



# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·



<b>Rapport nr.:</b> 2015.052	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen	
<b>Tittel:</b> Georadarmålinger og sedimentstudier for kvartærgeologisk vurdering av avsetningene ved Geitryggen og Ripan i Tynset kommune			
<b>Forfatter:</b> Jan Fredrik Tønnesen og Lars Olsen		<b>Oppdragsgiver:</b> NGU	
<b>Fylke:</b> Hedmark		<b>Kommune:</b> Tynset	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Røros		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1619 II Tyllidal, 1619 III Alvdal	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Geitryggen: 32V 590900 6902400 Ripan : 32V 589500 6902100		<b>Sidetall:</b> 18 <b>Kartbilag:</b> 5	<b>Pris:</b> 180,-
<b>Feltarbeid utført:</b> 14.-16.09.2009	<b>Rapportdato:</b> 16.12.2015	<b>Prosjektnr.:</b> 358000	<b>Ansvarlig:</b> <i>Jan S. Rønning</i>
<b>Sammendrag:</b> <p>NGU utførte i 2009 georadarmålinger i forbindelse med kvartærgeologiske undersøkelser i Tynset kommune i Hedmark. Målingene er utført ved lokalitetene Geitryggen og Ripan ca. 4 km sørvest for Tynset sentrum og omfatter 11 georadarprofiler med samlet lengde 2180 m.</p> <p>Formålet med georadarmålingene var å framskaffe informasjon om løsmassetypene og kartlegge variasjoner både horisontalt og vertikalt i løsmassene. Av særlig interesse var det å teste grunnlaget for tolkningen om åpen bredemt sjø vs. mulig subglasialt avsetningsmiljø ved å undersøke de antatte strandavsetningene avsatt langs kanten av Nedre Glåmsjø fra slutten av siste istid. Det er derfor i tillegg gjort rundingsanalyser på prøver av grus og stein fra strandmaterialet (med forventet høyere rundingsgrad) og underliggende breelvmateriale. Strandavsetningene langs den bredemte innsjøen er funnet å ligge opp til et nivå på rundt 665 m over dagens havnivå.</p> <p>Med den anvendte antennefrekvensen på 200 MHz er det gjennomgående oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde på rundt 15 m, men begrensningen mot dypet er diffus. Ved begge lokalitetene er det påvist skråreflektorer som indikerer breelvmateriale med avsetningsretning mot nord, i samsvar med direkte observasjon i snitt i nedlagt grustak ved Geitryggen.</p> <p>I sørlige del av området ved Geitryggen er det et opptil 5 m tykt topplag dominert av nær horisontale reflektorer, og det regnes at dette materialet er avsatt i en senere fase. Det regnes at det har foregått en bølge/strømerosjon i det øvre laget inn mot toppflaten i sør, og at det opptrer 0,5-2 m tykke strandavsetninger i overflaten nordafor, og som på overflaten framtrer i dalsideparallele lave, nesten horisontale rygger, kartlagt som strandvoller.</p> <p>I nordlige del av området ved Ripan kommer det under et visst nivå inn avsetninger med nær horisontale reflektorer. I øst er disse indikert fra under 630 m o.h. og lenger vest under 615 m o.h. Dette regnes å være distale bunnsedimenter fra utbyggingen av breelvdeltaet mot nord. Skrålagningen i breelvdeltaet kommer stort sett helt opp mot terrengoverflaten eller opp mot strandavsetninger i sørlige del av området. Dette kan tyde på at breelvdeltaet opprinnelig ble bygd opp til et noe høyere nivå mot nord, men at det har blitt skåret ned av strøm- og bølgeerosjon. I sørligste del av området er det to steder indikert 8-10 meters dype gjenfylte groper i overflatematerialet. De kan i utgangspunktet enten være erosjonskanaler eller dødisgroper. Strandavsetningene opptrer vesentlig i sørligste del av området. Tykkelsen av disse kan se ut til å variere betydelig fra under 1 m og opp til 2-3 m under markerte strandvoller. Det er stedvis 2 markerte strandvoller med den sørligste som den største, mens toppunkt for strandvollen nordafor kan ligge et par meter lavere. Strandavsetningene vises stort sett som nær overflateparallele reflektorer, men langs ett profil kan det i den store strandvollen sees skrålag med fall mot sør.</p> <p>Georadarmålingene, så vel som rundingsgraden på grus og stein omtalt her, støtter den tidligere tolkningen om åpen bresjø, i alle fall i siste del av dannelsen av breelvdeltaene Ripan og Geitryggen.</p>			
<b>Emneord:</b> Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasser	Rundingsgrad		
		Fagrapport	

## **INNHold**

1. INNLEDNING .....	4
2. METODER.....	4
2.1 Georadar – målemetode, utførelse og prosessering .....	4
2.2 Rundingsgrad på grus og stein .....	5
3. RESULTATER .....	6
3.1 Geitryggen (G1 - G3) .....	6
3.2 Ripan (G4 - G11).....	7
4. SAMMENFATNING.....	11
5. REFERANSER .....	12

## **DATABILAG**

1. Kartkoordinater for georadarprofilene (G1-G11) og 3 CMP-målinger
2. Hastighetsanalyse (CMP1)
3. Hastighetsanalyse (CMP2)
4. Hastighetsanalyse (CMP3)

## **KARTBILAG**

- 2015.052-01 Oversiktskart Tynset (M 1:50 000)
- 2015.052-02 Geitryggen. Utskrift av georadaropptak G1-G3 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.052-03 Ripan. Utskrift av georadaropptak G4, G5, G10 og G11 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.052-04 Ripan. Utskrift av georadaropptak G6-G8 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.052-05 Ripan. Utskrift av georadaropptak G9 og Lokalkart (M 1:5 000)

## 1. INNLEDNING

NGU utførte i 2009 georadarmålinger i forbindelse med kvartærgeologiske undersøkelser i Tynset kommune i Hedmark. Målingene er utført ved lokalitetene Geitryggen og Ripan, begge antatte breelvdeltaer, med beliggenhet ca. 4 km sørvest for Tynset sentrum. Oversiktskart som viser lokaliseringen av måleområdene framgår av kartbilag -01 (M 1:50 000).

Formålet med georadarmålingene var å framskaffe informasjon om løsmassetypene og kartlegge variasjoner både horisontalt og vertikalt i løsmassene. Av særlig interesse var det å undersøke strandavsetningene avsatt langs kanten av Nedre Glåmsjø ved slutten av siste istid. Strandavsetningene langs den bredemte innsjøen er funnet å ligge opp til et nivå på rundt 665 m over dagens havnivå. Kvartærgeologien i området er tidligere kartlagt og beskrevet av flere, her nevnes i utgangspunktet Tore Østeraas (1977). En fyldig litteraturliste over tidligere arbeider er gjengitt i denne publikasjonen.

I perioden 1987-1997 og noen påfølgende år har NGU kartlagt kvartærgeologien i et stort område rundt Alvdal-Tynset, og det er framsatt tvil om avsetningsmiljøet under Nedre Glåmsjøfasen, her representert med Ripan og Geitryggen. Kan disse være avsatt hovedsakelig i subglasiale brekamre, uten eller med kun begrenset åpen bresjø i friluft inkludert? Follestad (1997) og Follestad & Thoresen (1999) har vist at et subglasialt avsetningsmiljø karakteriserer ”bresjø”-fasene med nivåer høyere enn Nedre Glåmsjø (ca. 660 m o.h.), og hevder at dette gjelder også for Nedre Glåmsjø. På det kvartærgeologiske kartet over Alvdalsområdet er likevel strandlinjer fra antatt åpen bresjø – lateral bresjø beholdt (Thoresen & Follestad 1999). Georadarmålingene, samt noen observasjoner og rundingsanalyser av stein og grus fra ryggene tidligere kartlagt som strandvoller, vil derfor være en test på subglasialt vs. subaerilt avsetningsmiljø.

Målingene omfatter 11 georadarprofiler med samlet lengde 2180 m. I tillegg ble det utført 3 CMP-målinger for beregning av radarbølgehastigheten i grunnen. Lokaliseringen av alle målingene (M 1:5 000) er vist i kartbilag -02 for Geitryggen og -03, -04 og -05 for Ripan. Feltarbeidet ble utført 14.-16. september 2009 av Jan Fredrik Tønnesen og Knut Riiber, og parallelt med dette gjorde Lars Olsen observasjoner og rundingsanalyser fra sedimentene.

## 2. METODER

### 2.1 Georadar – målemetode, utførelse og prosessering

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Mer utfyllende metodebeskrivelse finnes på NGUs hjemmeside: <http://www.ngu.no/>

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000 V og antenner med senterfrekvens 200 MHz. Opptakstiden var på 600 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Signalene ble summert (’stacket’) 8 ganger ved hvert målepunkt. For å lette gjennomføringen av profilmålingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte

måling for hver 0,2 m. Langs profil G9 ble det i tillegg målt med antenner med senterfrekvens 100 MHz og det ble da benyttet en målepunktavstand på 0,5 m og en opptakstid på 1200 ns. Ved Ripan ble det utført 3 CMP-målingene for å bestemme radarbølgehastigheten i grunnen. For lokalisering av profilene er det benyttet økonomisk kartverk (M 1:5 000), og profilkoordinater (databilag 1) er bestemt med en enkel håndholdt GPS-mottaker.

På grunn av noe støy i opptakene ble de høyeste frekvenser (>312 MHz) forsøkt fjernet ved filtrering. Det er et betydelig innslag av steile skråstrukturer i opptakene, noe som trolig skyldes refleksjoner/forstyrrelser fra skogen, men kan dels også skyldes andre kilder, f.eks. signalpåvirkning fra tele-/tv-/radio-master. Denne type støy er forsøkt dempet/fjernet ved å summere dataene for to og to målepunkt. Denne filtreringen har forbedret dataene, men i meget variabel grad. Ved utskrift av georadaropptakene (kartbilag -02, -03, -04 og -05) ble det benyttet SEC- forsterkning. Denne forsterker eksponentielt med tiden. Terreng høyden langs profilene er vesentlig bestemt ut fra økonomisk kartverk, men lokale variasjoner også ut fra visuell vurdering under profileringen.

For å angi en korrekt høydeskala for profilutskriftene er det nødvendig å kjenne radarbølgehastigheten i undergrunnen. Ut fra resultatet av hastighetsanalysene fra CMP-målingene (databilag 2, 3 og 4) er det benyttet en hastighet på 0,1 m/ns for beregning av høydeskala i profilutskriftene. Det bør anmerkes at resultatene fra hastighetsanalysene er noe upresise. Tørre avsetninger kan ha høyere hastighet enn 0,1 m/ns, og dyp ned til reflektorer kan da være noe større enn høydeskalaen tilsier. Vannmettet materiale har gjennomgående lavere hastighet, og dyp ned til reflektorer under grunnvannsnivå kan da være noe mindre enn høydeskalaen viser.

Observerte refleksjonsmønstre vil være en god indikasjon på hva slags løsmassetyper 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.

## **2.2 Rundingsgrad på grus og stein**

Rundingsgrad på stein og grus ble vurdert på seks prøver med minst 50 stein i hver. Prøvene ble tatt fra antatt strandmateriale og direkte underliggende breelvavsetninger fra tre steder på lokaliteten Geitryggen. Det ble benyttet en metode med inndeling i fire rundingsgrader delt i klassene kantet (K), kanrundet (KR), rundet (R) og godt rundet (GR). En middlrundingsgrad (MR) for hele prøven ble i hvert tilfelle beregnet. MR vil kunne ha verdier mellom 1,00 (kantet) og 4,00 (godt rundet) avhengig av fordelingen i nevnte fire klasser. Metoden er beskrevet av Olsen (1983).

Det vil vanligvis være slik at stein og grus i en strandvoll, et strandmateriale, har noe høyere rundingsgrad enn i det materialet det er vasket ut fra. I tilfellet ved Geitryggen er opphavsmaterialet breelvmateriale.

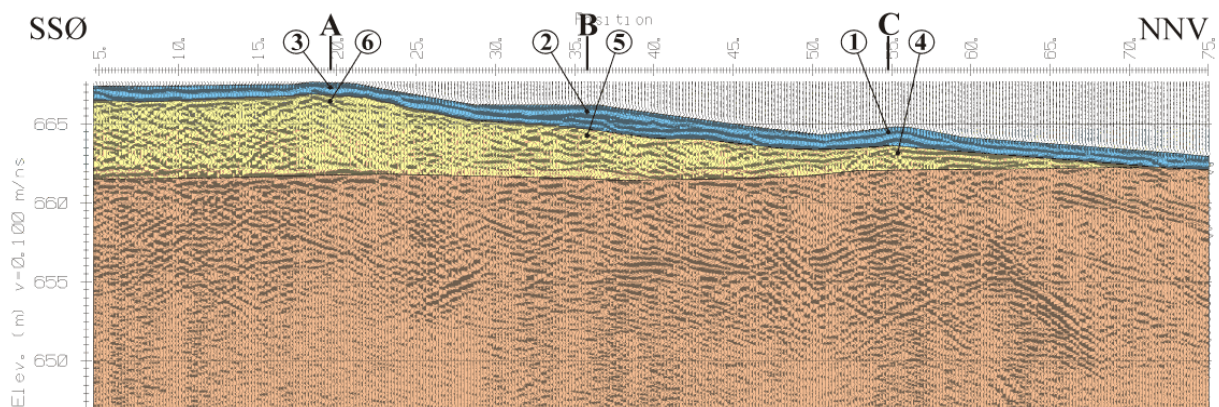
### 3. RESULTATER

#### 3.1 Geitryggen (G1 - G3)

Lokaliseringskart og utskrift av georadaropptakene er vist i kartbilag -02. Målingene er begrenset til 3 nær parallelle profiler med samlet profilengde på 216 m og er lokalisert langs en vel 50 m bred sone øst for kanten av grustak. Fra et platå i sør på ca. 667 m o.h. skråner terrenget slakt men ujevnt nedover mot NNV langs profilene til 662-663 m o.h.

Med den anvendte radarbølgehastigheten på 0,1 m/ns er det oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde på rundt 15 m, men begrensningen mot dypet er diffus. Under platået i sør er det en markert reflektor på vel 5 meters dyp (661-662 m o.h.). Det kan se ut til at denne reflektoren kan skråne meget slakt oppover mot NNV, og tykkelsen på overliggende materiale tynner ut mot nord til ca. 1 m eller tynnere. I materialet over reflektoren er det hovedsakelig indikert nær horisontale reflektorer, men særligst i profil G1 synes det å være noe skrålagning med fall mot nord. I underliggende materiale er refleksjonsmønsteret tilsynelatende nær kaotisk på grunn av mye skråstilte støysignaler, men det opptrer en del antatt reelle skråreflektorer med fall mot nord langs profilene.

I **figur 1** vises en geologisk tolkning av avsetningene langs et utsnitt av profil G1. Det nedre laget (oransje) regnes å være breelavsetninger med avsetningsretning NNV langs profilet og det ser ut til at disse avsetningene når høyest opp i nordlige del. Skråreflektorer når helt opp til lagoverflaten og det kan tolkes som at toppen av disse breelavsetningene er en erosjonsflate som er dannet før avsetningen av materialet over. En stigende grenseflate mellom topplag og skrålag i nedstrøms retning er typisk for et prograderende delta, utbygd med stor materialtilføring og ved stigende vannivå. Strukturene her kan tolkes i en slik modell. Det overliggende materialet er dominert av nær horisontale reflektorer som er spesielt kraftige i nordlige del. Dette viser trolig vekslende, men mer finstoffrike avsetninger i nordlige del. Også dette materialet (gult) regnes å kunne være breelavsetninger avsatt i en senere fase i avsmeltingen. Materialet ser ut til å tynne helt ut mot nord. Dette skyldes trolig at avsetningene i ettertid ble utsatt for kraftig bølge/strømerosjon i den nordlige delen med dannelsen av den slakt hellende overflaten opp mot toppflaten i sør. På denne slakt hellende overflaten regnes det å være avsatt 0,5-2 m tykke strandavsetninger (blå) med diffuse ryggformer. Det er usikkert om strandavsetningene strekker seg opp på platået i sør, det er en mulighet for at overflatematerialet der kan være dominert av torv.



**Figur 1:** Utsnitt av Profil G1 med geologisk tolkning. Antatte strandvoller er markert med A, B og C, og prøver til rundingsanalyser med 1-6 (Tegnforklaring se fig. 2).

Rundingsanalyser av grus og stein fra strandvoller (A, B og C) og underliggende breelvgrus er utført på prøver fra grustak med snittvegg parallelt med og like ved profil G1. Posisjonen for prøvene er plottet inn på profilet i **figur 1**, og resultatet av analysene med middelrundingsgrad (MR) for hver prøve framgår av nedenstående tabell.

**Tabell 1. Beregnet middelrundingsgrad (MR) for 6 grus- og steinprøver fra lokalitetene A, B og C ved Geitryggen**

	Prøve	A	Prøve	B	Prøve	C
Strandmateriale	3	3,05	2	3,15	1	2,96
Breelvmateriale	6	2,86	5	2,76	4	2,74

I alle tilfellene er middelrundingsgraden for prøvene fra antatt strandmateriale noe høyere enn for prøvene fra opphavsmaterialet, representert med direkte underliggende breelvmateriale. Dette er som forventet hvis tolkningen av genese er riktig, dvs. strandmateriale som overlager breelvmateriale.

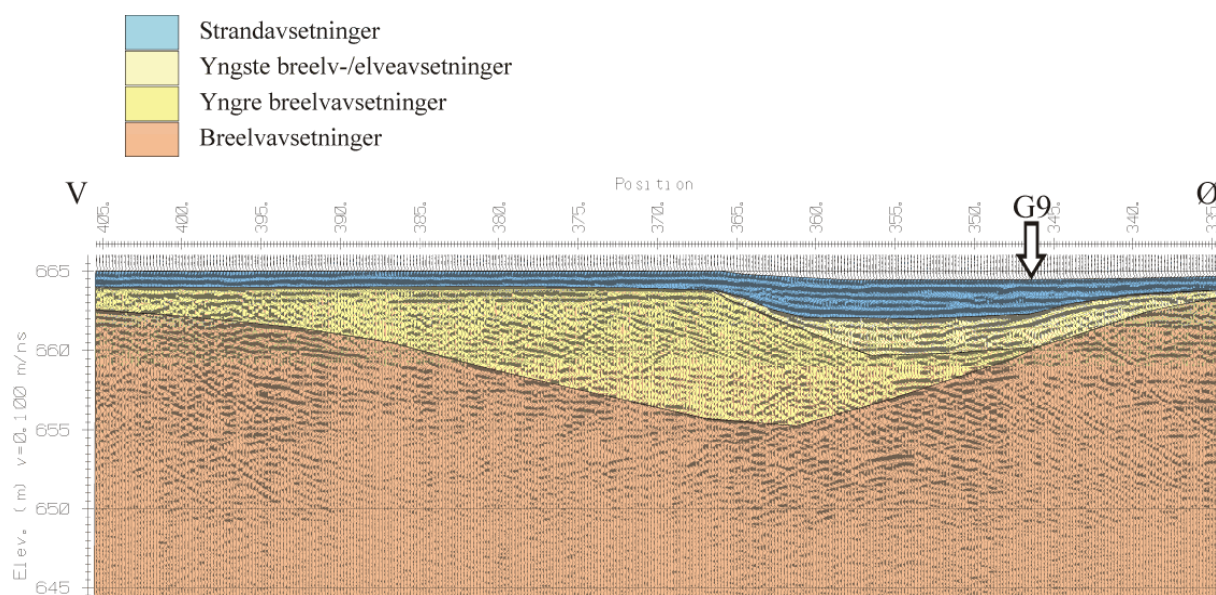
### 3.2 Ripan (G4 - G11)

Lokaliseringskart og utskrift av georadaropptakene er vist i kartbilag -03 for profilene G4-G5 og G10-G11, kartbilag -04 for profilene G6-G8 og kartbilag -05 for profil G9. Målingene er utført i den nordlige delen av Ripan Naturreservat, og måleområdet har en ØV-utstrekning på rundt 700 m. ØV-profilet G10 sør i måleområdet følger stort sett langsetter toppen av den mest markerte strandvollen og ligger i et nivå på rundt 665 m o.h. Terrengoverflaten like sør for strandvollen ligger 1-3 m lavere. Nord for vollen skråner terrenget slakt men noe ujevnt nedover til ned mot 655 m o.h. innen en avstand på 100 m. Derfra skråner terrenget bratt nedover til et nivå mellom 600 og 625 m o.h. i løpet av en avstand på 200 til 300 m mot nord. Den bratte nordskråningen er oppdelt av nord-sørgående raviner og disse er mest markert utviklet på den østre del av skråningen.

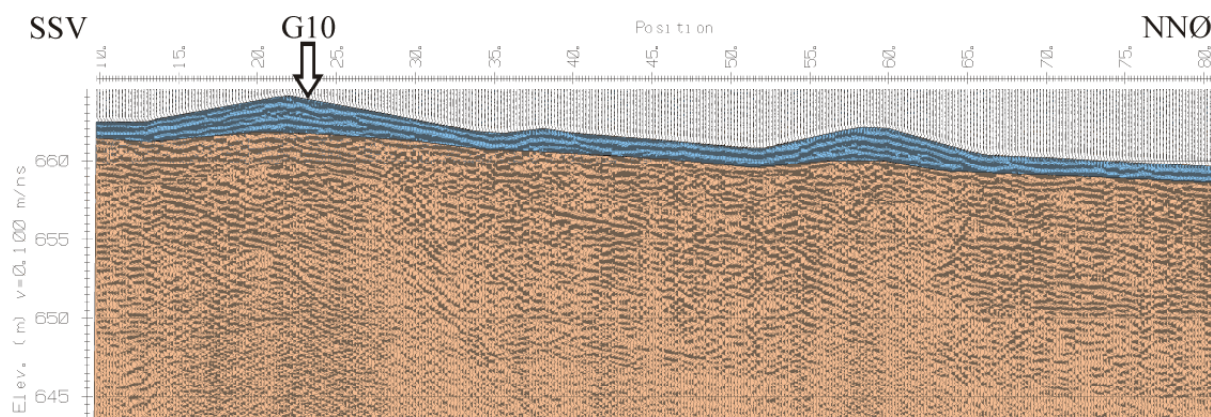
Også her i området Ripan er det oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde på rundt 15 m ved måling med 200 MHz antenner.

Profil **G10** (kartbilag -03) langsetter strandvollen har et betydelig innslag av skråstilte støyreflektorer som forstyrrer refleksjonsmønsteret, spesielt langs østre halvdel. Profilet indikerer likevel at mønsteret er dominert av nær horisontale reflektorer. I hvert fall på to steder er imidlertid mønsteret brutt av gjenfylte groper. De kan i utgangspunktet enten være erosjonskanaler eller dødisgroper. En grop opptrer vestligst i profilet (pos. 600-650 m) og når ned til 8-9 meters dyp. En annen opptrer i området pos. 335-400 m og når ned til 10 meters dyp. Østligst i samme område (pos. 335-366 m) er det en mindre kanalform som går ned til 5 meters dyp. Det er vanskelig å skille ut strandavsetningene fra underliggende avsetninger, men tykkelsen synes å være begrenset til maksimum 2-3 m, og kan for en stor del være betydelig mindre.

I **figur 2** vises geologisk tolkning langs et utsnitt av profil G10 i området ved den østre gropen/kanalen. Figuren viser at innfyllingen har skjedd i to faser og muligens avbrutt med en erosjonsfase. Tykkelsen av strandavsetningene på toppen er usikker, men synes å være begrenset til ca. 1 m i vest over den eldre innfyllingen, men kan ha en økning i tykkelse til 2-3 m over den yngste innfyllingen i øst. Strandavsetningene der i det kryssende profilet G9 omtales senere.



**Figur 2:** Utsnitt av Profil G10 med geologisk tolkning



**Figur 3:** Utsnitt av Profil G4 med geologisk tolkning

Profilene G4 og G11 krysser G10 henholdsvis nær østenden og vestenden av profilet. En del støysignaler opptrer langs **G4** også, men refleksjonsmønsteret er gjennomgående dominert av slakt skrånende reflektorer med fall mot nord. Øverst er det kraftigere nær overflateparallele reflektorer som regnes å representere strandavsetninger. Tykkelsen av disse kan være 2,5-3 m under toppen av hovedryggen i sør (pos. 22 m) og 2 m under en mindre ryggform lenger nord (pos.59 m). I området mellom ryggene kan strandavsetninger være 1-1,5 m tykke, mens tykkelsen avtar til under 1 m i områdene nordafor og sønnafor. I **figur 3** vises geologisk tolkning langs et utsnitt av profil G4. Profil **G5** er lokalisert mindre enn 15 m vest for nordlige del av G4. Profilet viser tilsvarende refleksjonsmønster, men det er her vanskeligere å skille ut et topplag av strandavsetninger. Begge profilene slutter mot nord før brattkanten og nord for strandvollene når skråreflektorene helt opp til strandavsetningene.

Profil **G11** lengst vest er en del lengre og har sluttspunkt ca. 20 m nordafor brattkanten. Refleksjonsmønsteret er dominert av skrånende reflektorer med fall mot nord. De skråner slakt ned langs sørlige del av profilet, men blir betydelig steilere nordover i profilet. I området lengst sør (pos. 0-65 m) er det et 3-5 m tykt topplag med nær horisontale reflektorer. Laget har en bunnreflektor rundt 660 m o.h. lengst sør og mot nord har den sterkeste reflektoren i laget en slak stigning. Laget utgjør øvre del av den tolkede eldre



gjenfyllingsstrukturen i profil G10. Lagstrukturen ligner på overflatelaget som ble registrert ved Geitryggen (G1-G3). Strandavsetningene er vankelige å skille ut, men er trolig tynne i dette området. Det regnes at det kan være strandvasket materiale med tykkelse mindre enn 1 m nordafor i området pos. 60-135 m. Det bemerkes at skråreflektorene her når helt opp til disse strandavsetningene.

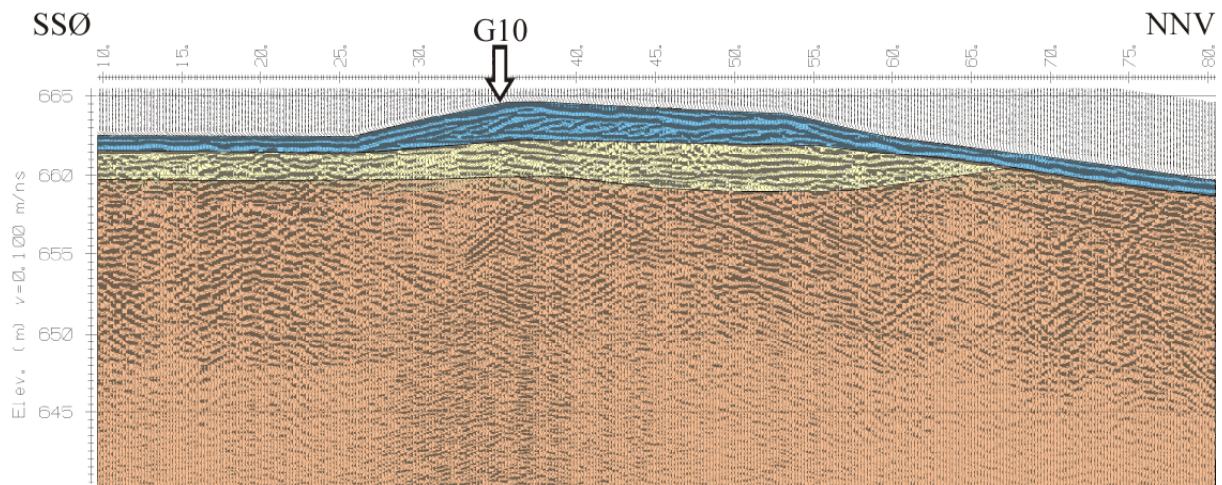
Profil G6 (kartbilag -04) krysser G10 ca. 100 m vest for G4. Brattskråningen mot nord starter fra pos. 113 m i profilet (ca. 658 m o.h.), men skråningen blir slakere fra pos. 145 m hvor profilet følger langs toppen av en ryggform ned til under 625 m o.h. ved nordenden. På begge sider av ryggformen er det erodert ut raviner. Profil G7 er målt oppover langs ravinen i vest, mens profil G8 er målt på tvers av ryggformen fra sluttspunkt profil G7.

Langs profil G6 er refleksjonsmønsteret dominert av skrånende reflektorer med fall mot nord. Fra ca. pos. 250 m er det fra ca. 630 m o.h. og nedover i avsetningene nær horisontale reflektorer, men det er også dels bølgeformede reflektorer i de dypere deler. Fra pos. 280 m og til nordenden av profilet (pos. 318 m) går disse reflektorene ut mot terrengoverflaten. Lengst i sør er det også nær horisontale reflektorer overflatenært og fra 2 til 4 meters dyp. Tykkelse på strandavsetninger er usikker, men kan være begrenset til 1-1,5 m øverst på avsetningen (pos. 20-80 m) og mindre enn 1 m sønnafor og nordafor fram til brattkant (pos. 113 m). Nordover fra pos. 70 m og fram til brattkanten ser skråreflektorene ut til å nå helt opp til strandavsetningene. Også videre nordover under brattskråningen når skråreflektorene opp mot overflaten fram til pos. 160 m. Videre fram til pos. 230 m er avsetningene spesielt i øvre del preget av mye diffraksjoner, og det er mulig at dette kan skyldes at avsetningene har vært utsatt for skredprosesser. Langs de nordligste 80 m av profil G7 er avsetningene dominert av nær horisontale reflektorer. I nordligste del (pos. 0-40 m) kan de dypere reflektorene skråne slakt opp mot nord. I sør (pos. 90-138 m) skråner reflektorene nedover mot nord tilnærmet parallelt med terrengoverflaten. Profil G8 på tvers av ryggformen (og G6) indikerer nær horisontale reflektorer langs hele profilet. Sammen med profil G6 og G7 indikerer dette breelavsetninger med avsetningsretning fra sør mot nord. De dypere nær flattliggende avsetningene i nordlige del regnes å kunne representere mer finstoffholdige bresjøsedimenter.

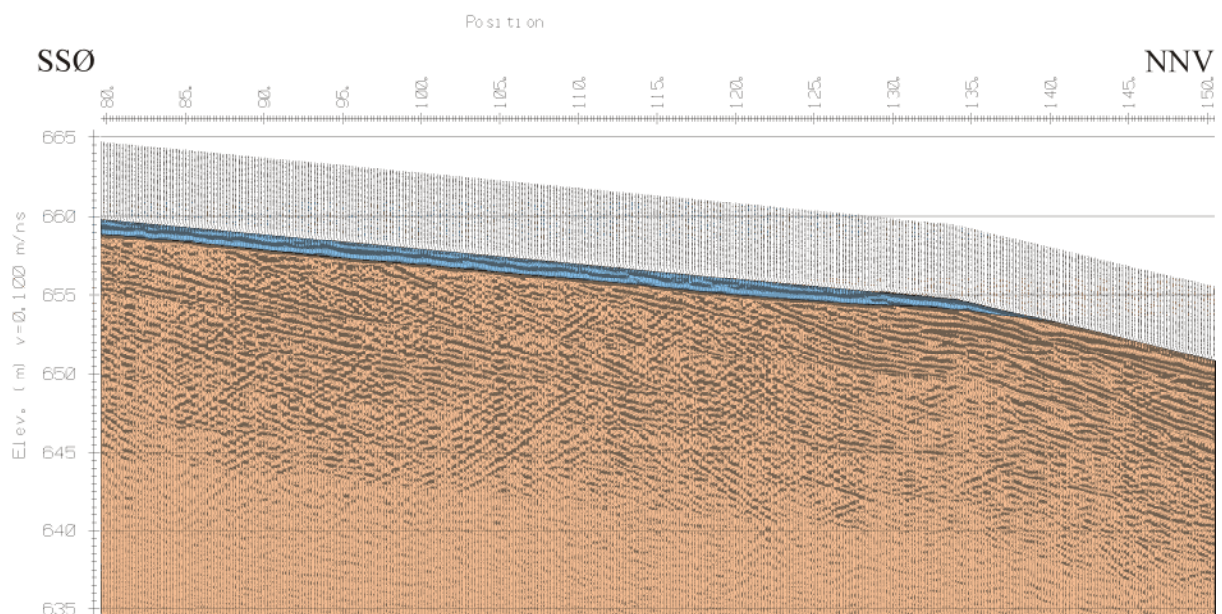
Profil G9 er målt på tvers av G10 ca. 230 m vest for G6 og vel 300 m øst for G11. Dette profilet ble i tillegg målt med 100 MHz antenner med målepunktavstand 0,5 m. Utskrift av begge målingene er vist i kartbilag -05. Den tilsynelatende dybderekkevidden økes noe med lavere antennefrekvens til rundt 25 m i sørlige del, men avtagende til rundt 20 m i nord. Den lavere frekvensen medfører dårligere vertikal oppløsning, og den økede målepunktavstanden medfører dårligere horisontal oppløsning. Hovedstrukturene kommer likevel fram i begge målingene. Langs de sørligste 250 m av profilet er avsetningene dominert av skråreflektorer som heller nedover mot nord. Derfra kommer det inn nær horisontale reflektorer fra et nivå rundt 615 m o.h. og lavere og disse kommer ut mot terrengoverflaten fra pos. 340, men fra pos. 370 m og til enden av profilet (pos. 465 m) opptrer det i øvre del av avsetningene (5-10 m) noen skråreflektorer med slakt fall mot nord.

**Figur 4** viser geologisk tolkning langs et utsnitt av profil G9 lengst sør på avsetningen. Fram til pos. 65 m er det et øvre lag (lysegul farge) med nær horisontale reflektorer som når ned til et nivå på 659-660 m o.h. Dette er samme gjenfyllingsstruktur som omtalt for profil G10 figur 2. Skråreflektorer i underliggende breelavsetninger (oransje) kommer helt opp mot laggrensen og indikerer at grenseflaten er en erosjonsoverflate. Øverst på avsetningen er det i området pos. 27-57 m et topplag (blått) på opptil vel 2 m tykkelse og som viser interne skråreflektorer med fall mot sør. Dette laget regnes å utgjøre selve strandvullen. Sør og nord

for dette området i figur 4 kan det også være strandavsetninger, men tykkelsen må stort sett være mindre enn 1 m. For strandvullen er det oppnådd betydelig bedre oppløsning ved å benytte den høyeste antennefrekvensen (200 MHz).



**Figur 4:** Utsnitt 1 av Profil G9 (200 MHz) med geologisk tolkning (Tegnforklaring se fig. 2).



**Figur 5:** Utsnitt 2 av Profil G9 (200 MHz) med geologisk tolkning (Tegnforklaring se fig. 2).

**Figur 5** viser geologisk tolkning for et utsnitt av profil G9 og er en direkte fortsettelse mot NNV av utsnittet i figur 4. Det er et tynt overflatelag som kan være strandvasket materiale (blått), men det kan også ha annen opprinnelse. Breelvavsetningene (oransje) har markerte skråreflektorer med fall mot nord langs profilet. Skråreflektorene når helt opp til overflatelaget. Dette tyder på at toppen av breelvavsetningen representerer en erosjonsflate og at opprinnelig antatt overflate av et breelvdelta må ha ligget en del meter høyere. Mest sannsynlig har deltaet vært utsatt for en betydelig strøm- eller elveerosjon, men bølgeerosjon kan også ha vært av betydning i området, særlig i de høyestliggende delene.

#### 4. SAMMENFATNING

Ved lokalitetene Geitryggen og Ripan, begge antatte breelvdeltaer, er det med den anvendte antennefrekvensen på 200 MHz gjennomgående oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde på rundt 15 m, men begrensningen mot dypet er diffus. Ved begge lokalitetene er det påvist skråreflektorer som indikerer breelvmateriale i deltaiske avsetninger med avsetningsretning mot nord.

I sørlige del av området ved Geitryggen er det et opptil 5 m tykt topplag dominert av nær horisontale reflektorer, og det regnes at dette materialet er avsatt i en senere fase. Det regnes at det har foregått en bølge/strømerosjon i det øvre laget inn mot toppflaten i sør, og at det opptrer 0,5-2 m tykke strandavsetninger i overflaten nordafor.

I nordlige del av området ved Ripan kommer det under et visst nivå inn avsetninger med nær horisontale reflektorer. I øst er disse indikert fra under 630 m o.h. og lenger vest under 615 m o.h. Dette regnes å være distale bunnsedimenter fra utbyggingen av breelvdeltaet mot nord. Skrålagningen i breelvdeltaet kommer stort sett helt opp mot terrengoverflaten eller opp mot strandavsetninger i sørlige del av området. Dette kan tyde på at breelvdeltaet opprinnelig ble bygd opp til et noe høyere nivå mot nord, men at det har blitt skåret ned av strøm- og bølgeerosjon. I sørligste del av området er det to steder indikert 8-10 meter dype gjenfylte groper i overflatematerialet. De kan i utgangspunktet enten være erosjonskanaler eller dødisgroper.

Strandavsetningene opptrer vesentlig i sørligste del av området. Tykkelsen av disse ser ut til å variere betydelig fra under 1 m og opp til 2-3 m under markerte strandvoller. Det er stedvis 2 markerte strandvoller med den sørligste som den største i nivå opp mot 665 m o.h., mens toppunkt for strandvollen nordafor kan ligge et par meter lavere. Strandavsetningene vises stort sett som nær overflateparallele reflektorer, men langs ett profil kan det i den store strandvollen sees skrålag med fall mot sør. Dette profilet ble også målt med 100 MHz antenner. Den tilsynelatende dybderekkevidden økes noe til rundt 25 m i sørlige del og til 20 m i nord. For strandvollen er det oppnådd betydelig bedre oppløsning med den opprinnelige antennefrekvensen (200 MHz).

Georadarmålingene og noen få testprøver av rundingsgrad på stein og grus i strandvoller og i breelvmateriale like under vollene støtter ganske entydig den tidligere tolkningen (jfr. Østeraas 1977, o.a.) av subaeril deltautbygging og påfølgende strøm- og bølgeerosjon med strandvolldannelse. De eldste delene av deltautbyggingen dekkes ikke av disse georadarmålingene, og kan være dannet i subglasiale kamre, slik det er påvist for høyereliggende terrasser og andre breelvavsetninger assosiert til eldre bresjøfaser i regionen (Øvre Glåmsjø og eldre, høyereliggende nivåer), og også for innledningen av Nedre Glåmsjø bresjøfase i Alvdalsområdet (Follestad 1997, Follestad og Thoresen 1999).

## 5. REFERANSER

- Follestad, B.A. 1997: Preliminary report on the research project: Upper and Lower Glomsjø - subglacial waterways or open lakes?  
*Norges geologiske undersøkelse, Bulletin 433, 50-51.*
- Follestad, B.A. & Thoresen, M. 1999: Geologiske severdigheter langs bil- og sykkelveier og turstier i Alvdal. *Norges geologiske undersøkelse, Gråsteinen 4, 40s.*
- Olsen, L. 1983: Rundingsanalyser på grus- og steinpartikler – et nyttig hjelpemiddel ved undersøkelser av løsmassenes genese. *Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 379, 20s.*
- Thoresen, M. & Follestad, B.A. 1999: Alvdal kommune. Kvartærgeologisk kart i M 1:60 000.  
*Norges geologiske undersøkelse.*
- Østeraas, T. 1977: Ripan Naturresevat i Nord-Østerdalen.  
*Rapport Norges Landbrukshøgskole, Miljøverndepartementet 45s..*

## Kartkoordinater for georadarprofiler (G1-G9) og CMP-målinger målt 14.-16. sept. 2009 i Tynset kommune.

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

### Geitryggen (G1 - G3)

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G1x0	6902394	590902
G1x28,8	6902420	590890
G1x44,8	6902436	590887
G1x75	6902459	590876
G2x0	690397	590920
G2x44,6	6902443	590914
G2x52	6902443	590901
G2x86,2	6902471	590897
G3x0	6902405	590941
G3x54,6	6902463	590927

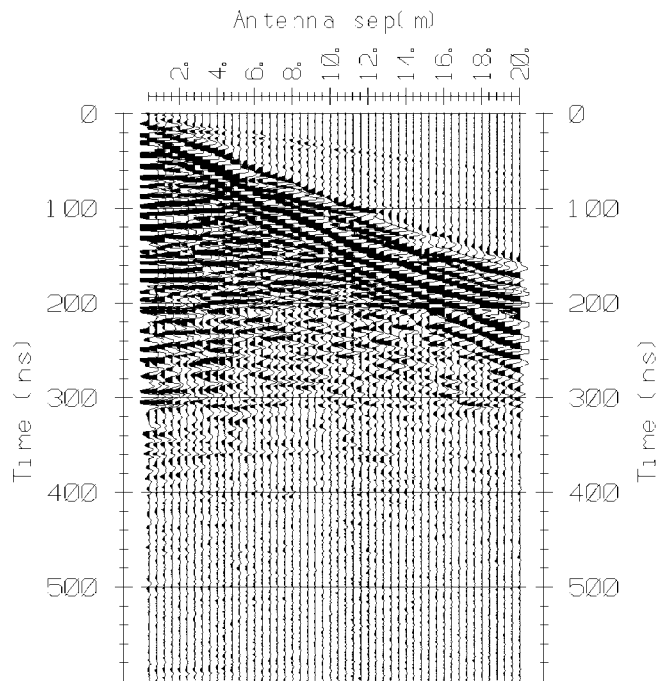
### Ripan (G4 - G11) og CMP1 - CMP3

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G4x0	6901986	589794
G4x58	6902031	589821
G4x91,8	6902066	589829
G5x0	6902020	589808
G5x54,4	6902070	589814
G6x0	6901998	589714
G6x31	6902029	589707
G6x113	6902109	589714
G6x146,6	6902140	589717
G6x206	6902200	589727
G6x318	6902309	589729
G7x0	6902314	589716
G7x110	6902209	589691
G7x138,2	6902181	589696
G8x0	6902181	589696
G8x33,4	6902177	589722
G8x61,6	6902165	589747
G8x88	6902165	589770
G9x0	6902057	589487
G9x35,2	6902086	589488
G9x52,6	6902103	589484
G9x129	6902174	589451
G9x205	6902240	589414
G9x237	6902276	589417
G9x463	6902465	589284
G10x0	6902000	589820

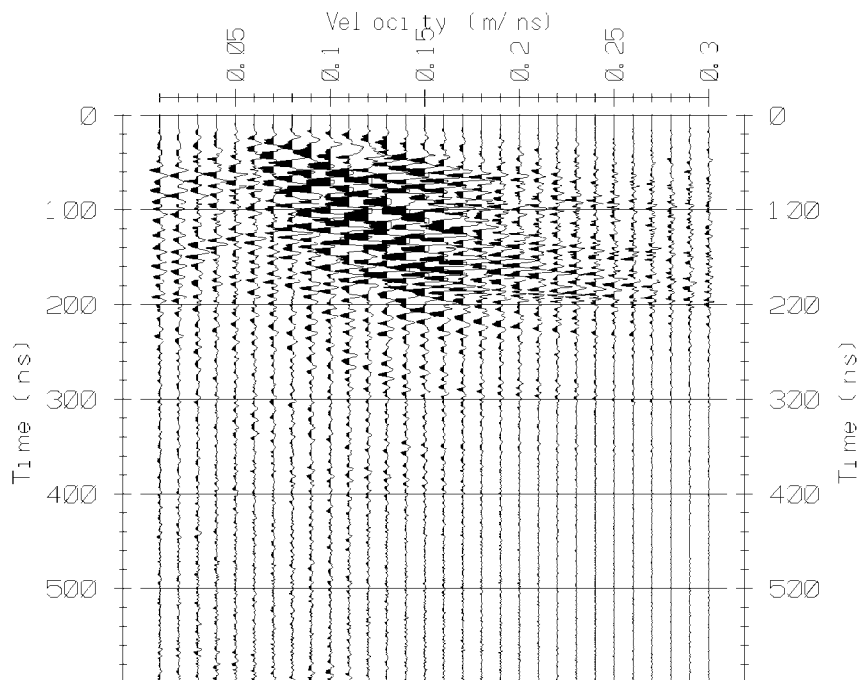
G10x120	6902030	589699
G10x176	6902056	589657
G10x223	6902060	589608
G10x263,6	6902073	589570
G10x283,6	6902077	589551
G10x346,4	6902088	589488
G10x455	6902080	589378
G10x513	6902058	589327
G10x560,5	6902058	589280
G10x650	6902024	589195
G11x0	6901985	589222
G11x41,6	6902028	589196
G11x139	6902117	589167
G11x160,2	6902140	589159
CMP1	6902048	589827
CMP2	6902145	589716
CMP3	6902209	589691

# Tynset 2009, CMP1, lokalisert ved pos. 72 m i G4

## CMP-opptak

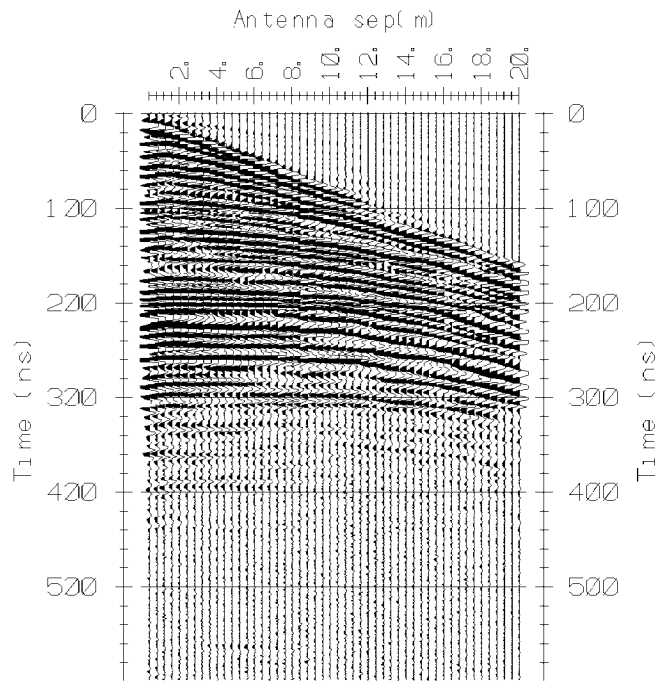


## Hastighetsanalyse

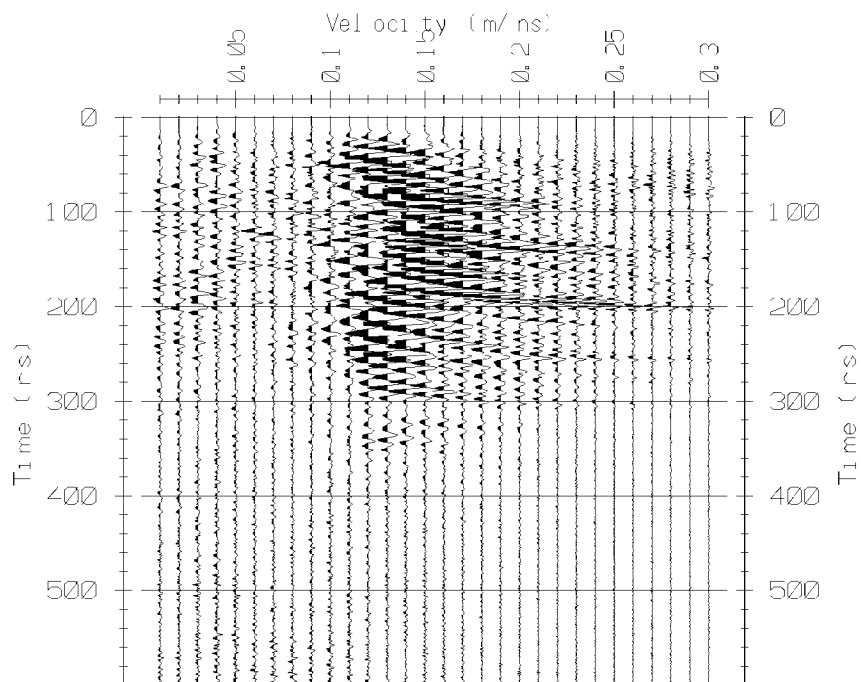


# Tynset 2009, CMP2, lokalisert ved pos. 150 m i G6

## CMP-opptak



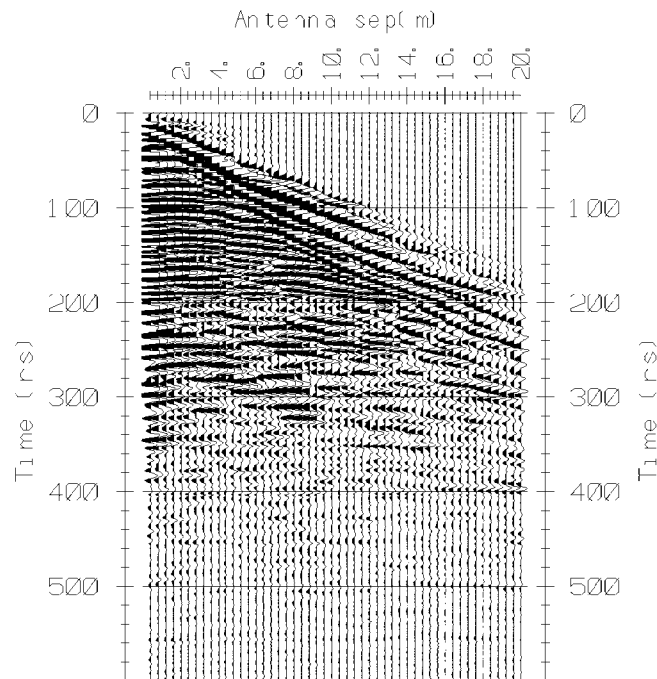
## Hastighetsanalyse



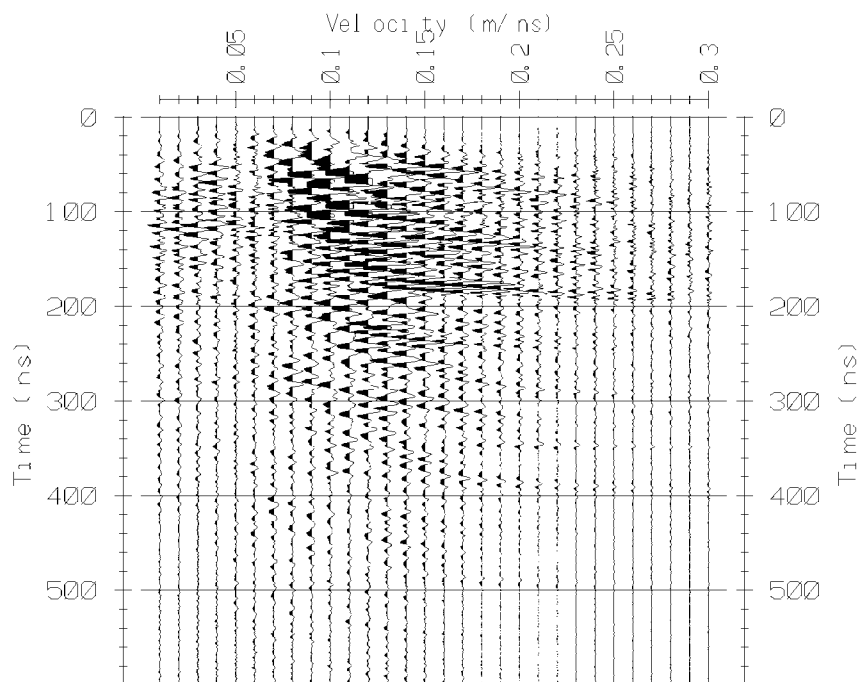


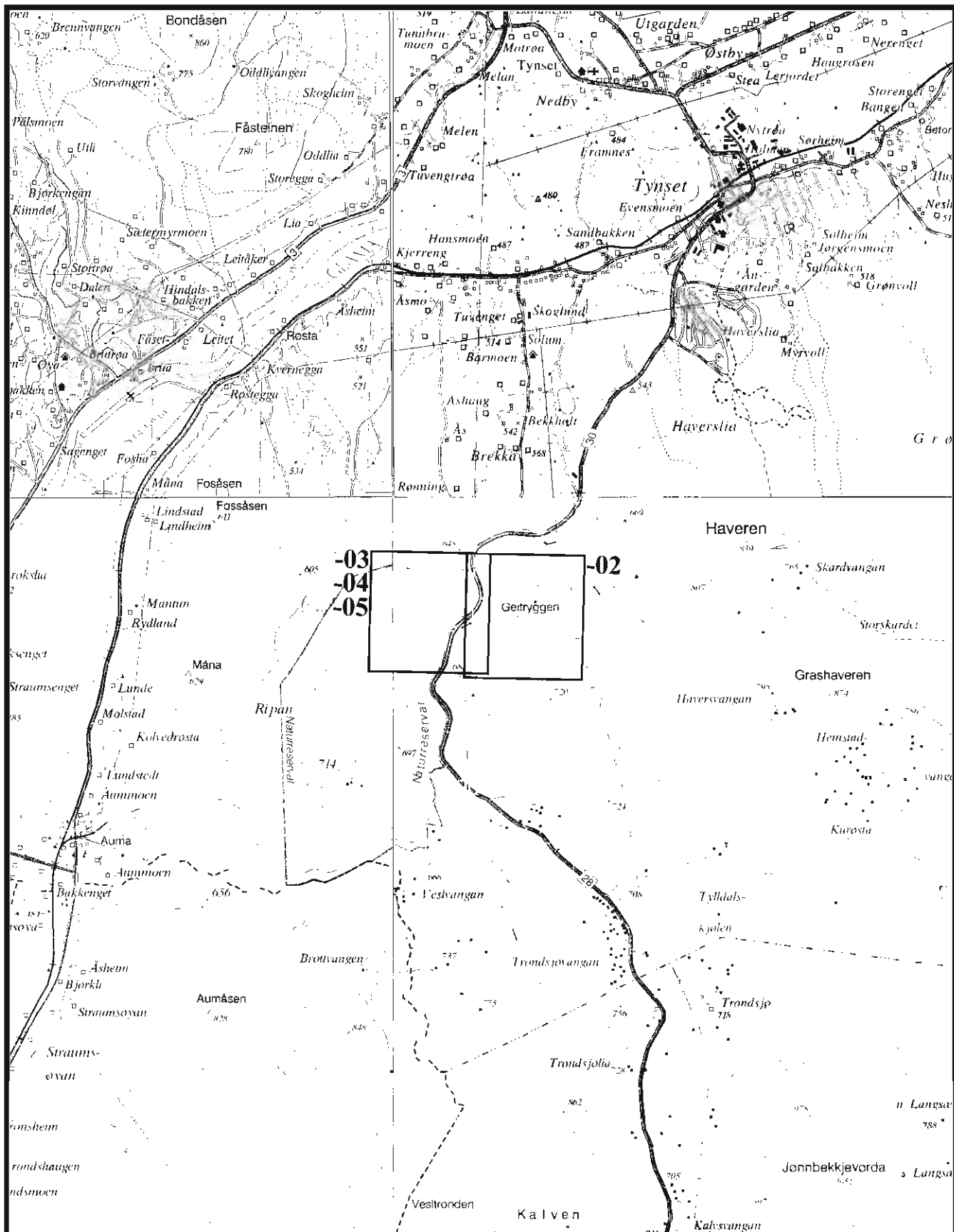
# Tynset 2009, CMP3, lokalisert ved pos. 110 m i G7

## CMP-opptak



## Hastighetsanalyse





NGU  
OVERSIKTSKART

# TYNSET

TYNSET KOMMUNE, HEDMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN JFT

TRAC

KFR

SEP. 2009

SEP. 2015

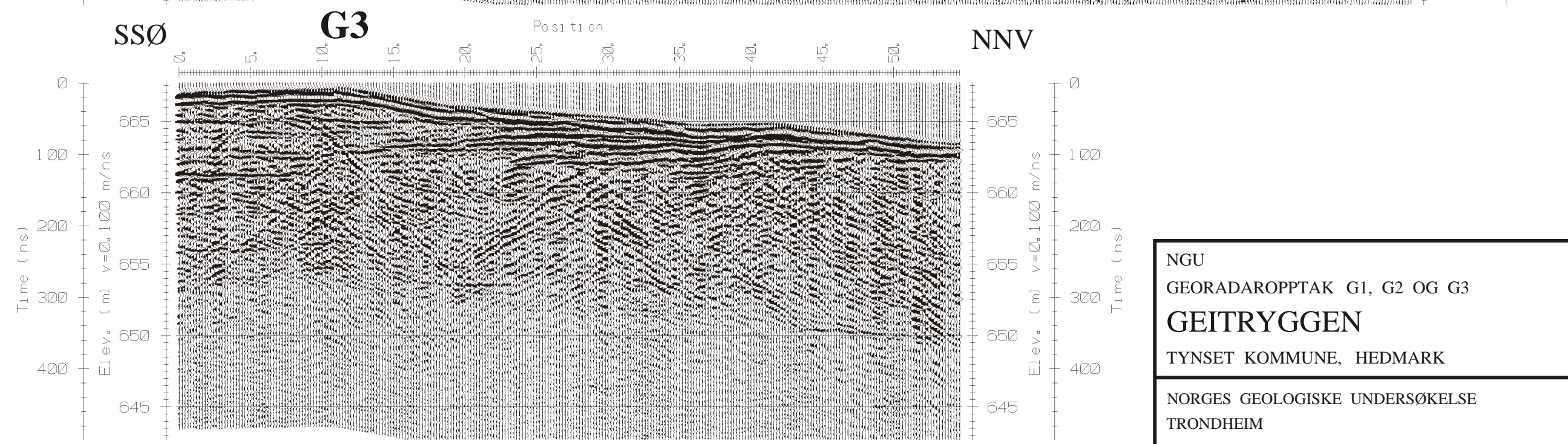
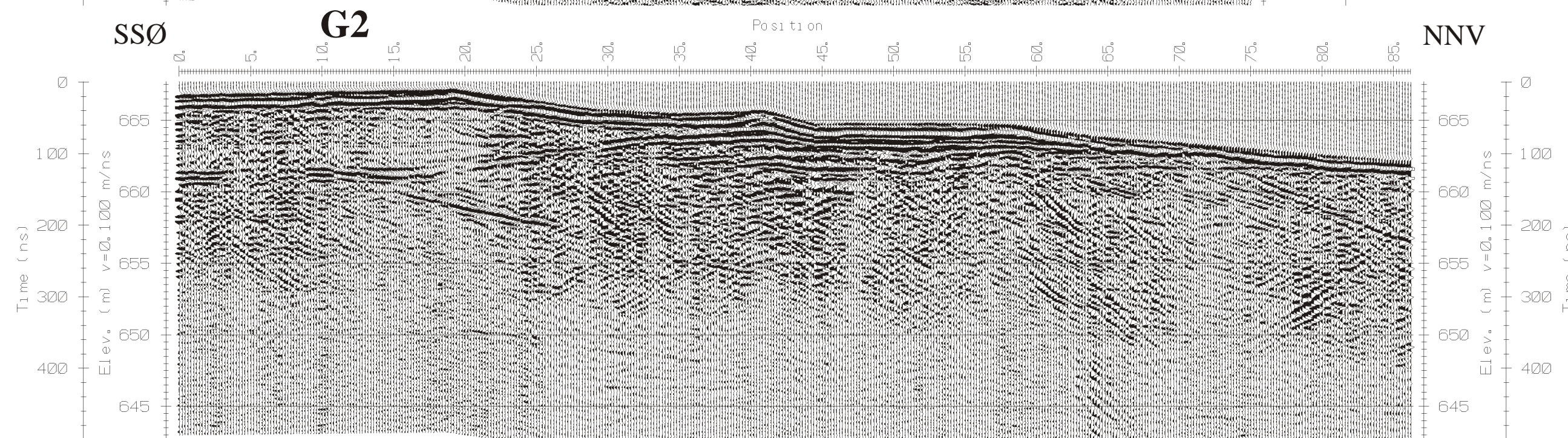
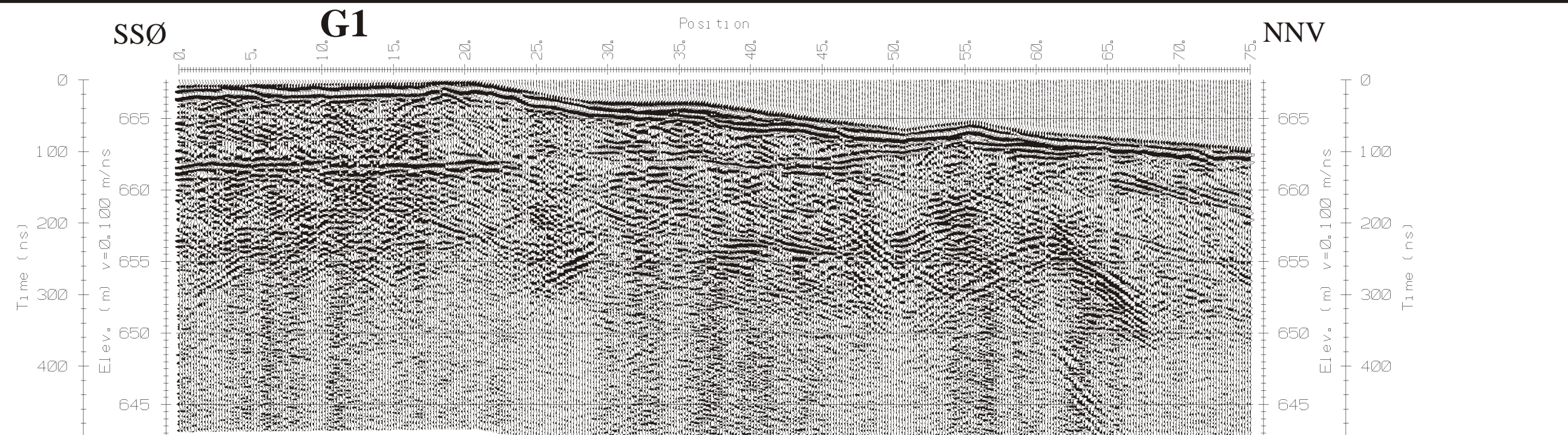
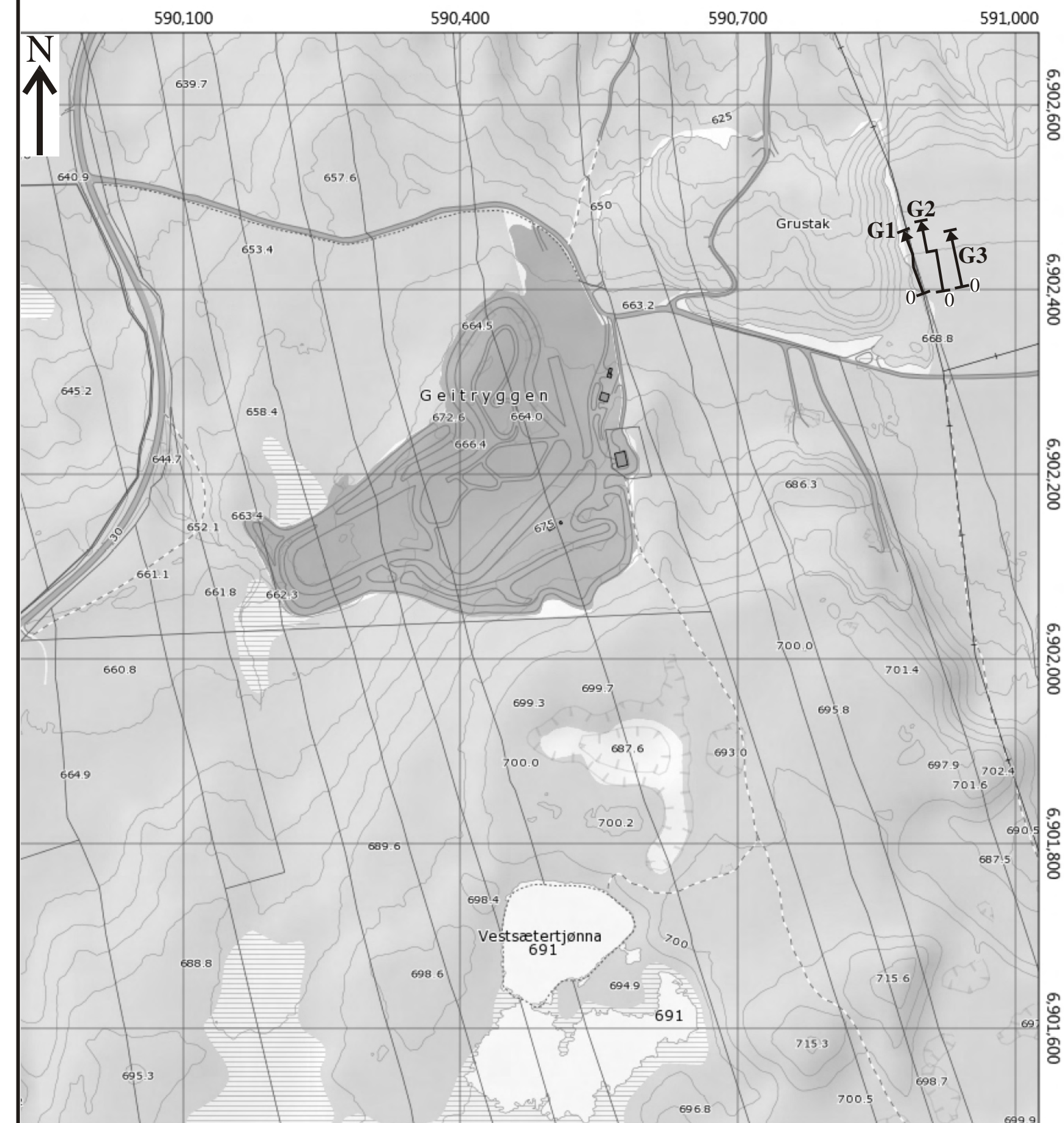
KARTBILAG NR  
2015.052-01

KARTBLAD NR  
1619 II, 1619 III

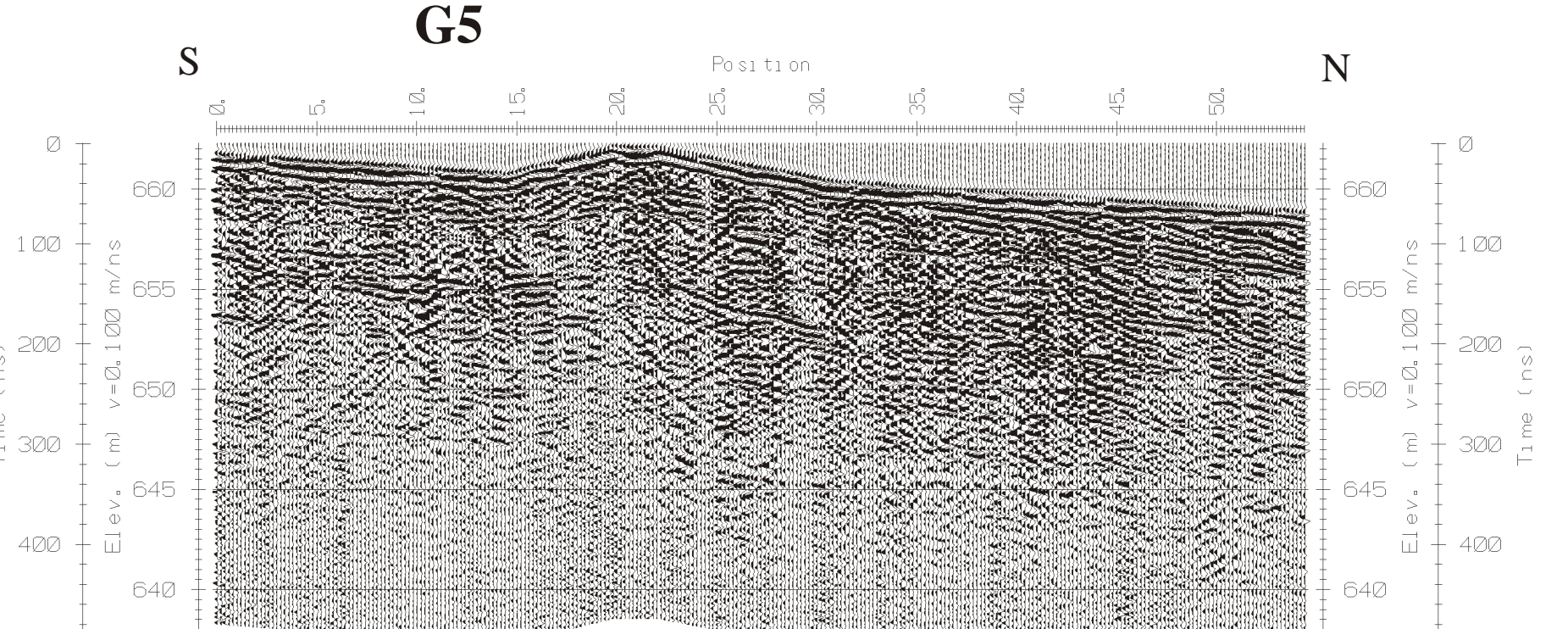
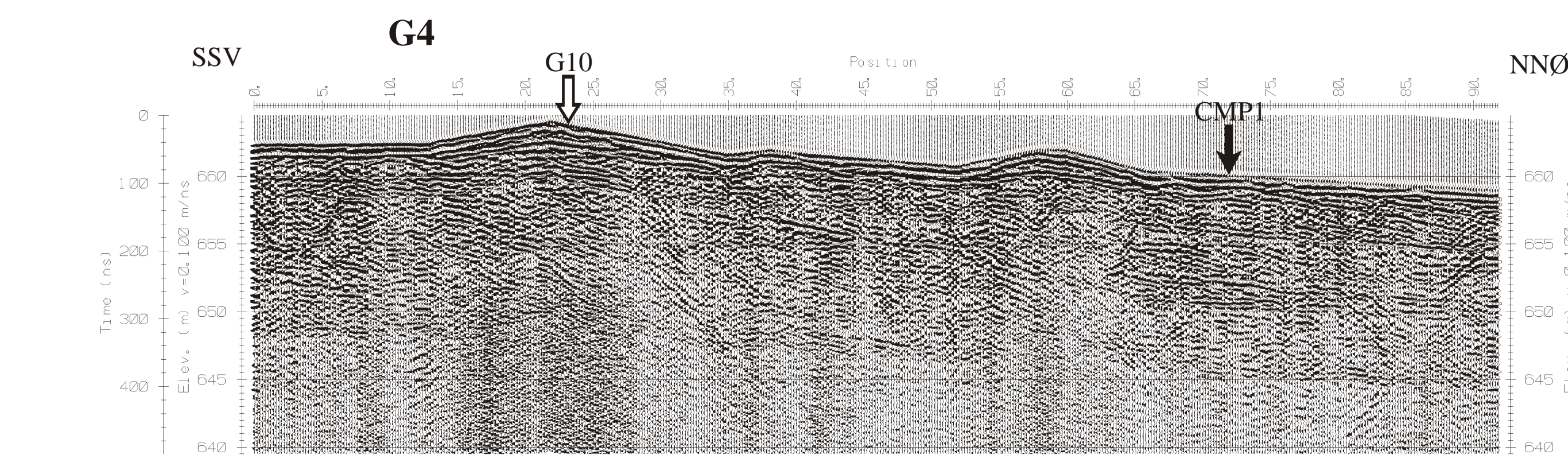
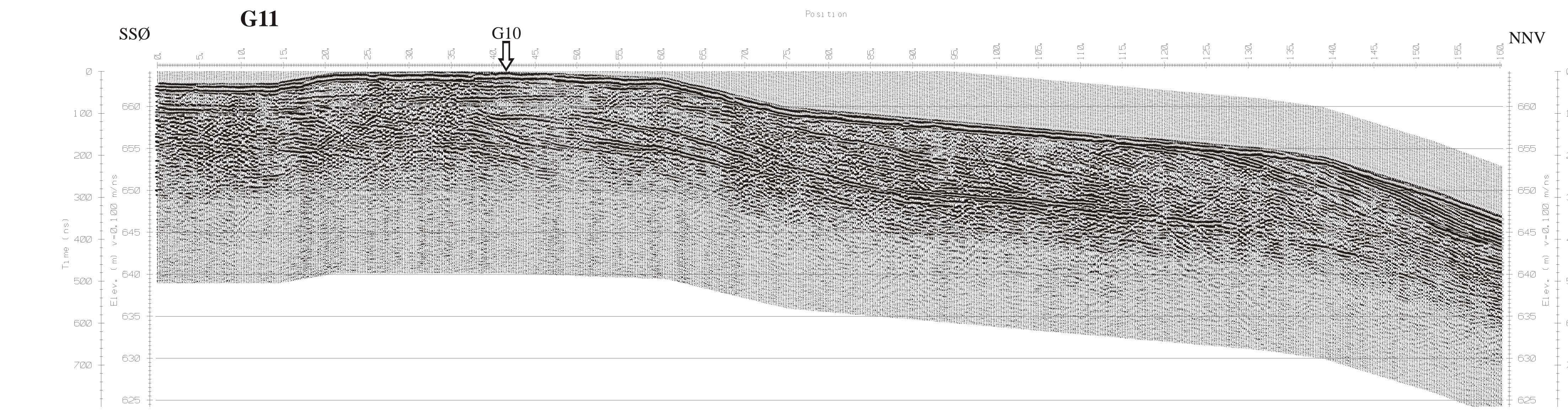
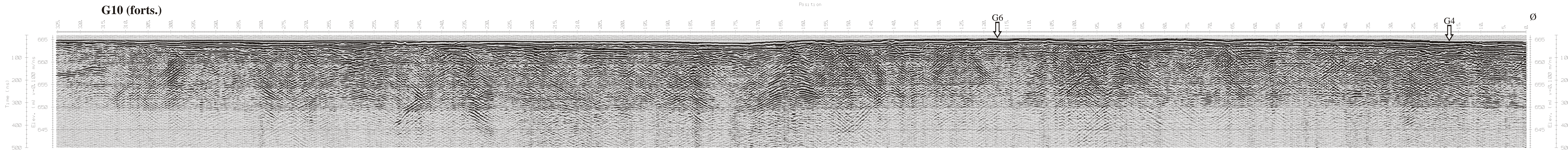
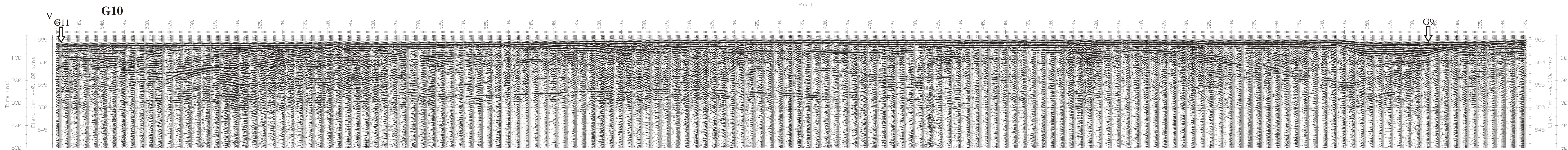
TEGNFORKLARING KART





Georadarprofil

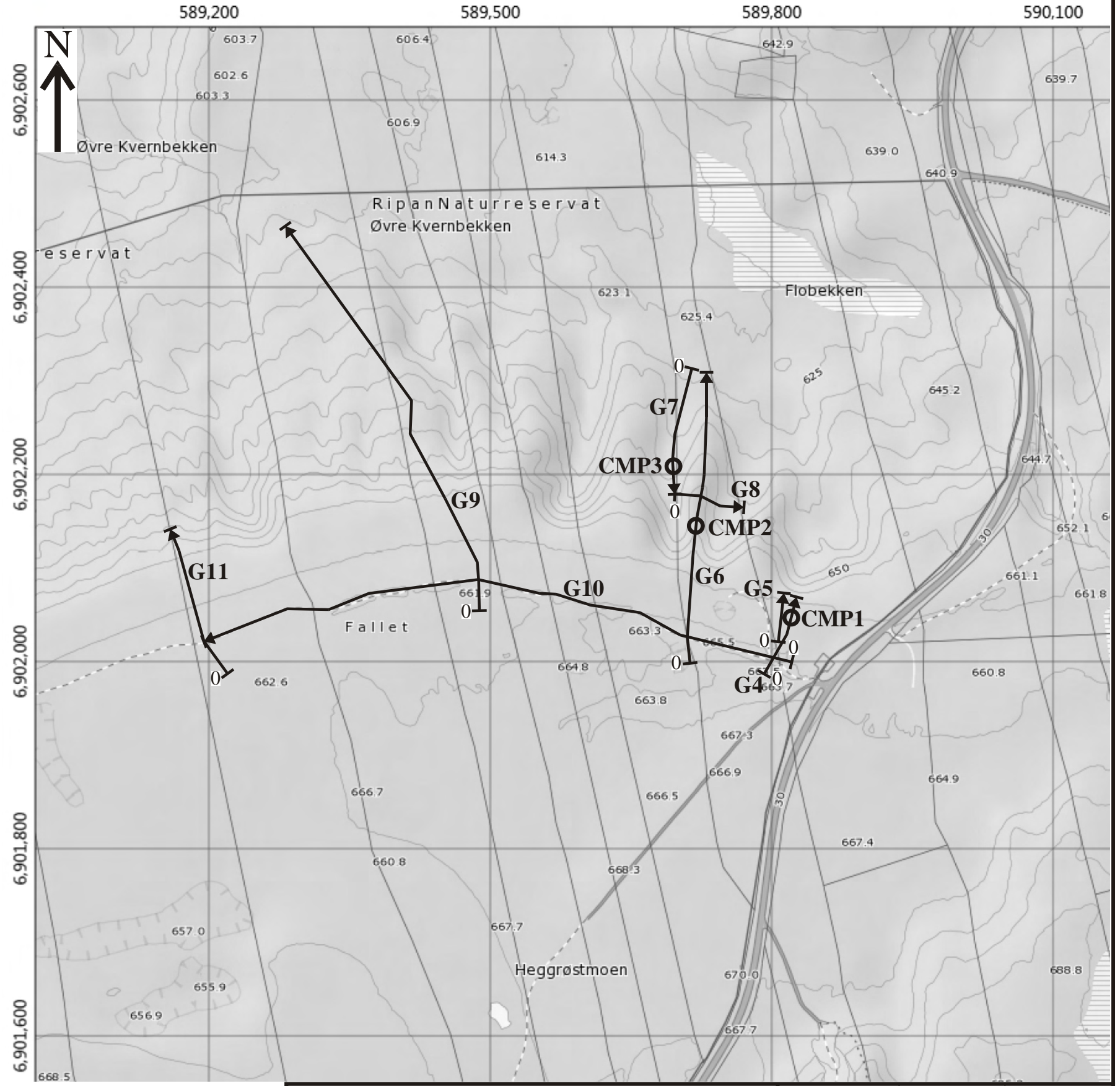


NGU GEORADAROPPTAK G1, G2 OG G3 <b>GEITRYGGEN</b> TYNSET KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	SEP. 2009
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	SEP. 2015
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2015.052-02	KARTBLAD NR 1619 II	



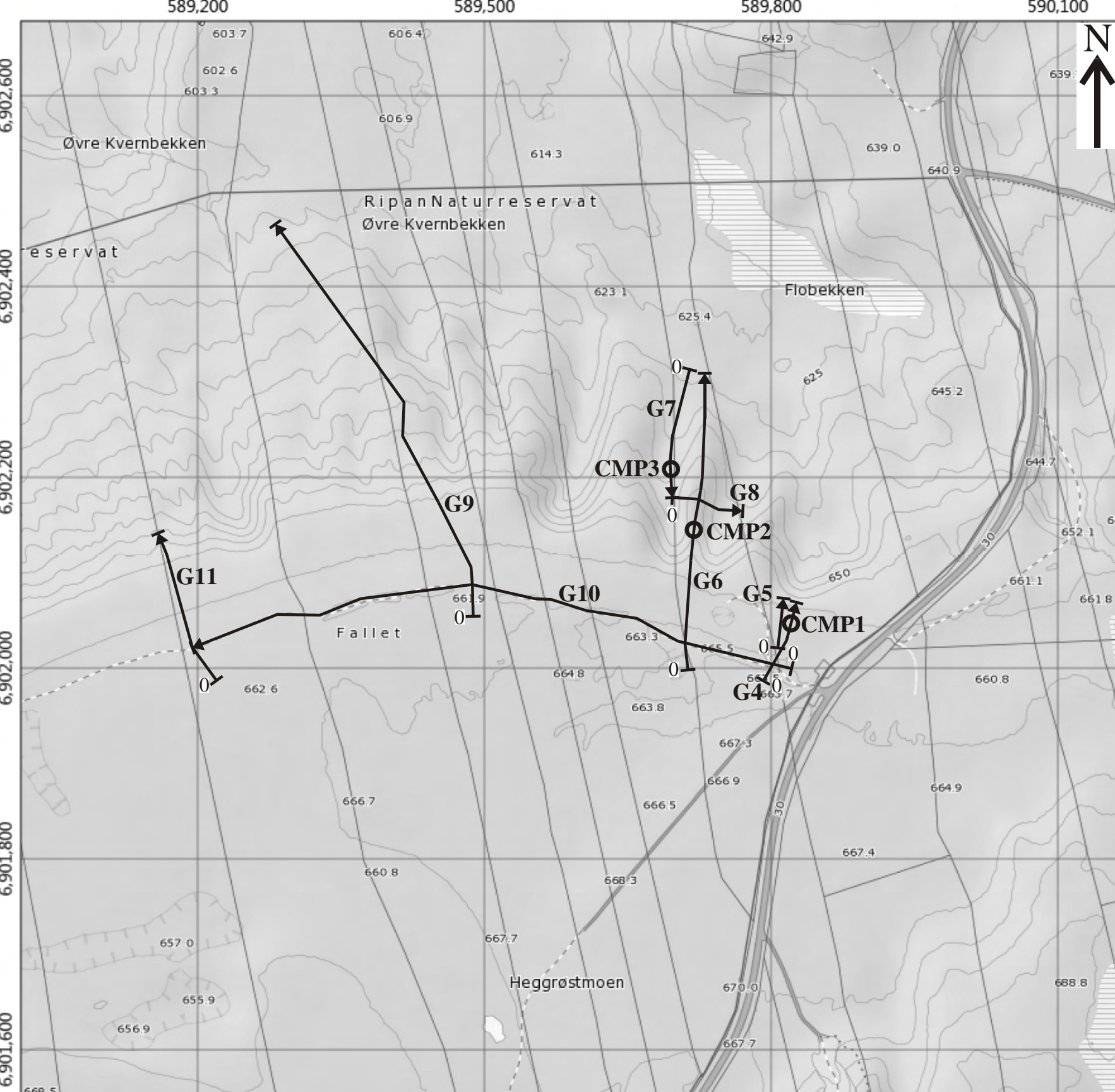
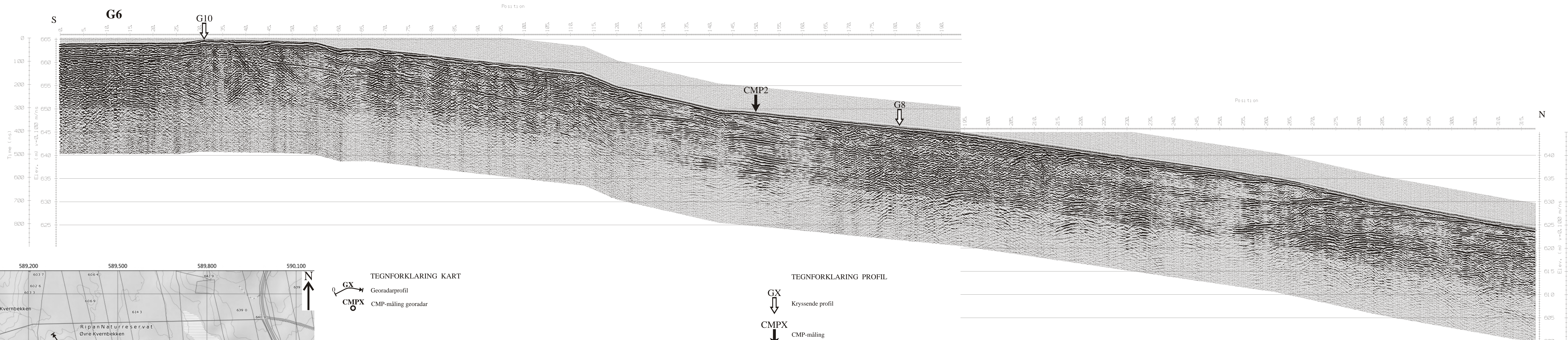
TEGNFORKLARING PROFIL

-  Kryssende profil
-  CMP-måling



TEGNFORKLARING KART  
 Georadarprofil  
 CMP-måling georadar

NGU GEORADAROPPTAK G4, G5, G10 OG G11	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP. 2009 SEP. 2015
RIPAN TYNSET KOMMUNE, HEDMARK		KARTBILAG NR 2015.052-03	KARTBLAD NR 1619 II, 1619 III
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			

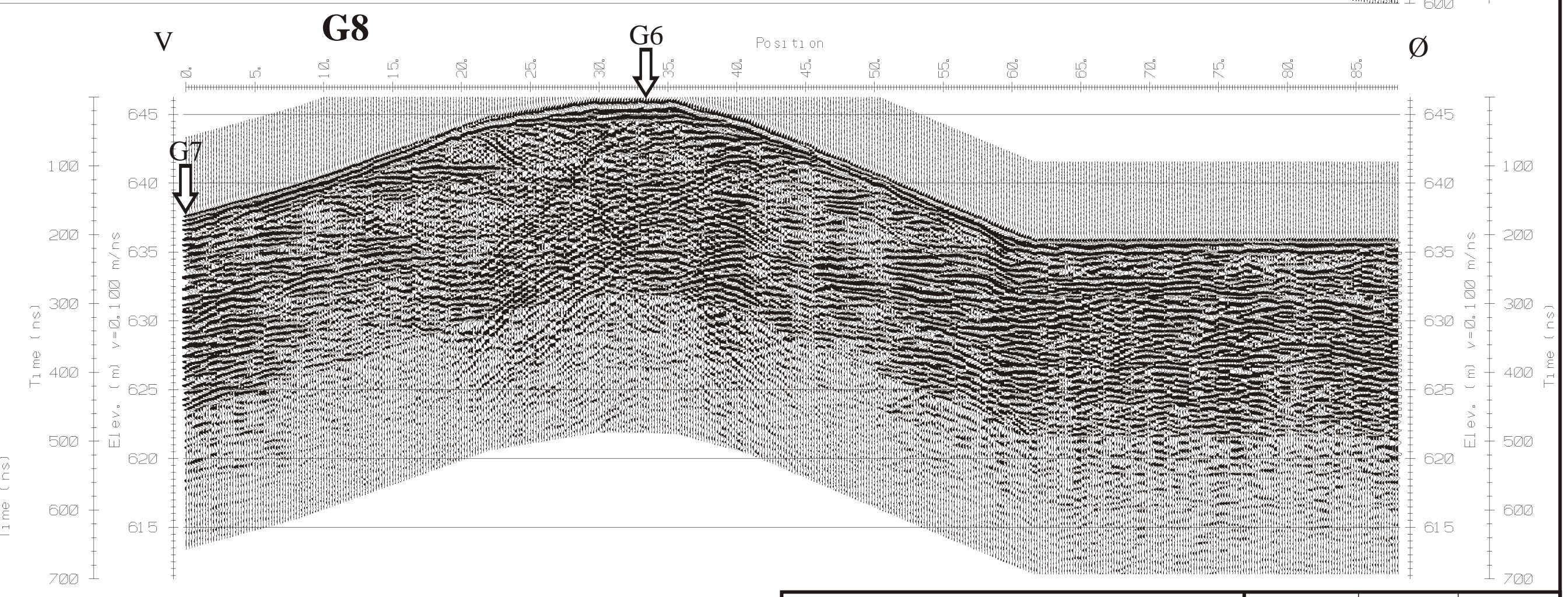
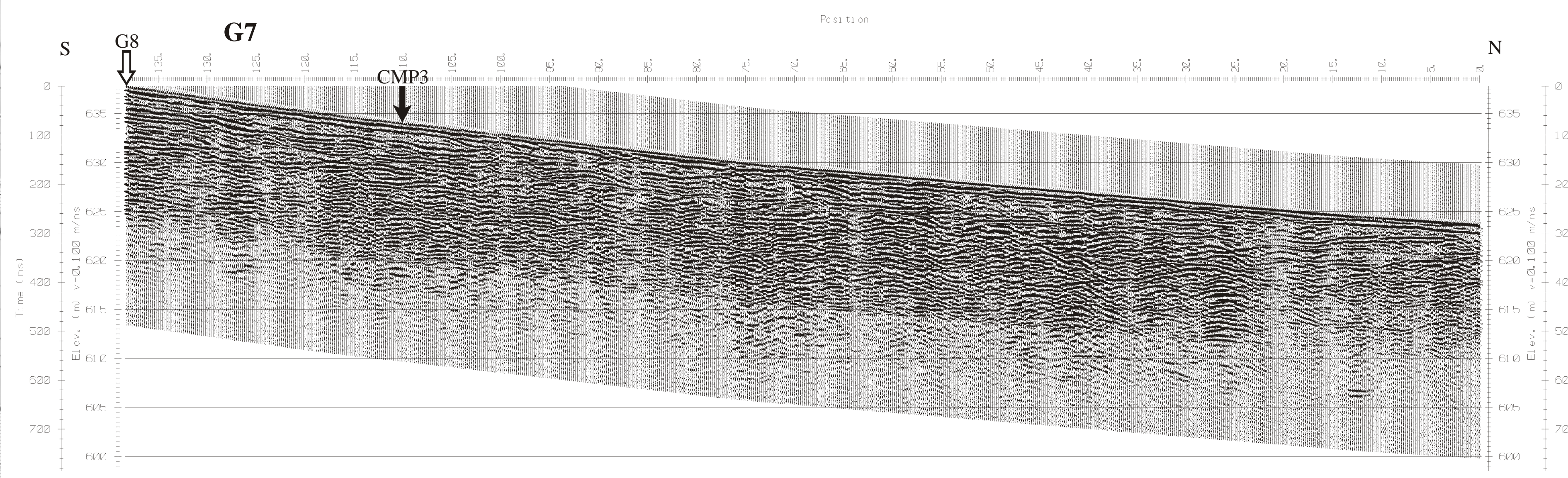


TEGNFORKLARING KART

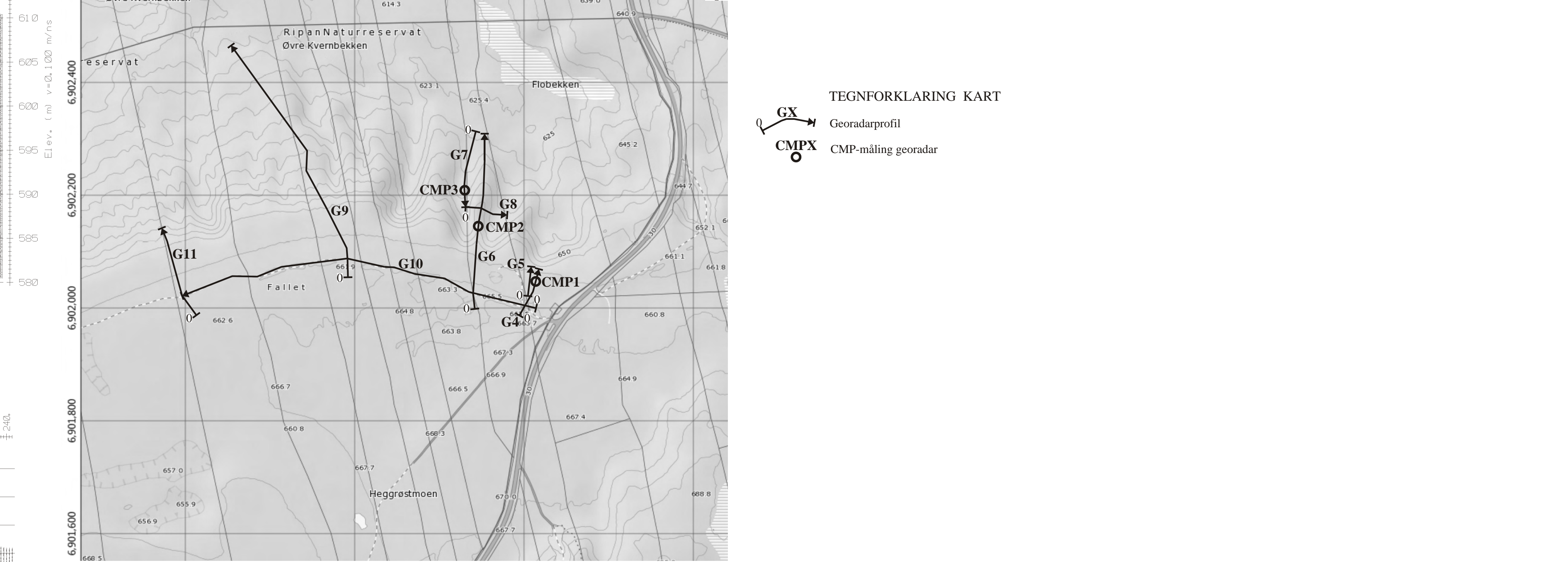
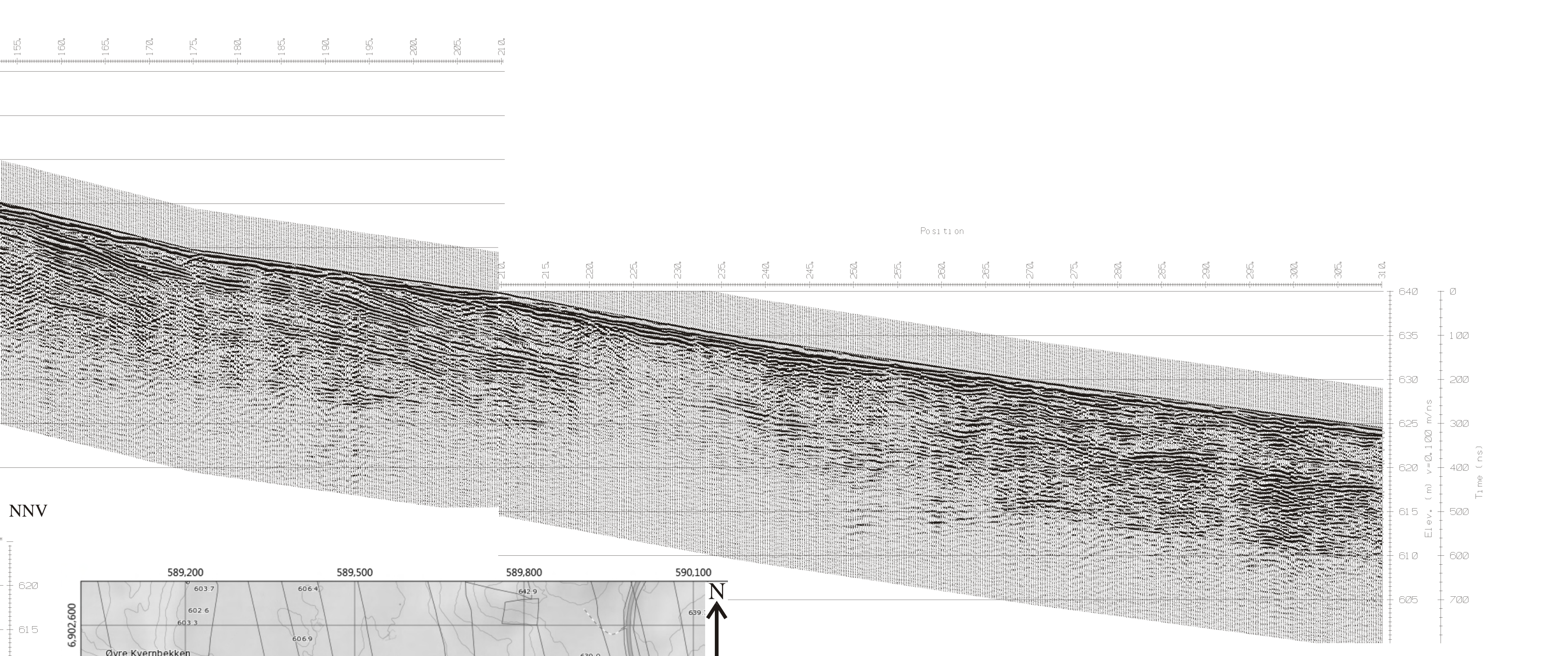
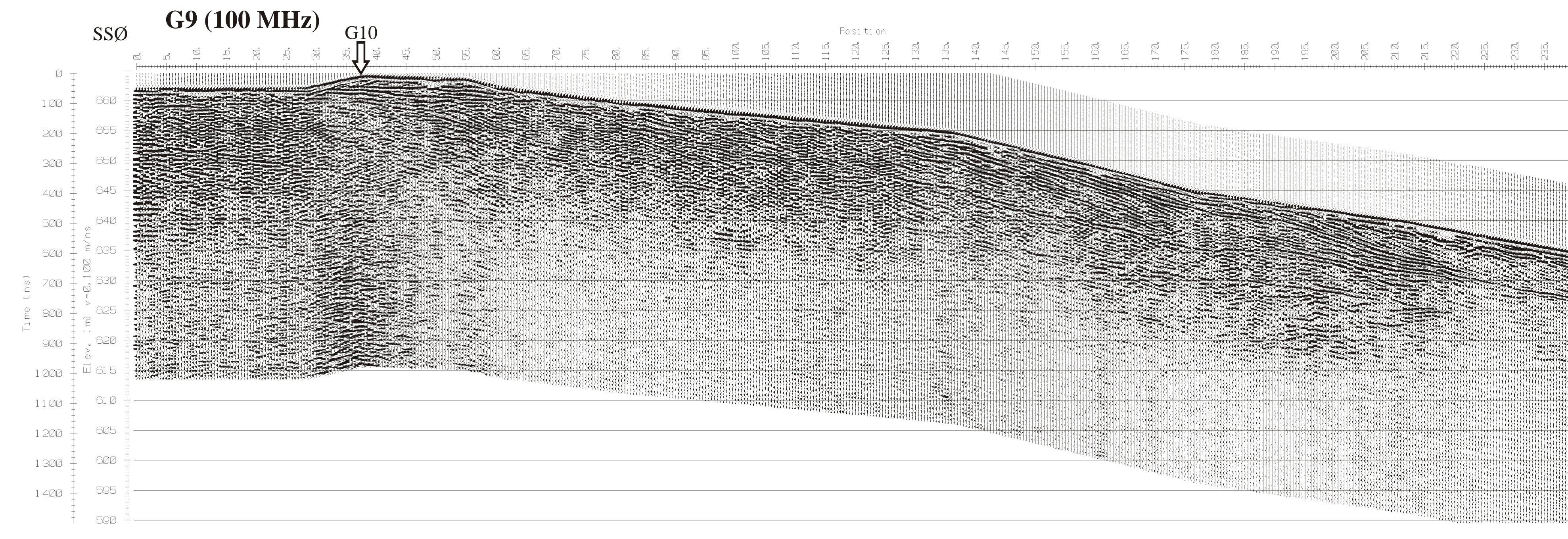
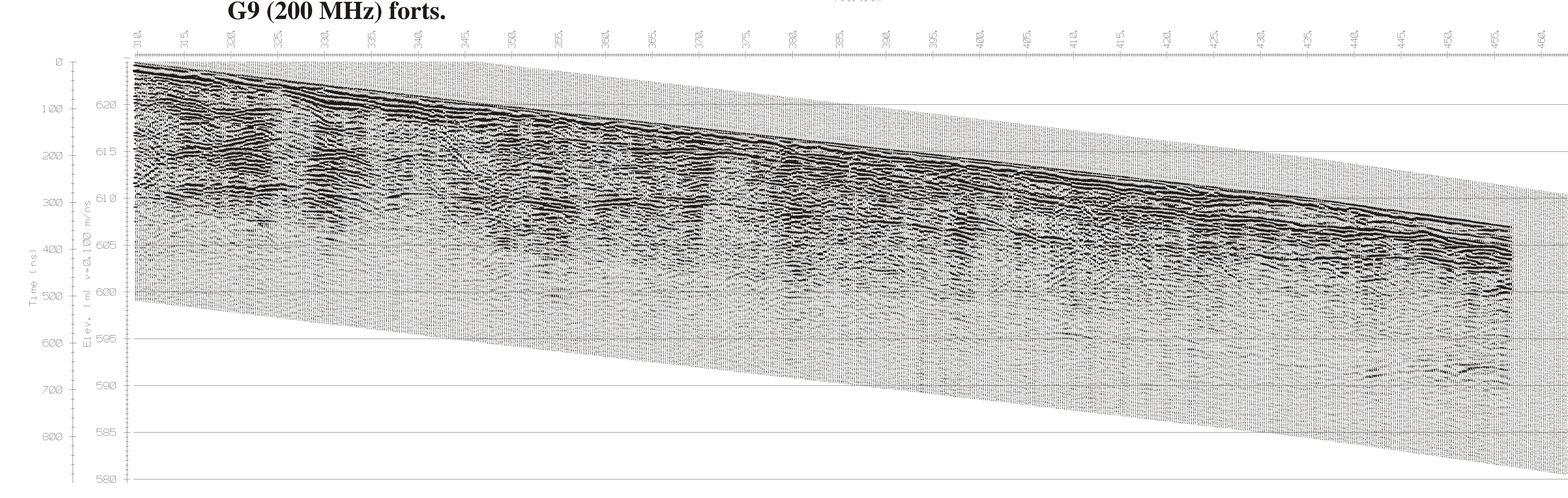
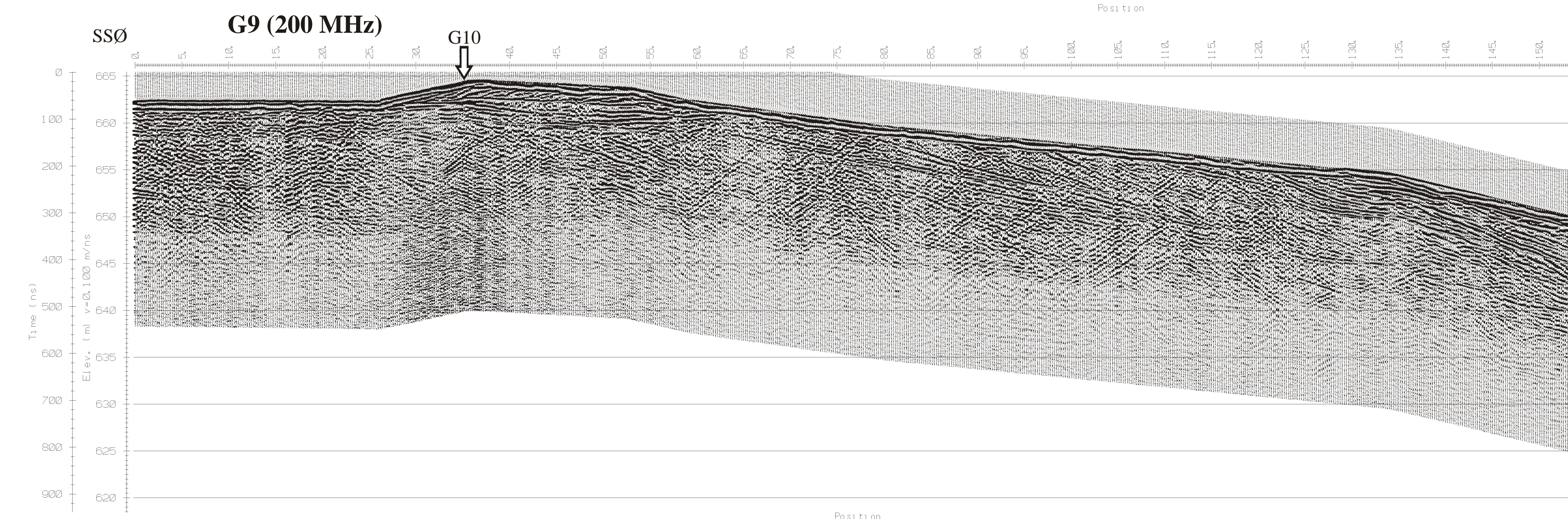
GX → Georadarprofil  
 ○ CMPX ○ CMP-måling georadar

TEGNFORKLARING PROFIL

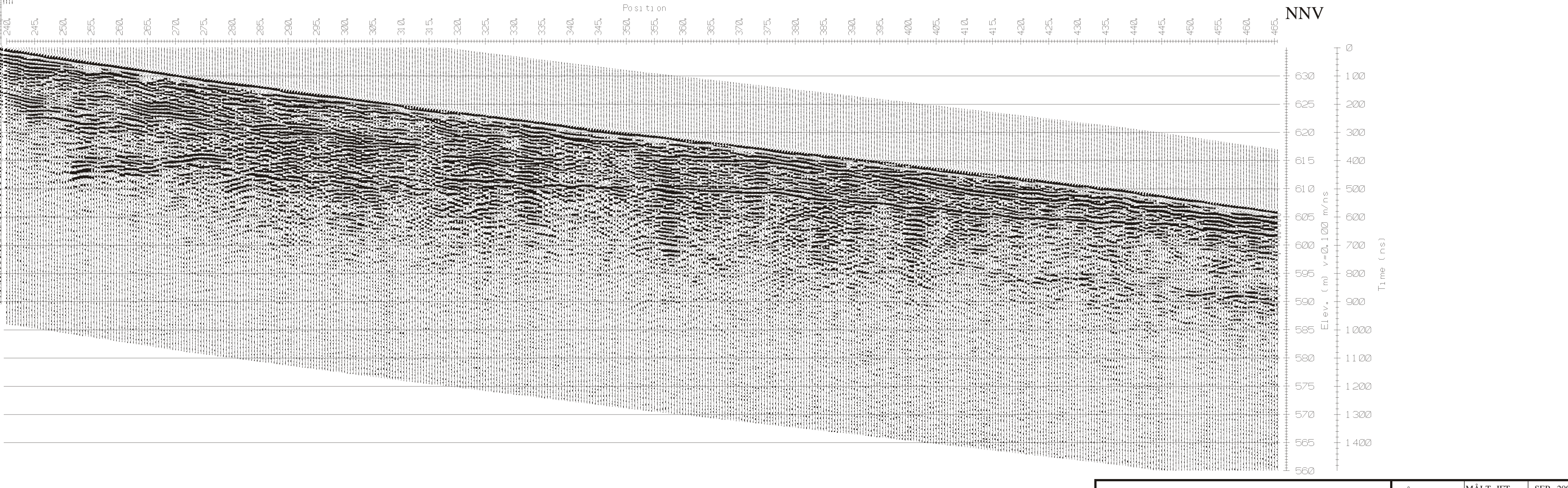
GX ↓ Kryssende profil  
 ↓ CMPX ↓ CMP-måling



NGU GEORADAROPPTAK G6, G7 OG G8 <b>RIPAN</b> TYNSET KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	SEP. 2009
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	SEP. 2015
		TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2015.052-04	KARTBLAD NR 1619 II, 1619 III	



TEGNFORKLARING KART  
 GX Georadarprofil  
 CMPX CMP-måling georadar



TEGNFORKLARING PROFIL  
 G10  
 ↓  
 Kryssende profil

NGU GEORADAROPPTAK G9 <b>RIPAN</b> TYNSET KOMMUNE, HEDMARK	MÅLSTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP. 2009 SEP. 2015
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR 2015.052-05	KARTBLAD NR 1619 II, 1619 III



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)