



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2015.042	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Georadarmålinger for løsmassekartlegging i Ørsta kommune i 2014			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen og Louise Hansen		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Ørsta	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1119 II Volda	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 12	Pris: 155,-
		Kartbilag: 5	
Feltarbeid utført: 23.-25.09.2014	Rapportdato: 02.11.2015	Prosjektnr.: 356400 (356600)	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
Sammendrag: NGU har i 2014 utført georadarmålinger i forbindelse med løsmassekartlegging i Ørsta kommune i Møre og Romsdal fylke. Målingene er utført ved lokalitetene Åmås og Nosa sør for Ørstaelva og Mo nord for elva. Formålet med georadarmålingene var å framskaffe informasjon om løsmassetypene og kartlegge variasjoner både horisontalt og vertikalt i løsmassene og eventuelt påvise fjelloverflatens beliggenhet som støtte til kvartærgeologisk kartlegging av området. Målingene omfatter 29 georadarprofiler med samlet lengde 6640 m. Denne rapporten presenterer måleopplegg (metode, utførelse og prosessering) og utskrift av alle georadaropptakene. For hvert område blir det gitt en kort omtale av resultatene og en overordnet geologisk tolkning. Tilsynelatende dybderekkevidde og refleksjonsstrukturer i georadaropptakene varierer betydelig både mellom områdene og innen hvert område. Ved Åmås er det oppnådd dybderekkevidde på over 20 m nede på plataet i SV, mens den er redusert til 5-8 m over åsryggen i NØ. Data støtter tolkning av et tidligere havnivå i området på rundt 68 m o.h. Dette nivået er dermed et minimum for marin grense i området. Avsetningene under plataet i sørvest er breelvavsetninger, mens åsryggen regnes å være dominert av morenemateriale. Ved Nosa er dybderekkevidden stort sett rundt 15 m, men er noe mindre i sør. Data støtter en tolkning av området som bestående av elve(delta)avsetninger av varierende tykkelse over andre løsmassetyper. Ved Mo er dybderekkevidden mindre enn 10 m i NØ, og avsetningene er tolket å være morenemateriale. Nede på plataet i SV er det registrert deltaavsetninger som når opp i over 10 meters tykkelse lengst SV. Data viser at hav- og fjordavsetninger generelt kan finnes på større dyp enn dette innen det undersøkte plataområdet.			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasser	Kartlegging		
		Fagrapport	

INNHold

1.	INNLEDNING	4
2.	MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3.	RESULTATER	5
3.1	Åmås (G1-G15).....	5
3.2	Nosa (G16-G24).....	5
3.3	Mo (G25-G29).....	6

DATABILAG

1. Kartkoordinater for georadarprofiler (G1-G29) og CMP-målinger (CMP1 og CMP2)
2. Hastighetsanalyse (CMP1)
3. Hastighetsanalyse (CMP2)

KARTBILAG

- 2015.042-01 Oversiktskart Ørsta (M 1:50 000)
- 2015.042-02 Åmås. Utskrift av georadaropptak G1-G3 og G8-G12 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.042-03 Åmås. Utskrift av georadaropptak G4-G7 og G13-G15 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.042-04 Nosa. Utskrift av georadaropptak G16-G24 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2015.042-05 Mo. Utskrift av georadaropptak G25-G29 og Lokalkart (M 1:5 000)

1. INNLEDNING

NGU har i 2014 utført georadarmålinger i forbindelse med løsmassekartlegging i Ørsta kommune i Møre og Romsdal fylke. Målingene er utført ved lokalitetene Åmås og Nosa sør for Ørstaelva og Mo nord for elva. 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 og eventuelt påvise fjelloverflatens beliggenhet. Informasjonen har vært til hjelp ved den kvartærgeologiske kartleggingen av området.

Målingene omfatter 29 georadarprofiler med samlet lengde 6640 m. I tillegg ble det utført 2 CMP-målinger for beregning av radarbølgehastigheten i grunnen. Lokaliseringskart for alle målingene (M 1:5 000) er vist i kartbilagene -02 og -03 for Åmås, -04 for Nosa og -05 for Mo. Feltarbeidet ble utført 23.-25. september 2014 av forsker Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og student Kjetil Haukvik (NTNU).

Denne rapporten presenterer måleopplegg (metode, utførelse og prosessering) og utskrift av alle georadaropptakene. For hvert område blir det gitt en kort omtale av resultatene og en overordnet kvartærgeologisk tolkning.

2. MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO PRO (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 100 MHz. Opptakstiden var på 1500 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Signalene ble summert ('stacket') 4 ganger ved hvert målepunkt. For å lette gjennomføringen av profilmålingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. Det ble utført en CMP-måling ved Nosa og en ved Åmås 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 (>125 MHz) forsøkt fjernet ved filtrering. Ved utskrift av georadaropptakene (kartbilag -02, -03, -04 og -05) 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, men lokalt 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 og 3) er det benyttet en hastighet på 0,1 m/ns for beregning av høydeskala i

profilutskriftene fra Åmås og 0,08 m/ns for Nosa. Sistnevnte hastighet ble også benyttet for profilutskriftene fra Mo. Det bør anmerkes at resultatene fra hastighetsanalysene er noe upresise. Den lave hastighetsverdien på 0,08 m/ns kan indikere stort sett vannmettet materiale, mens den høyere hastigheten på 0,1 m/ns kan representere umettet materiale. Tørre avsetninger kan ha høyere hastighet enn 0,1 m/ns, og dyp ned til reflektorer kan da være større enn høydeskalaen tilsier. Vannmettet materiale kan også ha lavere hastighet enn 0,08m/ns, og dyp ned til reflektorer kan da være noe mindre enn høydeskalaen viser.

Observert refleksjonsmønster vil være en god indikasjon på hva slags løsmassetypene 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 georadarignalene. 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 Åmås (G1-G15)

Sørvestlige del av måleområdet utgjør et platå i nivå 60-65 m o.h., mens nordøstlige del er en åsrygg med toppunkt 95-100 m o.h. Elvenivået langs nordsiden av avsetningene synker fra ca. 60 m o.h. i nordøst og til under 35 m o.h. i sørvest. Lokalisering av målingene og utskrift av georadaropptakene er vist i kartbilag -02 (Profil G1-G3 og G8-G12) og kartbilag -03 (Profil G4-G7 og G13-G15).

Nede på platået er det gjennomgående oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde i georadaropptakene på over 20 m. Dybderekkevidden avtar betydelig oppover åsryggen mot nordøst og er bare på 5-8 m over toppen av ryggen. Under platået er det registrert betydelig innslag av skrånende reflektorer med fall som kan variere fra SV til SØ, men med sannsynlig hovedretning mot sør. Over åsryggen er det til dels kaotisk refleksjonsmønster uten markerte reflektorer. Fjelloverflaten er ikke tydelig indikert i området.

Skråreflektorene under platået i sørvest representerer breelvavsetninger, mens åsryggens kaotiske refleksjonsmønster indikerer avsetninger dominert av morenemateriale. Bakgrunnen for å utføre georadarmålinger i dette området er todelt. Den ene er å få et forbedret datagrunnlag for å kunne vurdere tidligere havnivå i området. Data tyder på at det har vært litt i overkant av 65 m o.h., kanskje nærmere 68 m o.h. Dette nivået angir dermed et minimum for marin grense i området. Den andre grunnen er å vurdere løsmassenes oppbygging og klassifisering med henblikk på kvartærgeologisk kartfremstilling. For eksempel om breelvavsetningene har vært bygd ut fra en eller flere kilder/dalfører. Data tilsier at materialet er avsatt ut fra dalføret i nordøst. Dette ser ut til å ha kunnet gi mulighet for hel eller delvis avsnøring av en tilstøtende fjordarm langs den nåværende Åmdalselva og forklarer fordelingen av hav- og fjordavsetninger i dette området.

3.2 Nosa (G16-G24)

Måleområdet utgjøres hovedsakelig av et platå i nivå 35-40 m o.h. langs sørsiden av dalen. Ett av profilene (G16) er forlenget nedover nordskråningen av platået og ned på flaten mot elva i nivå 12-15 m o.h. Lokalisering av målingene og utskrift av georadaropptakene er vist i kartbilag -04.

Det er gjennomgående oppnådd en tilsynelatende dybderekkevidde på over 15 m, men både dybderekkevidden og refleksjonsstyrken er noe redusert langs sørligste del av plataået. Lengst NV (G17 og G18) er det indikert skråreflektorer med fall mot VNV. Profil G17 og G24, begge med retning NV-SØ, ser ut til å krysse hver sin ryggform med annen type avsetninger over. Overflaten av ryggformene ser ut til å skråne ned mot dypet videre mot nord (profil G16 og G22). Det er usikkert om bunnreflektor lengst sør i profil G16, G21 og G22 representerer fjelloverflaten.

Hensikten med georadarmålingene i dette området var å vurdere løsmassetypene i plataområdet og få bekreftet at en klassifikasjon av området som elve(delta)avsetninger på det kvartærgeologiske kartet er passende. Videre har det vært hensikten å belyse fordeling og egenskapene til de underliggende avsetningene, da elveavsetningene flere steder bare utgjør et relativt tynt overflatelag. Elveavsetningenes interne strukturer tyder på at de har vært bygd ut i en fjord med varierende dyp. For eksempel kan de begravde ryggformer avspeile skred- eller moreneavsetninger nær overflaten. Bølgende, utholdende refleksjoner som for eksempel vist i skråningen langs elva i G16, tolkes som underliggende siltige og sandige hav- og fjordavsetninger. Partier uten refleksjoner kan avspeile mer finkornige varianter av denne løsmassetypen. Skråreflektorer lengst i NV avspeiler tykke elve(delta)avsetninger som ble bygd ut på dypere vann.

3.3 Mo (G25-G29)

Vestlige del av måleområdet utgjøres også her av et plataå i nivå 35-40 m o.h., mens terrenget skråner opp mot ØNØ til 55 m o.h. Lokalisering av målingene og utskrift av georadaropptakene er vist i kartbilag -05.

Nedover skråningen og på østligste del av plataået er tilsynelatende dybderekkevidde stort sett mindre enn 10 m. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk, men nede på østlige del av plataået kommer det inn noen markerte grunne reflektorer. Videre vestover langs plataået kommer det inn materiale med tydelige skråreflektorer som har fall mot VSV. Dette laget øker i tykkelse mot vest og er over 10 m tykt vestligst i måleområdet.

Hensikten med målingene var å avklare oppbyggingen av plataområdet mht. hvor dypt man ville kunne forvente å finne hav- og fjordavsetninger da denne type avsetning er observert i en mindre blotning langs nordsiden av plataået. De tydelige skrålag vest på plataået tolkes som deltaavsetninger som tidligere ble bygd ut fra elven fra nordøst under et høyere havnivå. Toppen av deltaavsetningene synes å være erodert bort av bølger under landhevingen. Data viser at hav- og fjordavsetninger kan forventes på et dyp større enn 10 m i den vestligste del av plataået. Det kaotiske refleksjonsmønsteret i øst representerer morenemateriale.

Kartkoordinater for georadarprofiler (G1 - G29) og CMP-målinger (CMP1 og CMP2) utført i Ørsta kommune 23.-25. sept. 2014.

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

Åmås (G1-G15 og CMP2)

Profilposisjon (m)	UTM-N	UTM-E
G1x0	6897255	353557
G1x165	6897319	353706
G1x456	6897538	353893
G1x580	6897506	354015
G1x633	6897469	354053
G1x835,5	6897298	354163
G2x0	6897340	354001
G2x83	6897397	353941
G2x212 (xG1)	6897468	353834
G2x354	6897554	353723
G2x457,5	6897494	353638
G3x0	6897353	353746
G3x100,5	6897291	353828
G4x0	6897276	353757
G4x61 (xG3)	6897307	353808
G4x222 (xG2)	6897395	353940
G4x319	6897441	354024
G4x460	6897543	354124
G4x621	6897605	354270
G4x726	6897640	354369
G4x896	6897712	354523
G4x1031	6897797	354625
G5x0	6897663	354475
G5x23 (xG4)	6897683	354461
G5x214	6897846	354361
G6x0	6897843	354374
G6x10 (xG5)	6897839	354363
G6x143	6897787	354243
G7x0	6897787	354246
G7x190 (xG4)	6897643	354366
G7x235,5	6897604	354386
G8x0	6897253	353918
G8x211,5	6897403	354061
G9x0	6897228	353975
G9x55 (xG8)	6897273	353937
G9x99	6897302	353911
G10x0	6897290	354013
G10x47 (xG8)	6897311	353980
G10x140 (xG4)	6897365	353902
G10x252,5	6897437	353814

G11x0 (xG1)	6897527	353925
G11x105 (xG2)	6897452	353855
G11x143 (xG10)	6897428	353824
G11x254,5 (xG3)	6897352	353748
G11x277	6897335	353731
G12x0	6897255	353588
G12x15 (xG1)	6897268	353590
G12x89	6897340	353585
G12x139	6897381	353555
G12x199	6897441	353548
G12x223	6897455	353525
G13x0	6897667	354117
G13x165,5	6897780	354236
G14x0	6897725	354178
G14x101	6897641	354233
G15x0	6897702	354308
G15x92 (xG14)	6897648	354231
G15x253	6897569	354035
CMP2	6897415	353843

Nosa (G16-G24 og CMP1)

Profilxposisjon (m)	UTM-N	UTM-E
G16x0	6897912	351456
G16x163	6898063	351518
G16x228	6898092	351567
G16x279	6898078	351608
G16x363	6898111	351674
G17x0	6897990	351411
G17x72 (xG16)	6897962	351478
G17x102	6897957	351509
G17x122	6897947	351526
G18x0	6898122	351245
G18x87	6898061	351310
G18x135	6898028	351348
G19x0	6898066	351365
G19x39,5 (xG18)	6898036	351340
G19x99,5	6897990	351300
G20x0	6897904	351620
G20x65,5	6897860	351670
G21x0	6897912	351700
G21x63 (xG20)	6897859	351663
G21x115	6897815	351637
G22x0	6897790	351690
G22x93	6897861	351747
G23x0	6897854	351748
G23x13 (xG22)	6897861	351737
G23x33	6897872	351720

G24x0	6897811	351716
G24x15,5 (xG22)	6897814	351700
G24x64	6897834	351659
CMP1	6898048	351513

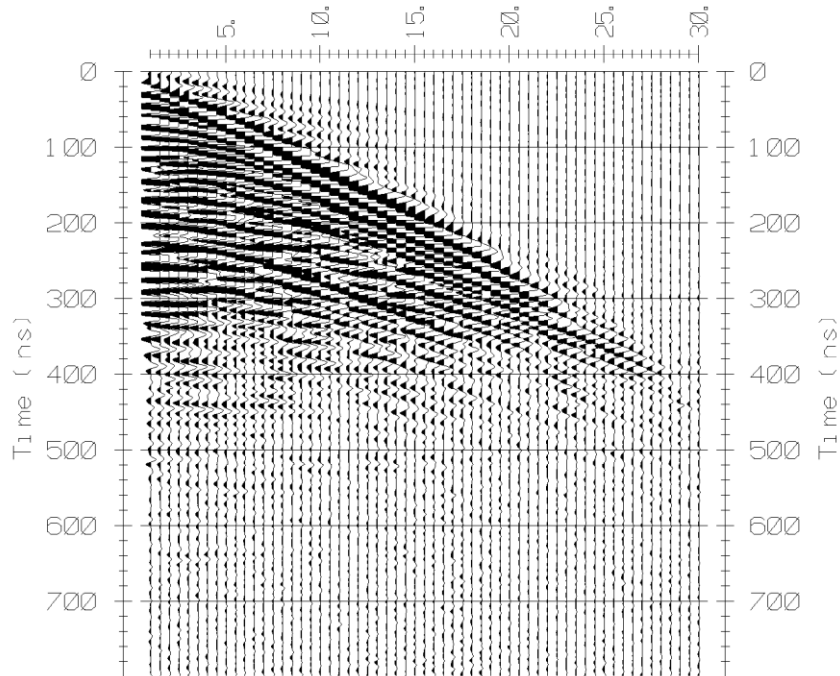
Mo (G25-G29)

Profilxposisjon (m)	UTM-N	UTM-E
G25x0	6899477	351668
G25x155	6899442	351519
G25x360	6899347	351331
G26x0	6899333	351345
G26x205	6899406	351531
G27x0	6899358	351503
G27x33 (xG26)	6899388	351480
G27x64 (xG25)	6899413	351460
G27x127 (xG28)	6899458	351418
G28x0 (xG27)	6899458	351418
G28x151	6899367	351302
G29x0	6899408	351312
G29x31 (xG28)	6899386	351337
G29x74 (xG25)	6899359	351363
G29x96,5 (xG26)	6899343	351379
G29x107,5	6899334	351386

Ørsta 2014, CMP1, lokalisert ved pos. 150 m i G16

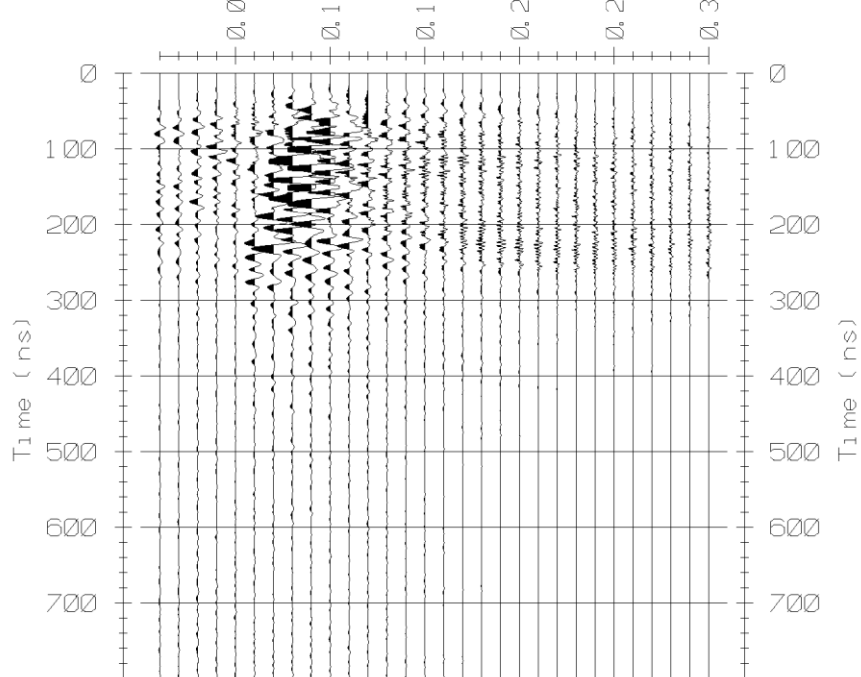
CMP-opptak

Antenneavst (m)



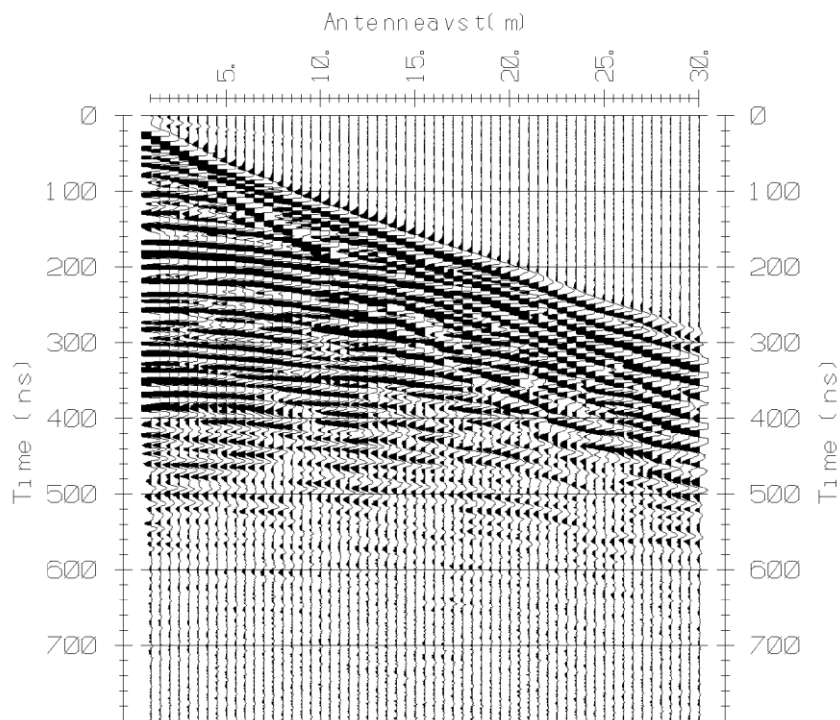
Hastighetsanalyse

Velocity (m/ns)

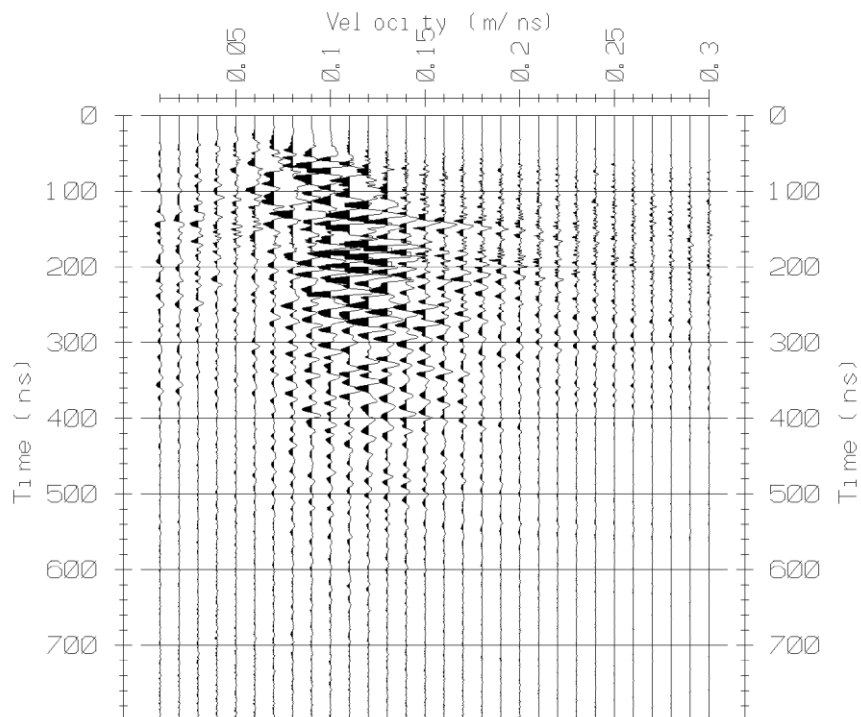


Ørsta 2014, CMP2, lokalisert ved pos. 220 m i G10

CMP-opptak



Hastighetsanalyse



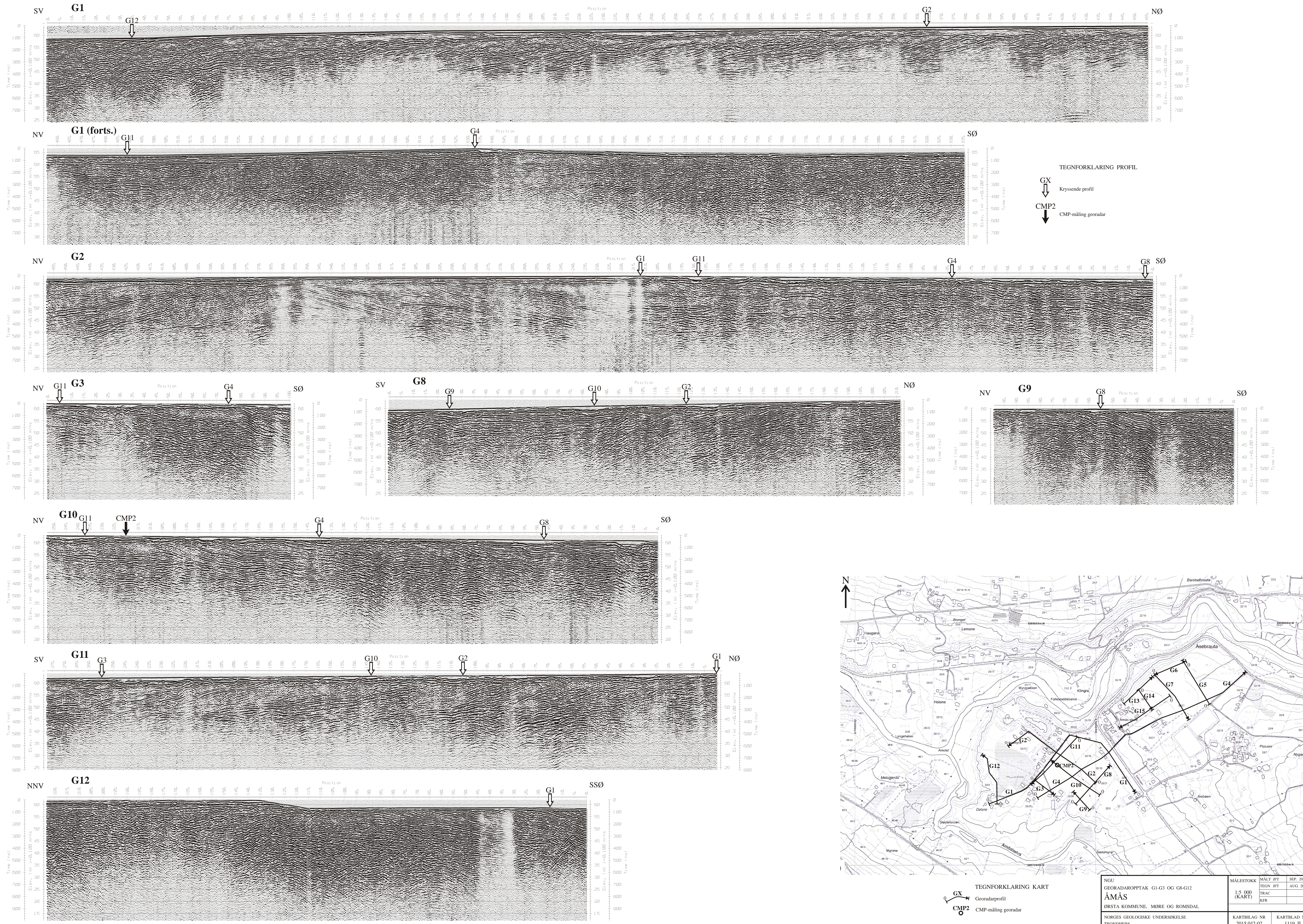


NGU
 OVERSIKTSKART
ØRSTA
 ØRSTA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JFT	SEP. 2014
	TEGN JFT	AUG. 2015
	TRAC	
	KFR	

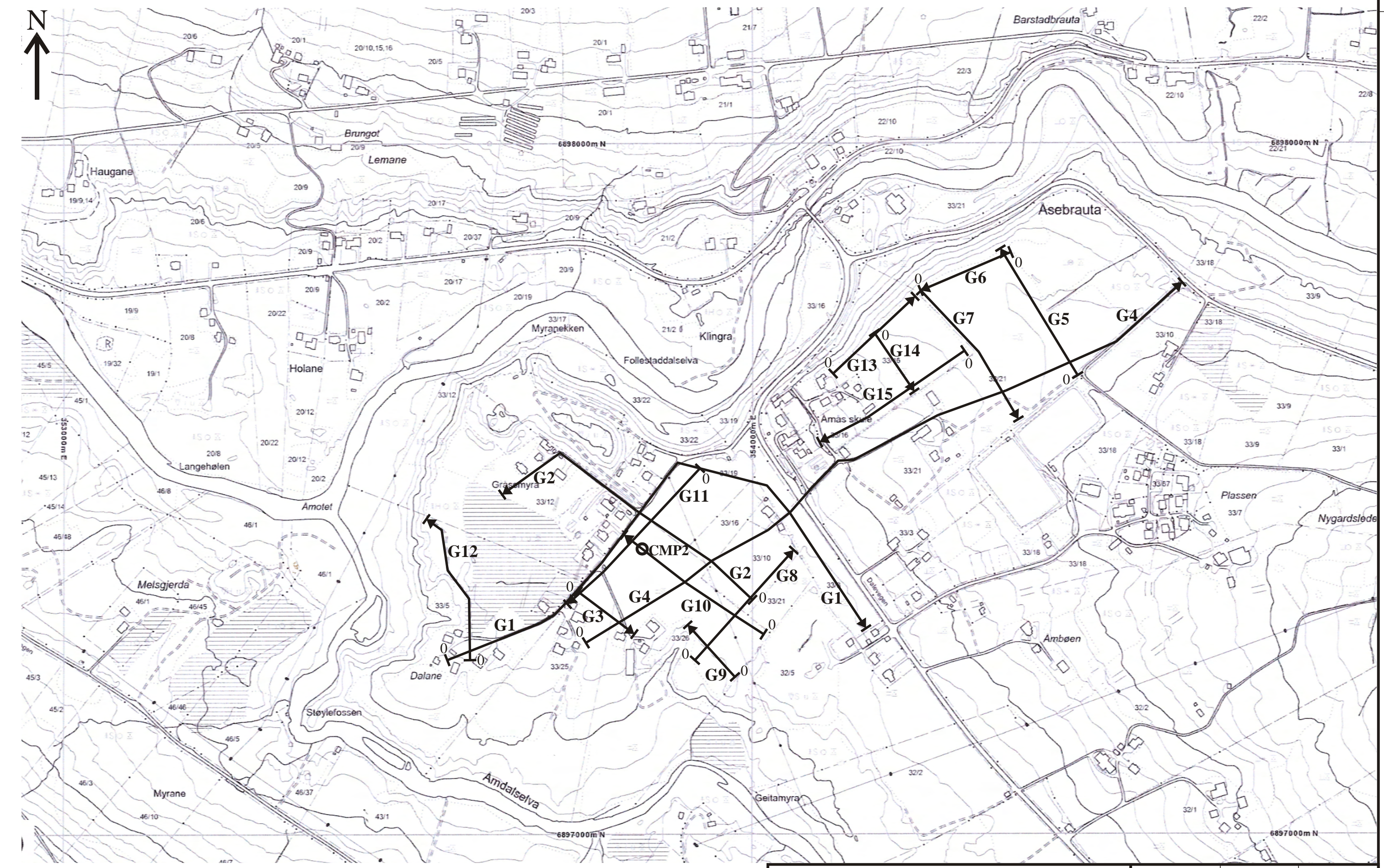
KARTBILAG NR 2015.042-01	KARTBLAD NR 1119 II
-----------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING PROFIL

GX
↓
Kryssende profil

CMP2
↓
CMP-måling georadar

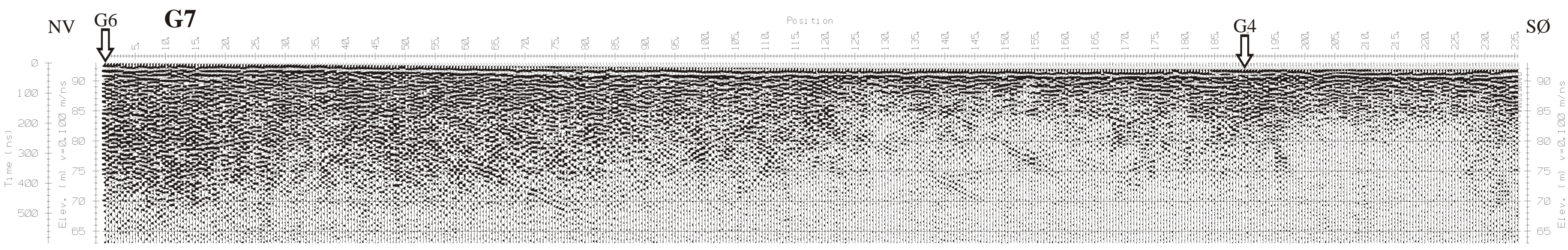
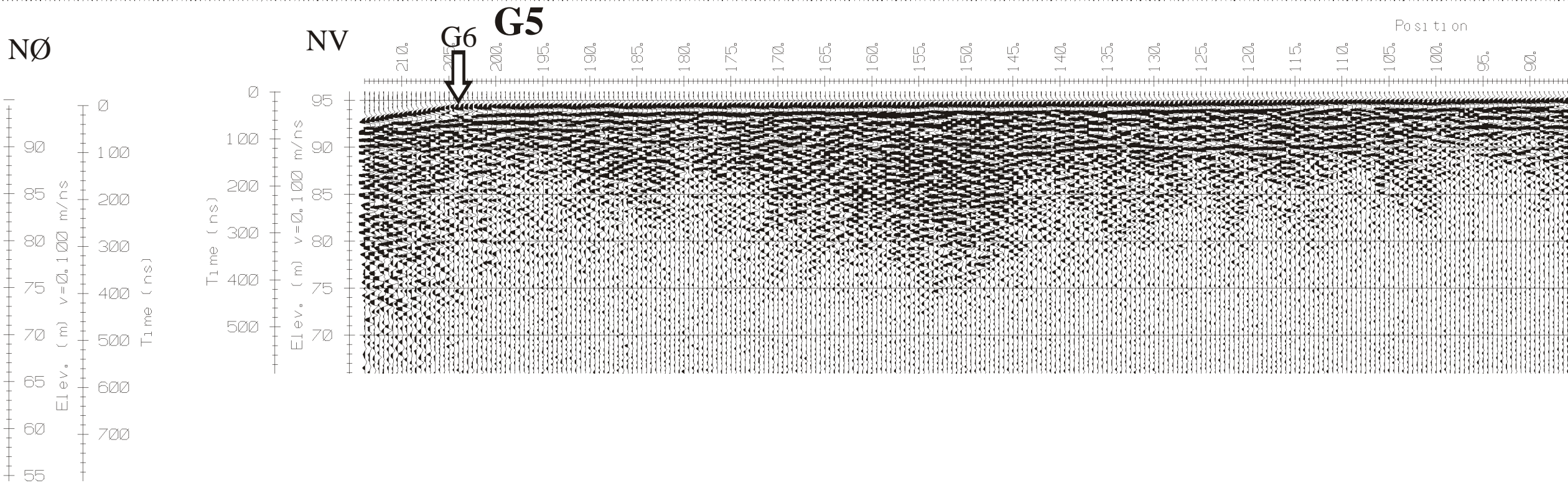
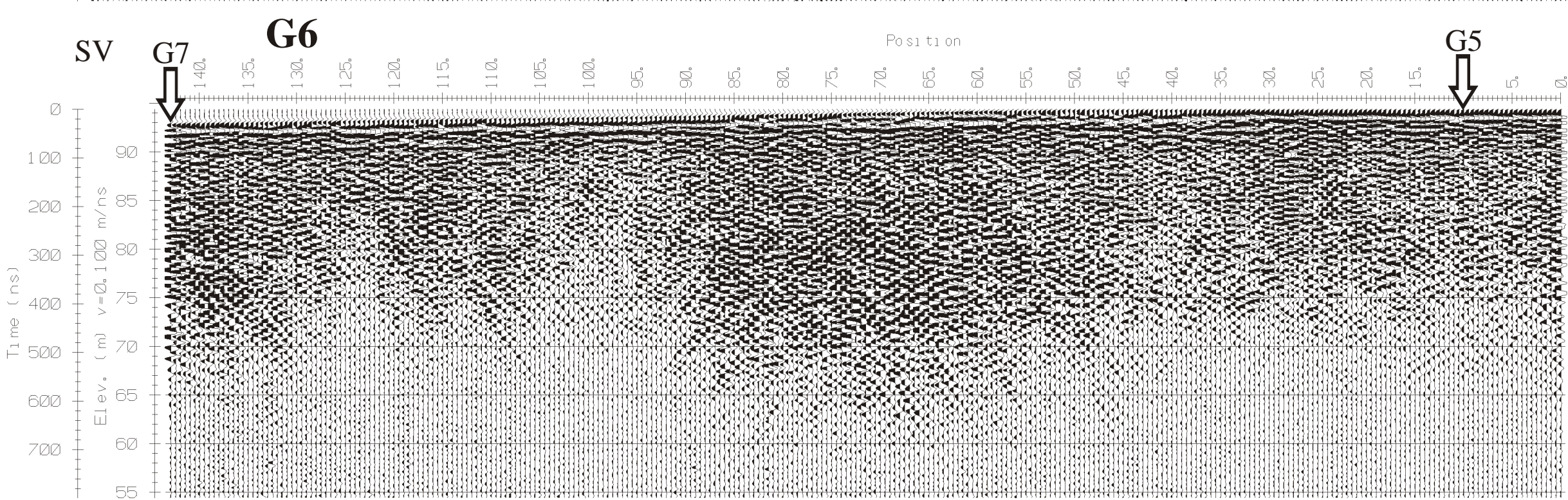
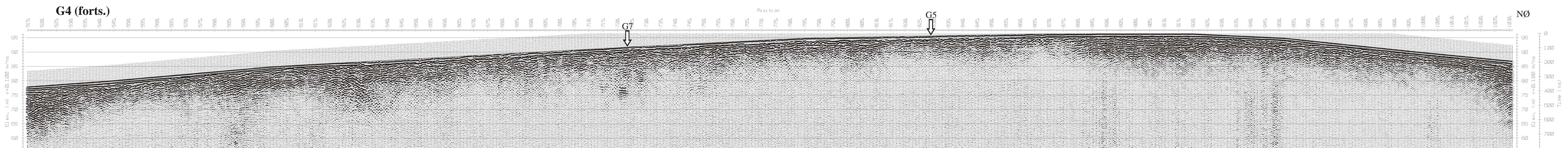
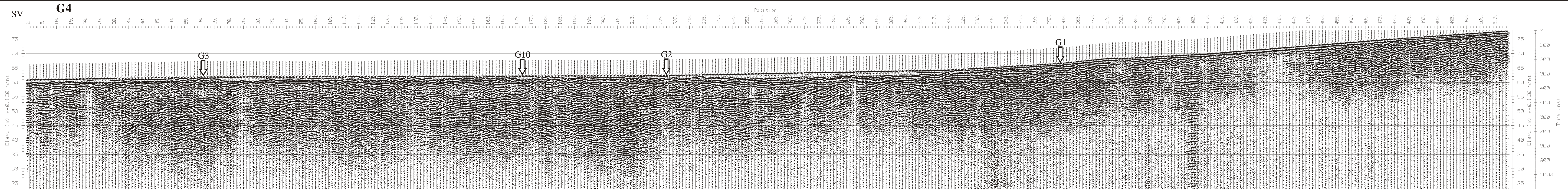



TEGNFORKLARING KART

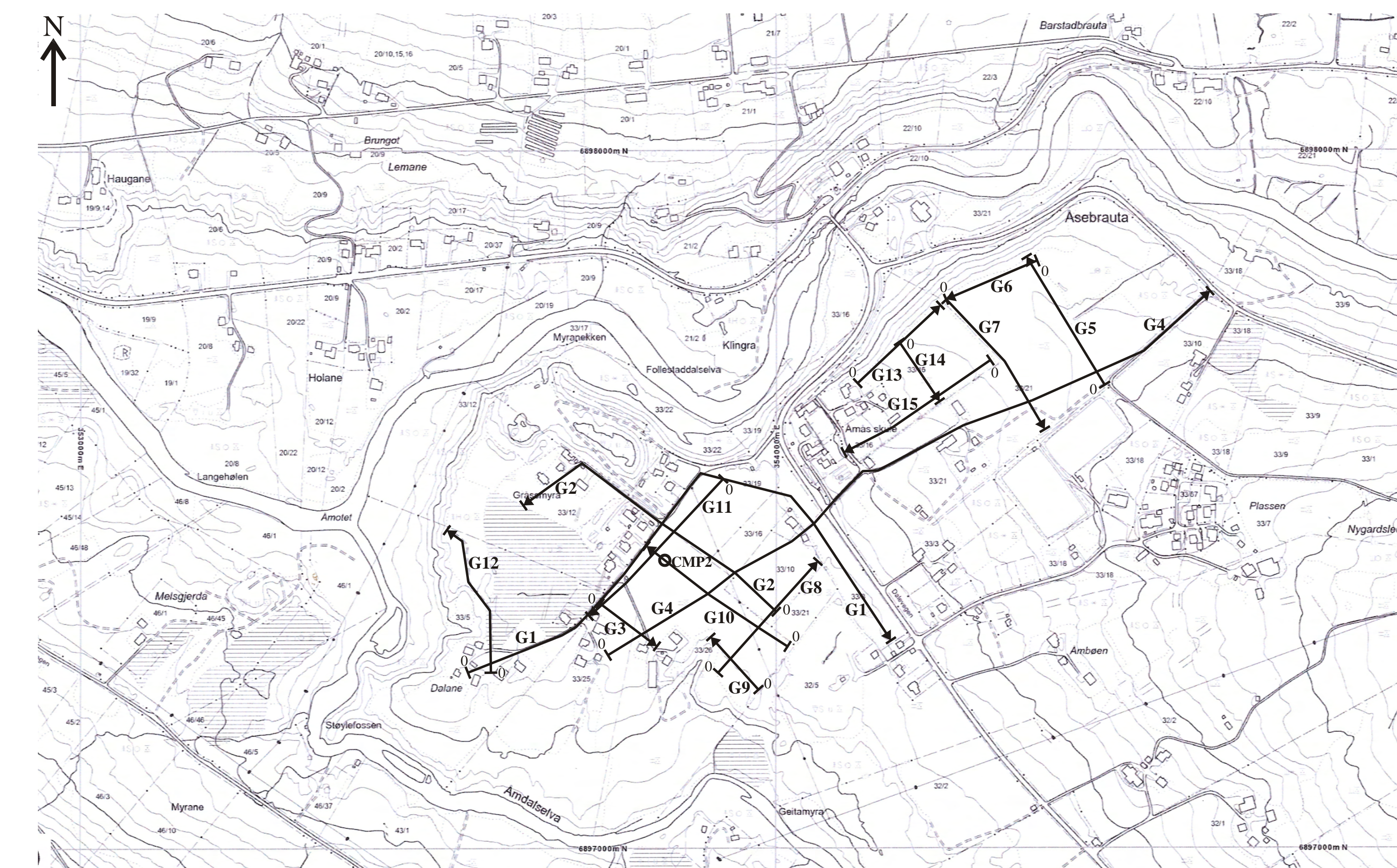
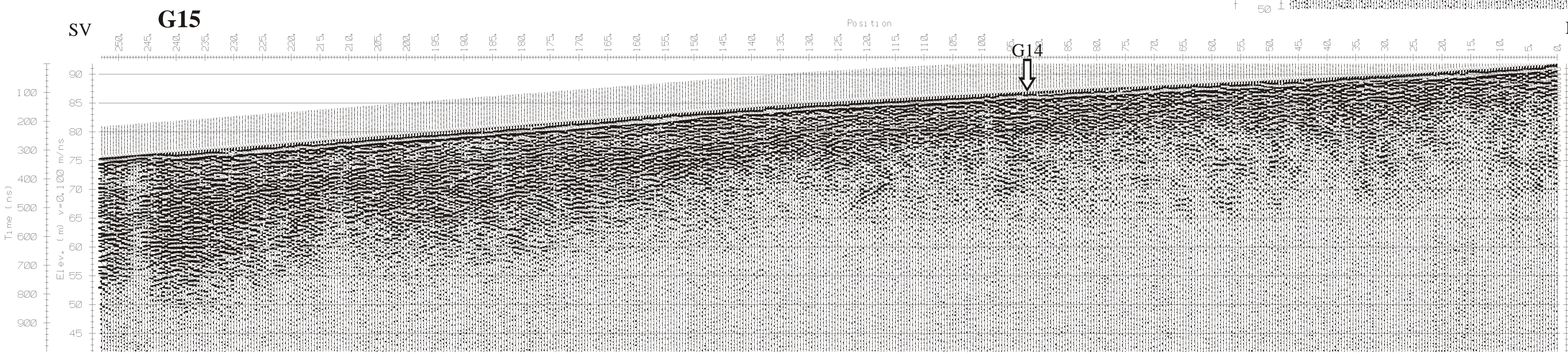
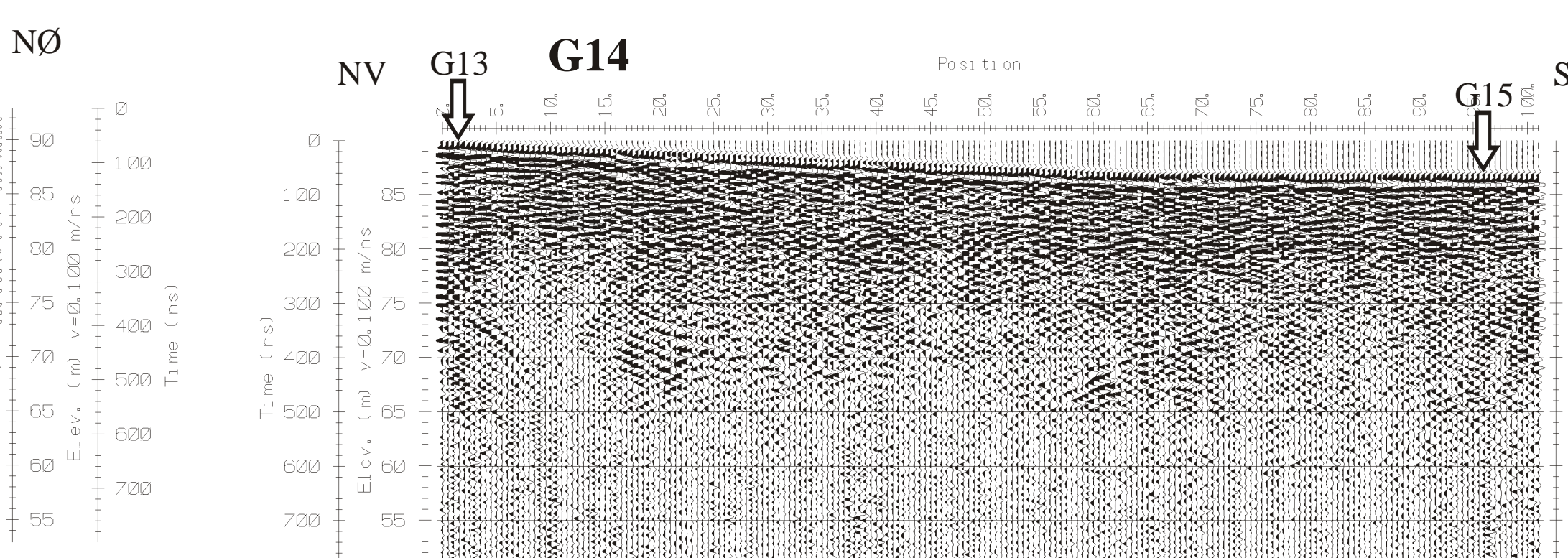
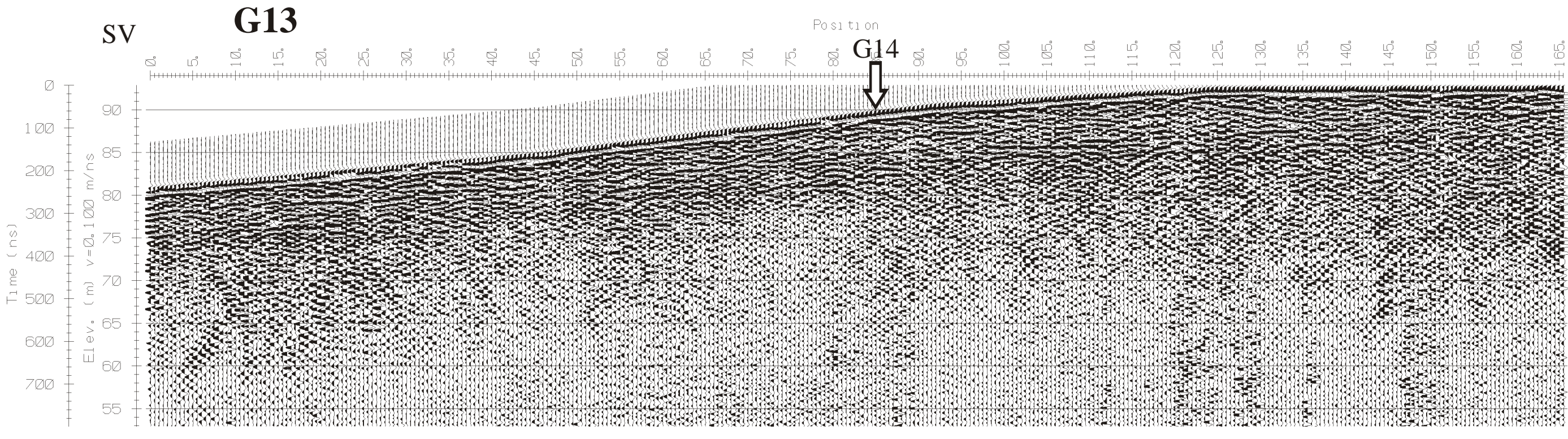
GX
↓
Georadarprofil



CMP2
○
CMP-måling georadar

NGU GEORADAROPPTAK G1-G3 OG G8-G12 ÅMÅS ØRSTA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORDES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP. 2014 AUG. 2015
	KARTBLAG NR 2015.042-02	KARTBLAD NR 1119 II	

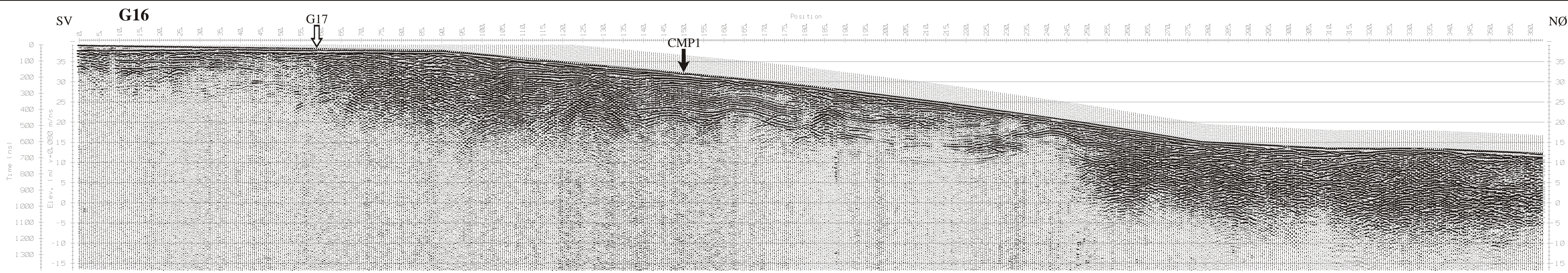
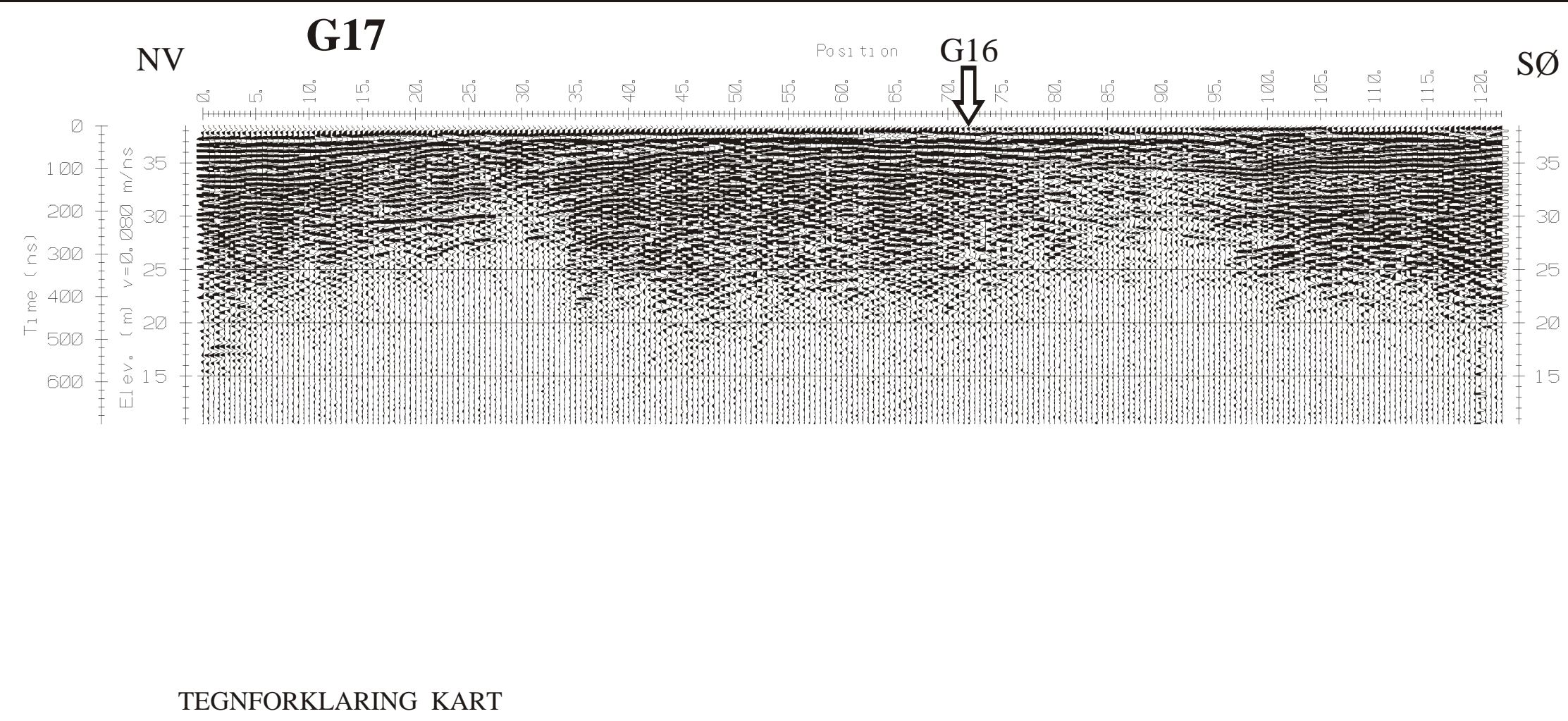


TEGNFORKLARING PROFIL
 Kryssende profil

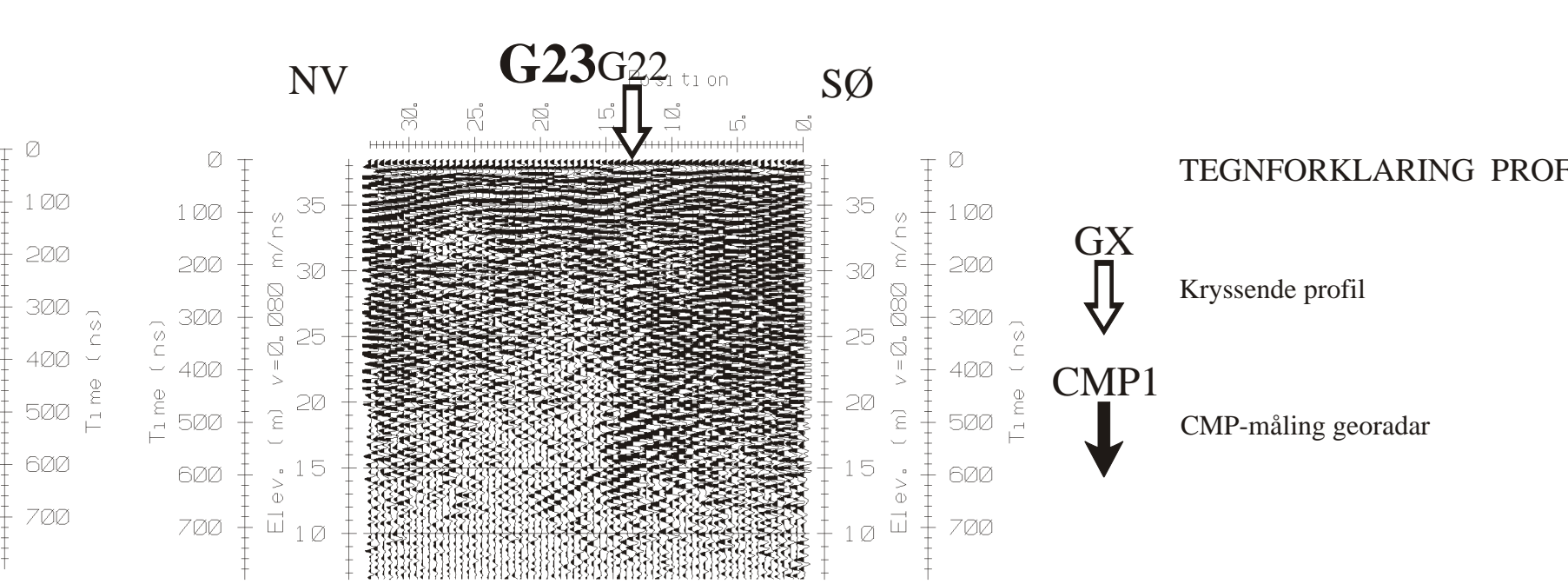
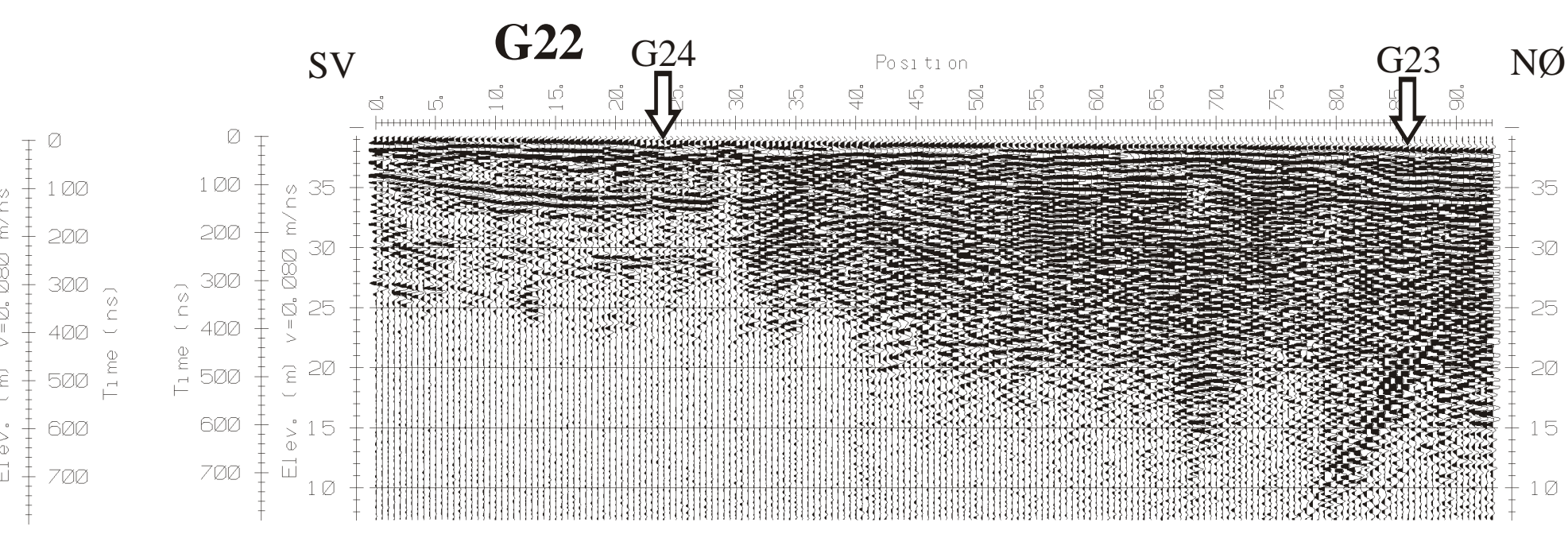
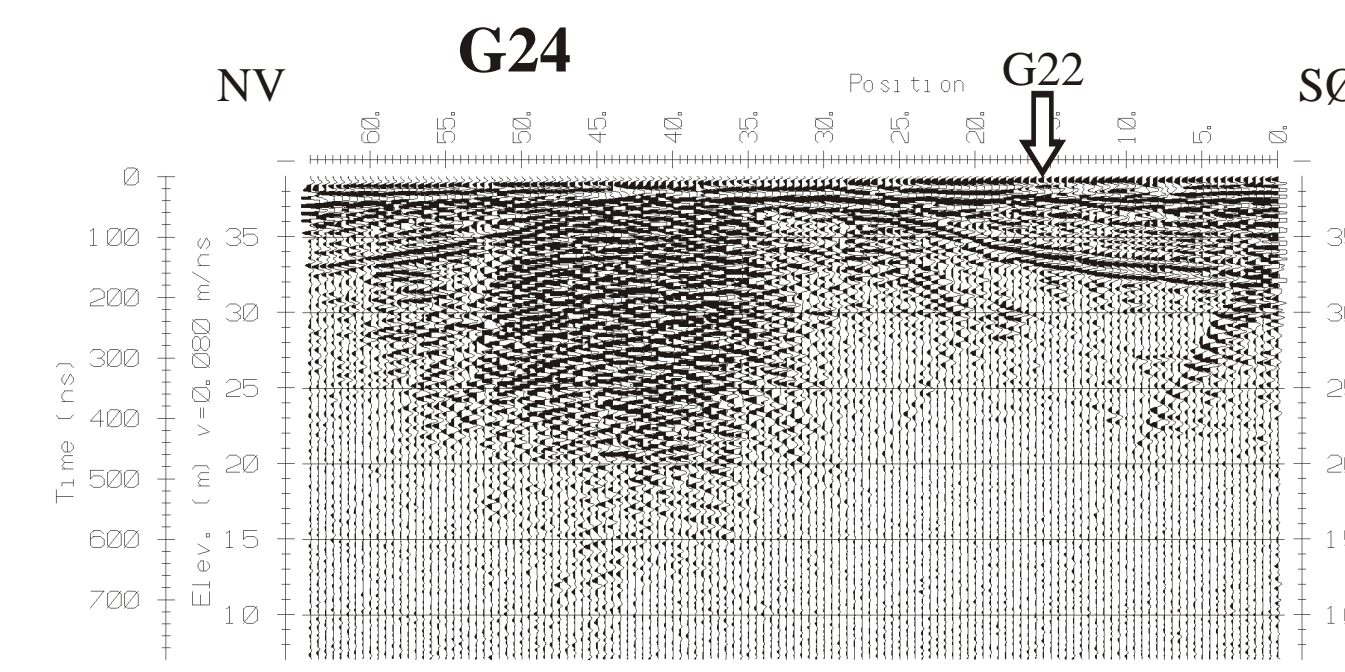
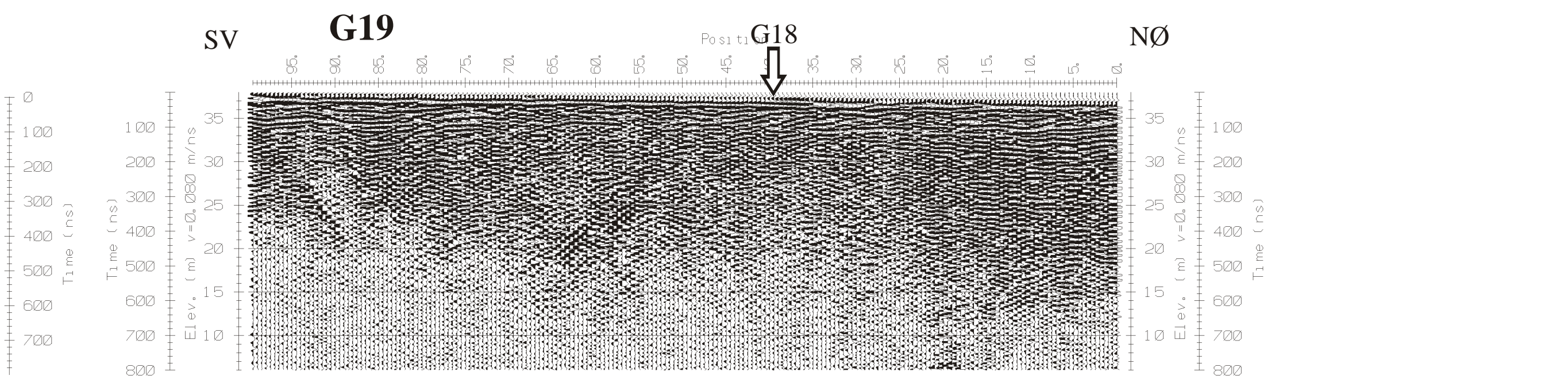
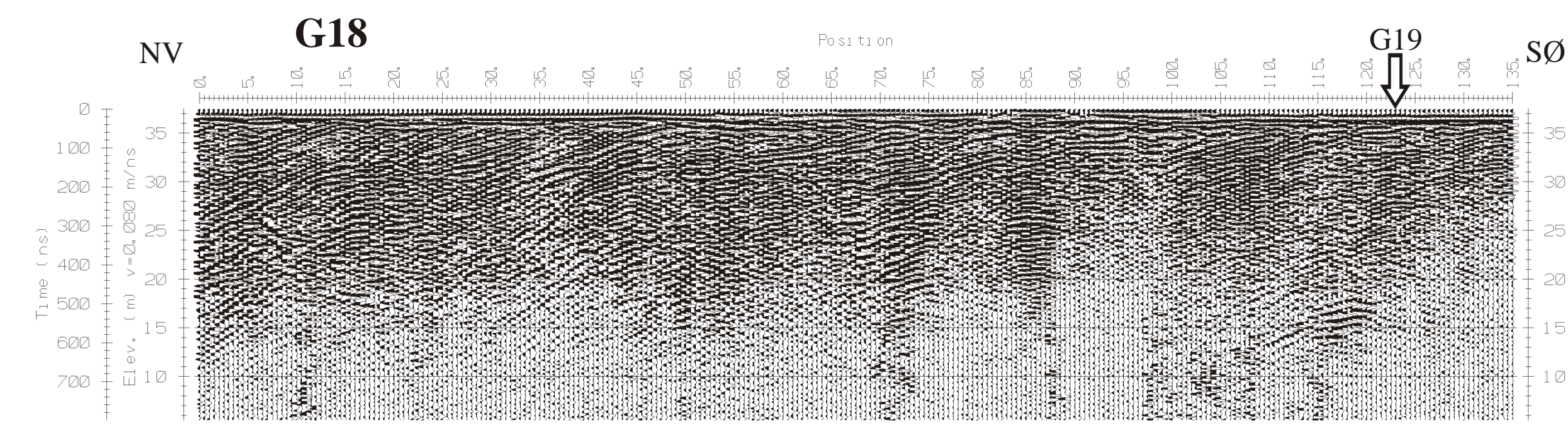


TEGNFORKLARING KART
 Georadarprofil
 CMP-måling georadar

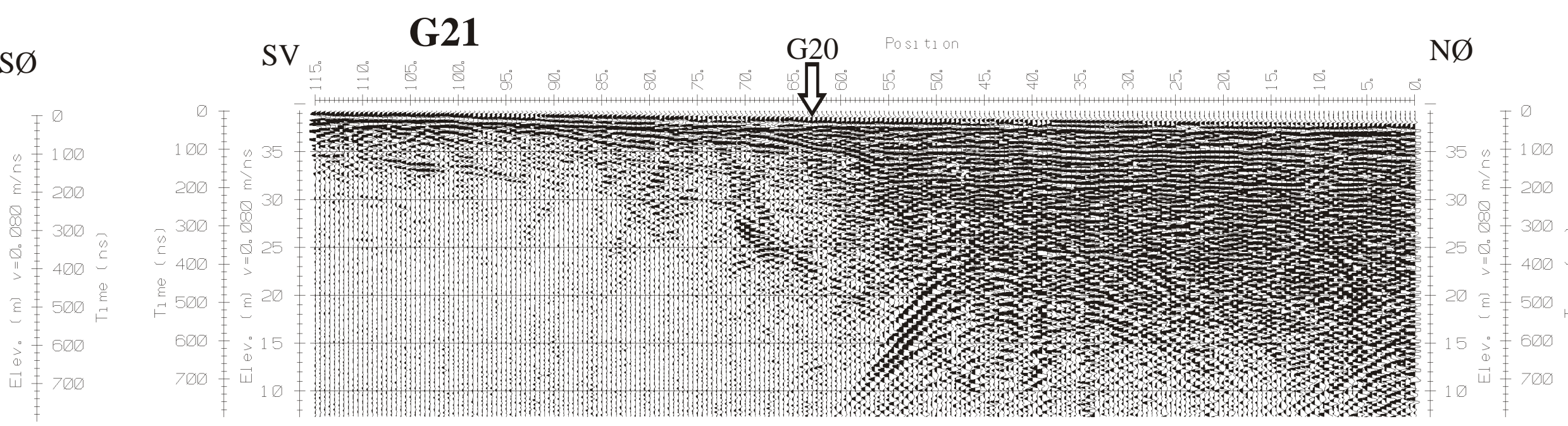
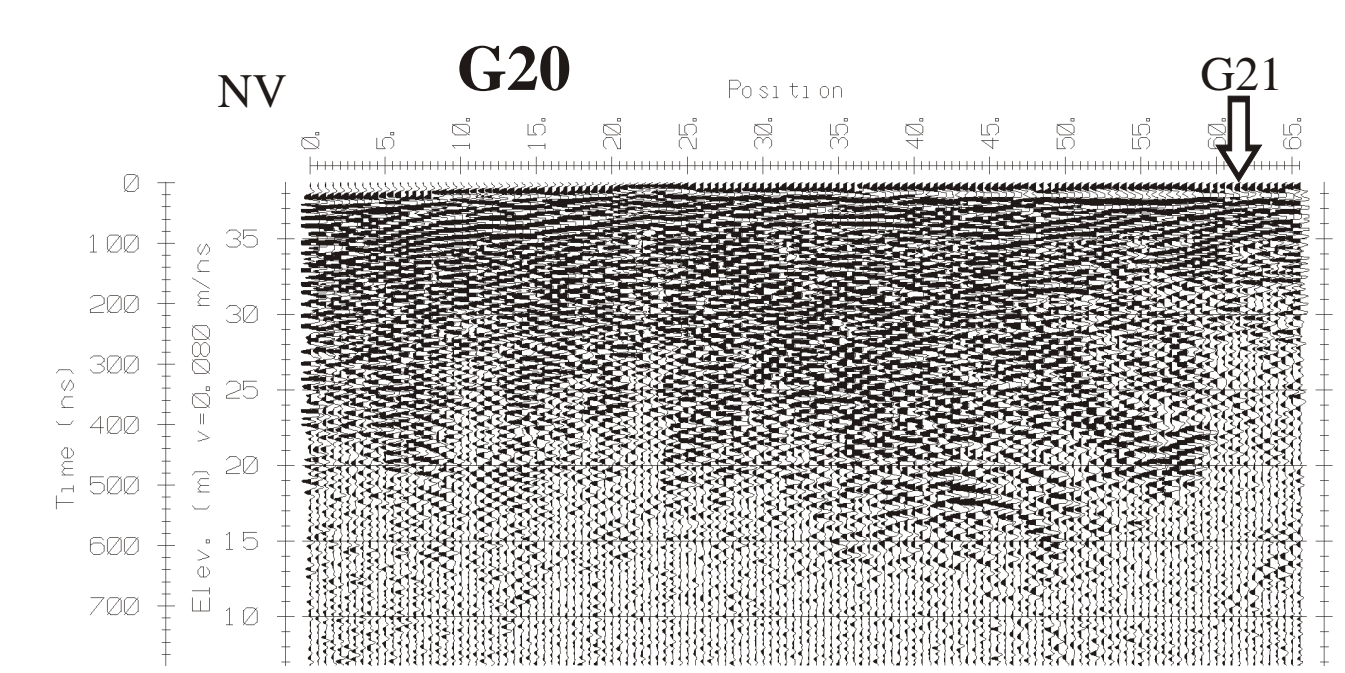
NGU GEORADAROPPTAK G4-G7 OG G13-G15 ÅMÅS ØRSTA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLSTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP 2014 AUG 2015
	KARTBLAG NR 2015.042-03	KARTBLAD NR 1119 II	



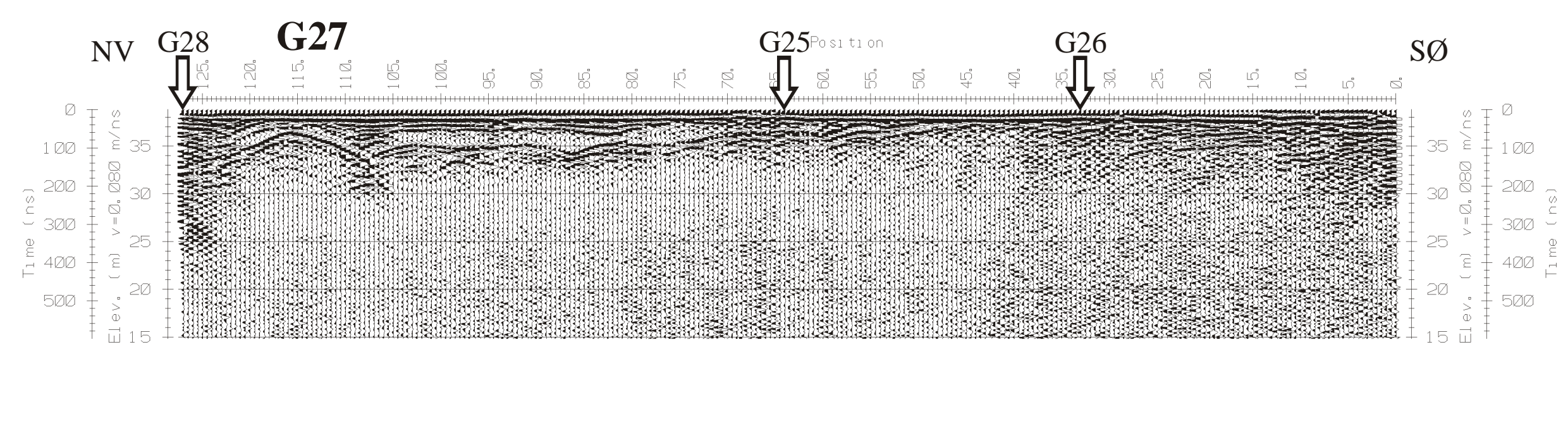
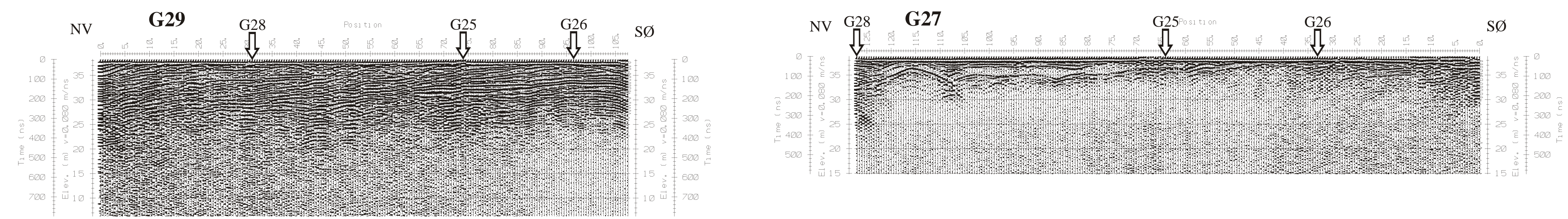
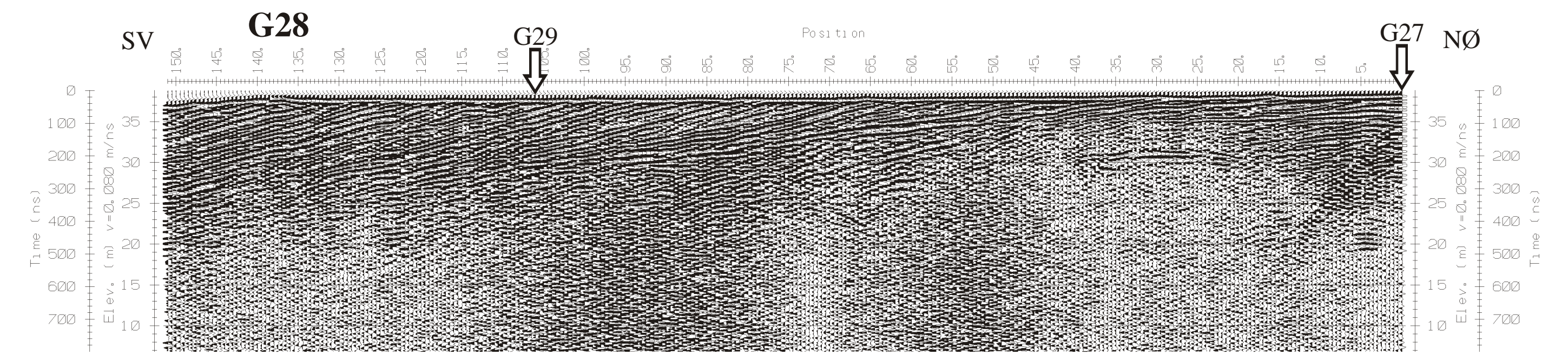
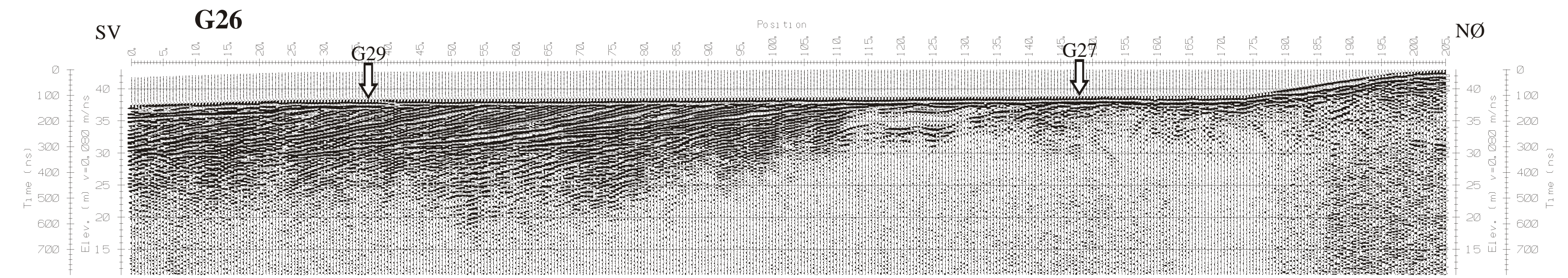
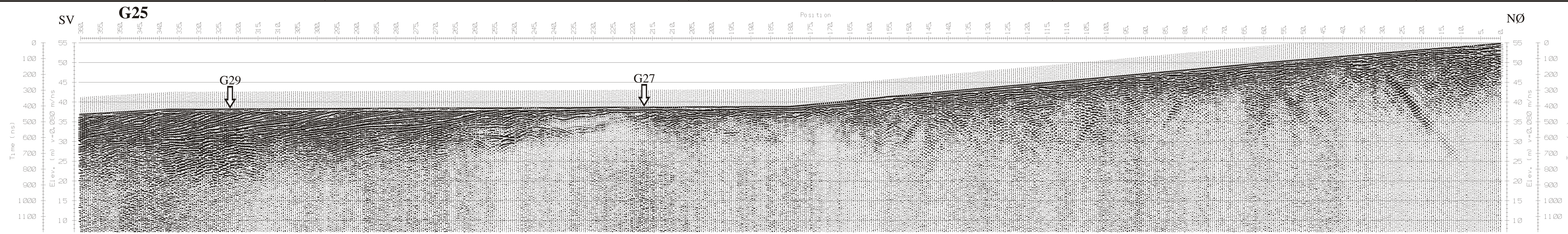
TEGNFORKLARING KART
 GX Georadarprofil
 CMP1 CMP-måling georadar



TEGNFORKLARING PROFIL
 GX Kryssende profil
 CMP1 CMP-måling georadar



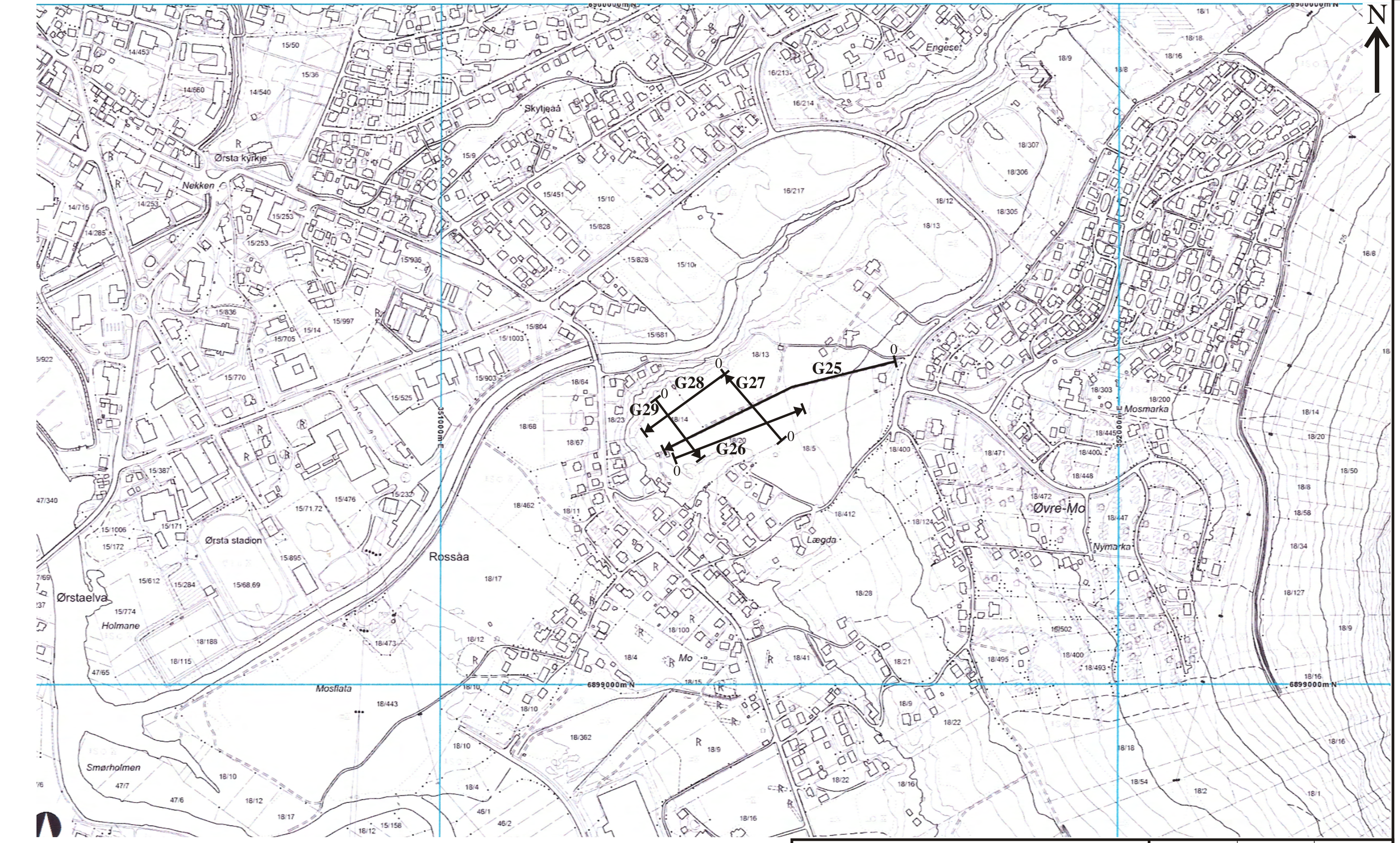
NGU GEORADAROPPTAK G16-G24 NOSA ØRSTA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	SEP. 2014
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	AUG. 2015
		TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR 2015.042-04	KARTBLAD NR 1119 II	



TEGNFORKLARING PROFIL

GX

Kryssende profil



NGU GEORADAROPPTAK G25-G29 MO ØRSTA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MALT JFT	SEP. 2014
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	AUG. 2015
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	2015.042-05	1119 II	



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
Nettside www.ngu.no