

NGU Rapport 2011.059

Geofysiske målinger for løsmassekartlegging i
Søgne kommune i 2010

Rapport nr.: 2011.059		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geofysiske målinger for løsmassekartlegging i Søgne kommune i 2010.			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / Søgne kommune	
Fylke: Vest-Agder		Kommune: Søgne	
Kartblad (M=1:250.000) Mandal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1511 III Kristiansand	
Forekomstens navn og koordinater: Søgne 32V 430000 6440000		Sidetall: 20 Kartbilag: 5	Pris: 325,-
Feltarbeid utført: 26.-30. okt.2010	Rapportdato: 28. okt. 2011	Prosjektnr.: 325600	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>De geofysiske målingene i Søgne kommune er utført i tilknytning til den kvartærgeologiske kartleggingen som nå gjennomføres av NGU i området, men det er lagt vekt på kommunens ønsker om å få bedre oversikt over grunnforholdene i sentrale deler av kommunen. Målingene er avgrenset til 4 lokaliteter, dvs. Lunde, Tangvall, Linnegrøvan og Tjomsemoen. Målingene omfatter 29 georadarprofiler med samlet lengde 11,6 km, samt ett refraksjonsseismisk profil med lengde 330 m.</p> <p>På Tjomsemoen indikerer georadarmålingene fra 10 og opptil 20 m tykke sand/grusavsetninger, og avsetningene når stort sett ned til 5 m under havnivå, men stedvis noe dypere. Avsetningene kan være avsatt fra smeltevann fra en nærliggende isfront ved slutten av siste istid med avsetningsretning mot øst-nordøst mot Tjomsevannet. Disse forholdsvise grove avsetningene ser ut til å fortsette vestover under østlige del av området Linnegrøvan. Et stykke videre vestover i området kan avsetningene ligge under 5-10 m tykke flattliggende elveavsetninger med antatt betydelig mer finkornig materiale (sand/finsand). Sørøstligst i området Linnegrøvan viser refraksjonsseismisk profil at fjelloverflaten fra kollen i sørvest skråner meget steilt ned under avsetningene. Fjelloverflaten er beregnet å ligge 50 m under havnivå sørvestligst i profilet og når ned til 80-85 m under havnivå mot nordøst.</p> <p>I området Tangvall nord og nordvest for Linnegrøvan er det anslått å være sanddominerte avsetninger ned til 10-15 meters dyp i vestlige og østlige del av området. Avsetningene når ned til mellom 0 og 5 m over havnivå. Slak skrålagning med fall mot vest-sørvest indikerer at avsetningene i området er bygd opp som et elvedelta avsatt ut fra Søgneelvas dalgang fra nordøst. I deler av området lengst sørøst kommer fjell nær eller opp i dagen. I sentrumsområdet med mye bebyggelse er georadarmålingene belastet med mye støy, og årsaken til reduksjon i dybderekkevidde har ikke en entydig tolkning.</p> <p>Området Lunde lenger vest er dominert av leire med et tynt topplag (1-3m) av sandige elveavsetninger langs Lundeelva. Det synes generelt å være grunt til fjell i området med mange oppstikkende fjellkoller. Lengst øst, ved Søgne kirke nord for elva Føssa, kan det stedvis være 5-8 m tykke sandige avsetninger.</p> <p>Ut fra tolkning av målingene og landskapsformene er det ikke indikert fare for større skred og utglidninger i noen av de undersøkte områdene, men det bør lokalt nær elver og bekker gjøres oppfølgende vurderinger og eventuelt geotekniske undersøkelser.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Refraksjonsseismikk	
Kvartærgeologi	Løsmasser		
		Fagrapport	

INNHold

1.	INNLEDNING	4
2.	MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING.....	4
2.1	Georadarmålinger	4
2.2	Refraksjonsseismiske målinger	5
3.	RESULTATER	5
3.1	Lunde (G1 – G9)	6
3.2	Tangvall (G10-G17).....	7
3.3	Linnegrøvan (G18-G22 og S1)	8
3.4	Tjomsemoen (G23-G29)	10
4.	SAMMENFATNING.....	12
4.1	Geologi	12
4.2	Vurdering av skredfare.....	12

DATABILAG

1. Kartkoordinater for georadarprofilene (G1-G29) og CMP-målingene (2 stk)
2. Hastighetsanalyse (CMP1)
3. Hastighetsanalyse (CMP2)
4. Kartkoordinater for refraksjonsseismisk profil S1
5. Geofysisk tolkning av refraksjonsseismisk profil S1

KARTBILAG

- 2011.059-01 Oversiktskart Søgne (M 1:50 000)
- 2011.059-02 Lunde, Utskrift av georadaropptak G1-G9 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2011.059-03 Tangvall, Utskrift av georadaropptak G10-G17 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2011.059-04 Linnegrøvan, Utskrift av georadaropptak G18-G22 og Lokalkart (M 1:5 000)
- 2011.059-05 Tjomsemoen, Utskrift av georadaropptak G23-G29 og Lokalkart (M 1:5 000)

1. INNLEDNING

De geofysiske målingene i Søgne kommune er fordelt på 4 lokaliteter, dvs. ved Lunde, Tangvall, Linnegrøvan og Tjomsemoen. Målingene er utført i tilknytning til den kvartær-geologiske kartleggingen som nå utføres i området av NGU, men det er lagt betydelig vekt på kommunens ønsker om å få bedre oversikt over grunnforholdene i sentrale deler av kommunen.

I forbindelse med vurdering av stabilitet av løsmassene vil det være viktig å få indikasjoner på utbredelsen av leire og særlig leiroverflatens nivå i forhold til elvenedskjæringer og andre terrengskråninger. De utførte målingene kan ikke si noe om det finnes kvikkleire, dvs. leire hvor opprinnelig saltinnhold er blitt utvasket og som blir flytende (kvikk) ved omrøring. Indikasjoner på kvikkleire kan finnes med annen målemetode (2D-resistivitet), men for å fastslå om det er kvikkleire må det foretas geotekniske boringer.

De geofysiske undersøkelsene omfatter i alt vesentlig profilmålinger med georadar. Det er i alt målt 29 georadarprofiler med samlet lengde 11,6 km. I tillegg er det målt ett refraksjonsseismisk profil med lengde 330 m. Feltarbeidet ble utført av forsker Jan Fredrik Tønnesen (NGU) i perioden 26.-30. oktober 2010. I oppstarten var det med en medhjelper fra kommunen, mens Marte Rødseth Kvakland fra NVE var medarbeider videre.

Oversikt over de undersøkte områdene framgår av kartbilag -01 (M 1:50 000), mens lokaliseringen av alle måleprofilene er vist i kartutsnittene i kartbilagene -02, -03, -04 og -05 (M 1:5 000).

2. MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING

I det følgende blir utførelsen av de geofysiske målingene beskrevet. Mer utfyllende metodebeskrivelser finnes på <http://www.ngu.no/no/hm/Norges-geologi/Geofysikk/Bakkegeofysikk/>

2.1 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 PRO (Sensors & Software Inc., Canada).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000 V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var på 1200 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Signalene ble summert ('stacket') 4 ganger ved hvert målepunkt. For å lette gjennomføringen av profilmålingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. Det ble utført to CMP-målinger for å bestemme radarbølgehastigheten i grunnen. For lokalisering av profilene er det benyttet økonomisk kartverk (M 1:5000) og profilkoordinater (databilag 1) er bestemt med en enkel håndholdt GPS-mottaker.

På grunn av en del teknisk støy i opptakene ble de høyeste frekvenser (>125 MHz) forsøkt fjernet ved filtrering. Ved utskrift av georadarpptakene (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. Terrenghøyden 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 radarbølge-hastigheten i undergrunnen. Ut fra resultatet av hastighetsanalysene fra CMP-målingene (databilag 2 og 3) er det benyttet en hastighet på 0,06 m/ns for beregning av høydeskala. Denne hastigheten er forenlig med vannmettede løsmasser.

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

2.2 Refraksjonsseismiske målinger

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

Skuddpunkt er plassert 5 meter ut fra hver endegeofon langs den korte kablet og 10 m fra endegeofonene langs den lange kablet. Det er også et skuddpunkt mellom geofon 6 og 7 langs den lange kablet. Skuddpunktavstanden langs måleutlegget blir da 110 meter og total profilengde mellom endeskuddene blir 330 meter. For å få best mulig dekning av refraksjoner fra fjelloverflaten ble det i tillegg plassert fjernskudd i begge retninger i større avstand fra måleutlegget. Profilet er posisjonsbestemt med håndholdt GPS-mottaker, og UTM-koordinater for alle skuddpunktene framgår av databilag 4.

Det ble benyttet dynamitt med elektrisk tenning som energikilde, og det ble gjennomgående brukt 1-2 dynamittgubber (ca 100-200 gram) for hvert skudd. De ble plassert i grunnen i håndspettet hull.

Datakvaliteten på seismikkopptakene var noe variabel. Dette skyldes dels demping av energien i løst lagret overflatelag, men også mye bakgrunnsstøy på grunn av kraftig vind og regn. Det har imidlertid vært mulig å avlese førsteankomsttider for de fleste geofonene i hvert opptak.

3. RESULTATER

Utskrift av georadaropptakene langs profilene er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilagene -02, -03, -04 og -05, dvs. ett kartbilag for hver av de 4 lokalitetene Lunde, Tangvall, Linnegrøvan og Tjømsemoen. Kartkoordinater for profilene framgår av databilag 1. Utskrift av de to CMP-målingene samt resultat av hastighetsanalysene er vist i databilag 2 og 3.

Beliggenhet av det refraksjonsseismiske profilet (S1) er vist på kartet i kartbilag -04, og kartkoordinater for profilet framgår av databilag 4. Geofysisk tolkning av profilet er framstilt i databilag 5.

3.1 Lunde (G1 – G9)

Området langs Lundeelva (Kartbilag 2011.059-02) ligger stort sett 2-10 m over havnivå og er preget av mange oppstikkende fjellkoller med mellomliggende flater av løsmasser. Georadarmålingene viser gjennomgående dårlig dybderekkevidde og målingene er preget av mye teknisk og geologisk støy. Det er derfor vanskelig å oppnå sikre tolkninger av lømassetykkelse, løsmasstyper og fjelloverflatens forløp og beliggenhet. Den dårlige dybderekkevidden indikerer imidlertid at løsmasseavsetningene domineres av finstoffrikt materiale, dvs. leire, men at det stedvis opptrer sanddominerte elveavsetninger øverst.

Det kan være naturlig å dele nærmere tolkning i to deler, hvor vestlige del dekker området nær Lundeelva og omfatter profilene G2-G7 og vestlige del av G1(pos. 0-875 m), dvs. fram til kryssende profil G7, mens østlige del dekker området nær Søgne kirke og omfatter resten av profil G1 samt G8 og G9.

Langs G1 lengst vest (pos. 0-35 m) når tilsynelatende reflektivitet ned til 9-10 meters dyp, men signalene skyldes trolig siderefleksjoner, og reelt dyp til fjell ser ut til å være 1-3 m. Reell dybderekkevidde ser stort sett ut til å variere i dette området også videre langs profilet fram til profilkryss med G7, muligens noe mer (4 m) i området pos. 125-160 m, (dvs. nær bekkekryss ved pos. 129 m). Under ryggen fra pos. 290-400 m regnes det som sikkert at fjellet ligger grunt og ut fra refleksjonsmønsteret kan det ligge få meter dypt også videre østover til pos. 650 m. Videre fram til pos. 875 er det tilsynelatende betydelig mer nær horisontale reflektorer, men det antas å være mye støy-signaler uten relevans. Det er usikkert om fjelloverflaten her ligger rett under overflatelaget eller om det stedvis ligger finstoffrike avsetninger. Heller ikke kryssende profil G3 og G5 gir her særlig tilleggsinformasjon, men det er sannsynlig at fjelloverflaten ligger rett under overflatelaget. I G1 vest for ryggen kan det også ligge finstoffrike avsetninger under overflatelaget (pos. 120-260 m).

Profil G7 øst for Lundeelva går sentralt over en fjellkolle mellom brua over elva Føssa (pos. 184-193 m) og fram til kryssing under E39 (pos. 358-372 m). Likeså er kryssende profil G6 dominert av dagnært fjell, men det kan være 2-4 m med løsmasser lengst vest. Langs G7 sør for E39 kan refleksjonsmønsteret med bare noen få meters dybderekkevidde også indikere fjell ganske overflatenært, men partier med leiravsetninger kan ikke utelukkes. Langs G7 nord for profil G1 er det tilsynelatende reflektivitet ned til 5-8 m. Sikker grense mot fjell er ikke fastlagt, men det regnes at de øvre 2-6 m er løsmasser dominert av sandavsetninger.

Langs G2 sør for Lundeelva (pos. 0-650 m) er dybderekkevidden stort sett bare 1-3 m. Det er sannsynlig at fjelloverflaten ligger grunt, men det kan ikke utelukkes at det stedvis er lommer av leire under det tynne overflatelaget. Kraftige støysignaler opptrer flere steder, for eksempel ved kryssing under E39 (pos. 224-237 m og 579-591) og bru over elva (pos.651-660 m). I kryssende profil G4 er det øst for G2 2-4 m sanddominerte avsetninger over antatt fjell. I nordvestligste ca. 40 m av G4 kan leirdominert materiale ligge nær opp i dagen og dyp til fjell er uvisst. Langs G2 nord for elva kan det være 2-5 m sandige avsetninger over leire, men overflatelaget tynner ut lengst nord.

I det østlige måleområdet (G8 og G9 samt østlige del av G1(pos. 875-1151 m) er dybderekkevidden for georadarsignalene stort sett 5-8 m, og nær horisontale reflektorer, spesielt i de øvre 2-5 m, indikerer at avsetningene er sanddominerte, men trolig forholdsvis finkornige. Sandtykkelsen avtar mot øst i G9 og videre mot nord både i G8 og G9, og det antas at fjelloverflaten grunner opp under avsetningene. Profil G1 krysser en markert forsenkning i terrenget i området pos. 1040-1070 m og med svært liten dybderekkevidde for

målingene. Det må derfor være godt elektrisk ledende materiale nær overflaten. Det er usikkert om det er naturlig eller påfylt materiale.

Vurdering av skredfare.

Ut fra målingene og landskapsbildet skulle det ikke være fare for større skred og utglidninger i det undersøkte området. Området i øst er dominert av sandavsetninger, og eventuelle leiravsetninger ligger dypere enn elva Føssa. Det vil være usikkerhet med hensyn til grunnvannsnivå og grunnvannstrykk ut mot elva. Høyt grunnvannstrykk kan føre til erosjon i skråningen mot elva og elva kan selv også erodere i skråningen. Dette kan medføre mindre utrasninger i skråningen. I området i vest kan det stedvis opptre leire ganske overflatenært. Det er imidlertid ingen høye elve/bekkenedskjæringer i avsetningene. Lokalteter som likevel bør vurderes nærmere er området ved bekk og elveslyng i vest langs G1 (pos. 100-230 m) og muligens også elveslyngen i øst (pos. 600-750). Det kan heller ikke utelukkes at det lokalt i og rundt Lunde sentrum kan opptre lommer med leirdominert materiale med uviss stabilitet.

3.2 Tangvall (G10-G17)

Området ved Tangvall (Kartbilag 2011.059-03) ligger stort sett 12-16 m over havnivå og avgrenses mot sørøst av Søgneelva som ligger ca. 4 m over havnivå. I store deler av området har georadarmålingene en dybderekkevidde på 10-15 m. Målingene viser at det gjennomgående er et 1-3 m tykt overflatelag med horisontale reflektorer, mens underliggende avsetninger består av slakt skrånende reflektorer med noe varierende helningsretning, men faller med hovedretning mot vest-sørvest. Dette indikerer at avsetningene i området er bygd opp som et elvedelta avsatt ut fra Søgneelvas dalgang fra nordøst. Deltaet må være dannet ved slutten av eller etter siste istid i en periode hvor havnivået sto i tilnærmet samme høyde som deltaoverflaten. Etter landhevningen har Søgneelva erodert seg betydelig ned gjennom deltaoverflaten. Det regnes at deltamaterialet vesentlig er sanddominert. Slak helning med utholdende reflektorer mot dypet kan indikere forholdsvis finkornige deltaavsetninger (finsand). Det antas at begrensningen i dybderekkevidden skyldes at deltaet er bygd ut over marine avsetninger (leire).

Georadardataene er av best kvalitet og er lettest og sikrest å tolke lengst vest og lengst øst i området. I det tett bebygde sentrale området er det mye støysignaler og meget variabel dybderekkevidde, og det kan være vanskelig å gjenkjenne naturgitt refleksjonsmønster.

Lengst vest viser de to kryssende profilene G10 og G12 slakt skrånende reflektorer med fall mot sørvest, og deltaavsetningene når ned til 10-15 meters dyp, dvs. at de når ned til 0-5 m over havnivå og når dypest lengst vest og sør. Lengst nord i G12 kommer sannsynligvis fjelloverflaten opp og kan ligge noen få meter under overflaten de nordligste 30 m.

Østover langs vestlige del av G11 (pos. 0-150 m) og langs størstedelen av kryssende profil G13 (pos. 0-240 m) varierer dybderekkevidden mellom 7 og 13 m, dvs. ned til mellom 2 og 7 m over havnivå. Refleksjonsmønsteret indikerer avsetningsretning mot vest-sørvest i sørlige del, men nord for bekk i G13 (pos. 141 m) ser avsetningsretningen ut til å dreie mot nordvest. Lengst nord i profil G13 (pos. 240-329 m) er dybderekkevidden meget liten. Det antas at fjelloverflaten ligger grunt der, men det er også mulig at det kan ligge noe leire over fjell.

Videre østover langs G11 (pos. 150-360 m) og sørlige del av kryssende profil G14 (pos. 0-200 m) er dybderekkevidden og refleksjonsmønsteret mer uklart. Kraftige refleksjoner ned til tilsynelatende stort dyp i G11 (fra pos. 220 m) og i starten av G14 (pos. 0-35 m) skyldes trolig refleksjoner fra bygninger. Fram til ca. pos. 170 m i G14 er det meget svak refleksivitet fra 2-

3 meters dyp, og kan bety at avsetningene under er finstoffrike (silt/finsand med innblanding av leire). I området pos. 200-265 m er dybderekkevidden 14-15 m og det regnes derfor at det der er mer sanddominerte avsetninger ned til 5 m over havnivå. I nordligste del av profil G14 (pos. 290-331 m) regnes fjelloverflaten å ligge ganske grunt (1-3 m).

Videre østover langs G11 (pos. 360-610 m) ser det ut til å være reelle refleksjoner ned til ca. 5 m over havnivå og skråstrukturer med fall mot vest-sørvest. I det kryssende profilet G15 (ved pos. 460 m i G11) er det imidlertid betydelig mindre dybderekkevidde både nordafor og til 80 m sør for G11, til dels med mye diffraksjoner nær overflaten. Tolkningen av den dårlige dybderekkevidden kan skyldes finstoffmateriale nedover i grunnen, men egenskaper av antatt påført materiale i vegunderlaget er mer sannsynlig. Videre sørover G15 (pos. 305-602 m) følger profilet gang/sykkelfelt, og dybderekkevidden varierer fra knapt 5 og til ca. 10 meters dyp og når ned til fra 10 til 5 m over havnivå. Det kan ikke utelukkes at variasjonene skyldes endringer i finstoffinnhold mot dypet, men kan også skyldes forskjeller i påførte materialtyper i grunnen. I profil G16 østafor varierer også dybderekkevidden en del, men det ser ut til at sanddominerte avsetninger når ned til mellom 0 og 5 m over havnivå og med skrålagning med fallretning mot sørvest.

Langs østligste del av profil G11 (fra kryss G16 ved pos. 615 m til pos.950 m) er det meget begrenset dybderekkevidde i området pos. 740-900 m. Dette skyldes trolig dagnært fjell. Fjelloverflaten kan nå ned mot 5 meters dyp lengst øst i profilet, mens forløpet er mer usikkert mot vest. Tverrprofilet G17 krysser over vestenden av Solåsen, og indikerer at fjelloverflaten ligger dagnært (0-2 m dypt) i området pos.100-250 m. Sørover mot Søgneelva øker dypet, og det regnes å ligge sandavsetninger ned til rundt havnivå. Langs resten av profilet på nordvestsiden av Solåsen indikeres sandavsetninger som når ned til mellom 0 og 5 m over havnivå i området pos. 290-650 m. Lengst nordvest grunner avsetningene opp til 10 m over havnivå. Skråstrukturer i avsetningene indikerer at de i hovedsak er avsatt mot vest-sørvest, men muligens mer mot nordvest langs nordvestligste del av profilet (fra pos.585 m).

Vurdering av skredfare.

Ut fra målingene og landskapsbildet skulle det ikke være fare for større skred og utglidninger i det undersøkte området. Overflate av marine finstoffrike avsetninger (leire) ser stort sett ut til å ligge lavere enn 0-5 m over havnivå, og dermed i samme nivå eller dypere enn elvenivået for Søgneelva. Det er imidlertid ikke utelukket at leire ligger i høyere nivå i sørlige del av G15 (pos. 370-560 m) like vest for elveslyngen. Det er indikasjoner på at grunnvannsnivået langs G15 og G16 sør for G11 kan ligge 10-11 m over havnivå. Høyt grunnvannstrykk kan føre til erosjon i skråningen ut mot elva. I yttersvingen av elveslyngen kan elva selv erodere i skråningen og gjøre denne ustabil. Dette kan medføre mindre utrasninger i skråningen. Det anbefales at det gjøres oppfølgende undersøkelser av stabiliteten nær Søgneelva, spesielt langs vestsiden (yttersiden) av elveslyngen sør i området.

3.3 Linnegrøvan (G18-G22 og S1)

Området ved Linnegrøvan (Kartbilag 2011.059-04) er fordelt på tre terrassenivåer. Øverste terrasse i vest ligger ca. 14 m over havnivå, terrassen østafor er 10-11 m o.h., mens nederste terrasse mot Søgneelva ligger 6-7 m o.h. Under de to øverste terrassene indikeres georadarsignaler stort sett ned mot havnivå, dvs. en dybderekkevidde på 10-14 m, og materialet regnes å være sanddominerte elveavsetninger. Avsetningsretning er ikke bestemt da refleksjonsmønsteret er noe kaotisk under den øverste terrassen, mens refleksjoner ned til 5-8 meters dyp under terrassen østafor indikerer tilnærmet horisontale lag. Dette kan tyde på forholdsvis finkornige sandavsetninger i denne terrassen. Under nederste terrasse oppnås det

en dybderekkevidde på mellom 10 og 15 m, dvs. ned til 5-8 m under havnivå. Skrålagning kan indikere en avsetningsretning mot sørøst i nordlige del og muligens mot øst i sørlige del av området. Skrålagningen tyder på grovere avsetninger enn i terrassen vestafor, men det er mulig at disse grovere avsetningene strekker seg vestover under de flattliggende lagene.

Profil G18 nord i området krysser over alle tre terrasseflatene. Horisontal reflektor kan indikere at grunnvannsnivå ligger 11-12 m o.h. under den øverste terrassen, 7-8 m o.h. under den mellomste terrassen og tilnærmet i elvenivå (4 m o.h.) under nederste terrasse. Under de øvrige profilene på mellomterrassen (G20, G21 og G22 (pos.0-200 m)) er det usikkert hvilken reflektor som kan representere grunnvannsnivå. Under de øvrige profilene på nederste terrasse (G19 og G22 (pos. 230-400 m)) indikeres også grunnvannsnivå tilnærmet i elvenivå.

Refraksjonsseismikk.

Det refraksjonsseismiske profilet S1 følger stort sett georadarprofilet G22 (se kartbilag -04). Geofysisk tolkning av profilet er vist i databilag 5. Øverst er det et 3-5 m tykt lag med seismisk hastighet på ca. 300 m/s, mens det i underliggende løsmasser er registrert seismisk hastighet på 1550-1600 m/s. Overflatelaget regnes å bestå av løst lagret elveavsatte sandavsetninger med lavt vanninnhold og grensen mot underliggende lag regnes å representere grunnvannsnivå. Det ser ut til jevnt over å falle sammen med elvenivået for Søgneelva. Hastigheten i underliggende lag er typisk for vannmettede relativt godt sorterte avsetninger av sand/grus, men kan også representere finstoffrike avsetninger (leire).

Tolkningen av total løsmassetykkelse og fjelloverflatens forløp vil være mer usikker enn vanlig på grunn av flere forhold. Generelt lavt signal/støy-forhold, spesielt i stor avstand fra skuddpunkt, gir usikre og diffuse avlesninger av førsteankomster. Lengden av profilutlegget med forlengelse ut til fjernskudd er kort i forhold til total løsmassetykkelse. Dette medfører begrenset måledekning av fjelloverflaten og seismisk hastighet langs fjelloverflaten er dårlig bestemt. Ut fra de data som er oppnådd er seismisk hastighet i fjell anslått til rundt 4000 m/s. Dette er lavt til å representere massivt fjell, og må eventuelt bety at det er en del oppsprekking i fjellet eller at fjellet er forvitret.

Målingene indikerer at fjelloverflaten må skråne meget steilt ned under sørvest-enden av profilet, men forløpet kan ikke klarlegges fra måledata. Tolkningen indikerer at fjelloverflaten skråner nedover fra ca. 60 meters dyp ved sørvestlige endeskudd (pos. 0 m) ned til 85-90 meters dyp langs nordøstlige halvdel av profilet, dvs. at fjelloverflaten skråner nedover fra ca. 50 m under havnivå til 80-85 m under havnivå. Fjelloverflaten er beregnet ut fra at avsetningene med seismisk hastighet 1550-1600 m/s når helt til fjell. Det kan tenkes at det over fjell kan ligge morenenmateriale med høyere seismisk hastighet (for eksempel 2000-2500 m/s), men at det er for tynt til å kunne registreres. Dyp til fjell vil da kunne være noe større enn det som er beregnet. For at et slikt lag skal kunne opptre i "blindsone" må morenematerialet ligge dypere enn 40-45 m under terrengoverflaten.

Vurdering av skredfare.

Ut fra målingene og landskapsbildet skulle det ikke være fare for større skred og utglidninger i det undersøkte området. Det er indikert at grunnvannsnivået langs G18 ligger 11-12 m o.h. i vest (pos. 0-150 m) skrånende ned til 7-8 m o.h. i området pos.270-400 m. Profilet ligger sørvest for elveslyngen omtalt under området Tangvall. Det gjelder derfor det samme her at høyt grunnvannstrykk kan føre til erosjon i skråningen ut mot elva, og at elva selv kan erodere i skråningen og gjøre denne ustabil. Dette kan medføre mindre utrasninger i skråningen. Mulig elveerosjon i yttersvingene av elveslyngene lenger sør (nordøst for G20 (pos. 160-200 m) og sør for G22 (pos. 0-100 m)) kan også gjøre elveskråningen ustabil lokalt. Det anbefales

at det derfor gjøres oppfølgende vurdering/undersøkelse av stabiliteten nær Søgneelva, spesielt langs yttersiden av elveslyngen i nord, men også langs yttersiden av elveslyngene lenger sør.

3.4 Tjomsemoen (G23-G29)

I det undersøkte området av Tjomsemoen (Kartbilag 2011.059-05) ligger terrengoverflaten fra ca. 6 til vel 10 m over havnivå og er lavest i nordøst mot Tjomsevannet. Sentralt i området er dybderekkevidden for georadarmålingene ca. 15 m og stedvis 20 m. For øvrig er dybderekkevidden stort sett 10- 15 m, unntatt enkelte områder i utkantene hvor den er redusert til ned mot 5 m. Målingene viser markert skrålagning i avsetningene, og avsetningsretning er hovedsakelig mellom nordøst og øst. Grunnvannsnivå framkommer som en markert reflektor i de fleste profilene og varierer fra 5 til 7 m over havnivå. Stor dybderekkevidde, skrålagning og markert grunnvannsnivå tilsier at avsetningene er forholdsvis grove og består vesentlig av sand og grus. Materialet regnes å være avsatt fra smeltevann fra en nærliggende isfront ved slutten av siste istid. Disse avsetningene er derfor eldre enn elvedeltaavsetningene beskrevet for området Tangvall og kan henge sammen med de grovere avsetningene under østlige del av området Linnegrøvan.

Langs sørvestligste del av G23 (pos. 580-690 m) er dybderekkevidden bare 6-7 m med nær horisontale reflektorer. Det regnes at disse representerer en fortsettelse av avsetningene på mellomterrassen i vest ved Linnegrøvan. De er såpass finstoffrike at signalene mot dypet forsvinner, men det antas at det kan ligge grovere avsetninger under som i området vestafor. Videre nordøstover langs profilet (fra pos.560 m) fram til pos. 270 m (kryss G27) er dybderekkevidden 15-20 m, mens den er 10-15 m fram til pos.150 m. I området pos.40-150 m forbi gårdsanlegg/bygninger domineres profilet av redusert tilsynelatende dybderekkevidde, men med betydelig innslag av støysignaler, noe som gjør tolkningen vanskelig. Fjellnivået i dette området langs profilet er ikke identifisert, men kan ikke utelukkes å ligge få meter under overflaten. Inne på gårds plass vel 20 m nordvest for pos. 120 m i profilet stikker fjell opp i dagen Under nordøstligste del av profilet ser det ut til å være skrålagning i løsmasser ned mot 15 meters dyp, dvs. ned mot 10 m under havnivå. Grunnvannsnivå langs profilet vises som en markert reflektor 5-7 m over havnivå, men er usikker lengst sørvest.

I kryssende profil G24 langs Søgneveien sør i området er dybderekkevidden for georadarsignalene 15-20 m i området fra pos. 25 m og østover til pos. 400 m. De neste 100 m er reell dybderekkevidde redusert til 3-8 m. Det kan skyldes at fjelloverflaten her stikker opp til dette nivået, men det kan heller ikke utelukkes at det opptrer finstoffrikt materiale få meter under overflaten. Fram til pos. 400 m i profilet er grunnvannsnivået indikert som en markert reflektor 5-7 m over havnivå.

I de kryssende profilene G25 og G27 er grunnvannsnivået også indikert som en markert reflektor 5-7 m over havnivå, men i begge profilene er reflektiviteten fra grunnvannsoverflaten så kraftig at den er blitt reflektert to ganger, slik at den tilsynelatende også ligger i dobbelt dyp (multippel i nivå 3-4 m o.h. i profil G25 og rundt 4 m o.h. i profil G27). Det er gjennomgående registrert signaler fra reflektorer ned til ca. 5 m under havnivå, men noe dypere sørvestligst i G25 (pos. 0-100 m) og ned mot 10-15 m under havnivå nordvest i G27 (pos. 340-410 m). Lengst nordvest i G27 skråner bunnreflektorene opp, og ved enden kan fjelloverflaten nå opp mot 5 m under havnivå. Lengst sørøst i profilet kan det komme inn noe finstoffmateriale da dybderekkevidden brått blir mindre enn 8 m.

I nord mot Tjomsevannet er det registrert signaler fra reflektorer ned til 5 m under havnivå i nordvest (G28) og 5-10 m under havnivå i øst (G29). Fjelloverflaten må skråne meget bratt ned ved nordvestenden av G28, mens den mot østenden av G29 skråner opp fra 10 m under havnivå og til havnivå de siste 35 metrene av profilet. I østlige del av området nærmest vannet er det en spesiell struktur i løsmassene. Den strekker seg fra pos. 85 m i G29 og østover mot enden av profilet og når sørover til pos. 30 m i kryssende profil G26. Strukturen danner en grop i løsmassene, og materialet som er avsatt i den, må ha blitt avsatt i en eller flere episoder etter de øvrige avsetningene på Tjomsemoen. Det kan enten være innfylling av en dødisgrop eller innfylling av en skredgrop fra et løsmasseskred ut i Tjomsevannet.

Vurdering av skredfare.

Ut fra målingene og landskapsbildet skulle det ikke være fare for større skred og utglidninger i det undersøkte området. I nord mot Tjomsevannet er det indikert sanddominerte avsetninger ned til minimum 10 og opptil 15 meters dyp, dvs. et nivå på 5-10 m under havnivå. Dette burde tilsi stabile løsmasser langs strandsonen av vannet, men stabiliteten kan imidlertid ikke fastslås uten nærmere kjennskap til bunntopografien i Tjomsevannet. Det bør i den forbindelse trolig legges størst vekt på dybdeforholdene utenfor nordvestre del av strandsonen (dvs. øst for G28). Det er en viss usikkerhet med hensyn til løsmassestabiliteten langs bekken fra Tjomsevannet og sørover mot Søgneelva. Det er indikasjoner på mulig finstoffrike avsetninger østligst i G27 og østlige del av G24. Bekkeerosjon kan lokalt medføre ustabile bekkeskrånninger med fare for mindre utglidninger.

4. SAMMENFATNING

4.1 Geologi

Sentralt i det undersøkte området på Tjomsemoen indikerer georadarmålingene ca. 15 m og stedvis opptil 20 m tykke sand/grusavsetninger, mens tykkelsen ellers på moen varierer fra 10 til 15 m. Avsetningene når stort sett ned til 5 m under havnivå, men stedvis ned mot 10 m under havnivå. Avsetningene kan være avsatt fra smeltevann fra en nærliggende isfront ved slutten av siste istid med avsetningsretning mot øst-nordøst mot Tjomsevannet. Disse forholdsvis grove avsetningene kan se ut til å fortsette vestover under østlige del av området Linnegrøvan og når der ned til tilsvarende nivå. Refleksjonsmønsteret indikerer her en avsetningsretning mer mot sørøst. Det er indikasjoner på at disse avsetningene strekker seg et stykke vestover under flattliggende elveavsetninger med antatt betydelig mer finkornig materiale (sand/finsand).

Sørøstligst i området Linnegrøvan viser refraksjonsseismisk profil at fjelloverflaten fra kollen i sørvest skråner meget steilt ned under avsetningene og er beregnet å ligge fra 50 m under havnivå sørvestligst i profilet og 80-85 m under havnivå mot nordøst.

I området Tangvall nord og nordvest for Linnegrøvan er det anslått å være sanddominerte avsetninger ned til 10-15 meters dyp i vestlige og østlige del av området. Avsetningene når ned til mellom 0 og 5 m over havnivå. Slak skrålagning med fall mot vest-sørvest indikerer at avsetningene i området er bygd opp som et elvedelta avsatt ut fra Søgneelvas dalgang fra nordøst. I deler av området lengst sørøst kommer fjell nær eller opp i dagen. I sentrumsområdet med mye bebyggelse er georadarmålingene belastet med mye støy, og årsaken til reduksjon i dybderekkevidde har ikke en entydig tolkning. Det kan skyldes dempning på grunn av veimateriale eller tekniske installasjoner, eller geologiske årsaker som oppstikkende fjelloverflate eller finstoffmateriale (leire).

Området Lunde lenger vest er dominert av leire med et tynt topplag (1-3m) av sandige elveavsetninger langs Lundeelva. Det synes generelt å være grunt til fjell i området, og terrenget er preget av mange oppstikkende fjellkoller. Østligst i området, ved Søgne kirke nord for elva Føssa, kan det stedvis være 5-8 m tykke sandige avsetninger.

4.2 Vurdering av skredfare

Ut fra tolkning av målingene og landskapsformene er det ikke indikert fare for større skred og utglidninger i noen av de undersøkte områdene, men det bør lokalt nær elver og bekker gjøres oppfølgende vurderinger og eventuelt geotekniske undersøkelser.

Ved Lunde gjelder det spesielt yttersiden av elveslyngene mot nord og forholdene langs elva Føssa sør for Søgne kirke.

Ved Tangvall vil det være viktig å få en vurdering av yttersiden av elveslyngen mot vest lengst sørøst i området og som også utgjør nordligste del av området Linnegrøvan.

Ved Tjomsemoen bør det ses nærmere på forholdene langs bekken fra Tjomsevannet samt strandlinjen langs sørvestsiden av vannet.

Kartkoordinater for georadarprofiler målt i 2010 ved Lunde, Tangvall, Linnegrøvan og Tjomsemoen i Søgne kommune.

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

Lunde (G1 – G9)

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G1x0	6440006	427376
G1x749	6439985	428118
G1x875	6439918	428219
G1x1006	6439952	428349
G1x1151	6439860	428459
G2x0	6439950	428098
G2x336	6439690	428053
G2x497	6439694	427897
G2x907,5	6440062	427835
G3x0	6440125	428094
G3x140,5	6439987	428082
G4x0	6439880	428131
G4x90	6439909	428046
G4x131,5	6439943	428024
G5x0	6439886	428161
G5x63,5	6439934	428190
G6x0	6439805	428153
G6x99,5	6439818	428251
G7x0	6440087	428265
G7x278	6439812	428208
G7x554	6439582	428345
G8x0	6439876	428426
G8x92	6439967	428447
G8x104	6439967	428461
G8x197,5	6440053	428496
G9x0	6439976	428650
G9x90	6439886	428639
G9x279	6439859	428465

Tangvall (G10 – G17, CMP1)

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G10x0	6439950	429483
G10x143	6440001	429615
G11x0	6439980	429770
G11x410	6440106	430143
G11x951	6440356	430625
G12x0	6440054	429545
G12x71	6439984	429553
G12x167,5	6439905	429604

G13x0	6439980	429770
G13x163	6440108	429682
G13x329	6440268	429656
G14x0	6440012	429990
G14x331	6440303	429861
G15x0	6440330	430108
G15x306	6440052	430200
G15x602	6439755	430214
G16x0	6440411	430297
G16x210	6440197	430324
G16x271	6440172	430271
G16x480	6439962	430293
G16x542,5	6439949	430234
G17x0	6440194	430528
G17x385	6440530	430375
G17x525	6440411	430297
G17x584	6440414	430240
G17x715,5	6440522	430170
CMP1	6439968	429563

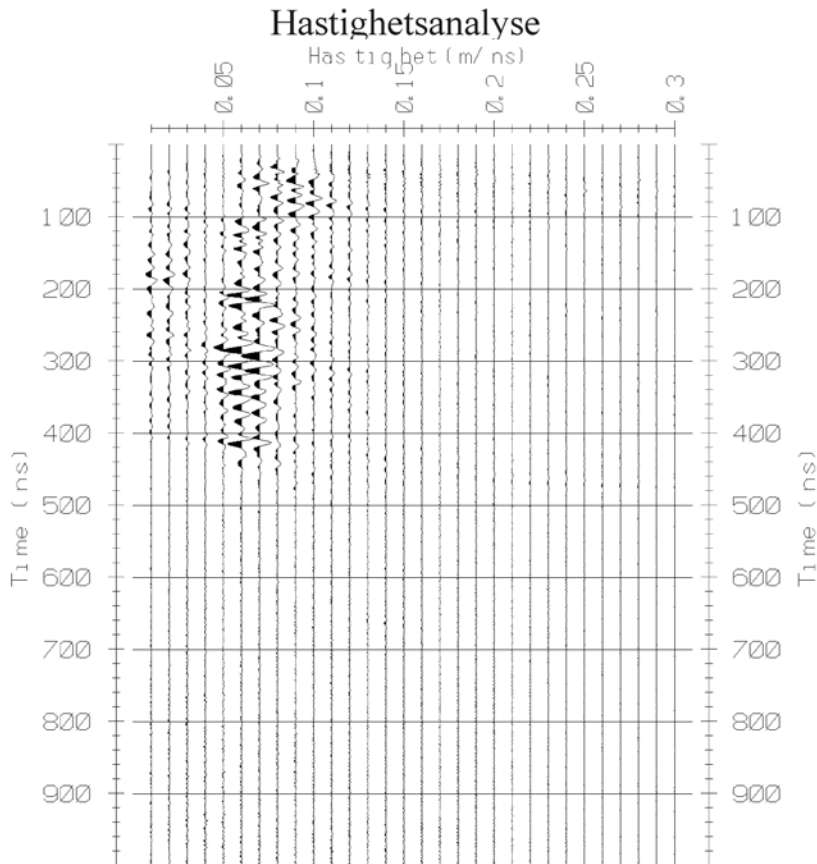
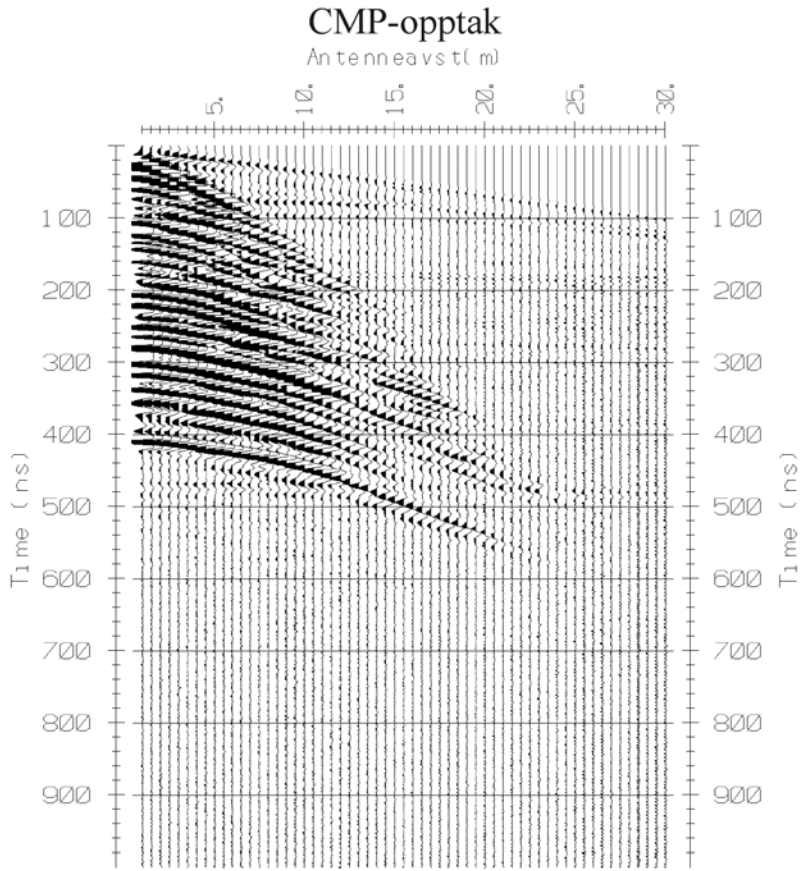
Linnegrøvan (G18 – G22, CMP2)

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G18x0	6439761	430064
G18x153	6439759	430214
G18x318	6439720	430373
G18x403	6439764	430449
G18x529	6439830	430550
G19x0	6439819	430464
G19x137	6439696	430527
G20x0	6439435	430501
G20x176	6439594	430580
G20x255	6439615	430505
G20x327	6439680	430478
G20x405,5	6439670	430397
G21x0	6439504	430399
G21x146	6439525	430542
G22x0	6439411	430441
G22x83	6439434	430512
G22x427,5	6439639	430785
CMP2	6439582	430574

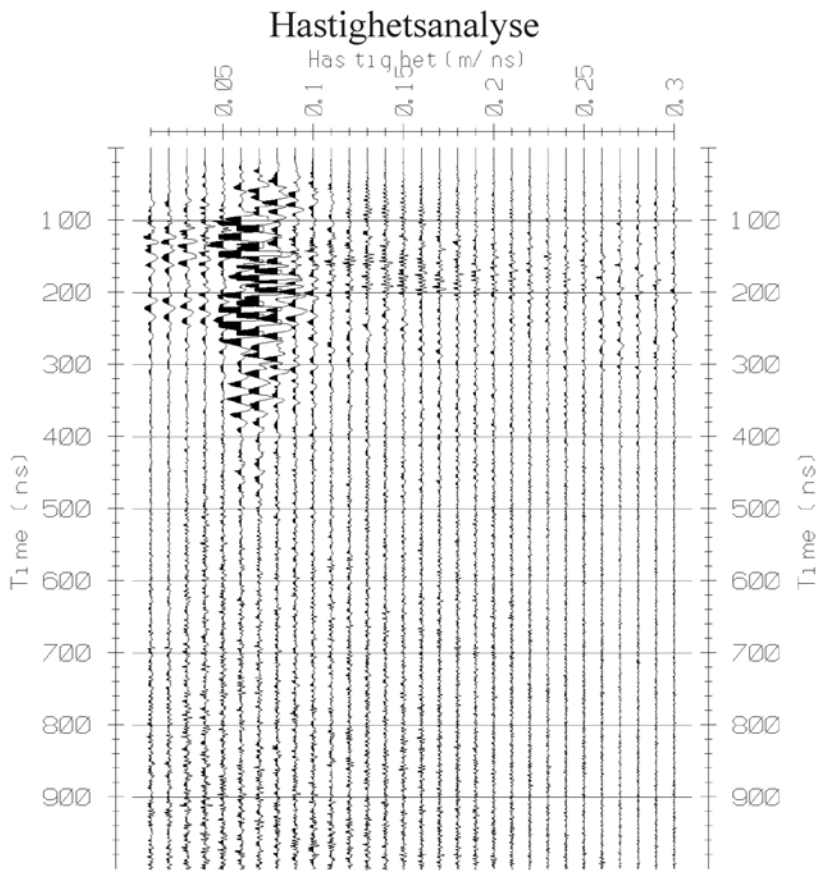
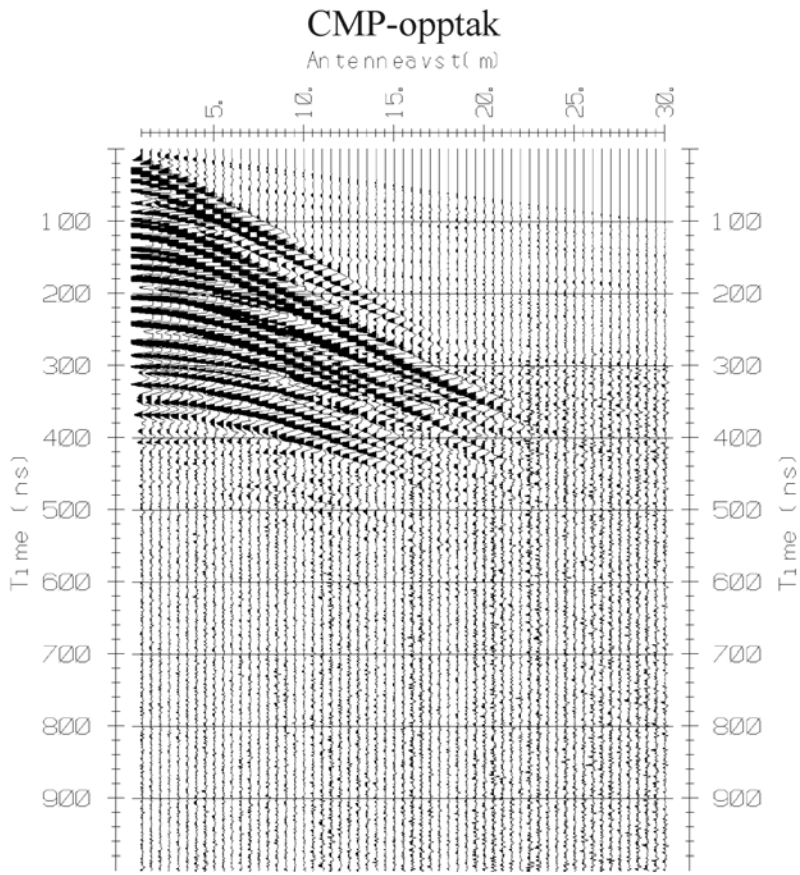
Tjomsemoen (G23 – G29)

Profilxposisjon	UTM-N (m)	UTM-E (m)
G23x0	6440267	431230
G23x690,5	6439700	430842
G24x0	6439843	430798
G24x550,5	6439678	431311
G25x0	6439796	431070
G25x179	6439943	431175
G25x360	6440081	431296
G26x0	6439999	431366
G26x149	6439883	431272
G27x0	6439856	431348
G27x190	6439943	431175
G27x426,5	6440115	431023
G28x0	6440291	431197
G28x223,5	6440086	431293
G29x0	6440081	431296
G29x87	6439999	431329
G29x132	6439989	431376
G29x246,5	6439972	431487

Søgne, Tangvall, CMP1, lokalisert ved pos. 92 m i G12



Søgne, Linnegrøvan, CMP2, lokalisert ved pos.162 m i G20



**Kartkoordinater for det refraksjonsseismiske profilet S1
målt i oktober 2010 ved Linnegrøvan i Søgne kommune.
UTM-koordinater (WGS84, sone 32) er bestemt med GPS-instrument.**

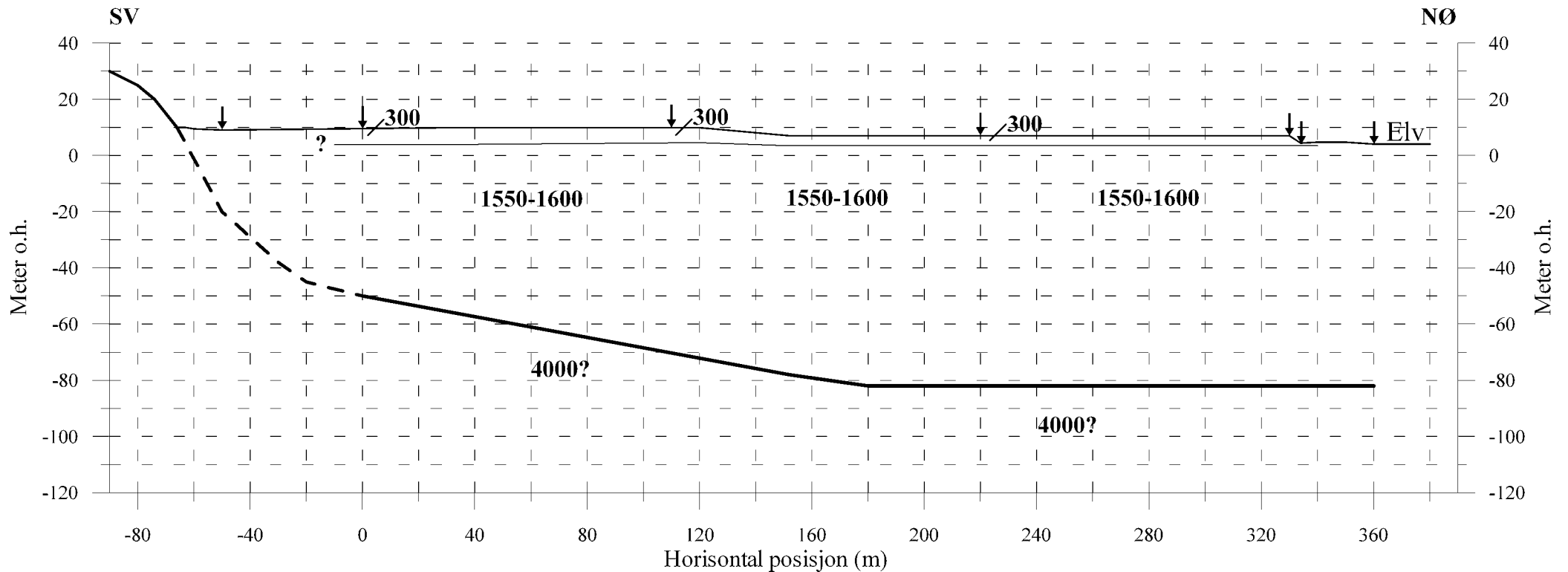
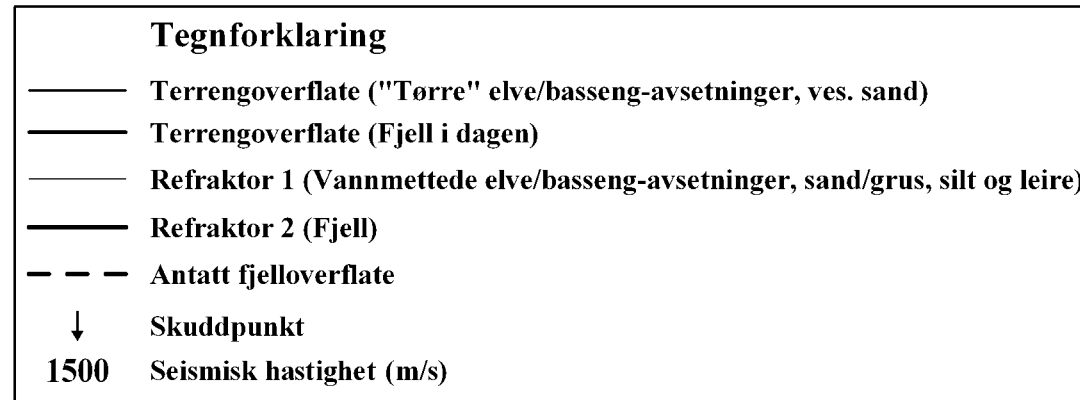
Koordinatene angir skuddpunkt-posisjonene langs profilet

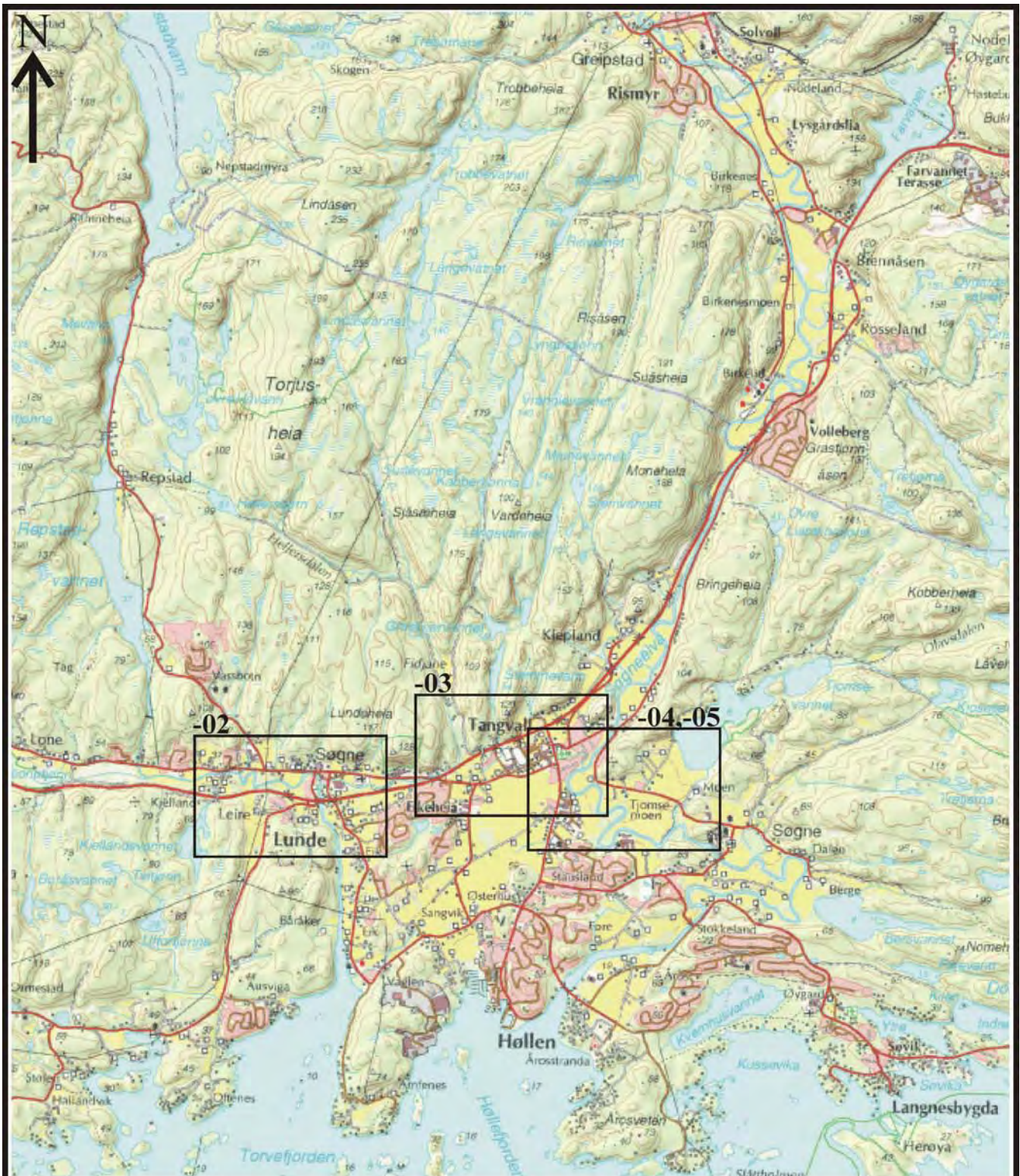
Fet skrift: Endepunkter i profilet

Skråskrift: Fjernskudd (for profilforlengelse)

Profilxposisjon (m)	UTM-N (m)	UTM-E (m)
<i>S1x-50</i>	<i>6439398</i>	<i>430464</i>
S1x0	6439425	430509
S1x110	6439486	430595
S1x220	6439557	430680
S1x330	6439635	430756
<i>S1x360</i>	<i>6439646</i>	<i>430791</i>

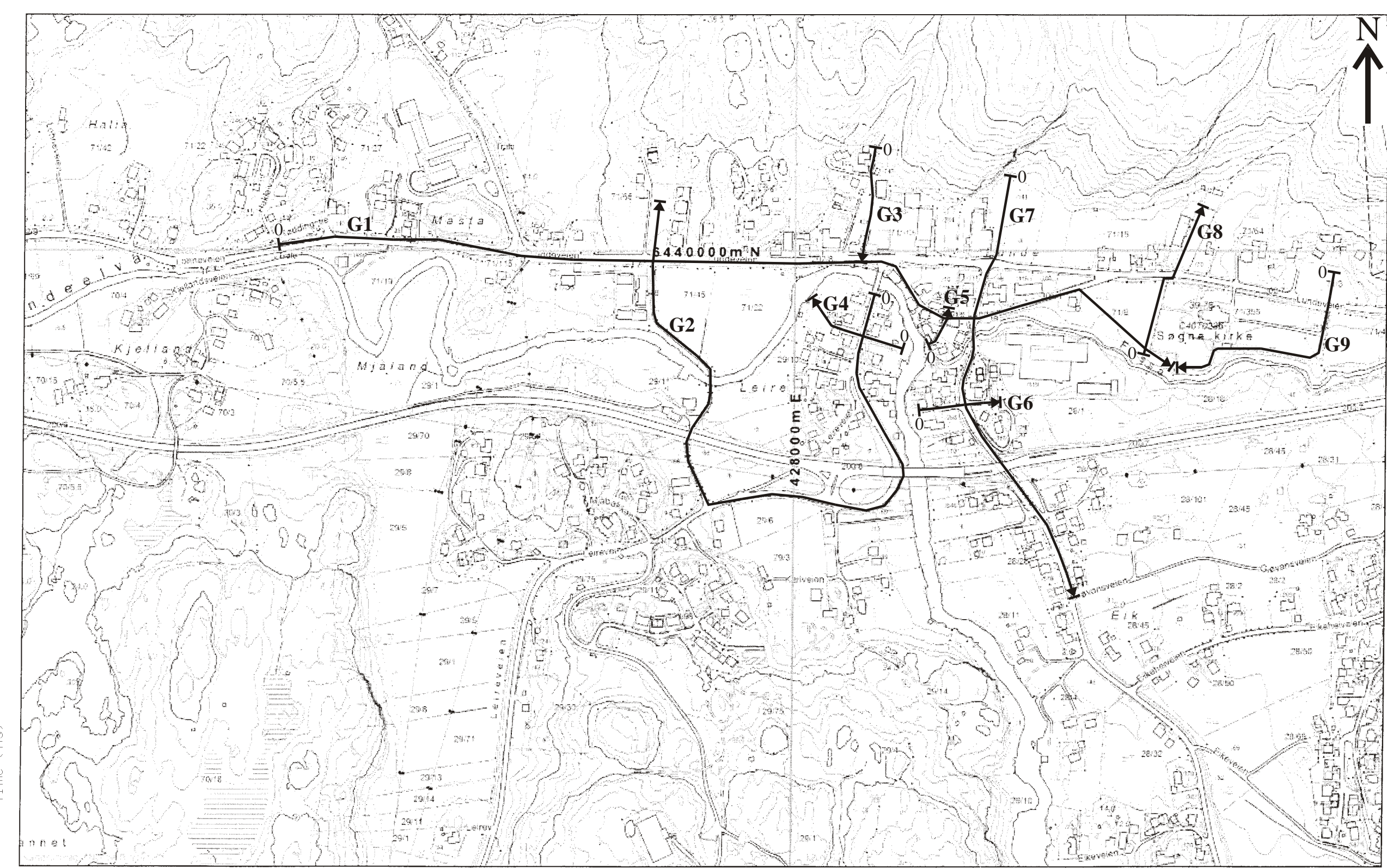
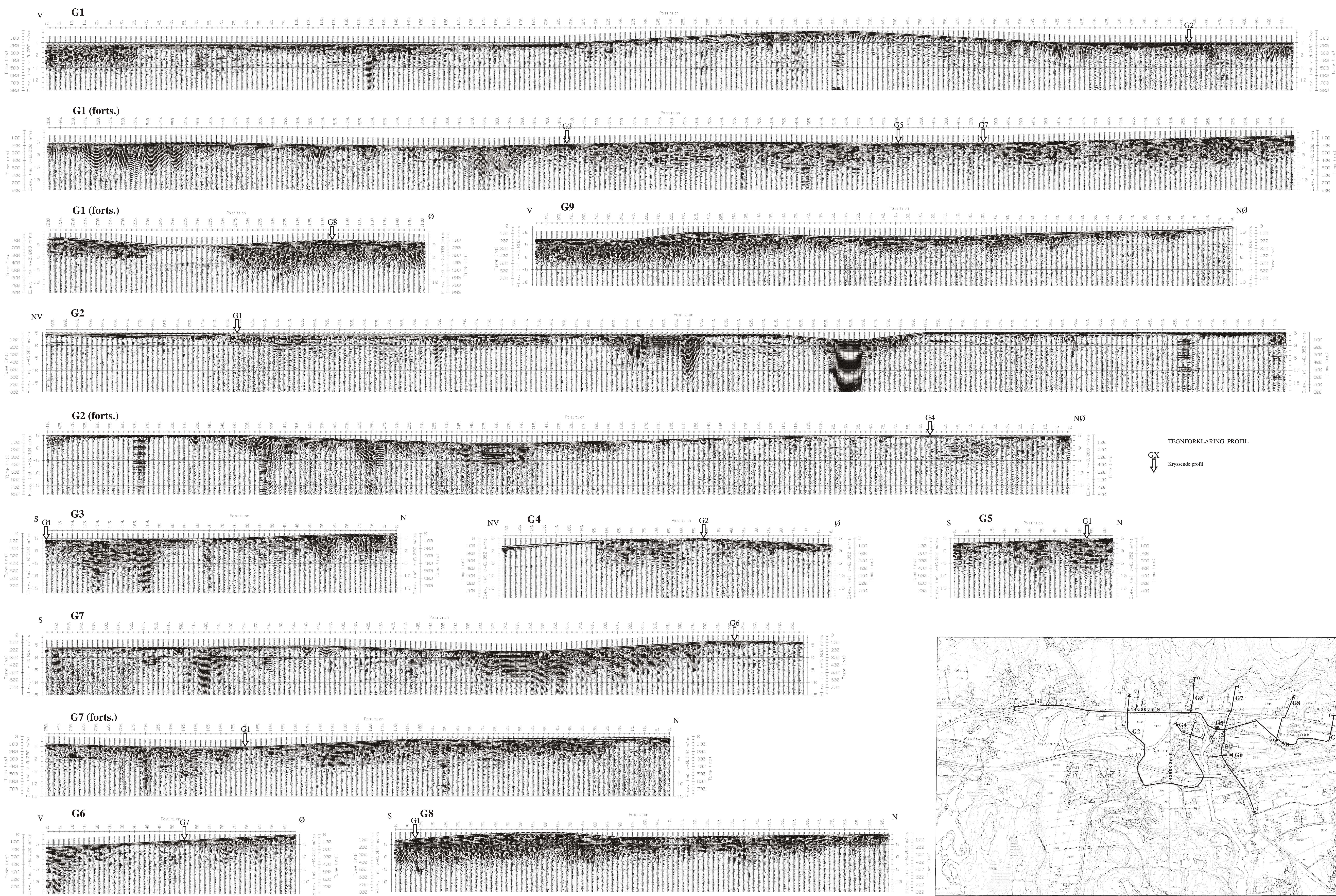
Linnegrøvan i Søgne, refraksjonsseismisk profil S1





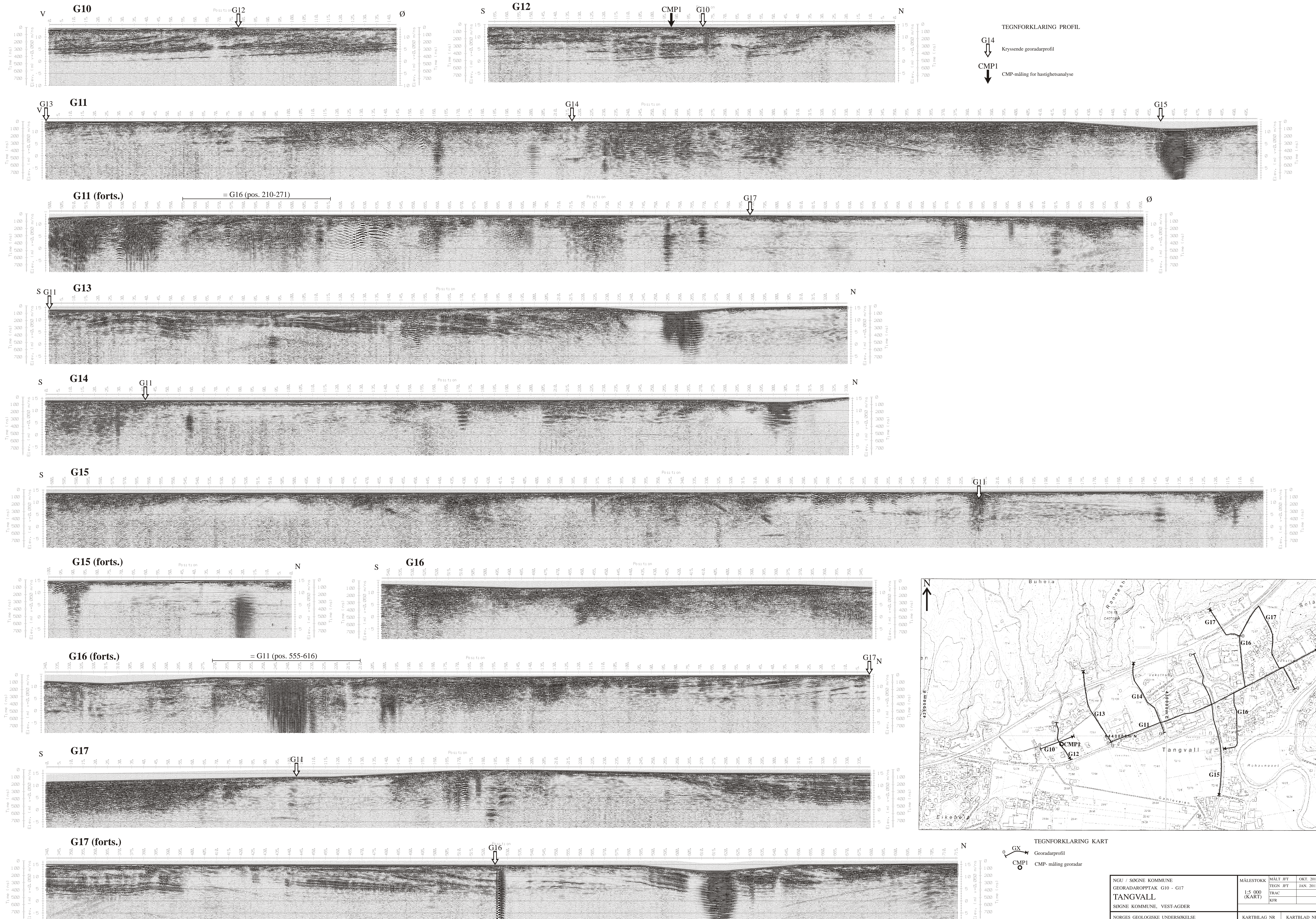
Utsnitt vist i kartbilag -02, -03, -04 og -05

NGU / SØGNE KOMMUNE OVERSIKTSKART SØGNE SØGNE KOMMUNE, VEST-AGDER	MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JFT	OKT. 2010
		TEGN JFT	SEP. 2011
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2011.059-01	KARTBLAD NR 1511 III	



TEGNFORKLARING KART
 GX Georadarprofil

NGU / SØGNE KOMMUNE GEORADAROPPTAK G1 - G9 LUNDE SØGNE KOMMUNE, VEST-AGDER	MÅLESTOKK 1: 5 000 (KART)	MÅLT JPT OKT. 2010	TEGN JPT FEB. 2011
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2011.059-02	KARTBLAD NR 1511 III	



TEGNFORKLARING PROFIL

G14
↓
Kryssende georadarprofil

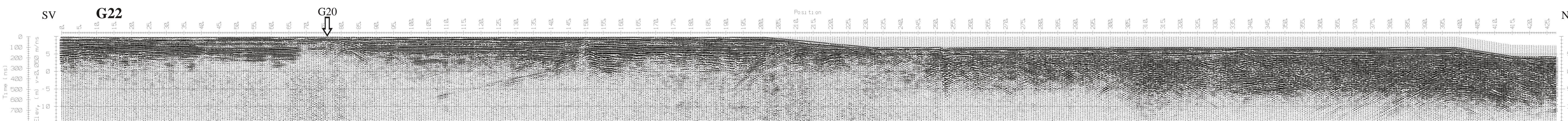
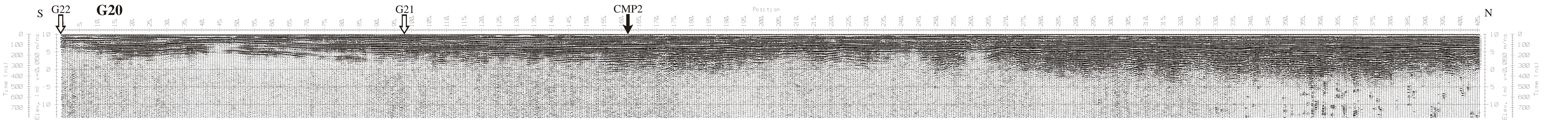
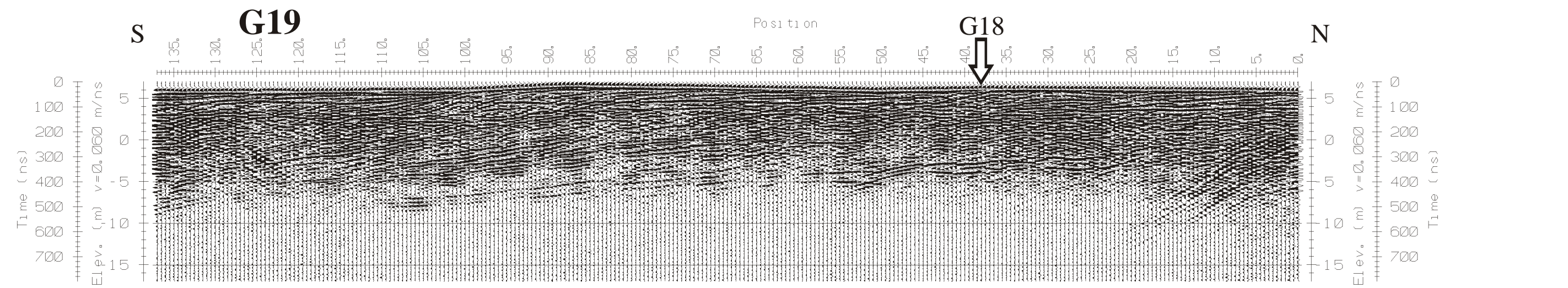
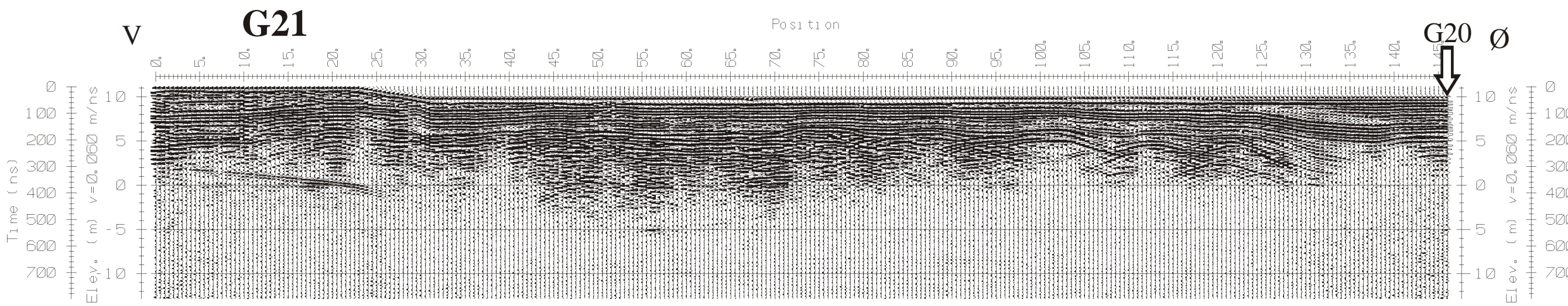
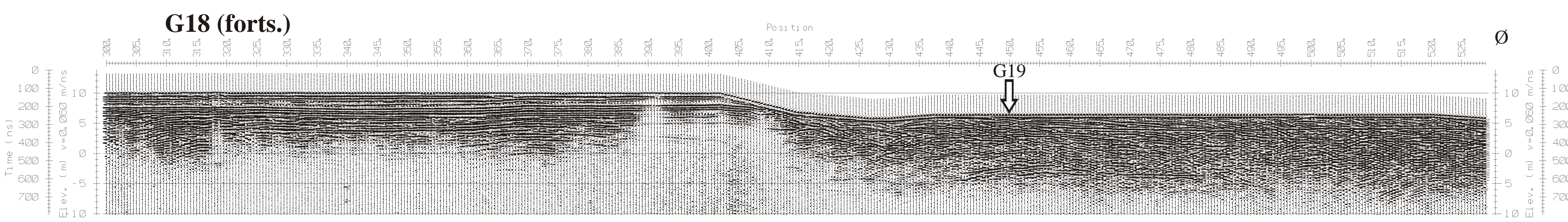
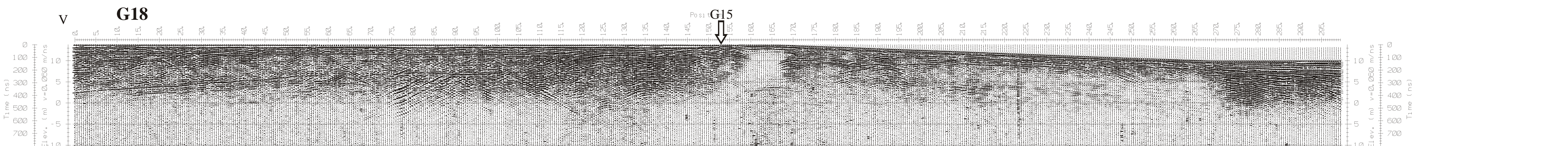
CMP1
↓
CMP-måling for hastighetsanalyse

TEGNFORKLARING KART

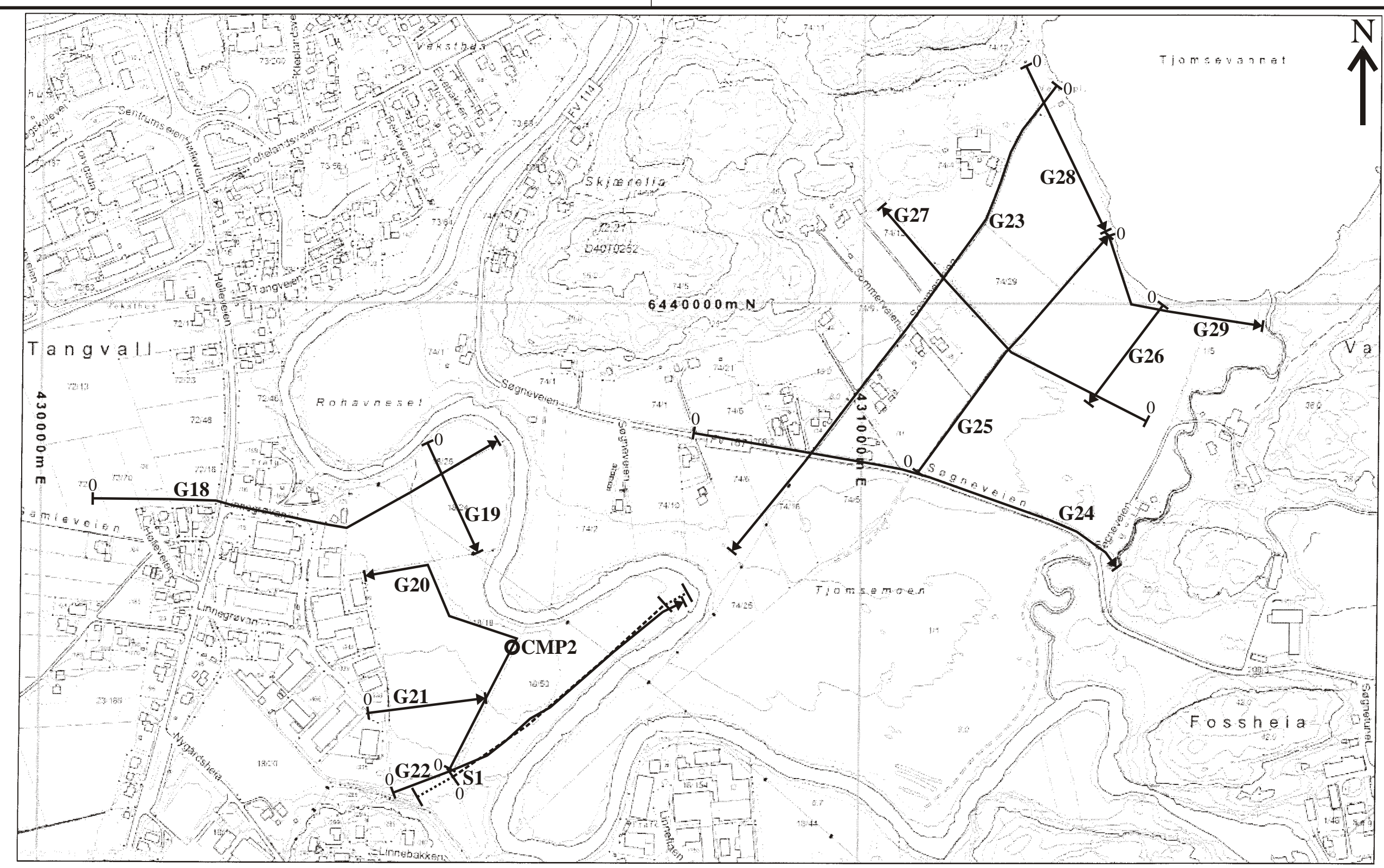
GX
○
Georadarprofil

CMP1
○
CMP-måling georadar

NGU / SOGNE KOMMUNE GEORADAROPPTAK G10 - G17 TANGVALL SOGNE KOMMUNE, VEST-AGDER	MÅLESTOKK	MALT JFT	OKT 2010
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	JAN 2011
NORSGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR 2011.059-03	TRAC	KARTBLAD NR 1511 III

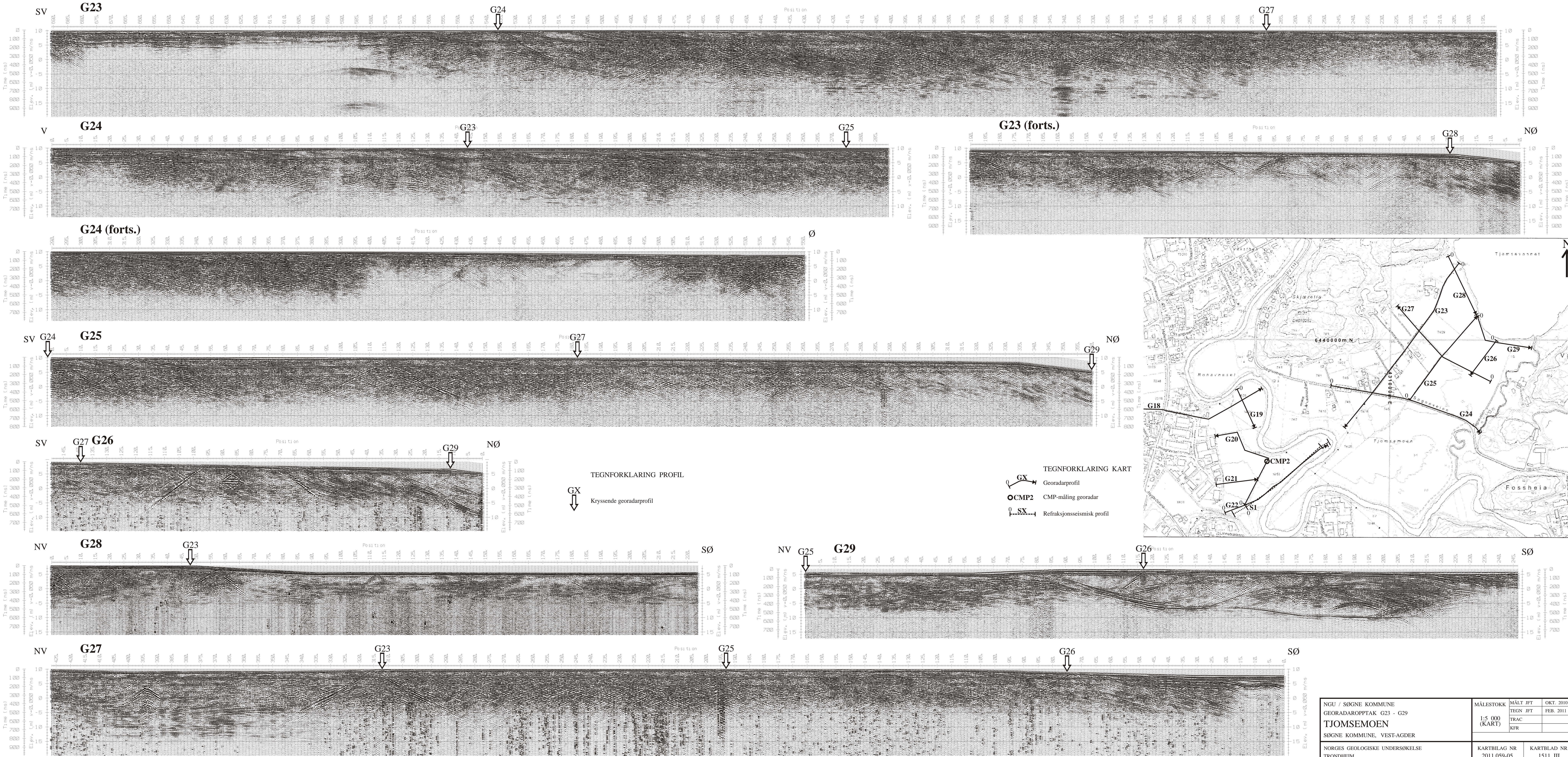


TEGNFORKLARING PROFIL
 GX
 ↓
 Kryssende georadarprofil
 CMP2
 ↓
 CMP-måling for hastighetsanalyse



TEGNFORKLARING KART
 GX
 ↗ ↘
 Georadarprofil
 ○
 CMP2
 ○
 CMP måling georadar
 - - - SX - - -
 Refraksjonsseismisk profil

NGU / SØGNE KOMMUNE GEORADAROPPTAK G18 - G22 LINNEGRØVAN SØGNE KOMMUNE, VEST-AGDER	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	OKT. 2010
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	FEB. 2011
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	2011.059-04	1511 III	



TEGNFORKLARING PROFIL
 GX
 Kryssende georadarprofil

TEGNFORKLARING KART
 GX Georadarprofil
 CMP2 CMP-måling georadar
 SX Refraksjonseismisk profil

NGU / SØGNE KOMMUNE GEORADAROPPTAK G23 - G29 TJOMSEMOEN SØGNE KOMMUNE, VEST-AGDER	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	OKT. 2010
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	FEB. 2011
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR	KARTBLAD NR	
	2011.059-05	1511 III	