0(xG1L)	6853888	394591
G7x48	6853934	394601
G7x285	6854139	394721

<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G8x0	6853584	395149
G8x590	6853630	394559
G9x0	6853516	394557
G9x119,5(xG8)	6853624	394610
G9x240	6853726	394679
G10x0	6853513	394800
G10x101,5(xG8)	6853597	394835
G10x224	6853727	394856
G10x257	6853751	394859
CMP1	6853942	394598
CMP2	6853605	394913

### **Bødalsdeltaet 2010 (G3H, G6L, CMPA, CMPB og CMPC)**

Målingene utført 24. og 26. aug.

<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G3Hx0	6854172	394504
G3Hx110,25	6854098	394591
G3Hx165,75	6854071	394636
G6Lx0(xG1L)	6854018	394550
G6x224	6854221	394658
CMPA	6854052	394741
CMPB	6854064	394678
CMPC	6853984	394721

### **Bødalssetra 2009 (G11-G15 og CMP3)**

Målingene utført 30. sept.

<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G11x0	6854166	399273
G11x144(xG15)	6854279	399179
G11x210	6854330	399135
G11x281(xG14)	6854380	399076
G11x373	6854438	399004
G11x481	6854470	398902
G12x0	6854608	398973
G12x117	6854516	399056
G12x149	6854518	399086
G12x243	6854446	399135
G12x388	6854311	399212
G12x439	6854265	399237
G13x0	6854543	399046
G13x18,5(xG12)	6854526	399036
G13x109(xG11)	6854446	398991
G13x161,5	6854401	398960

<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G14x0	6854474	399319
G14x171(xG12)	6854410	399146
G14x312	6854347	399017
G15x0	6854246	399138
G15x95,5(xG12)	6854304	399204
G15x142	6854336	399255
G15x183	6854336	399297
CMP3	6854445	398985

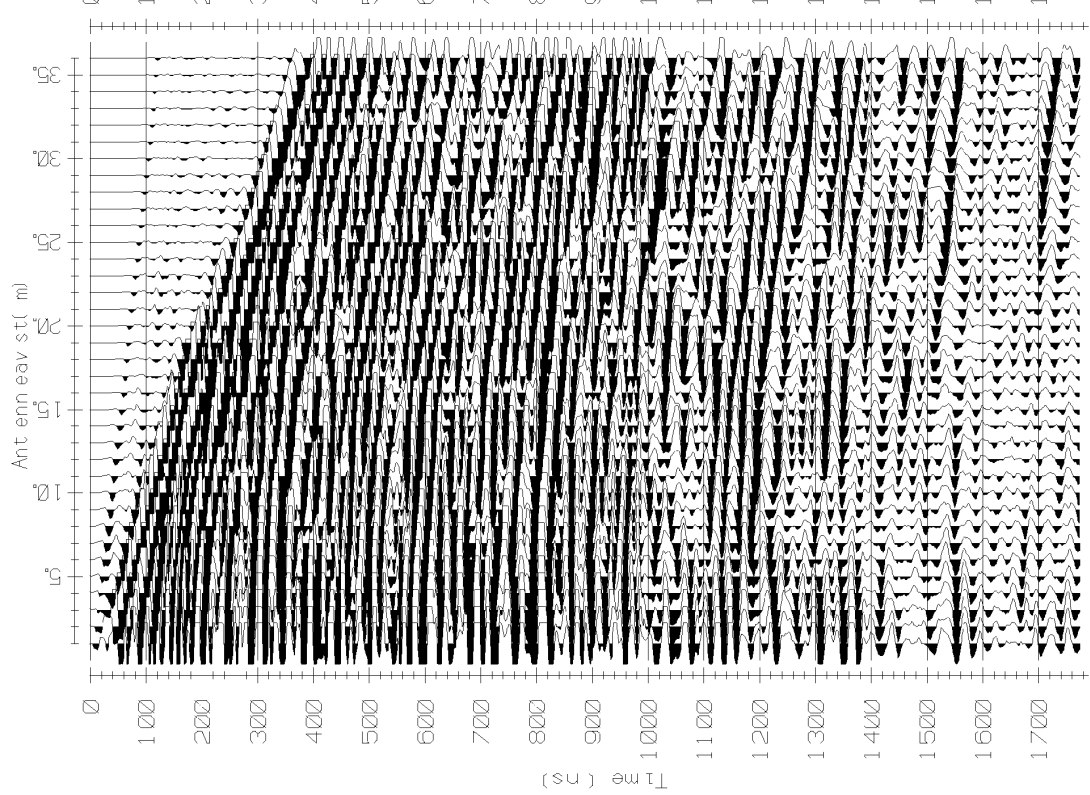
### **Bødalssetra 2010 (G1-G5)**

**Målingene utført 23.aug.**

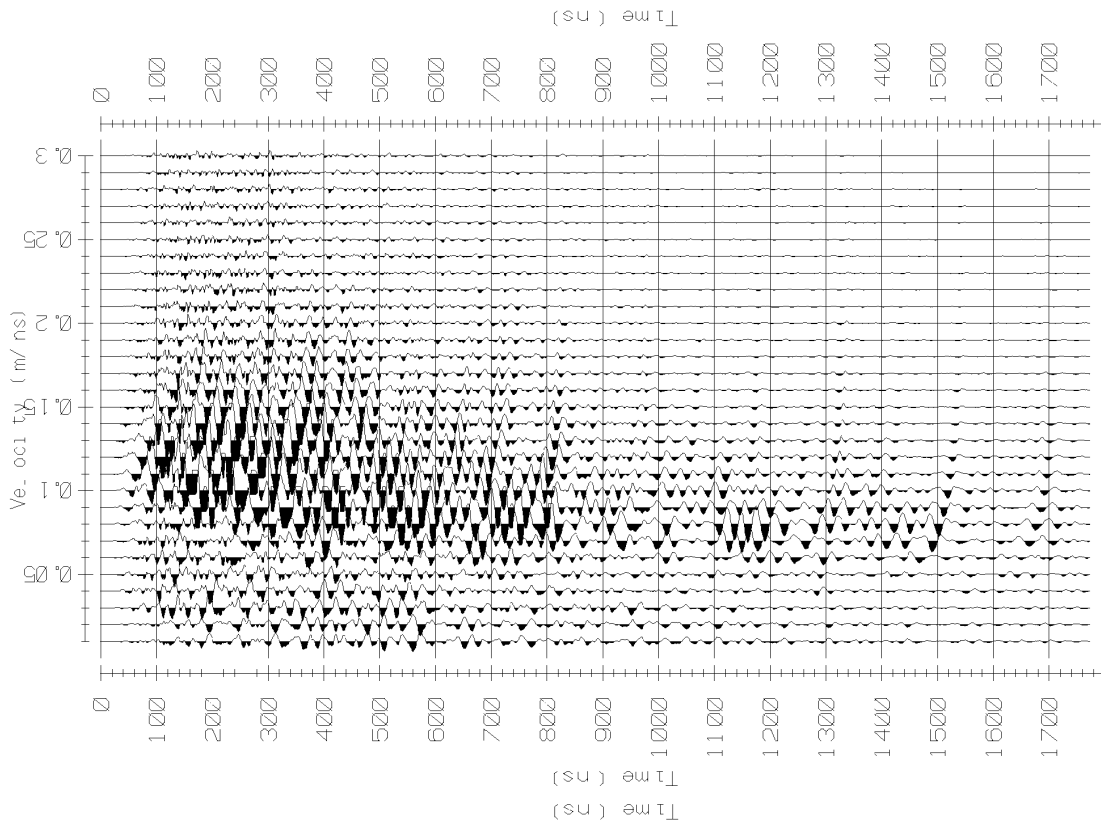
<b>Profilxposisjon</b>	<b>UTM-N (m)</b>	<b>UTM-E (m)</b>
G1x0	6854406	398977
G1x43,5(xG5)	6854443	399003
G1x147,5	6854541	399037
G2x0	6854602	398975
G2x135	6854501	399062
G2x232	6854439	398123
G2x438	6854259	399239
G3x0	6854245	399140
G3x93(xG2)	6854293	399208
G3x156,5	6854337	399258
G4x0	6854462	399305
G4x169(xG2)	6854416	399144
G4x287	6854353	399045
G5x0	6854168	399234
G5x32	6854183	399206
G5x79	6854224	399183
G5x140	6854286	399175
G5x275(xG4)	6854380	399081
G5x375,5(xG1)	6854443	399003
G5x491	6854477	398889
G5x624	6854482	398764
G5x684,5	6854454	398711
G5x768,5	6854427	398630

# Bødalsdeltaet 2009, CMP1 (50 MHz antenner)

## CMP-opptak



## Hastighetsanalyse

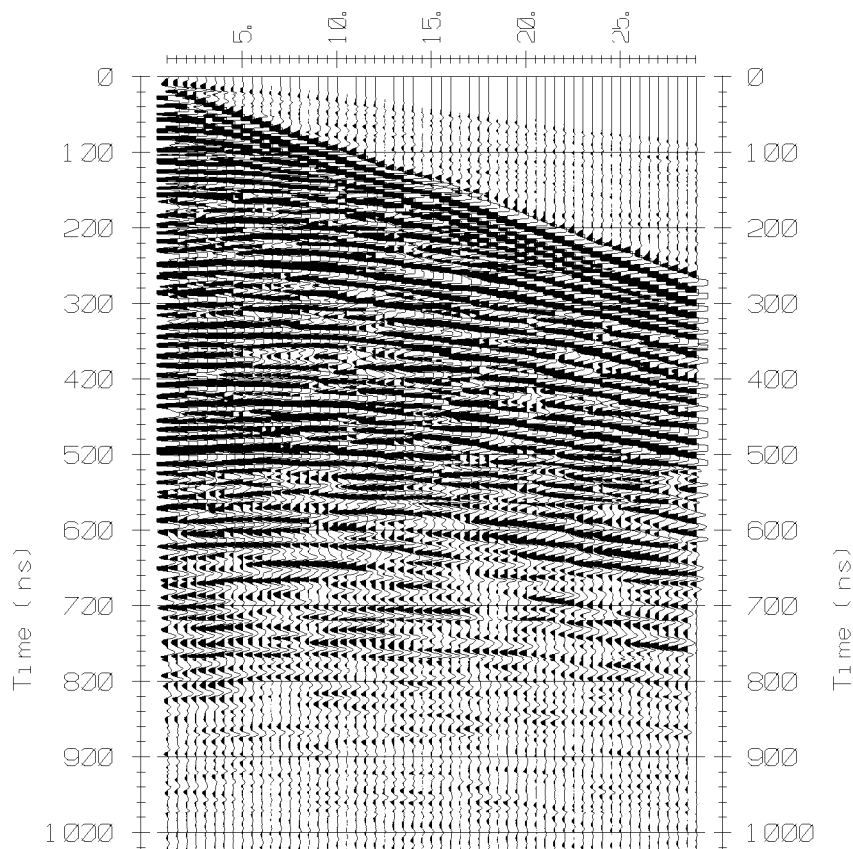




# Bødalsdeltaet 2009, CMP2

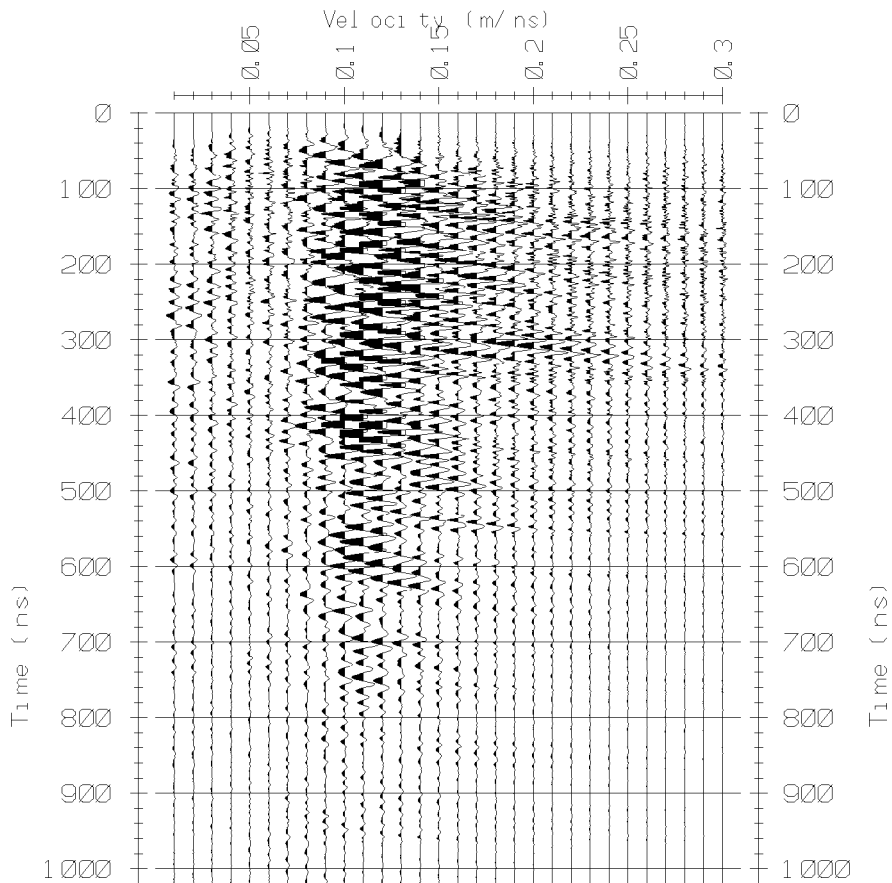
## CMP-opptak

Antenneavst (m)



## Hastighetsanalyse

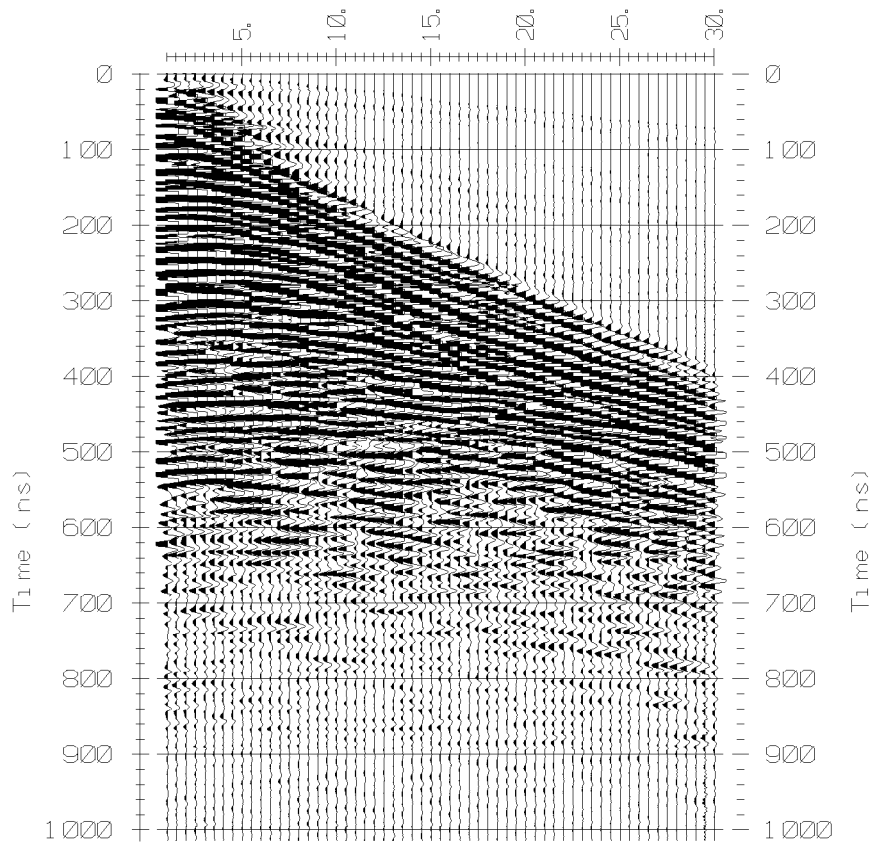
Velocitet (m/ns)



# Bødalssetra 2009, CMP3

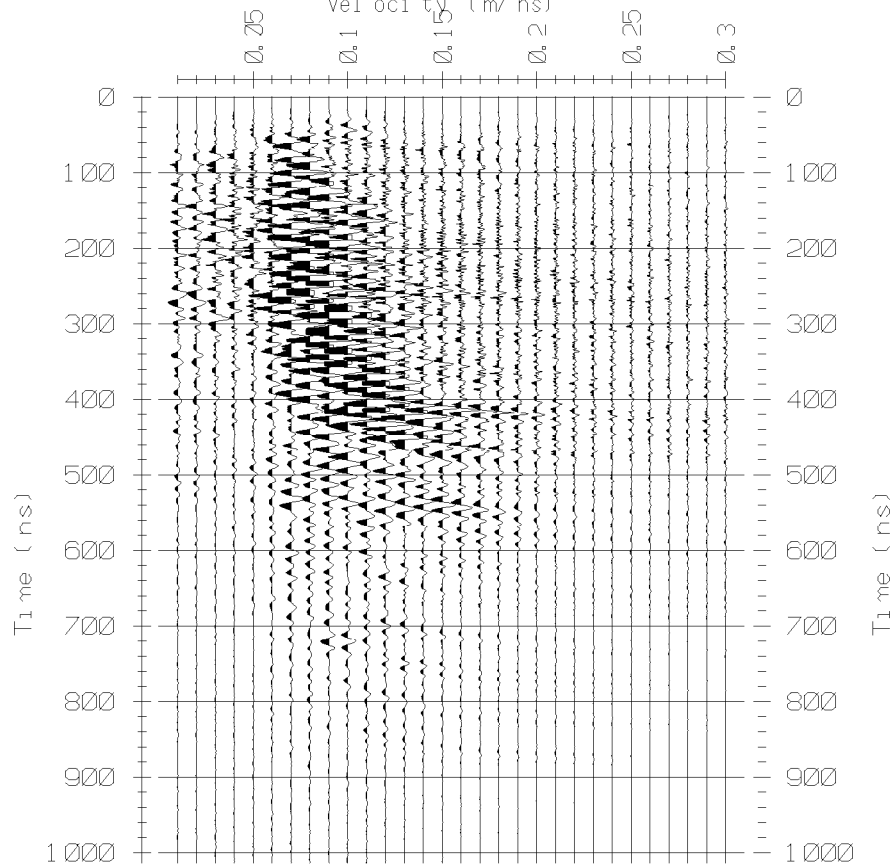
## CMP-opptak

Antenneavst ( m)



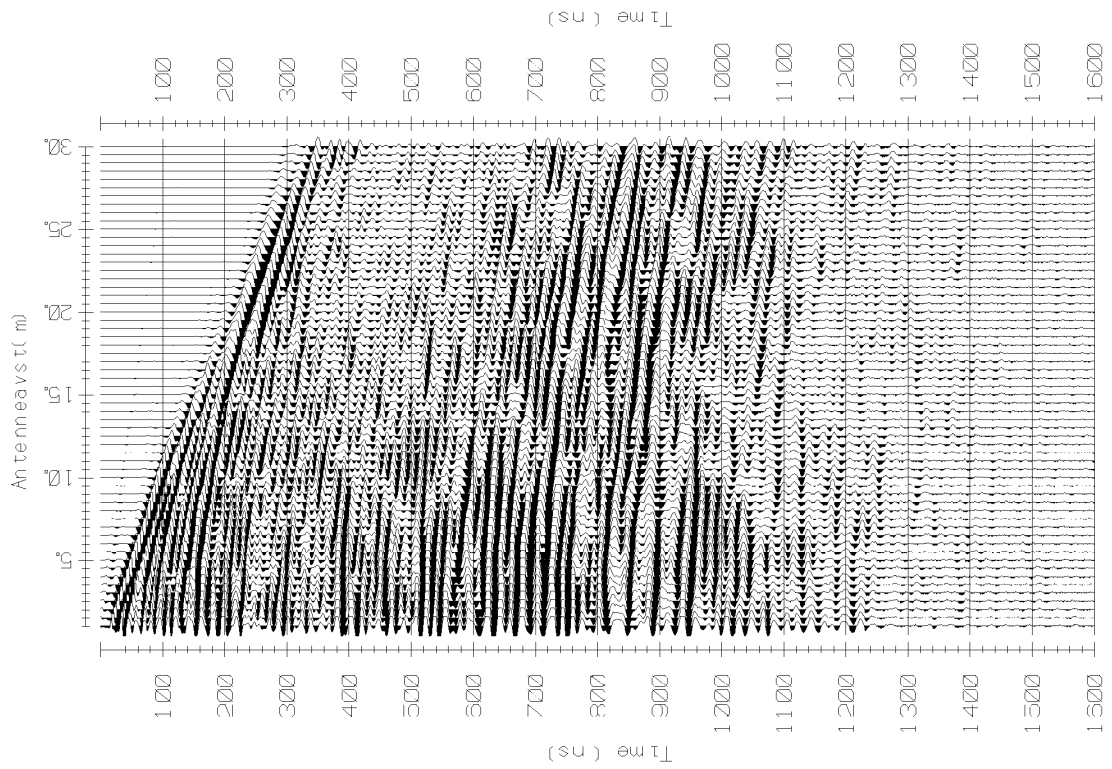
## Hastighetsanalyse

Velocitet ( m/ ns)

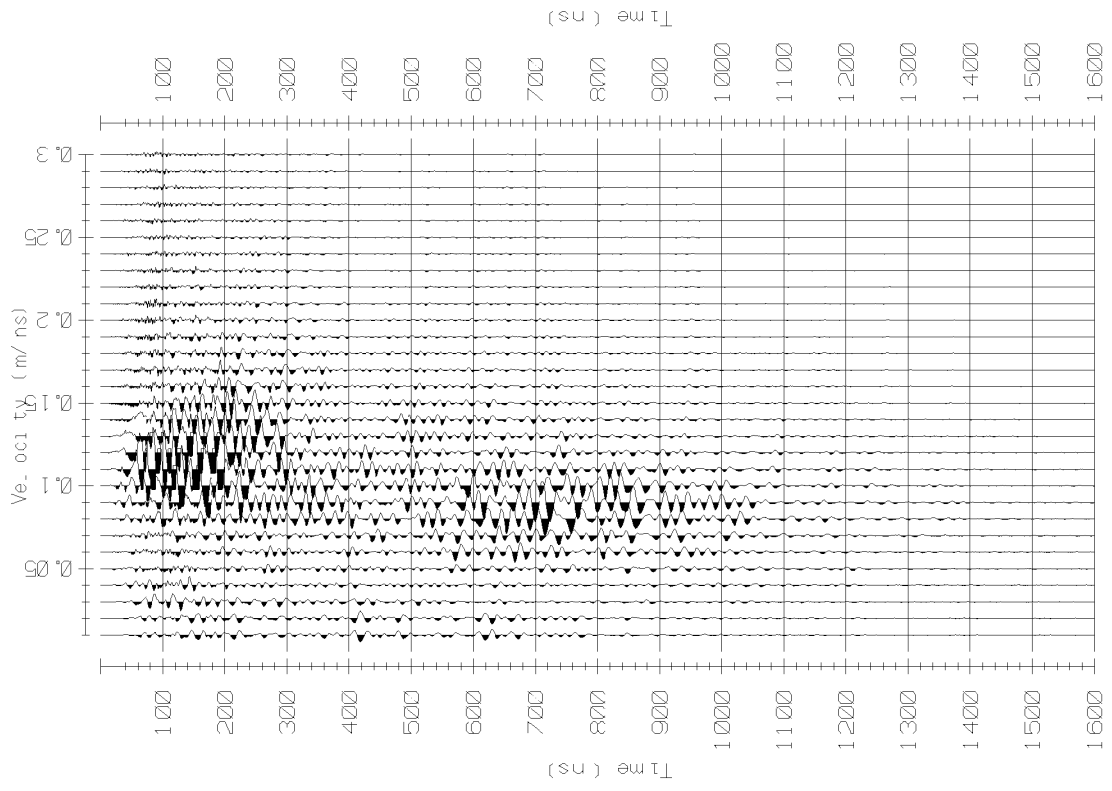


# Bødalsdeltaet 2010, CMPA

## CMP-opptak

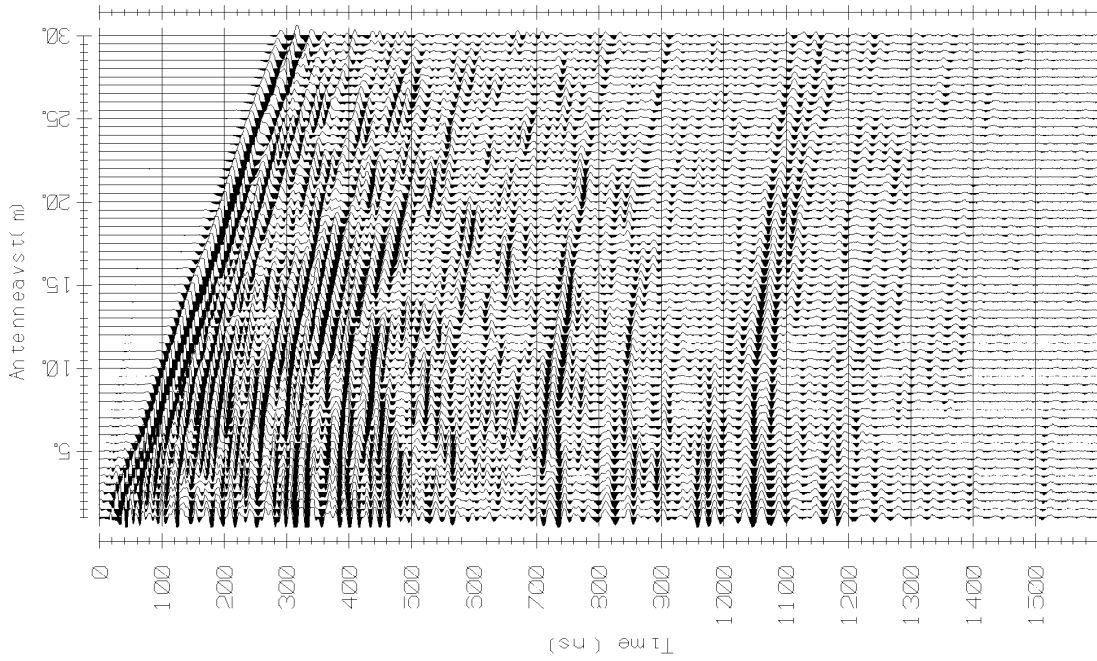


## Hastighetsanalyse

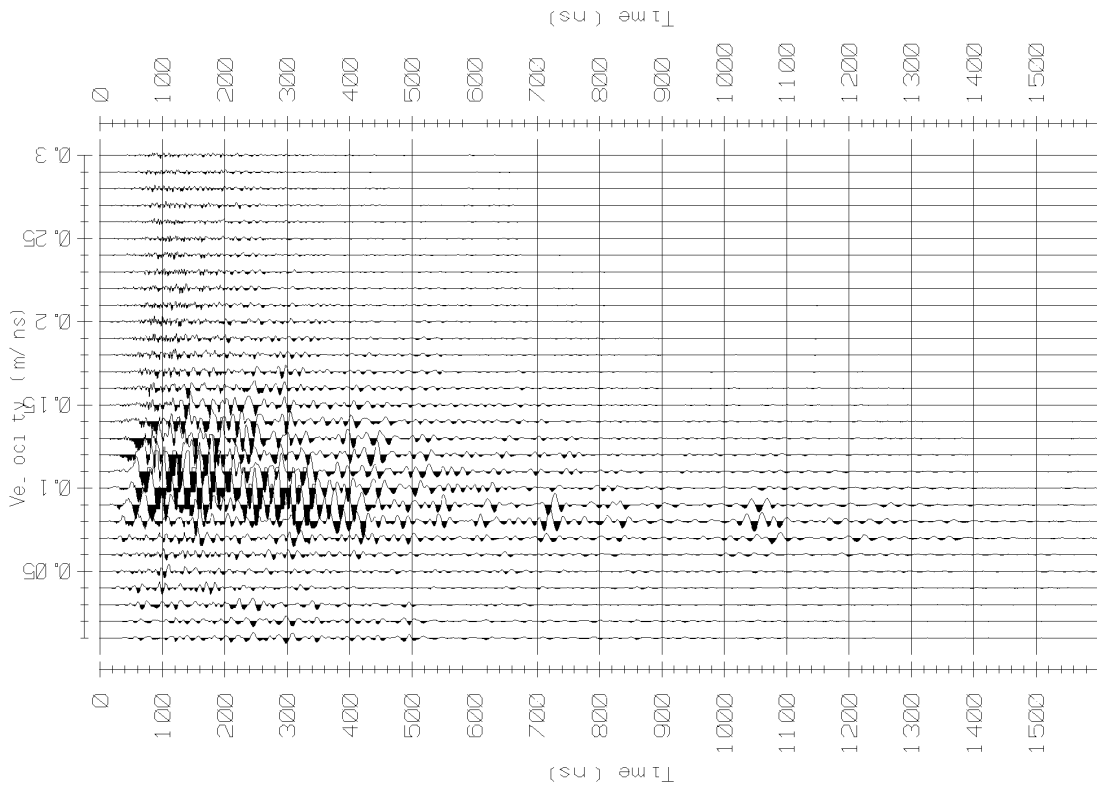


# Bødalsdeltaet 2010, CMPB

## CMP-opptak

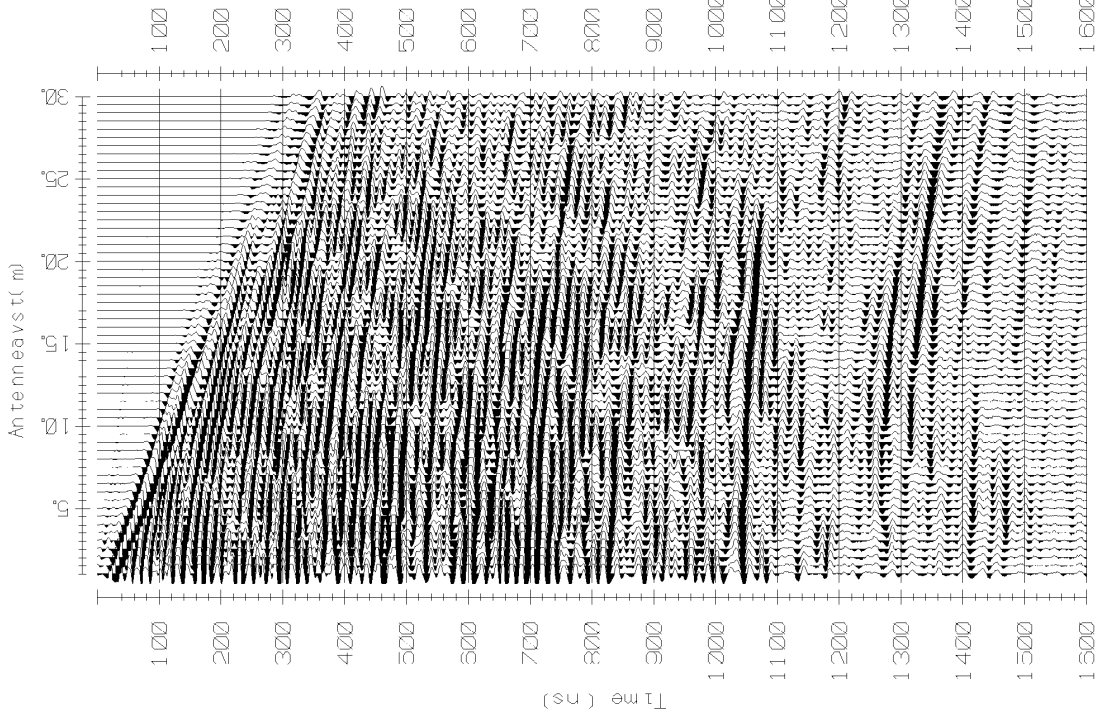


## Hastighetsanalyse

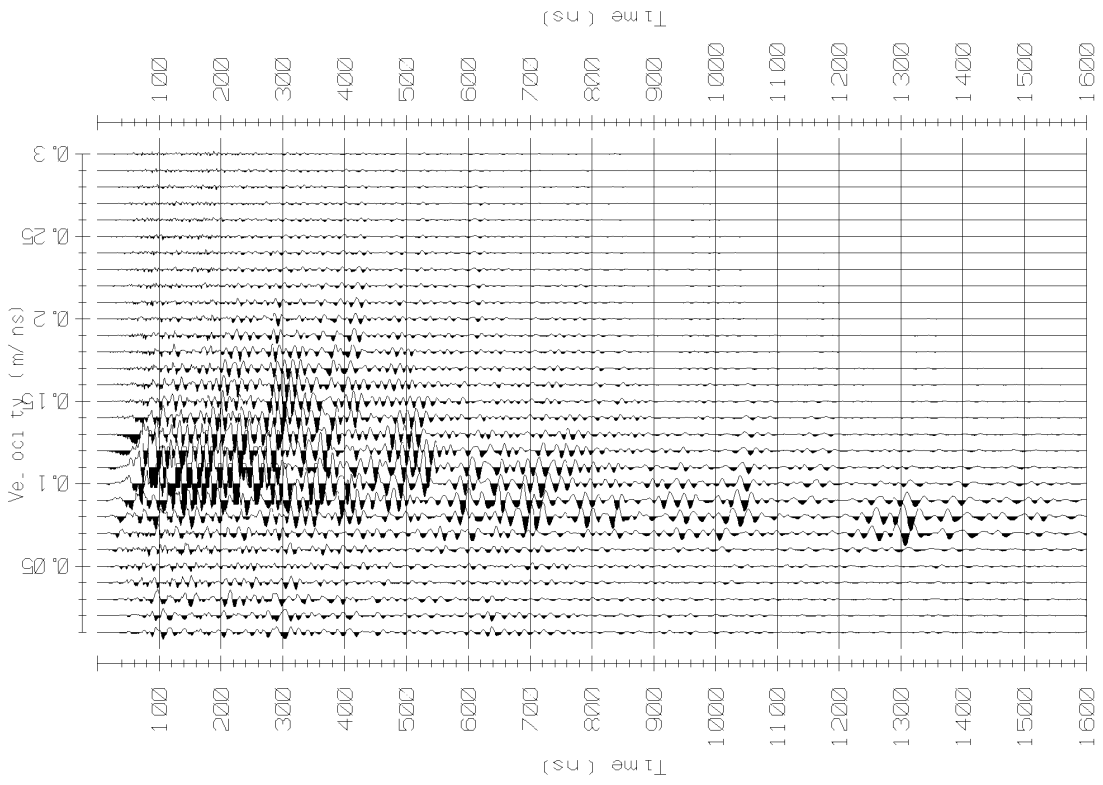


# Bødalsdeltaet 2010, CMPC

CMP-opptak



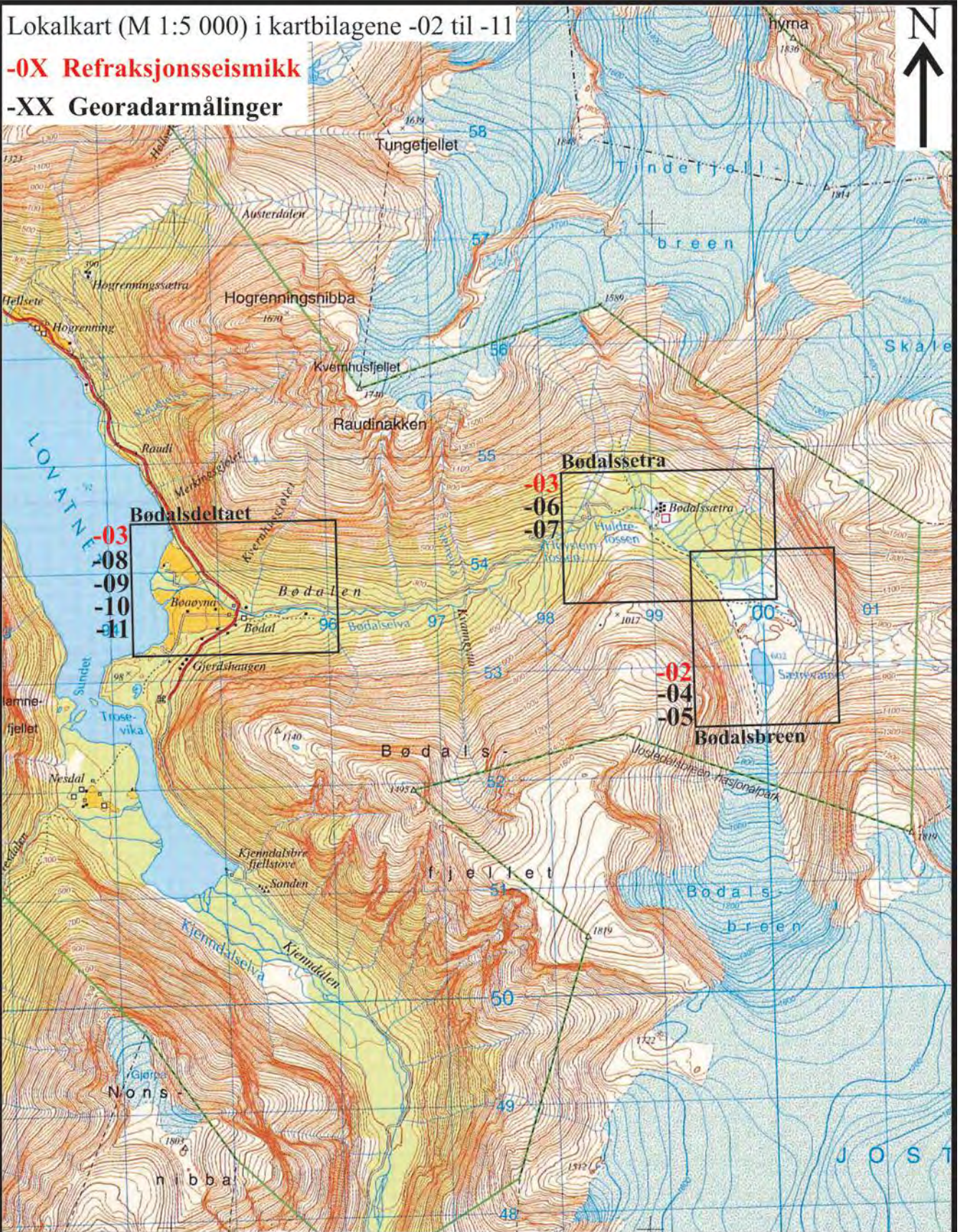
Hastighetsanalyse



Lokalkart (M 1:5 000) i kartbilagene -02 til -11

**-0X Refraksjonsseismikk**

**-XX Georadarmålinger**



NGU

OVERSIKTSKART

**BØDALEN**

STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

2005-2010

TEGN JFT

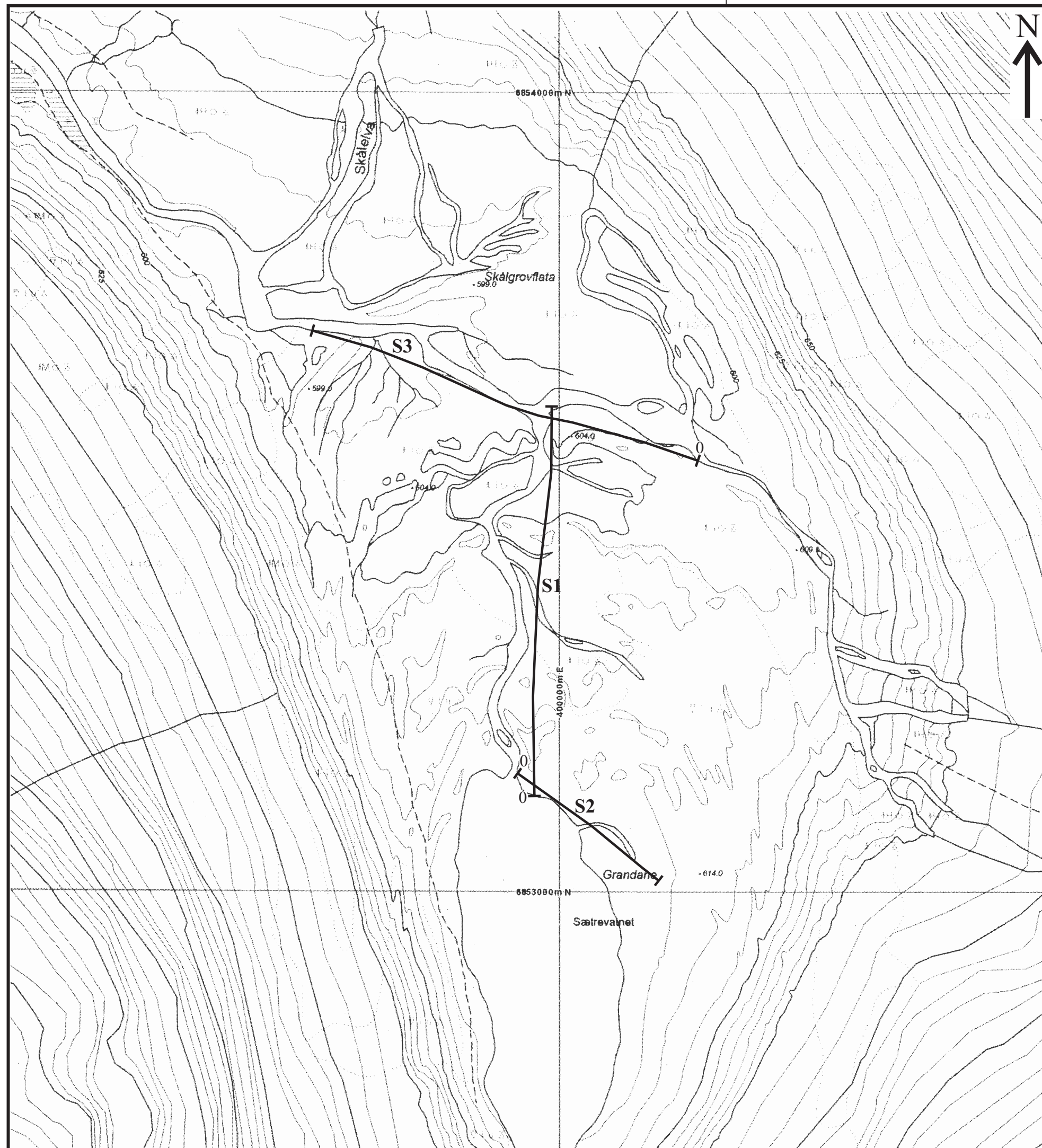
JUNI 2017

TRAC

KFR

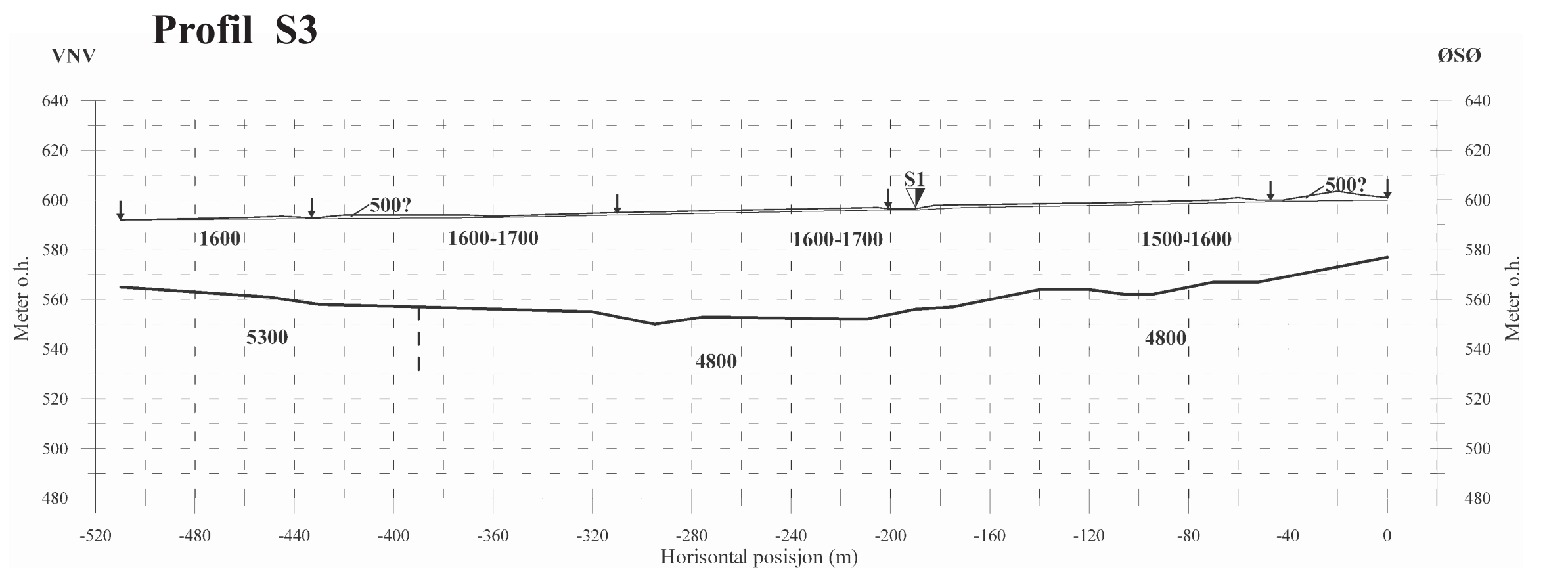
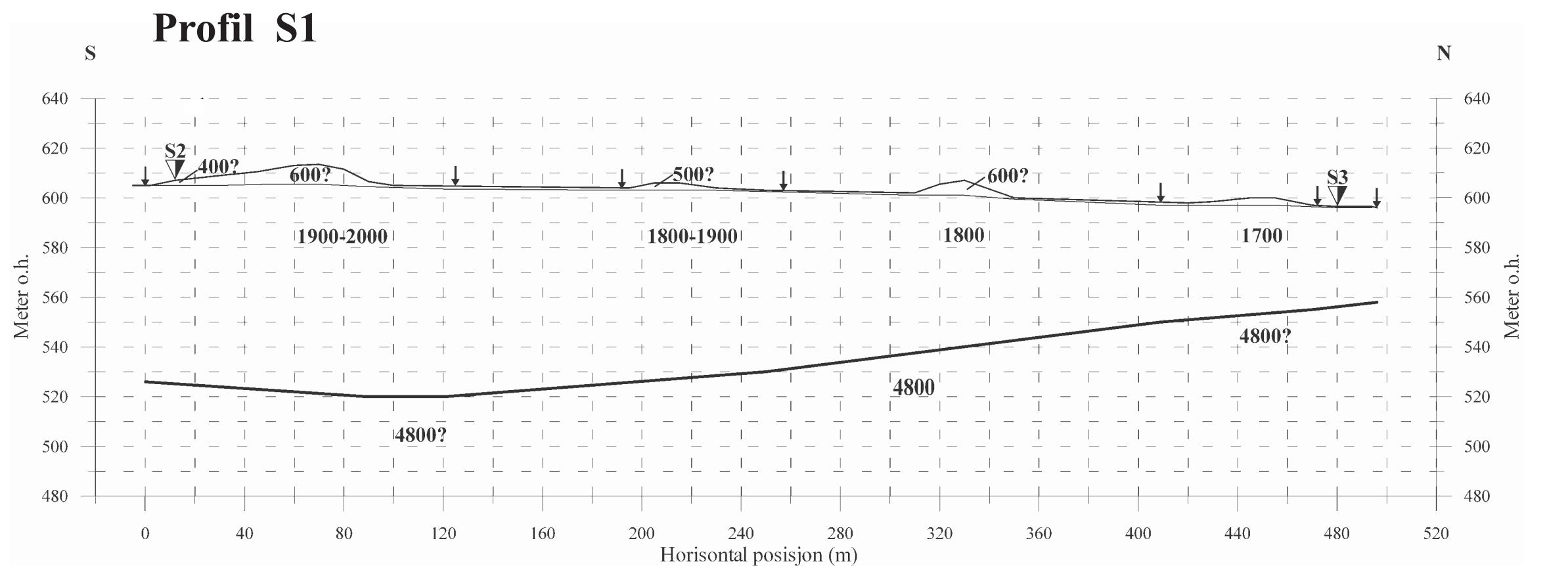
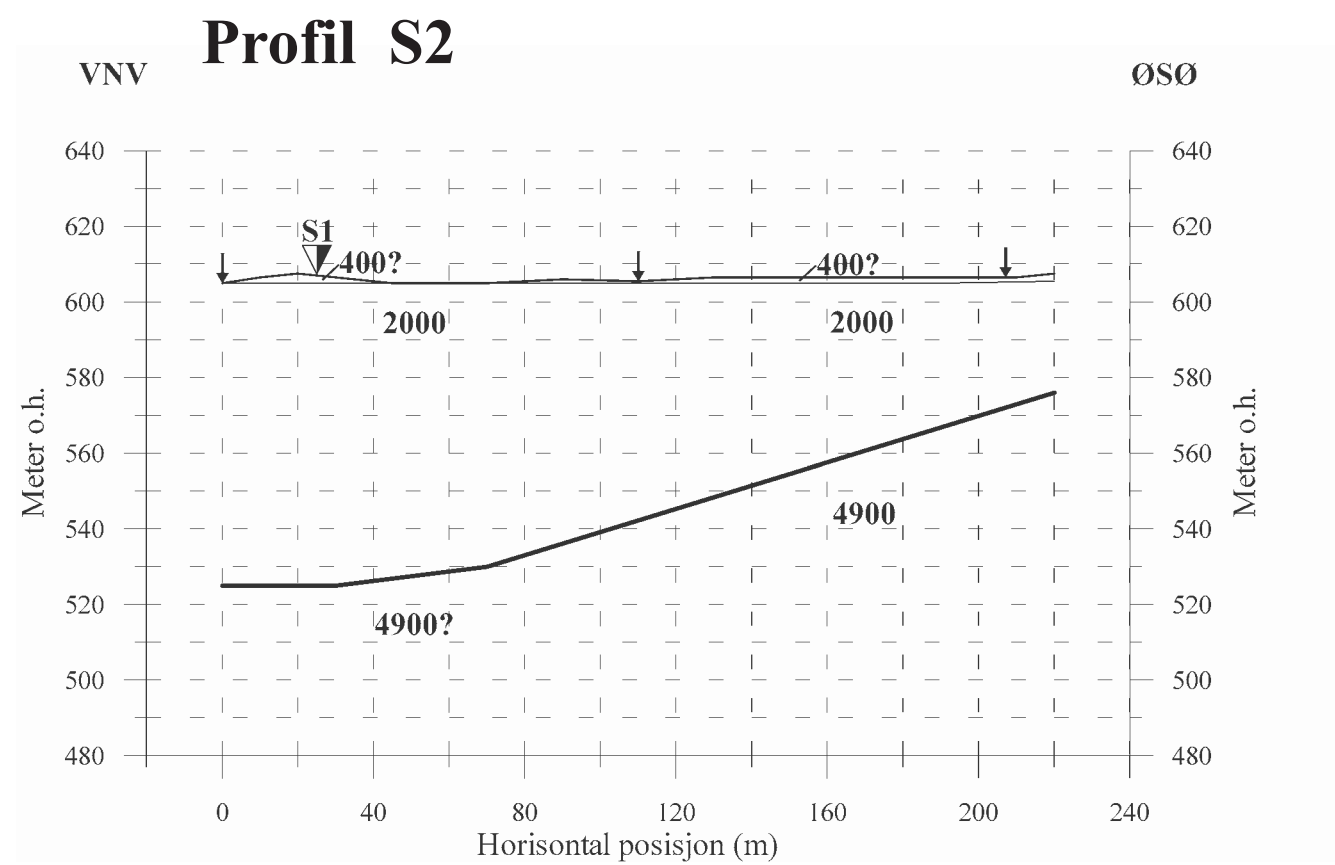
KARTBILAG NR  
2017.029-01

KARTBLAD NR  
1418 IV

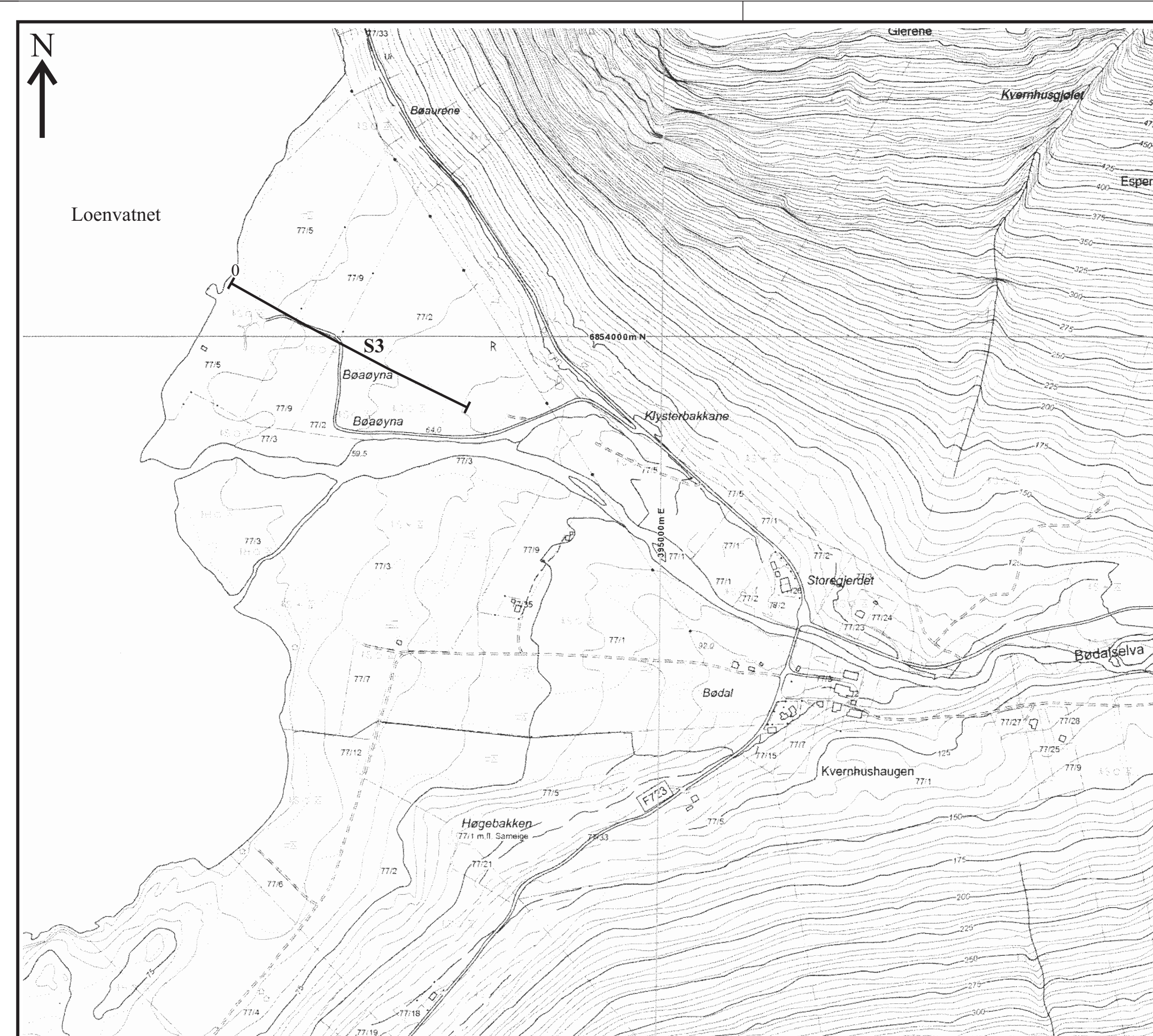


Tegnforklaring	
	Terrengoverflate (Morene og breelvmateriale, tørt)
	Refraktor 1 (Morene og breelvmateriale, vannmettet)
	Refraktor 2 (Fjell)
	Kryssende seismikkprofil
	Skuddpunkt
<b>1700</b>	Seismisk hastighet (m/s)

0 **SX** Refraksjonsseismisk profil

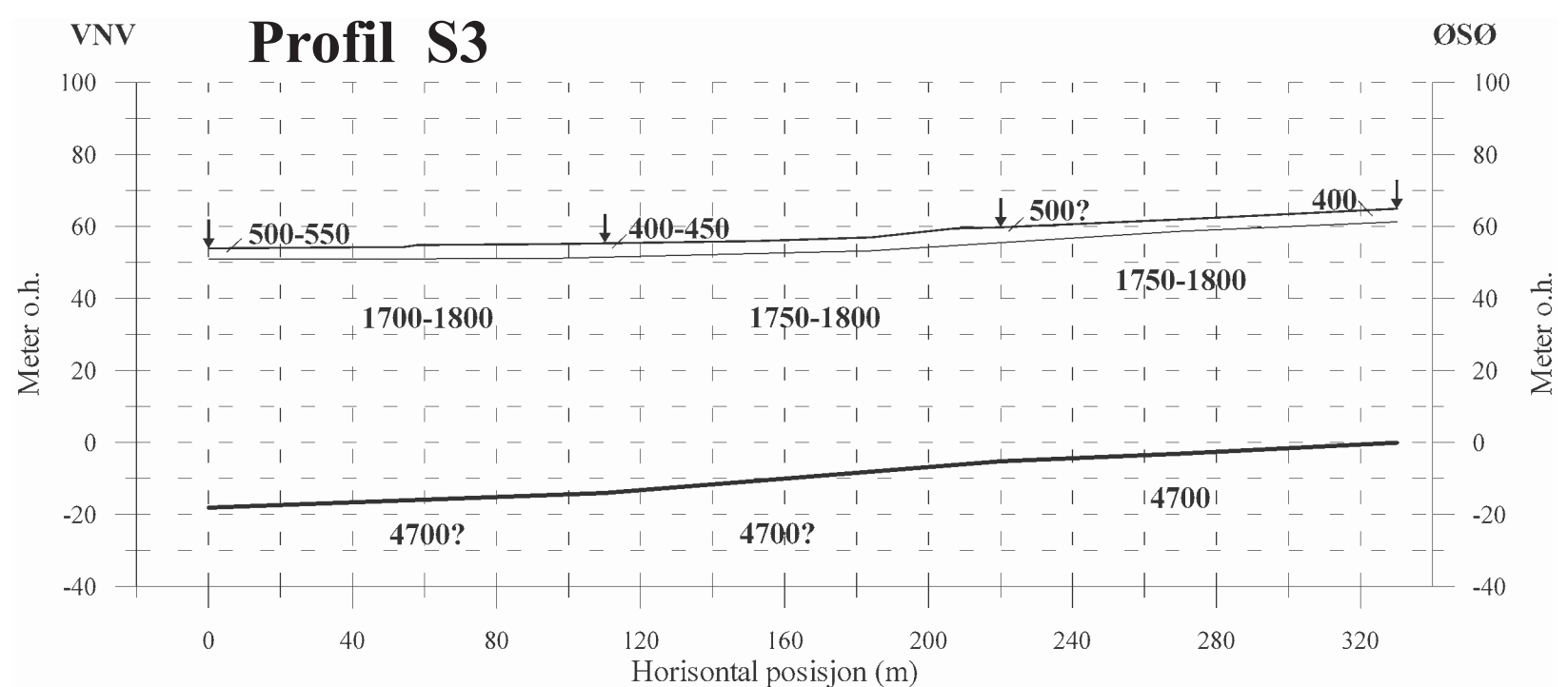


NGU REFRAKSJONSSEISMIKK, PROFIL S1, S2 OG S3	MÅLESTOKK	MÅLT JFT/VB TEGN JFT	OKT. 2006 APRIL 2007
	1:5000(Kart) 1:2000(Profil)	TRAC KFR	
<b>BØDALSBREEN</b> STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE		KARTBILAG NR 2017.029-02	KARTBLAD NR 1418 IV
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			



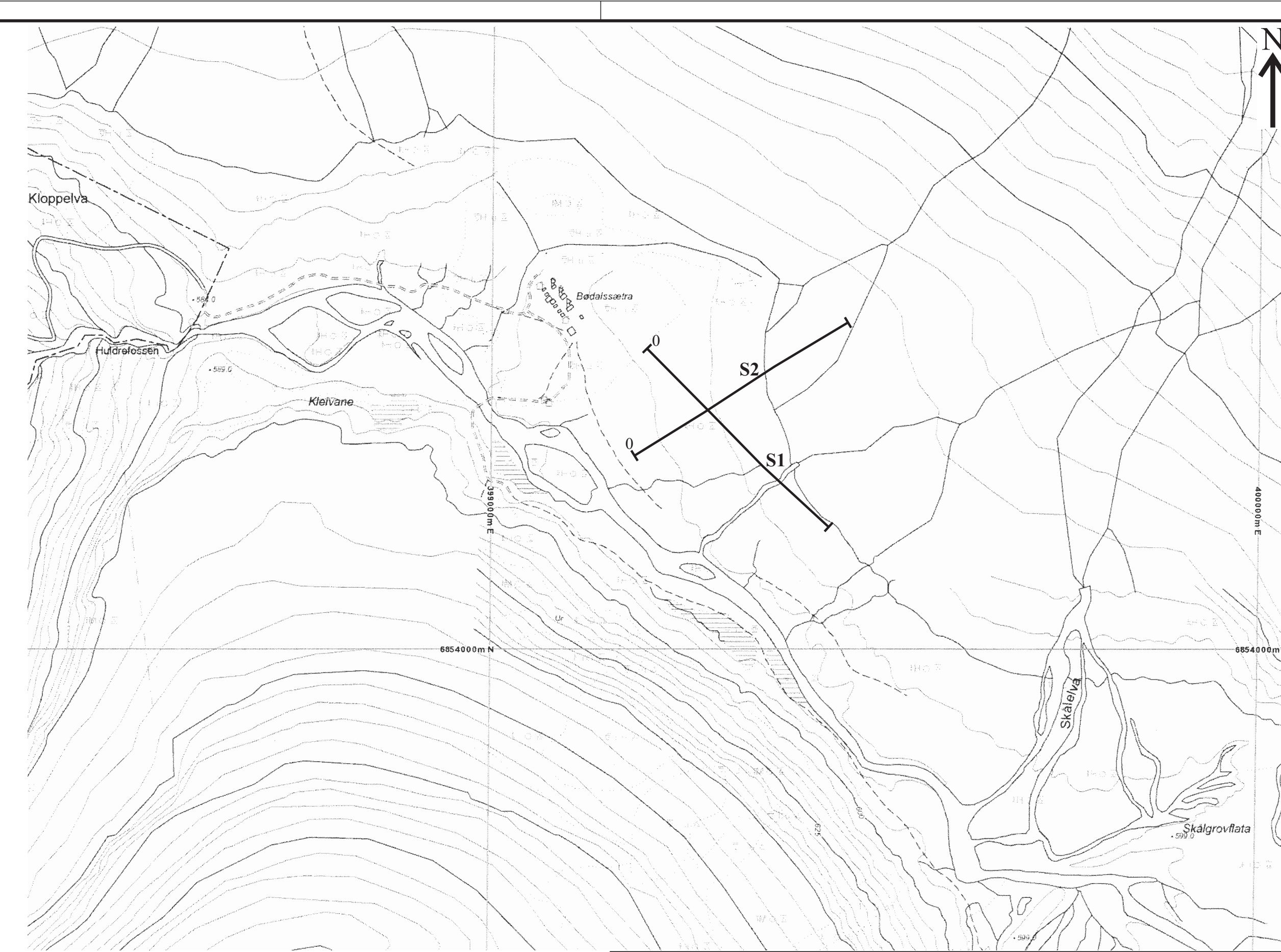
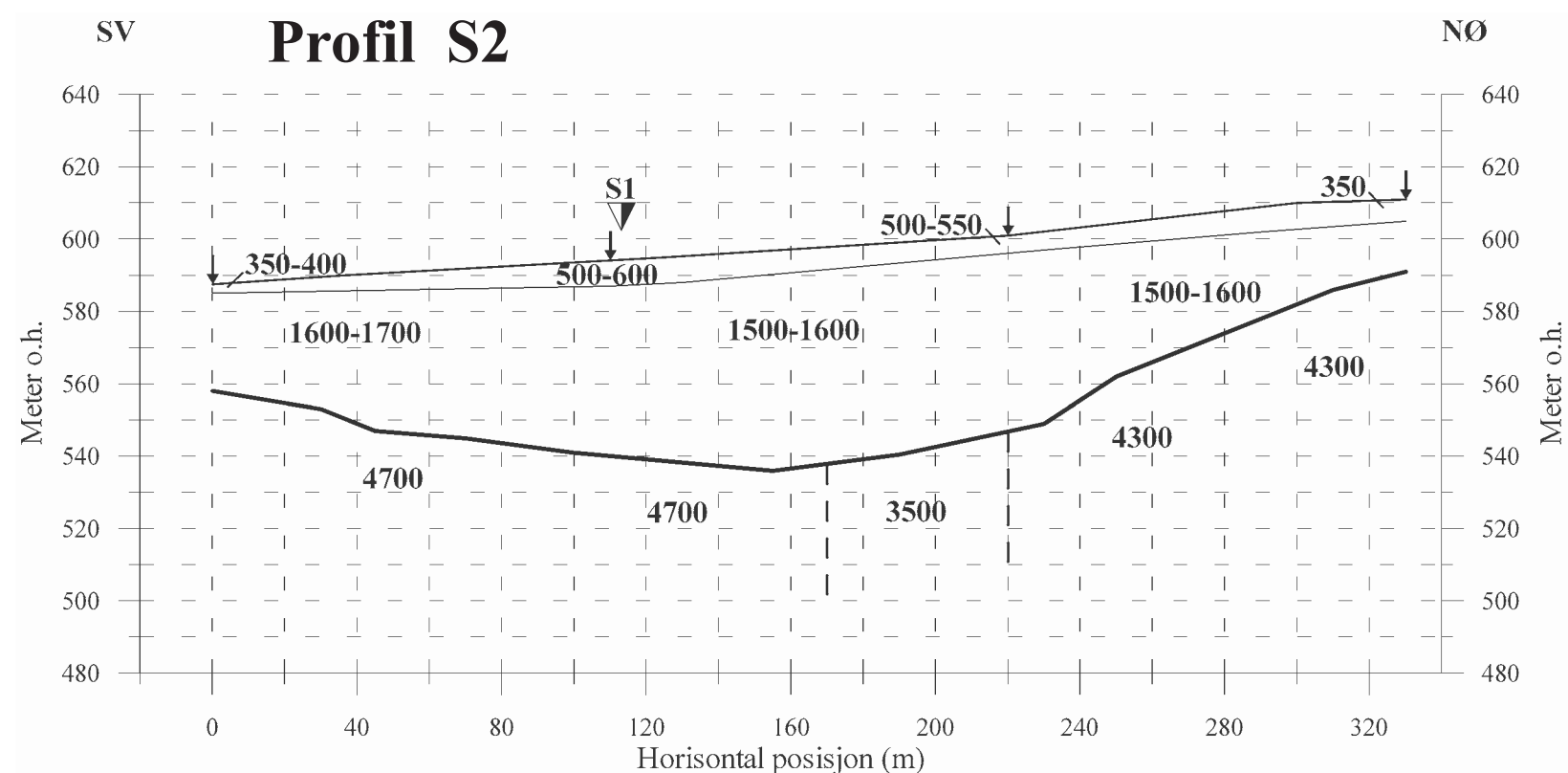
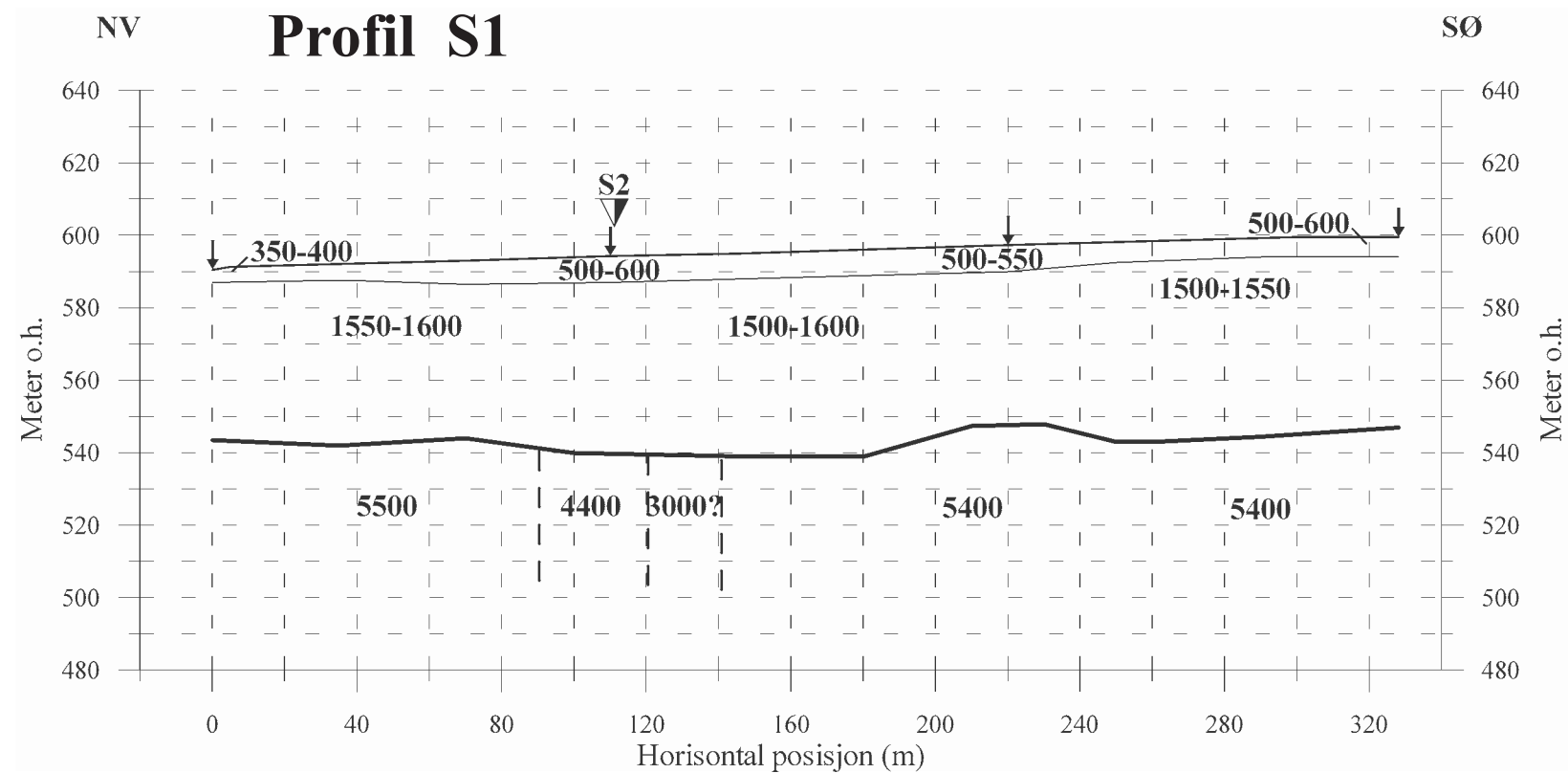
**Bødalsdeltaet i Loenvatnet, refraksjonsseismisk profil S3**

- Tegnforklaring**
- Terrengoverflate (Elvedelta-avsetninger, sand/grus)
  - Refraktor 1 (Elvedelta-avsetninger, vannmettet)
  - Refraktor 2 (Fjell)
  - ↓ Skuddpunkt
  - 1750 Seismisk hastighet (m/s)



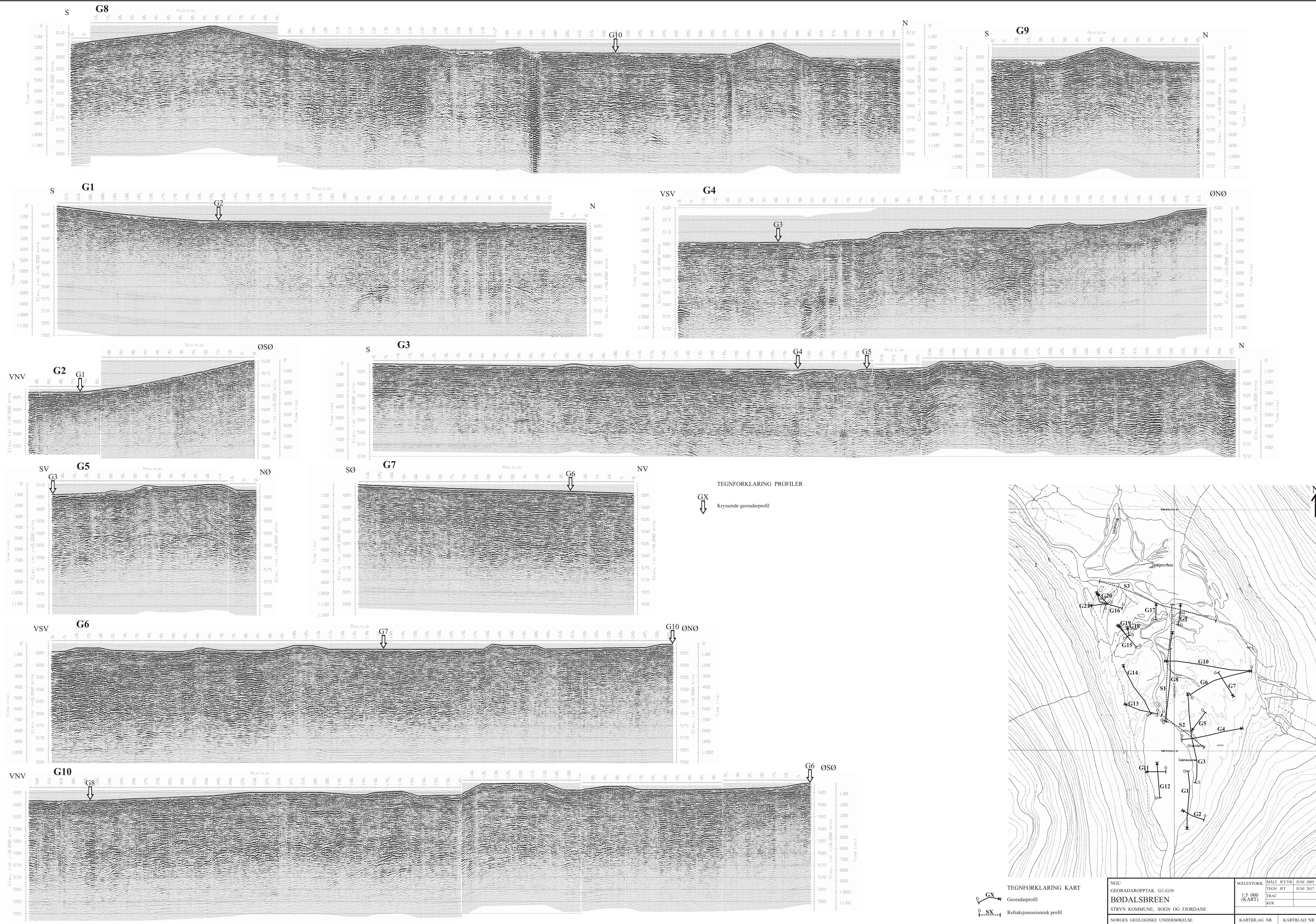
**Bødalssetra, refraksjonsseismisk profil S1 og S2**

- Tegnforklaring**
- Terrengoverflate (Breeelv- og skredviftmateriale, tørt)
  - Refraktor 1 (Breeelv- og skredviftmateriale, vannmettet)
  - Refraktor 2 (Fjell)
  - ↓ Skuddpunkt
  - ↙↘ Kryssende seismikkprofil
  - 1600 Seismisk hastighet (m/s)



NGU REFRAKSJONSSEISMIKK, PROFIL S1, S2 OG S3 <b>BØDALSETRA, BØDALSDelta</b> STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	OKT. 2010 MARS 2014
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2017.029-03	KARTBLAD NR 1418 IV

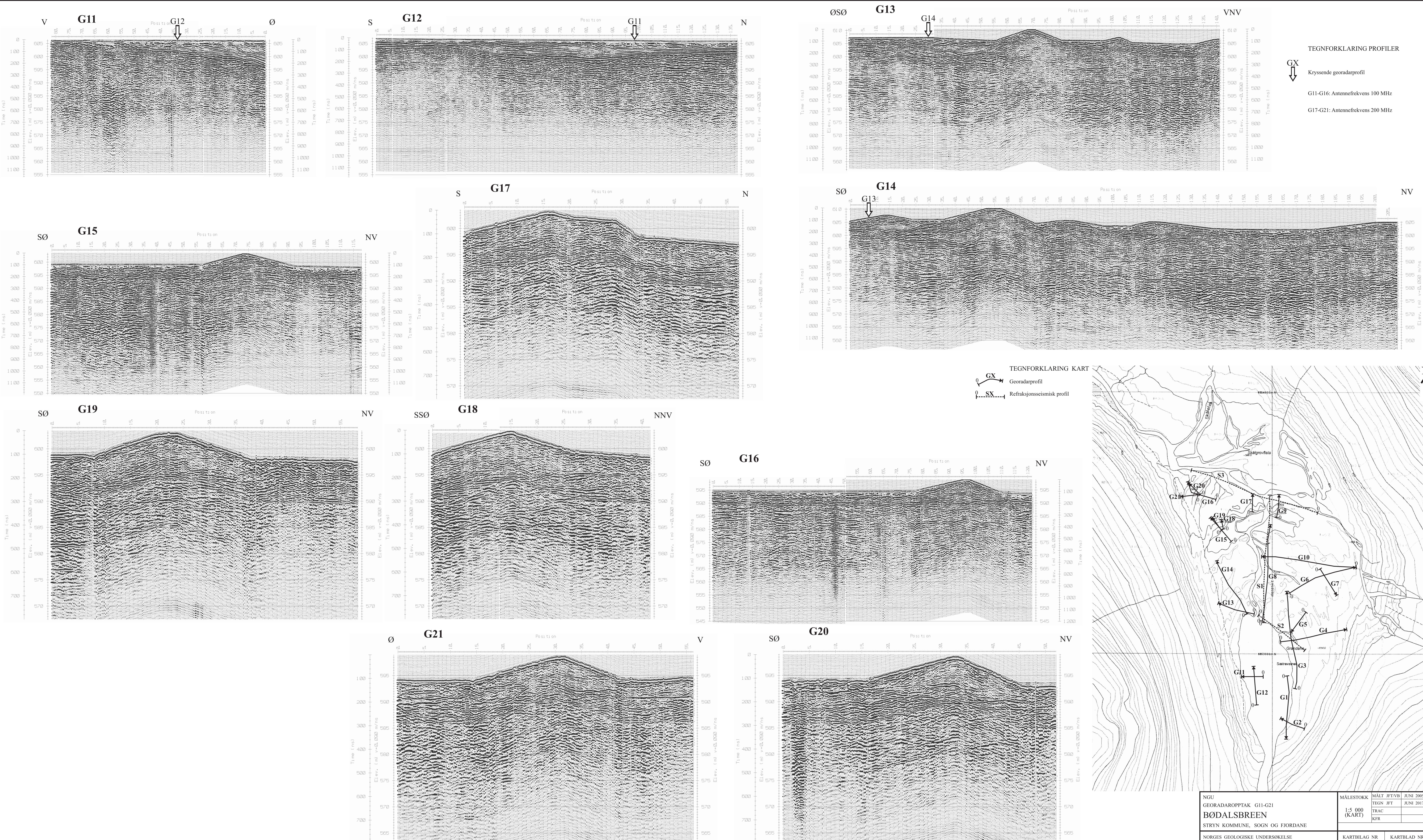




TEGNFORKLARING PROFILER  
 GX  
 Kryssende georadarprofil

TEGNFORKLARING KART  
 GX  
 Georadarprofil  
 SX  
 Refraksjonsseismisk profil

NGU GEORADAROPPTAK G1-G10 <b>BØDALSBREEN</b> STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5 000 (KÅRT)	MÅLT JFTVB JUNI 2005 TEGN JFT JUNI 2017 TRAC KFR
	KARTBLAG NR 2017.029-04	KARTBLAD NR 1418 IV



TEGNFORKLARING PROFILER

GX  
↓  
Kryssende georadarprofil

G11-G16: Antennefrekvens 100 MHz

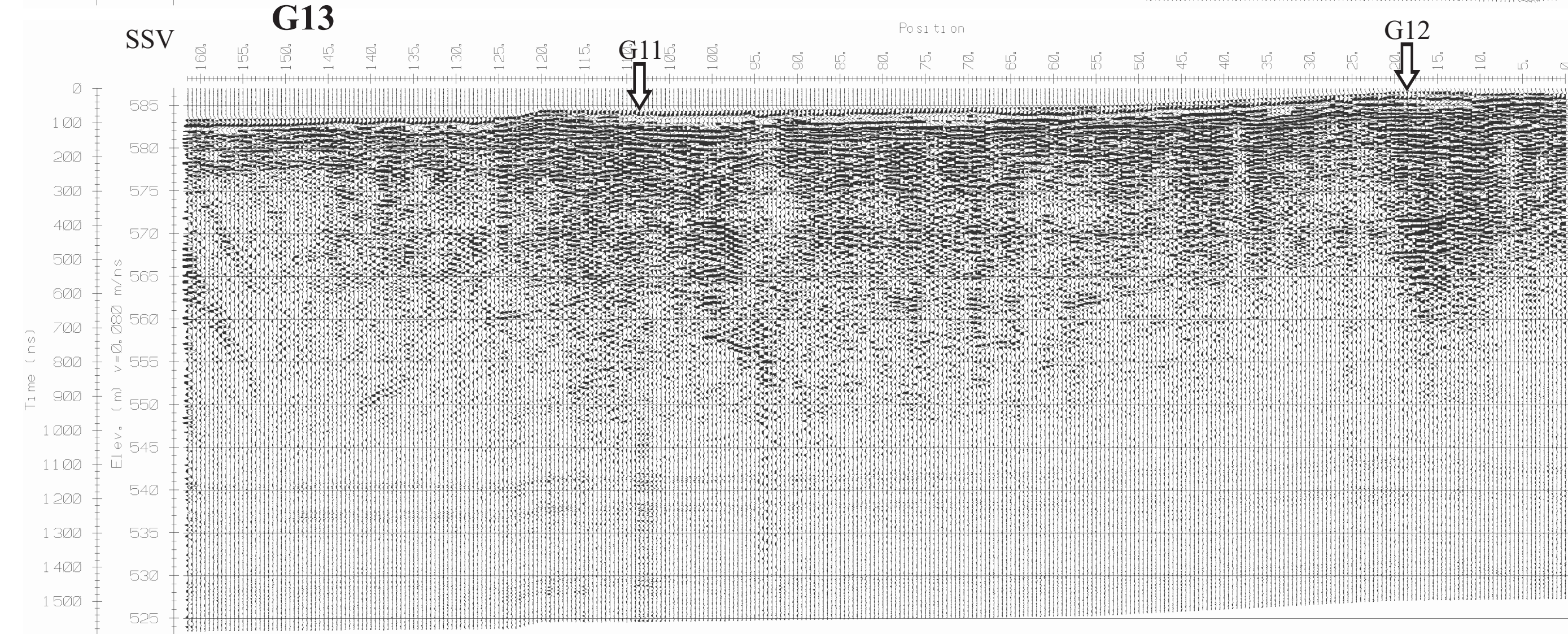
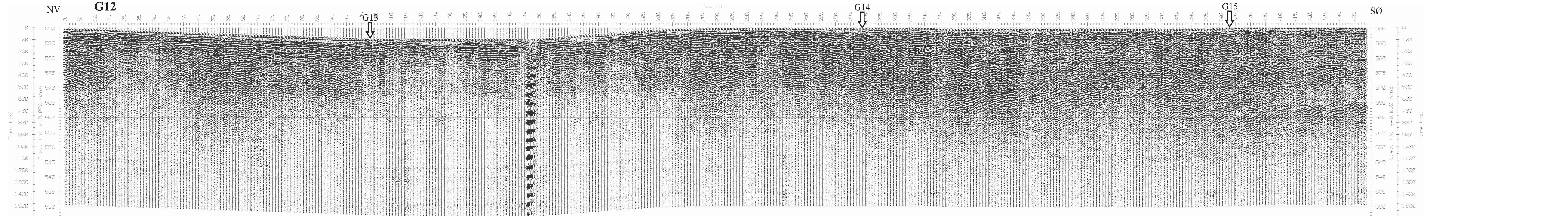
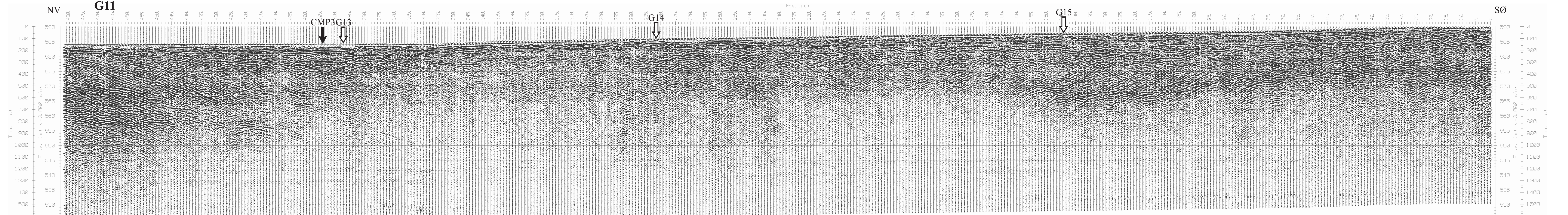
G17-G21: Antennefrekvens 200 MHz

TEGNFORKLARING KART

GX → Georadarprofil

SX → Refraksjonseismisk profil

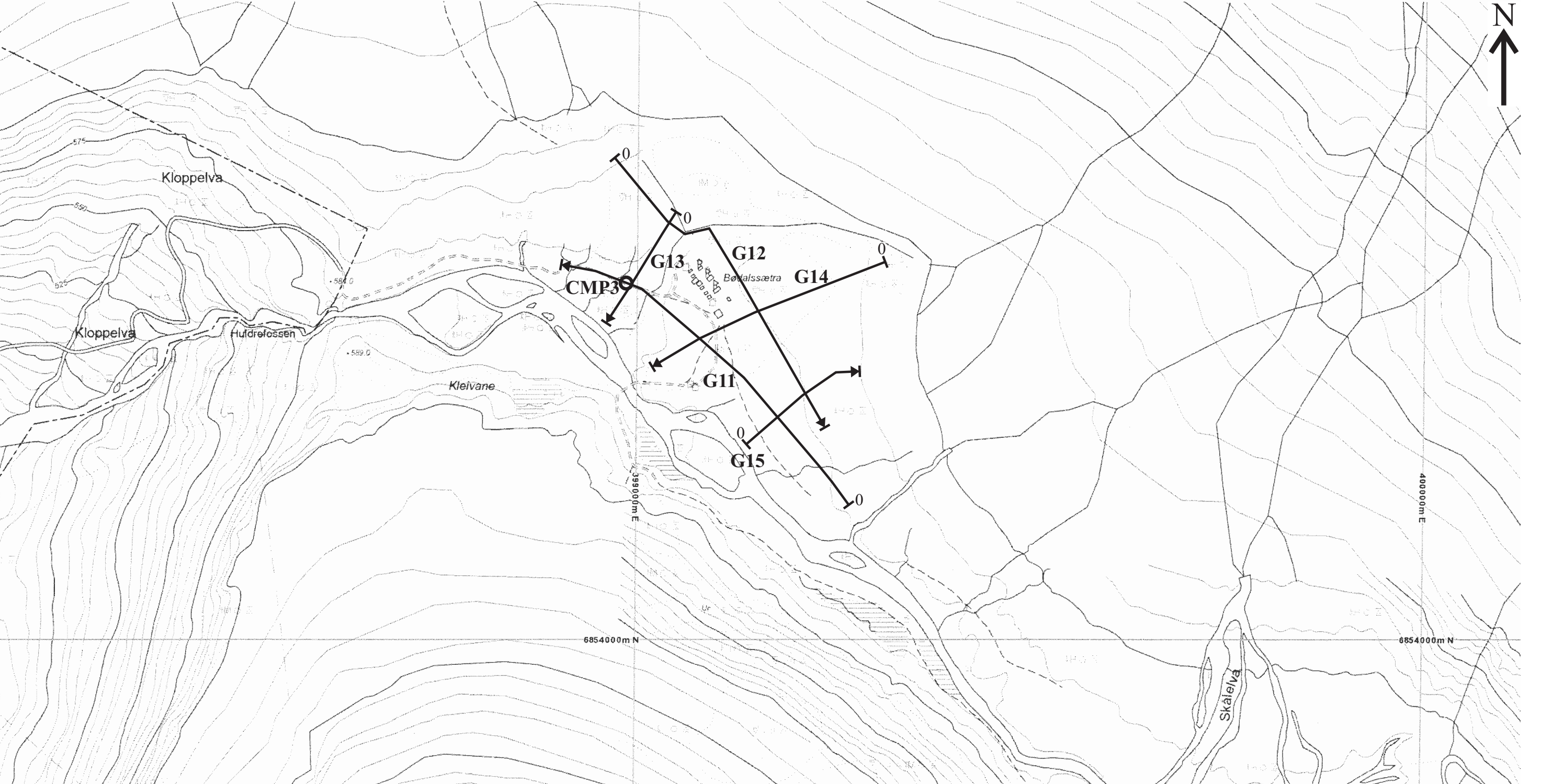
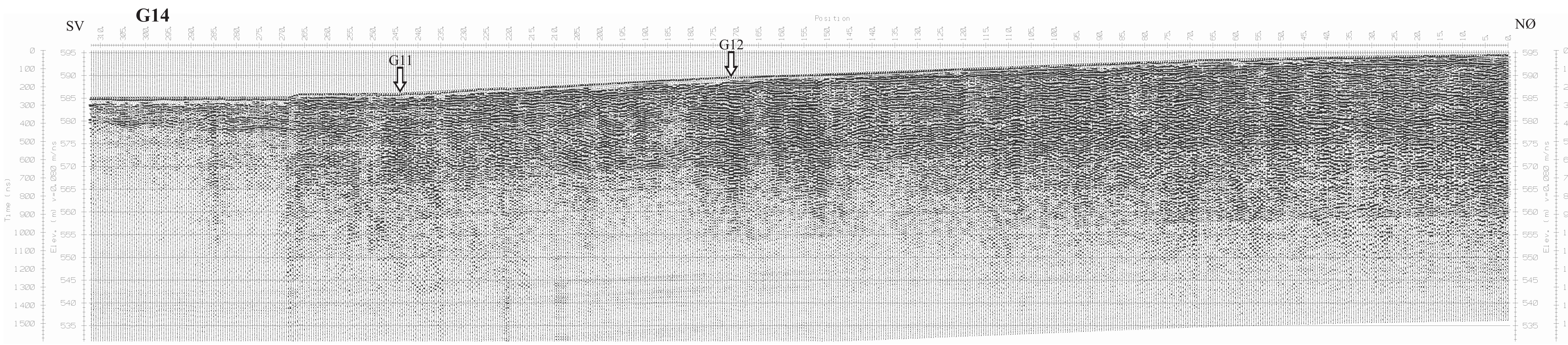
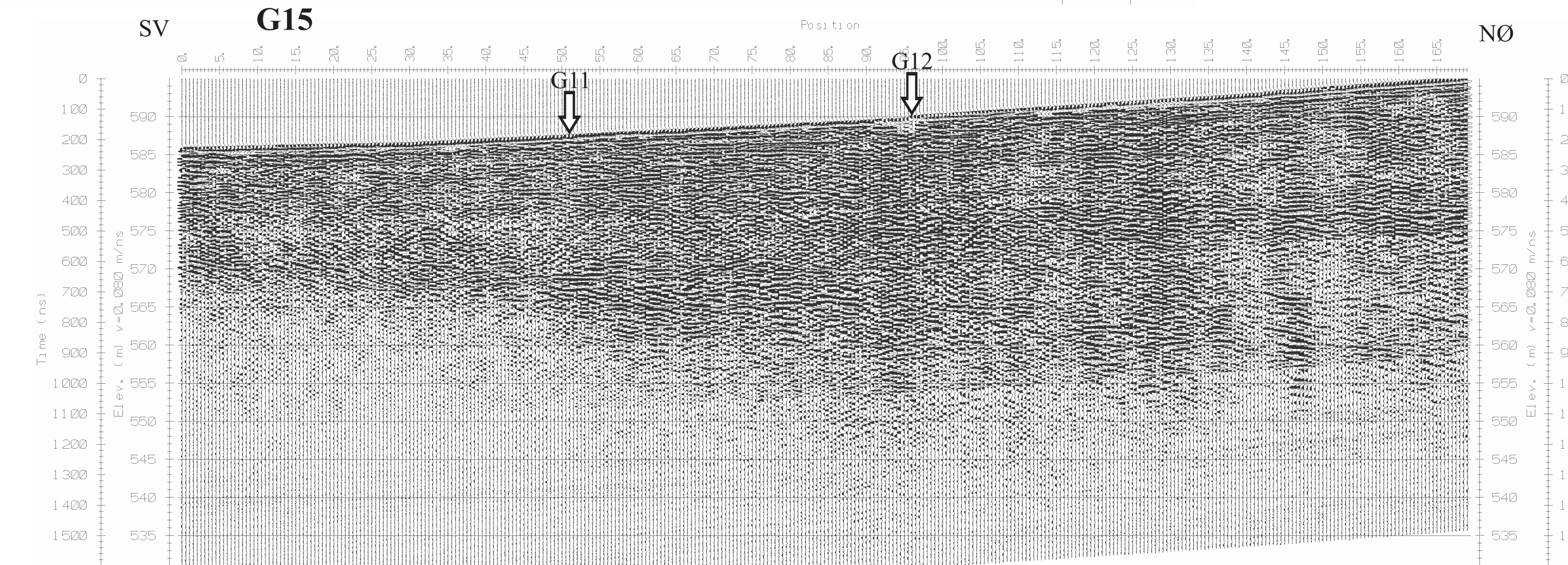
NGU GEORADAROPPTAK G11-G21 <b>BØDALSBREEN</b> STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT JFT/VB	JUNI 2005
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	JUNI 2017
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 2017.029-05	KARTBLAD NR 1418 IV	



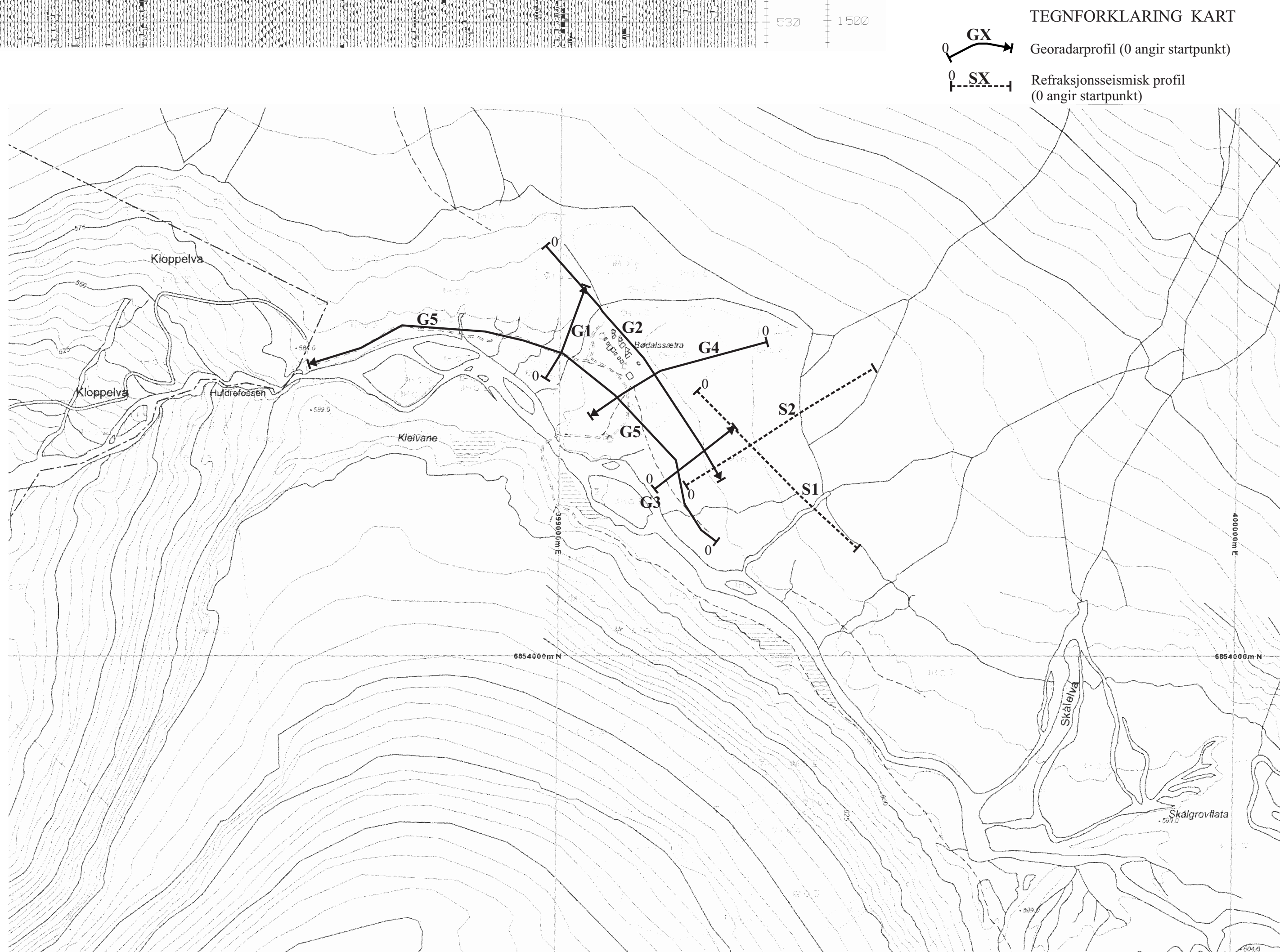
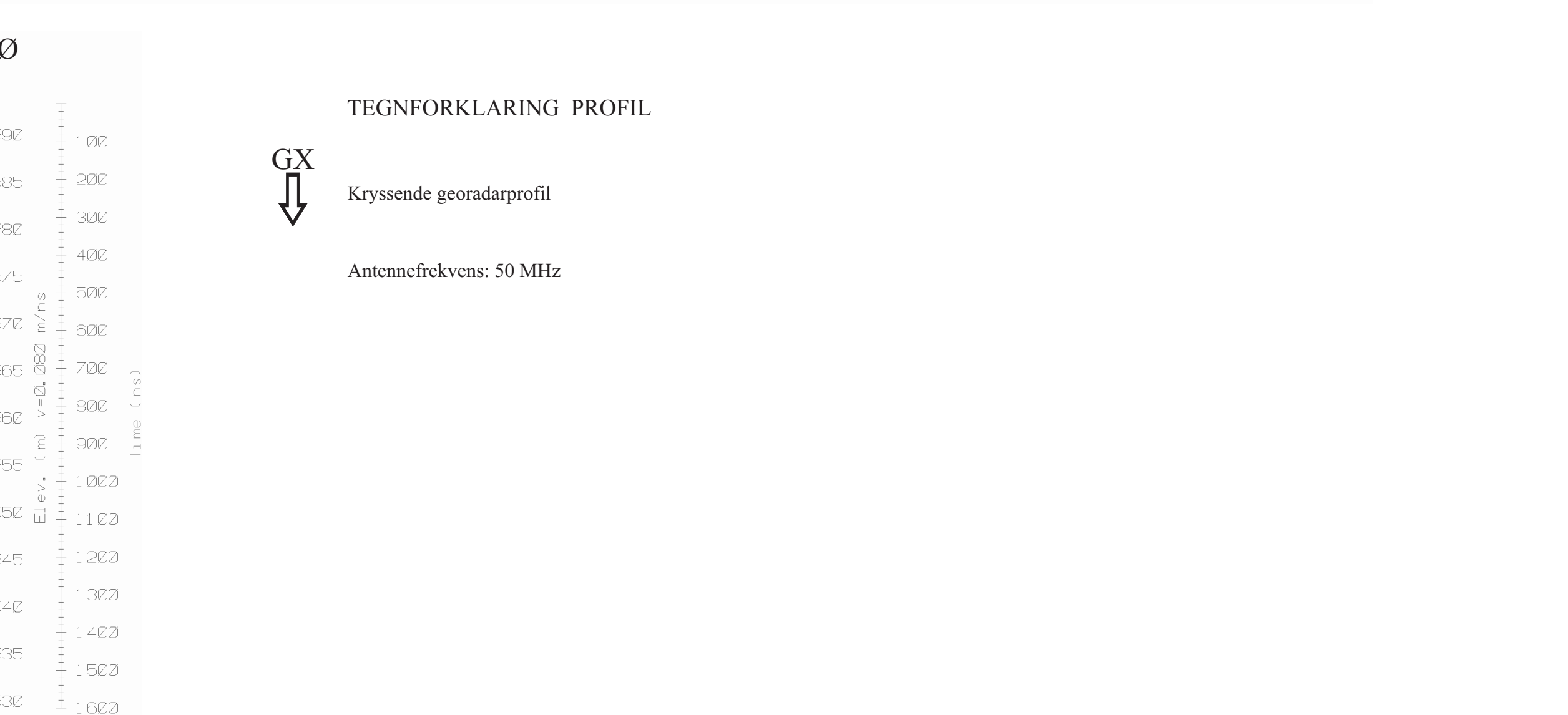
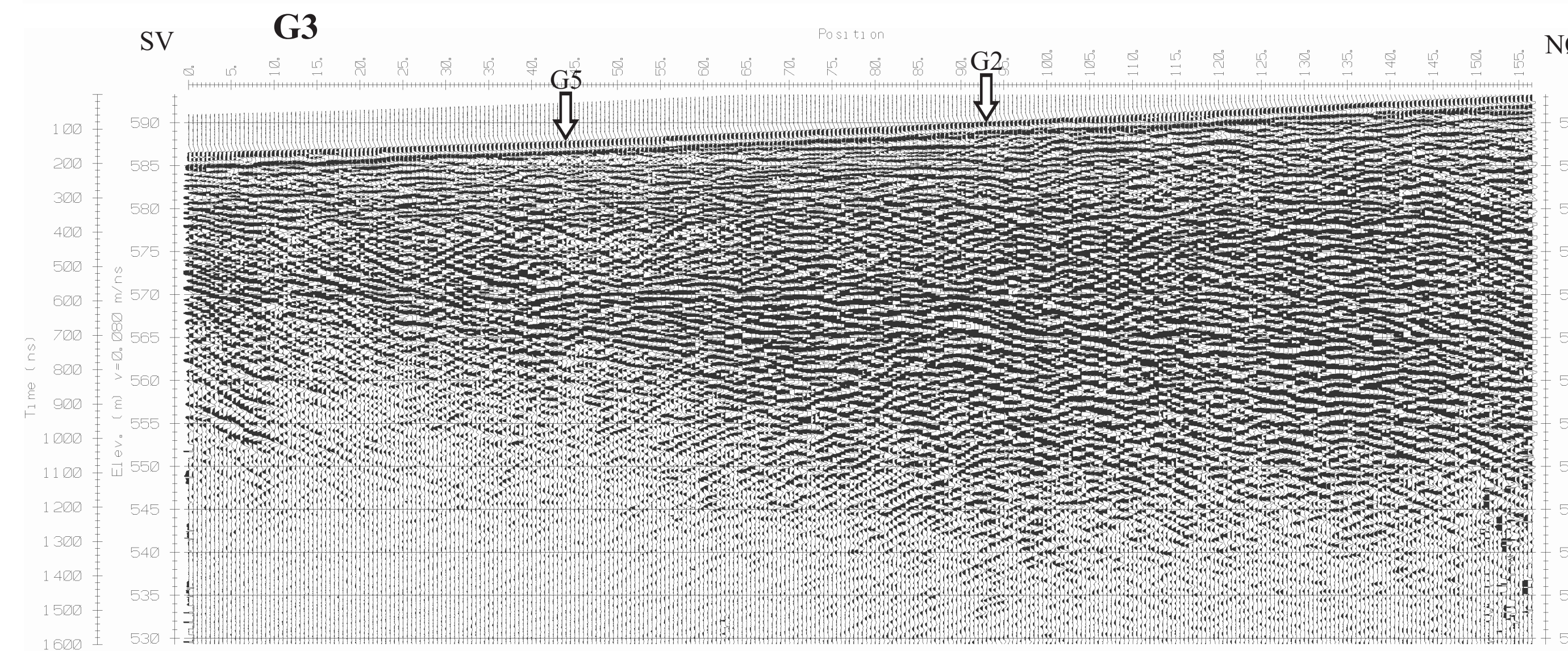
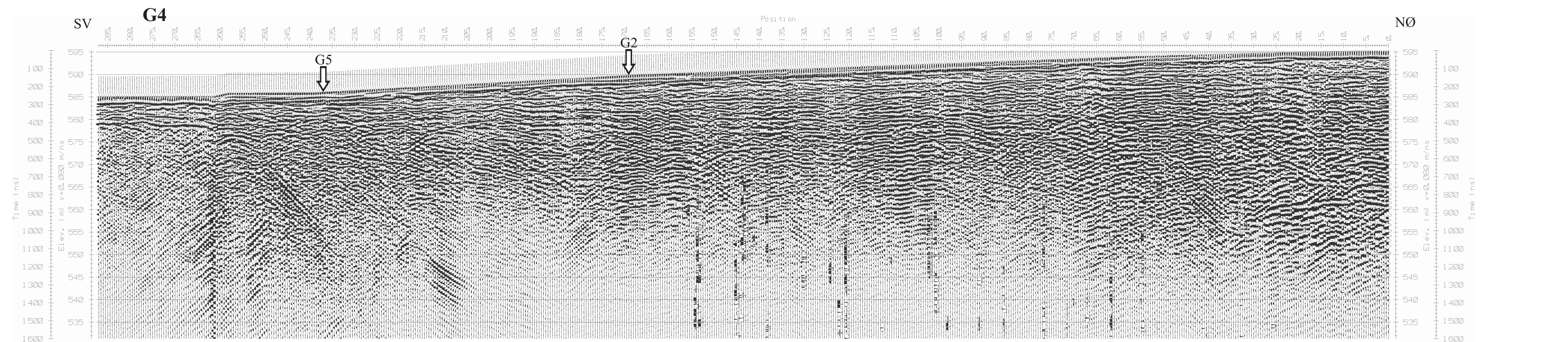
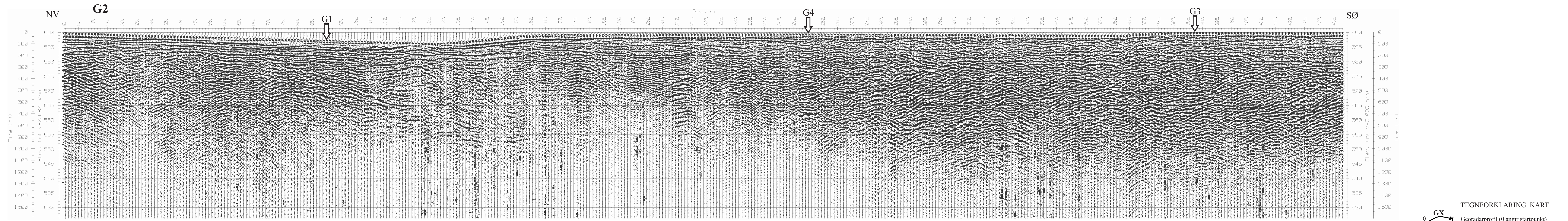
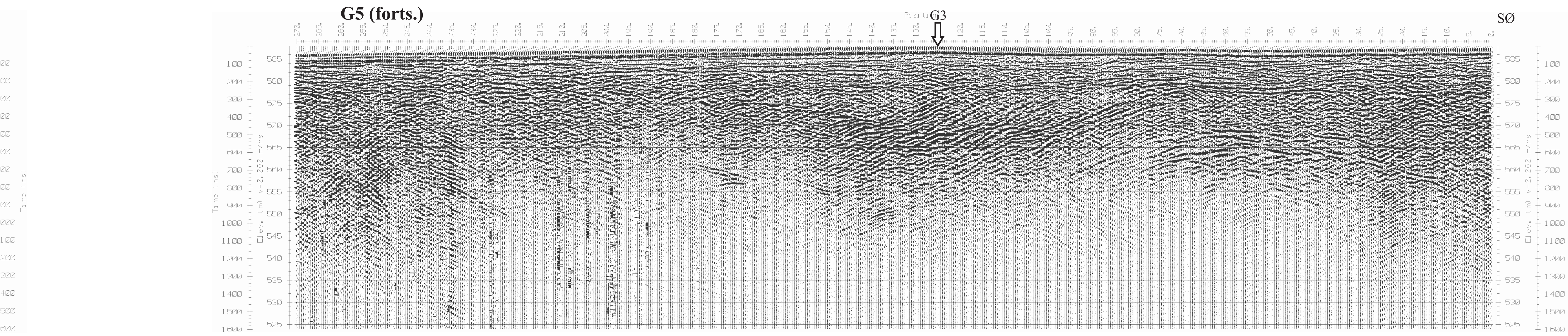
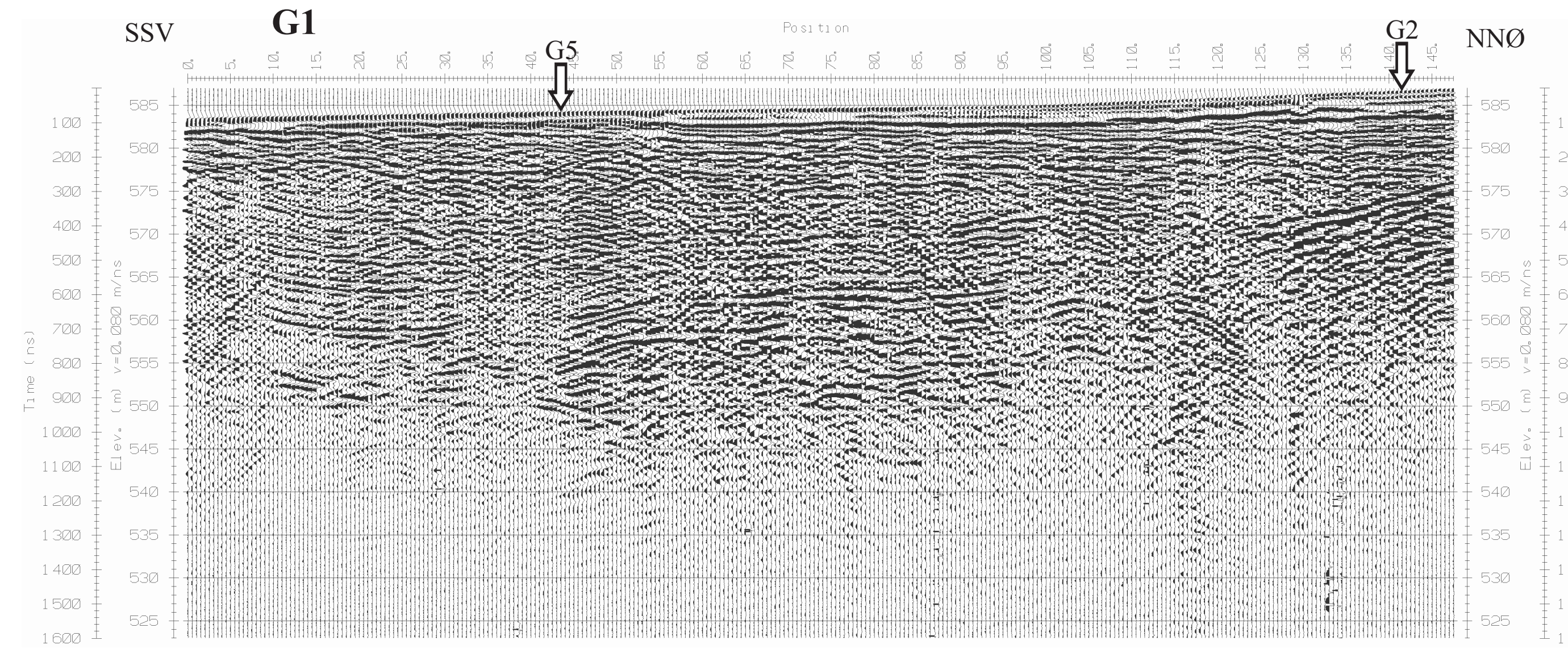
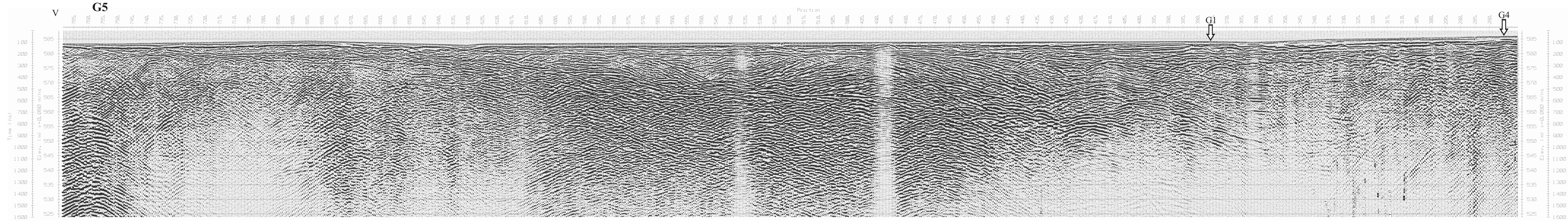
TEGNFORKLARING PROFIL

GX  
 ↓  
 Kryssende profil

CMP3  
 ↓  
 CMP-måling georadar



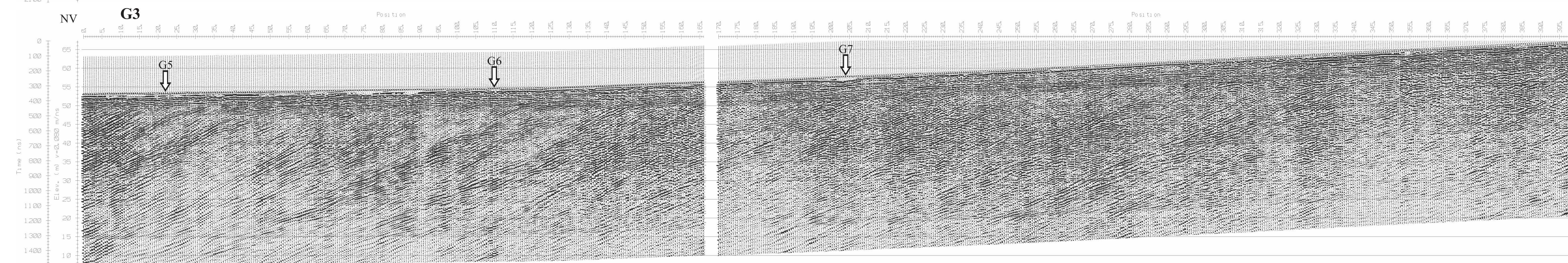
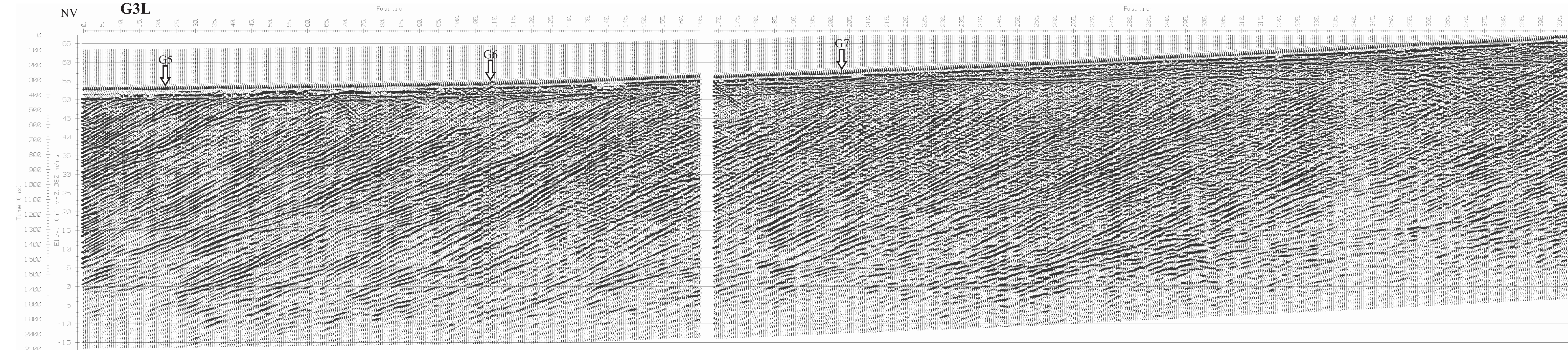
NGU GEORADAROPPTAK G11 - G15 <b>BØDALSETRA</b> STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP 2009 AUG. 2013
	KARTBILAG NR 2017.029-06	KARTBLAD NR 1418 IV	



TEGNFORKLARING PROFIL  
 GX  
 ↓  
 Kryssende georadarprofil  
 Antennefrekvens: 50 MHz

TEGNFORKLARING KART  
 GX  
 → Georadarprofil (0 angir startpunkt)  
 SX  
 → Refraksjonsseismisk profil (0 angir startpunkt)

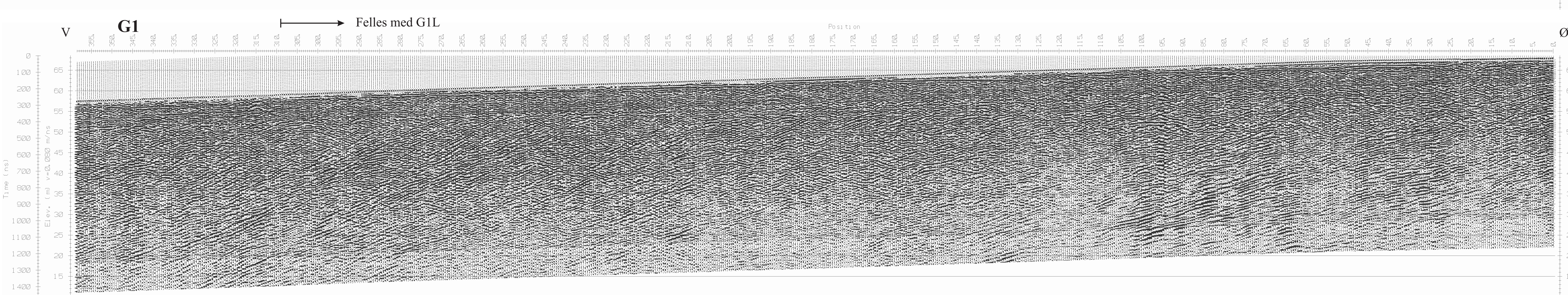
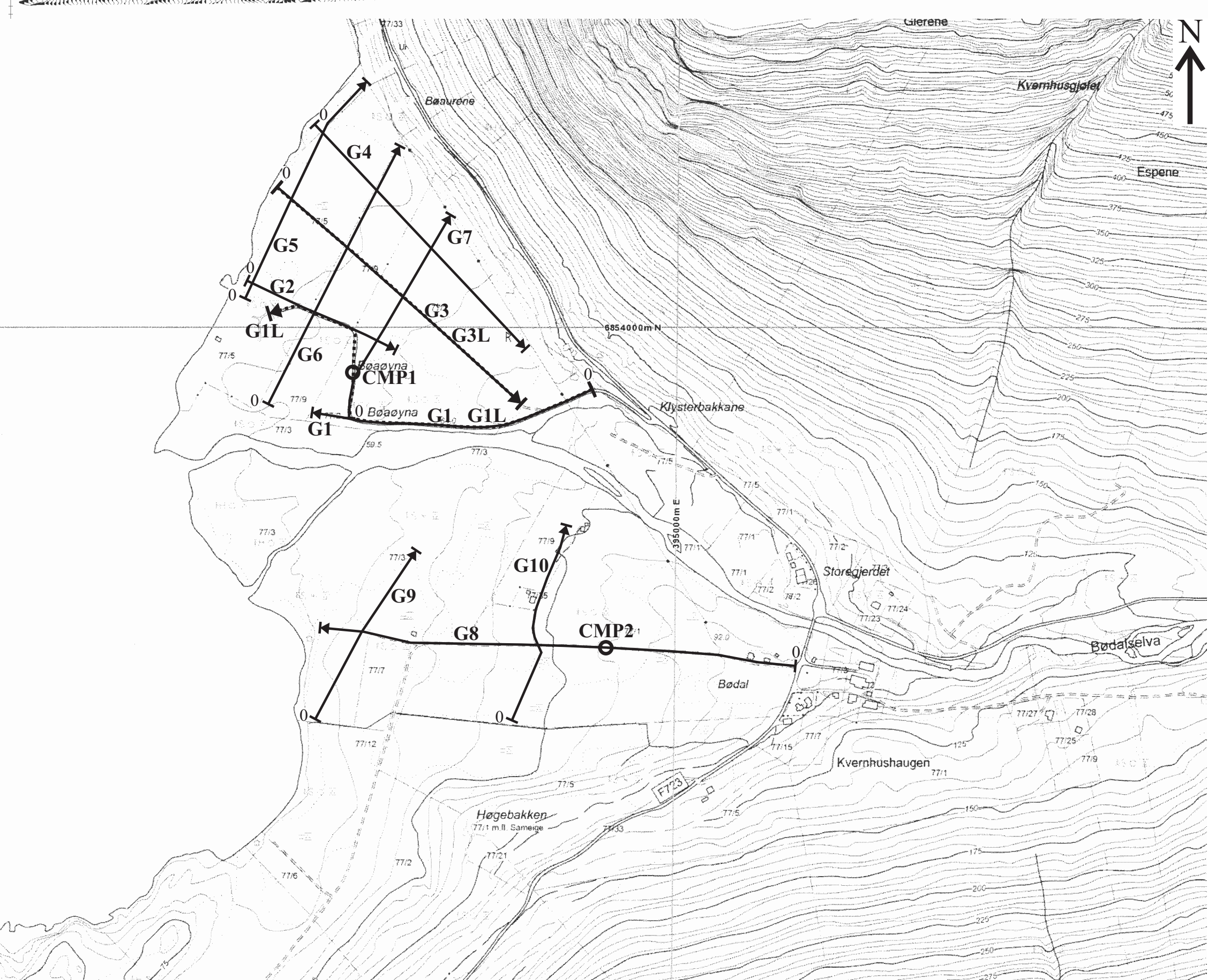
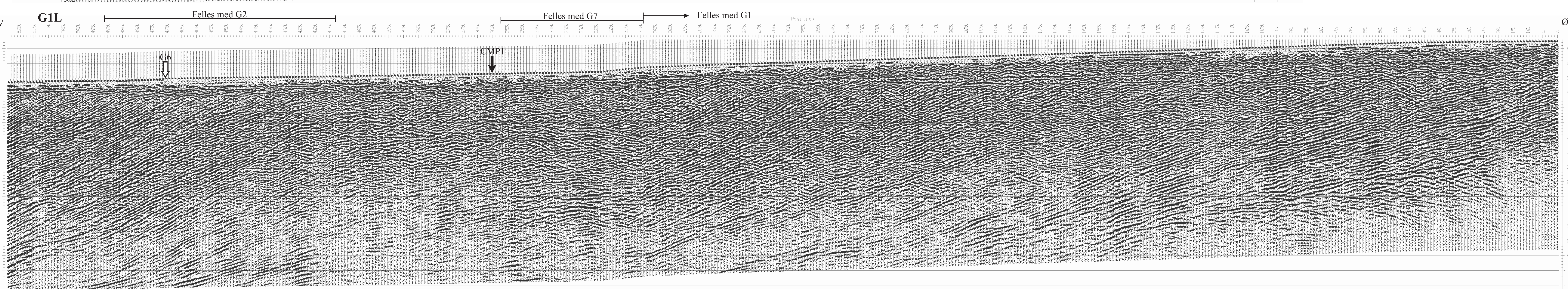
NGU GEORADAROPPTAK G1 - G5 BØDALSSSETRA STRYKN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLSTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT AUG. 2010 TEGN JFT AUG. 2013 TRAC KFR	KARTBLAG NR 2017.029-07	KARTBLAD NR 1418 IV
--	-------------------------------	---	----------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING PROFIL

GX  
↓  
↓  
CMP1  
↓  
↓  
G1, G3  
↓  
↓  
G1L, G3L

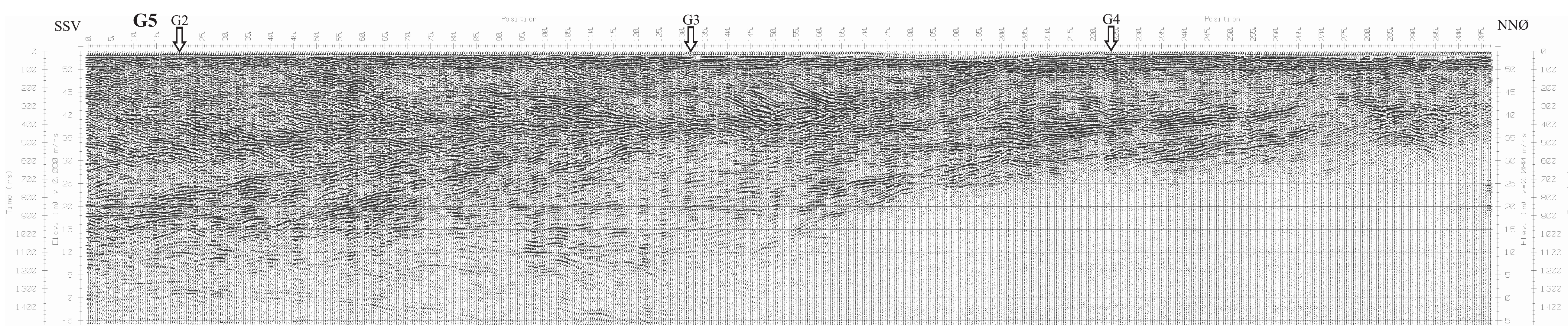
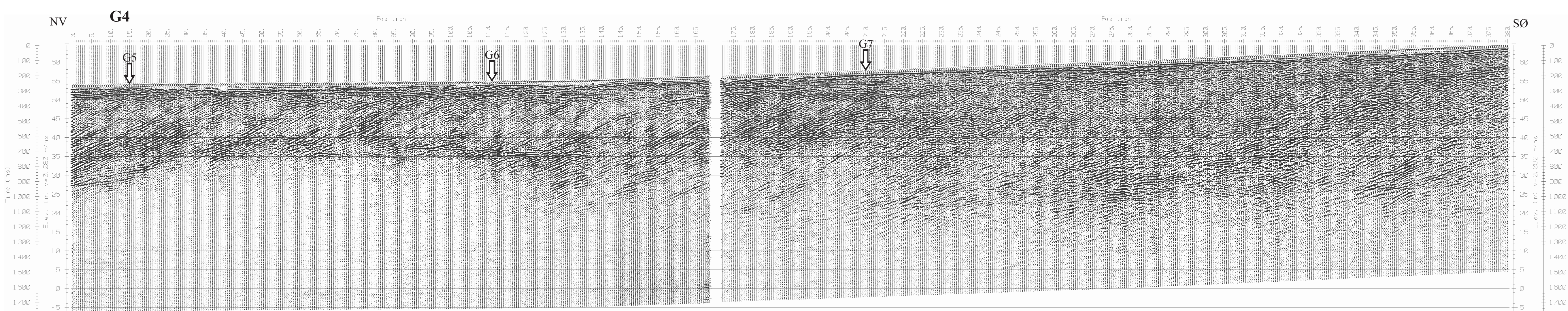
Kryssende profil  
CMP-måling georadar  
Profil 100 MHz antenner  
Profil 50 MHz antenner




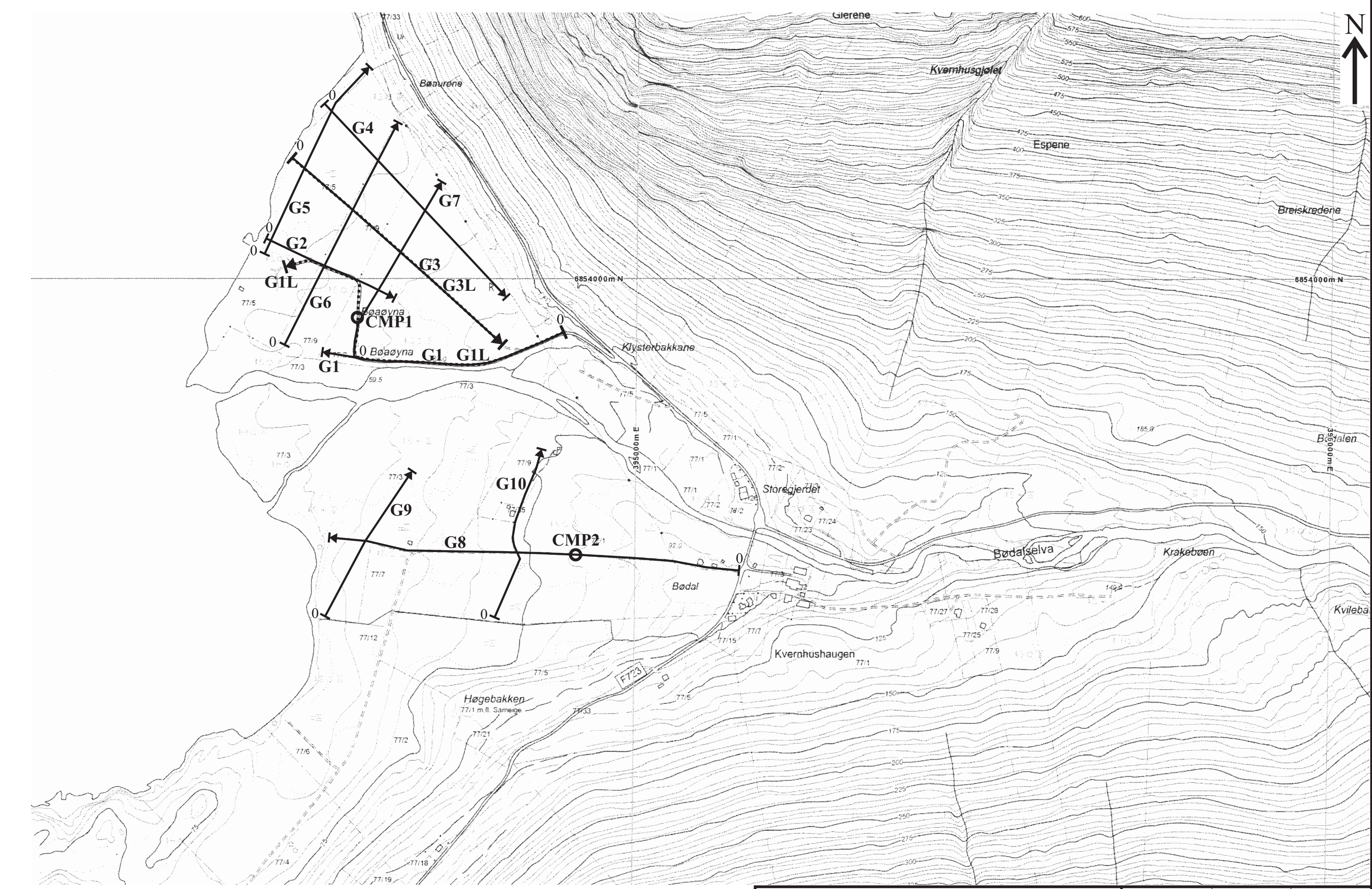
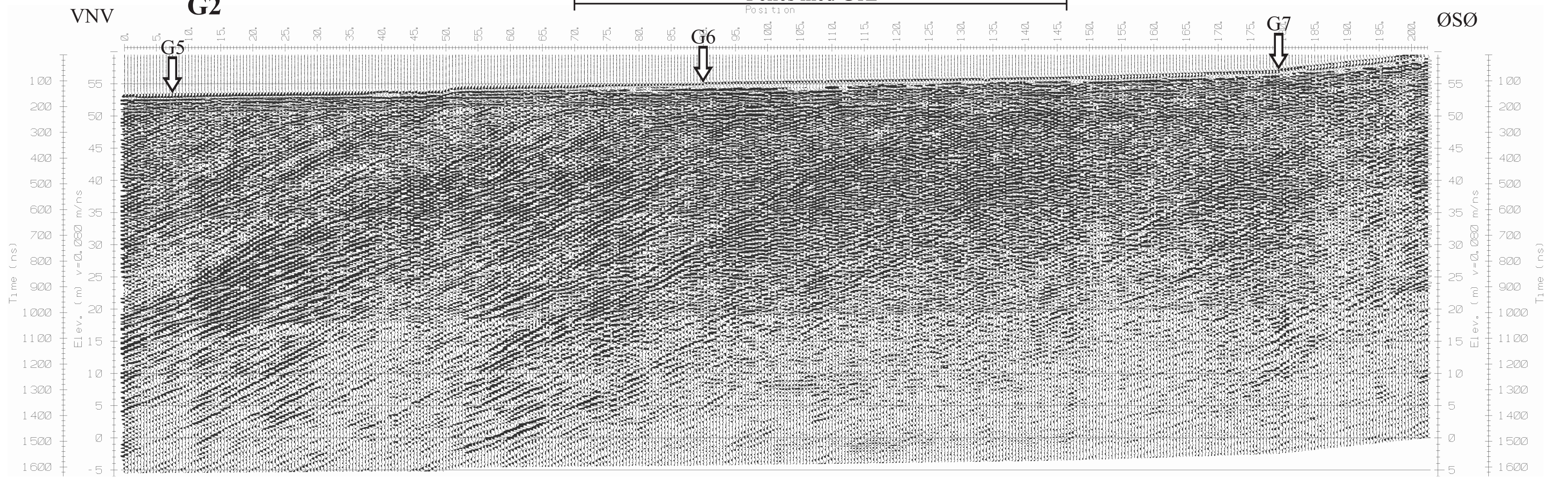
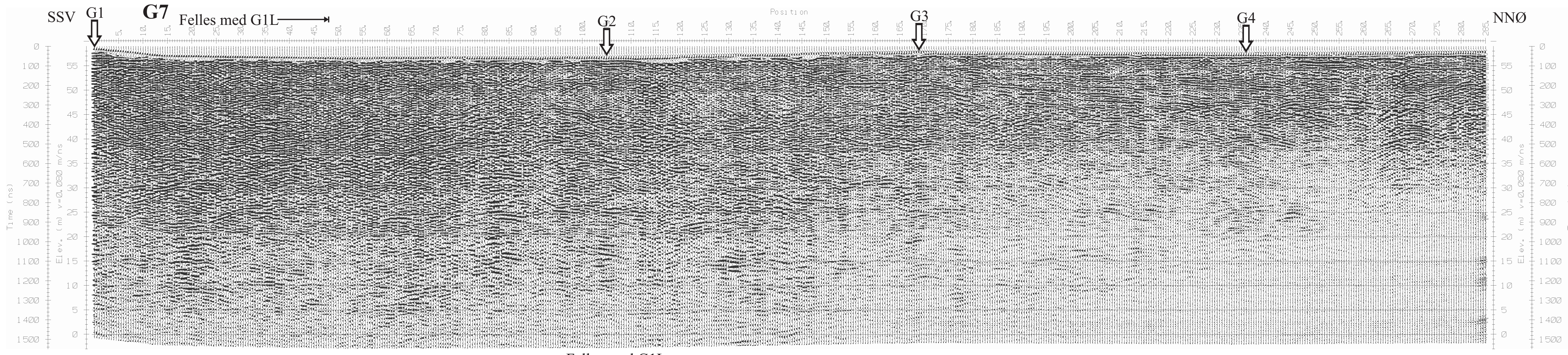
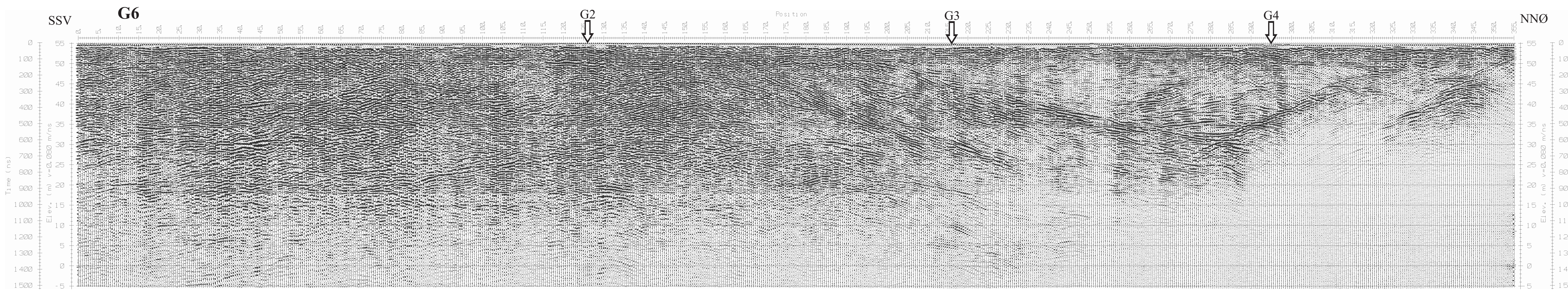
TEGNFORKLARING KART

GX → Georadarprofil (100 MHz)  
GXL → Georadarprofil (50 MHz)  
CMPX ○ CMP-måling georadar

NGU GEORADAROPPTAK G1, G1L, G3 OG G3L BØDALSDDELTAET STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MALESTOKK	MÅLT JFT	Sep. 2009
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	Feb. 2014
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 2017.029-08	TRAC	KFR
	KARTBLAD NR 1418 IV		

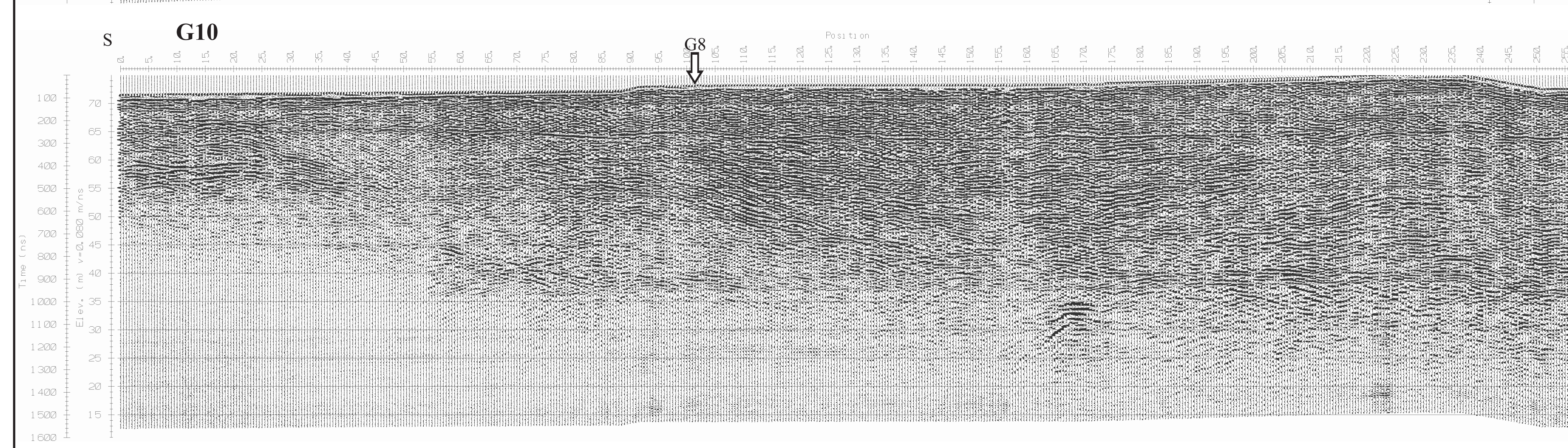
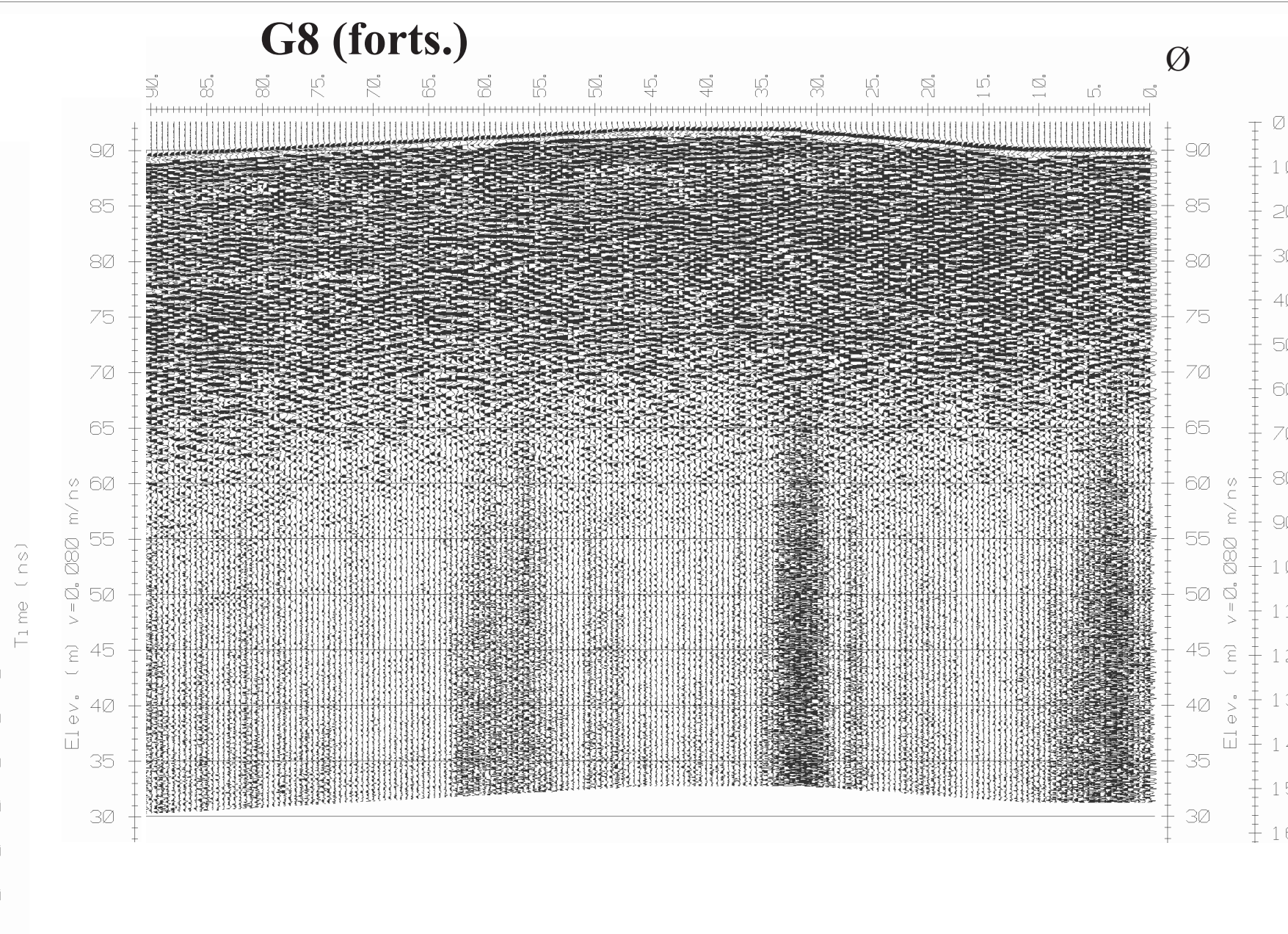
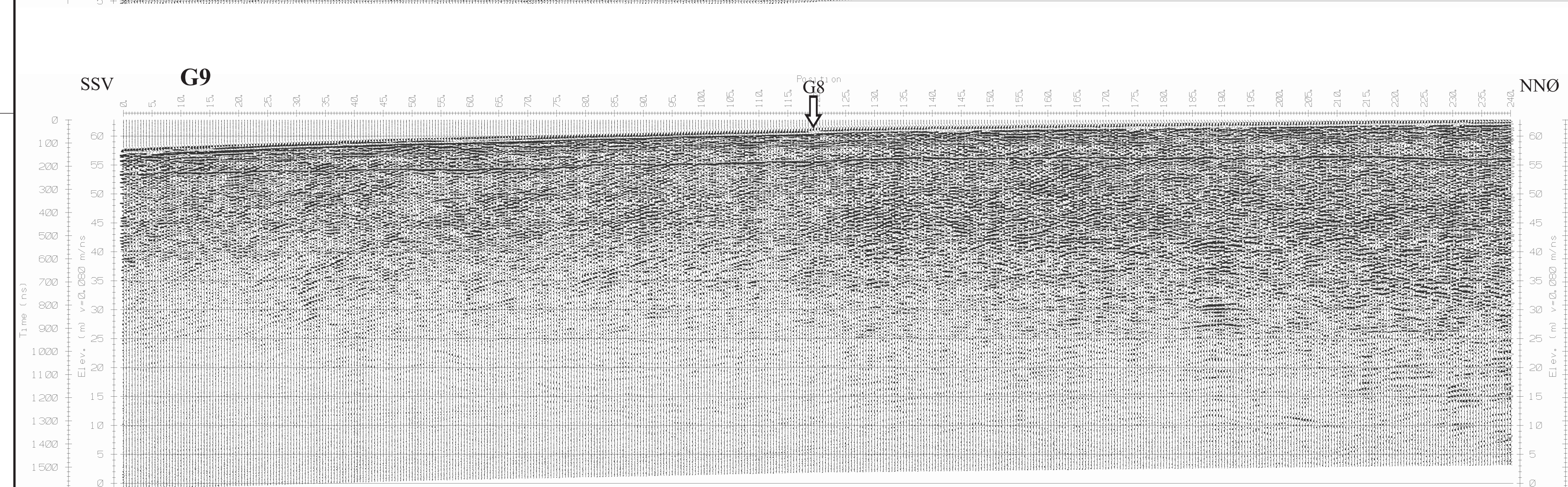
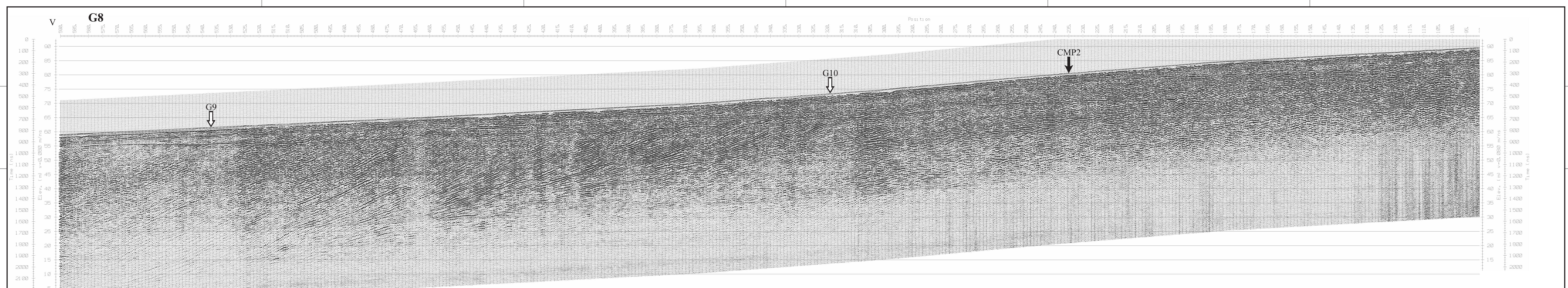


TEGNFORKLARING PROFIL  
 Kryssende profil



TEGNFORKLARING KART  
 Georadarprofil (100 MHz antenner)  
 Georadarprofil (50 MHz antenner)  
 CMP-måling georadar

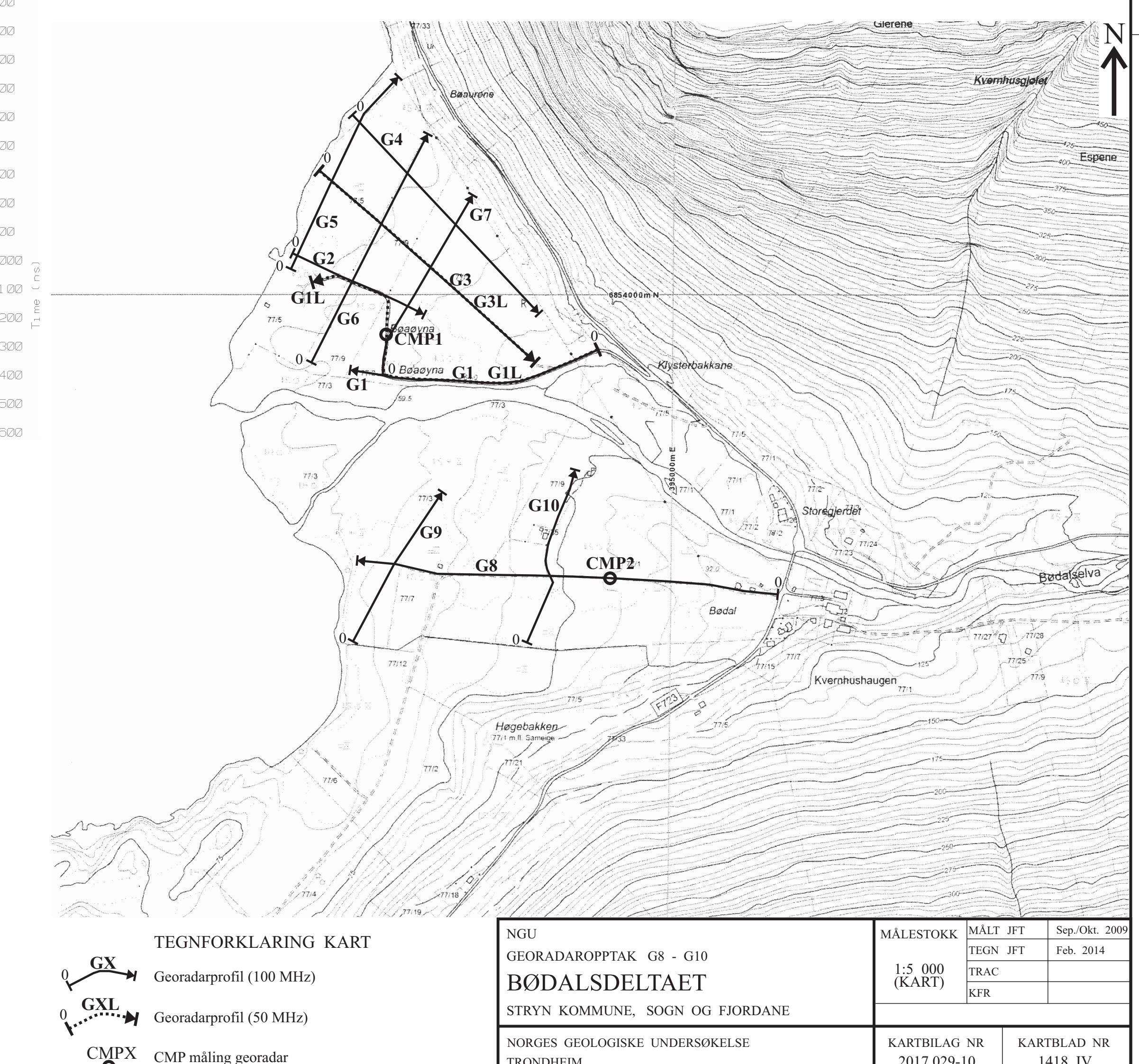
NGU GEORADAROPPTAK G2 OG G4 - G7 STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	Sep. 2014 Feb. 2014
KARTBLAD NR 2017.029-09	KARTBLAD NR 1418 IV		

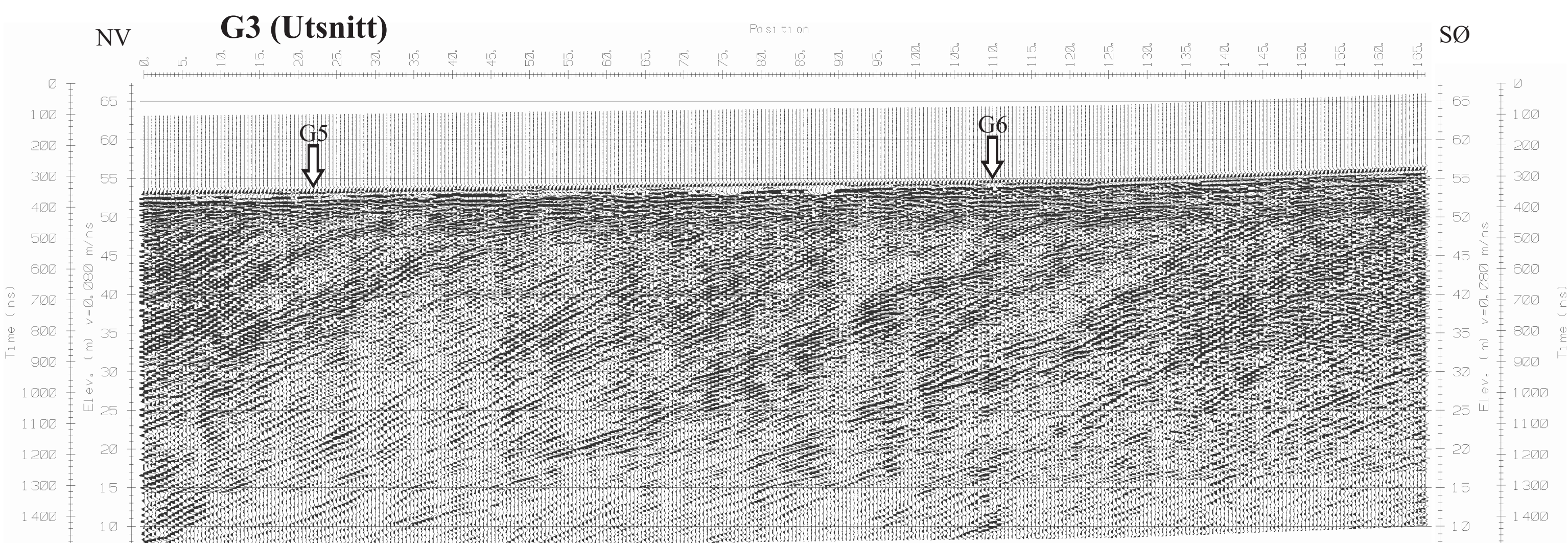
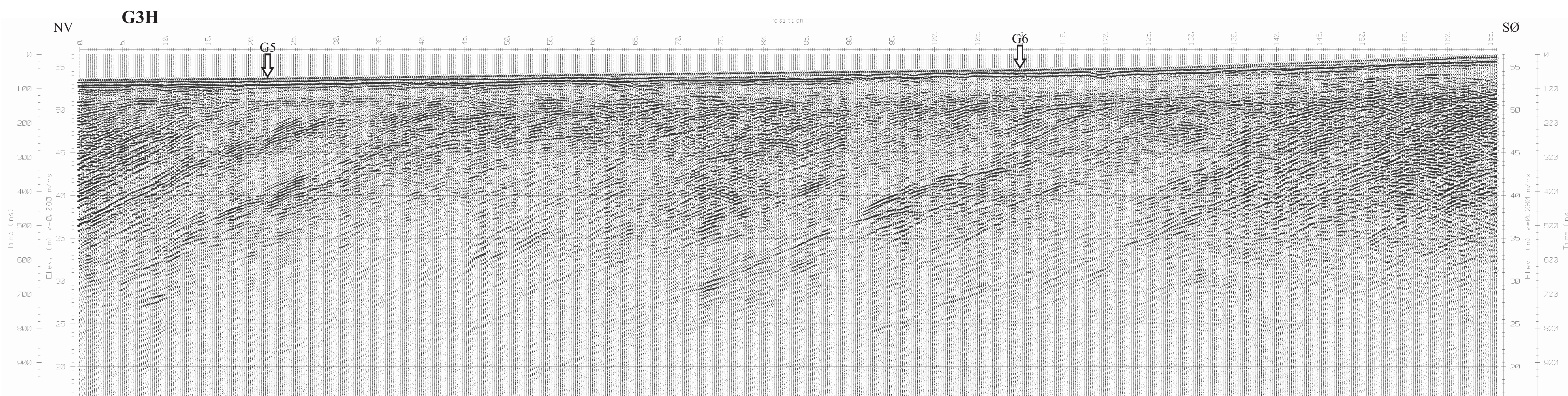


TEGNFORKLARING PROFIL

GX  
↓  
Kryssende profil

CMP1  
↓  
CMP-måling georadar

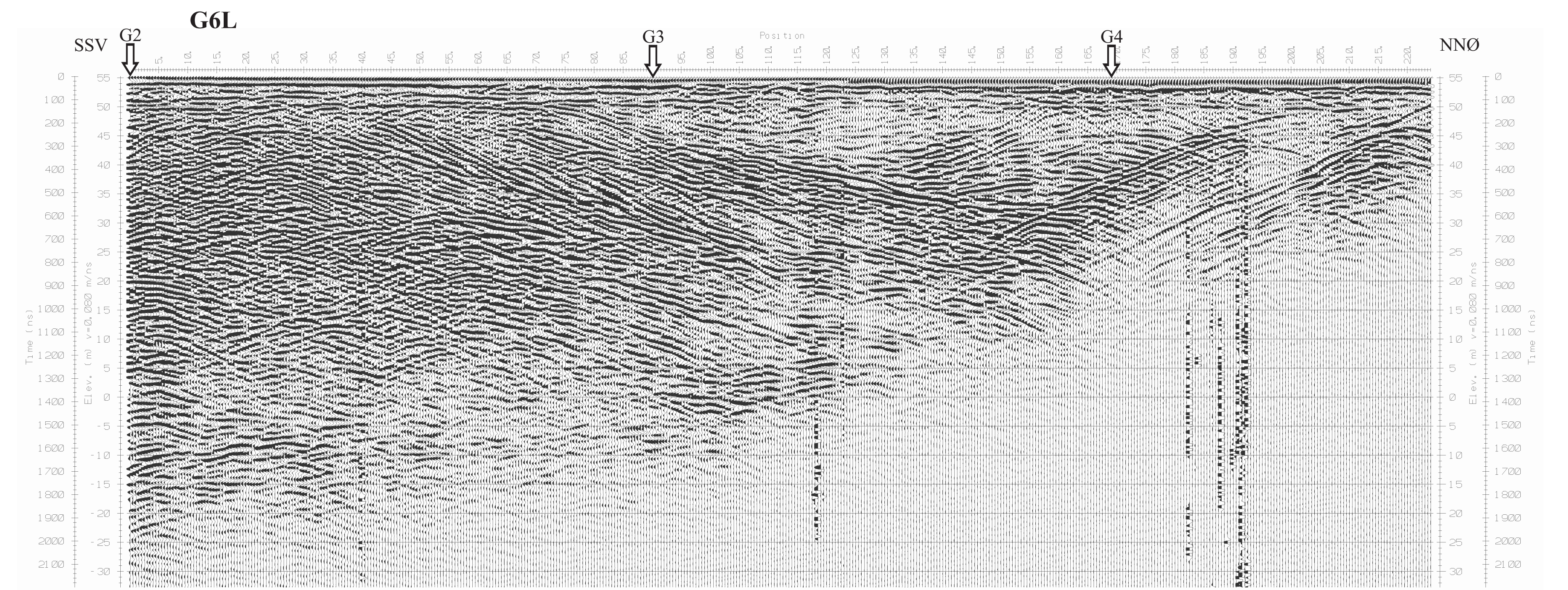
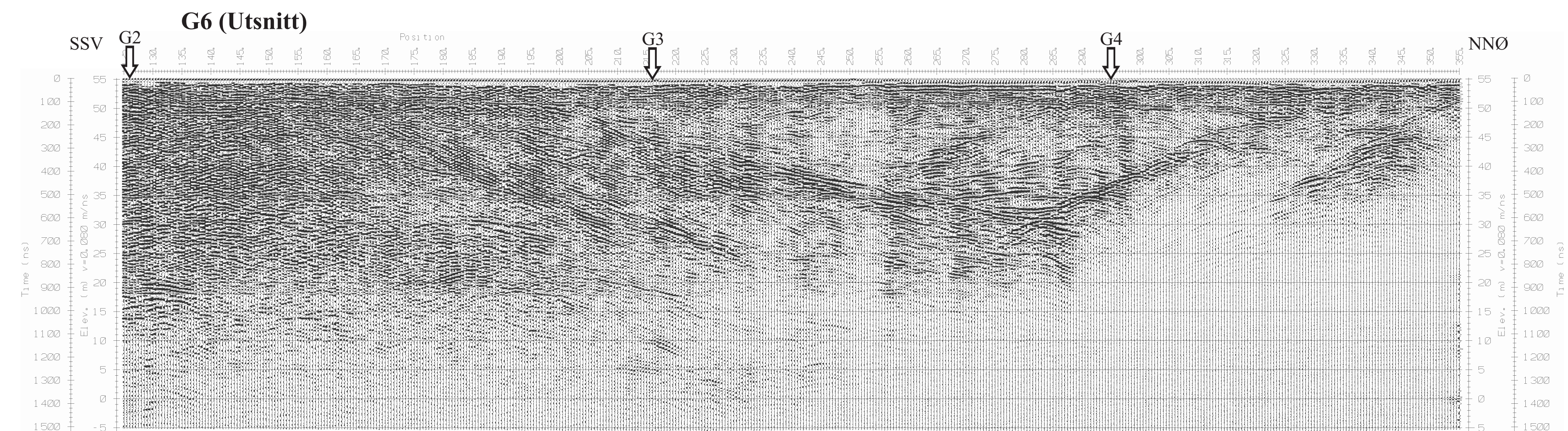




**TEGNFORKLARING PROFIL**

**GX**  
↓  
Kryssende georadarprofil

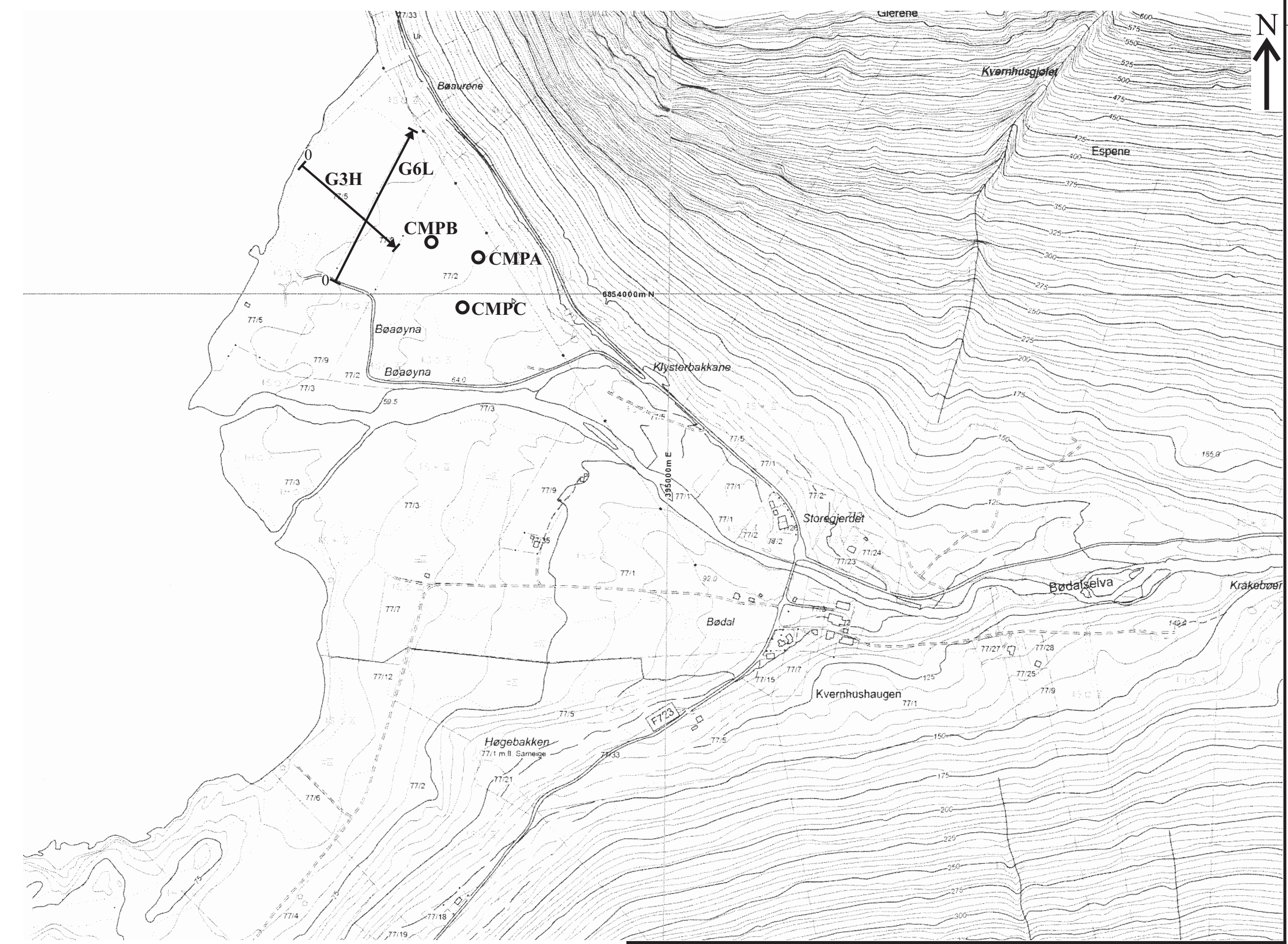
**G3H:** 200 MHz antenner  
**G6L:** 50 MHz antenner  
Utsnitt **G3** og **G6:** 100 MHz antenner  
(Hele G3 og G6 er vist i kartbilag -08 og -09)



**TEGNFORKLARING KART**

**GX**  
↓  
Georadarprofil

**CMPX**  
○  
CMP-måling georadar



NGU GEORADAROPPTAK G3H, G6L, UTSNITT G3 OG G6 BØDALSDELTAET STRYN KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	AUG. 2010
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	JULI 2017
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR	KARTBLAD NR	
	2017.029-11	1418 IV	





NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
- NGU -

Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39  
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)