

NGU Rapport 2008.032

Geofysiske målinger Finneidfjord,
Hemnes kommune, Nordland

| | | | |
|--|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Rapport nr.: 2008.032 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen |
| Tittel: Geofysiske målinger Finneidfjord, Hemnes kommune, Nordland. | | | |
| Forfatter: Einar Dalsegg | | Oppdragsgiver: NGU | |
| Fylke: Nordland | | Kommune: Hemnes | |
| Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1927 II Korgen | |
| Forekomstens navn og koordinater: Finneidfjord 33V 445600 7341000 Sjøsletta 33V 444500 7341400 | | Sidetall: 15 Kartbilag: 2 | Pris: 65.- |
| Feltarbeid utført: 18. – 20. Juli 2007 | Rapportdato: 16.06.2008 | Prosjektnr.: 300506 | Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i> |
| Sammendrag: <p>"The International Centre for Geohazards "(ICG) har etablert et feltlab-område for undersøkelse av submarine skred i Finneidfjord i Hemnes kommune i Nordland. Stedet er valgt på bakgrunn av at det i 1996 gikk et større kvikkleireskred i dette området. Sommeren 2007 ble det utført en rekke geofysiske undersøkelser i området, koordinert av Isabelle Lecomte fra ICG/Norsar. Hensikten var å teste ut metoder for kartlegging av rasutsatte marine områder. Denne rapporten presenterer NGU's del av prosjektet, som bestod av målinger av 2D resistivitet langs tre profiler innenfor de to utvalgte områdene.</p> <p>Målingene har vist at det trolig er kvikkleire i begge de to områdene ved Finneidfjord. Ved Sjøsletta er området avgrenset av fjell og har en bredde på vel 300 meter, og en tykkelse på ca 4 til 8 meter. Ved det gamle raset ved Finneidfjord ser tykkelsen ut til å være betydelig større ut mot raskanten. Mot nordvest blir det antatte laget med kvikkleire tynnere, men det er ikke avgrenset da det fortsetter ut av måleområdet. For å bekrefte om det er gjenstående kvikkleire i de to områdene anbefales geotekniske borer.</p> | | | |
| Emneord: Geofysikk | Elektrisk måling | | |
| | | | |
| | | | Fagrapport |

INNHold

| | |
|---|----|
| 1. INNLEDNING | 7 |
| 2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE | 7 |
| 2.1 2D Resistivitet | 7 |
| 2.1.1 Datainnsamling | 7 |
| 2.1.2 Strømstyrke og datakvalitet | 8 |
| 2.1.3 Inversjon | 8 |
| 3. RESULTATER | 8 |
| 3.1 Sjøsetta | 8 |
| 3.2 Finneidfjord | 12 |
| 4. KONKLUSJON | 13 |
| 5. REFERANSER | 14 |

FIGURER

| | |
|--|----|
| <i>Figur 1. Sjøsetta. Modellert resistivitet profil 1, Gradient og Wenner.</i> | 10 |
| <i>Figur 2. Sjøsetta. Modellert resistivitet profil 2, Gradient og Wenner.</i> | 11 |
| <i>Figur 3. Finneidfjord. Modellert resistivitet profil 3, Wenner.</i> | 12 |

DATABILAG

Databilag 1: Koordinater for målte profiler.

KARTBILAG

Kartbilag 2008.032-01: Oversiktskart 1 : 50 000.
Kartbilag 2008.032-02: Oversiktskart med profiler 1 : 5000

1. INNLEDNING

"The International Centre for Geohazards" (ICG) har etablert et feltlab-område for undersøkelse av submarine skred i Finneidfjord i Hemnes kommune i Nordland. Stedet er valgt på bakgrunn av at det i 1996 gikk et større kvikkleireskred i dette området. Sommeren 2007 ble det utført en rekke geofysiske undersøkelser i området, koordinert av Isabelle Lecomte fra ICG/Norsar. Hensikten var å teste ut metoder for kartlegging av rasutsatte marine områder. Denne rapporten presenterer NGU's del av prosjektet, som bestod av målinger av 2D resistivitet langs tre profiler innenfor de to utvalgte områdene.

Målingene ble utført av Einar Dalsegg fra NGU med assistanse av studenter fra universitetet i Strasbourg i juli 2007.

Beliggenheten av de undersøkte områdene og de målte profiler framgår av kartbilagene –01 og –02.

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

De målingene som ble foretatt var måling av 2D resistivitet. I det følgende blir metoder og utførelse kort beskrevet. En mer utførlig beskrivelse av metoden finnes på <http://www.ngu.no/no/hm/Norges-geologi/Geofysikk/Bakkegeofysikk/Elektriske-metoder/>.

2.1 2D Resistivitet.

2.1.1 Datainnsamling.

Måledata ble innsamlet med et kabelsystem utviklet ved den tekniske høgsolen i Lund (LUND-systemet, Dahlin 1993). Systemet består av en releboks (Electrode Selector ES10-64) og to eller fire multi-elektrode kabler. Måleprosessen styres av et ABEM Terrameter SAS 4000 (ABEM 1999). Ved denne undersøkelsen ble det benyttet fire kabler på 100 meter hver. Ved bruk av alle fire kabler oppnås en dybderekkevidde på ca 65 meter, men det krever en minimum profillengde på 400 meter. Ved bruk av fire kabler er elektrodeavstanden 5 meter for de to sentrale kablene og 10 meter for de to ytterste (målinger med størst dybderekkevidde). Hele systemet kan flyttes langs profilet slik at utstrekningen av et profil er ubegrenset. Størst oppløsning oppnås i de øverste 25 – 30 meterne. For å teste ut metoden ble det målt med to forskjellige elektrodekonfigurasjoner (Wenner og Gradient). Gradient har nesten sju ganger så mange datapunkt som Wenner, noe som gir flere detaljer i pseudoseksjonen. Ut fra tidligere målinger er det antatt at Wenner er best egnet for kartlegging av horisontale strukturer, mens Gradient også kan fange opp flere laterale variasjoner i resistiviteten.

Profilenes beliggenhet er innmålt med GPS (se databilag 1).

2.1.2 Strømstyrke og datakvalitet

Strømstyrken for mesteparten av målingene lå i områdene 50 og 100 mA. Datakvaliteten var meget god, og kun et fåtall måledata måtte fjernes før inversjon.

2.1.3 Inversjon.

Ved alle resistivitetsmålinger måles en tilsynelatende resistivitet. Denne representerer et veid middel av alle resistiviteter som er innenfor målingens influensområde. For å finne den spesifikke resistivitet i ulike deler av undergrunnen må data inverteres. Dette utføres ved at bakken deles opp i blokker som tilordnes en bestemt resistivitetsverdi. Denne blir så justert i flere trinn (iterasjoner) inntil responsen fra den teoretiske modellen blir mest mulig lik de målte data.

Resistivitetsmålingene ble invertert ved bruk av dataprogrammet RES2DINV (Loke 2007). Det ble gjort forsøk med forskjellig inversjonsmetoder (Least Square og Robust) og det ble eksperimentert med forskjellige inversjonsparametre, dempningsfaktorer og forskjellige filtre. Dette ga ikke noen endringer i hovedtrekkene i de inverterte profilene, men mindre avvik i detaljer.

3. RESULTATER

Lokalisering av målte profiler framgår av kartbilag -02. I det følgende blir måleresultatene kommentert.

Det er meget god samsvar mellom de to elektrodekonfigurasjonene som er brukt (Gradient og Wenner). Gradient gir noe mere detaljer, noe som er forventet da en ved denne elektrodekonfigurasjonen har en vesentlig økning av måledata. Dette viser at Gradient er like velegnet for kartlegging av horisontale strukturer som Wenner. Fordelen med Gradient er at den kan måles i fire kanaler samtidig, og selv om Gradient har mer enn dobbelt så mange målepunkt blir den likevel vesentlig raskere å utføre.

3.1 Sjøsetta

Profil 1 (figur 1) går langs sjøkanten og avstanden til sjøen er ca. 15-20 meter.

Det er meget god samsvar mellom de to elektrodekonfigurasjonene som er brukt (Gradient og Wenner). Gradient gir noe mere detaljer, noe som er forventet da en ved denne elektrodekonfigurasjonen har en vesentlig økning av måledata. Dette viser at Gradient er like velegnet for kartlegging av horisontale strukturer som Wenner. Fordelen med Gradient er at den kan måles i fire kanaler samtidig, og selv om Gradient har mer enn dobbelt så mange målepunkt blir den likevel vesentlig raskere å utføre.

Hensikten med målingene var primært å se om kvikkleire kunne påvises i området. Tidligere målinger i leirirområder i Buvika ved Trondheim (Dalsegg m. fl. 2006 og Solberg et. al. 2008)

viser at salt intakt leire gir resistivitetsverdier fra 1 til 10 Ωm , mens kvikkleire ligger i intervallet 10 til 80 Ωm . Undersøkelser i tilsvarende områder Sverige (Dahlin m. fl. 2001) har kommet til tilnærmet det samme resultat. Det må presiseres at påviste resistiviteter fra 10 til 80 Ωm bare indikerer at det kan være kvikkikleire, da utvasket ikke kvikk leire og siltige materialer kan gi resistivitetsverdier i det samme området. Men påvisning av resistiviteter i dette området kan representere kvikkleire, og bør derfor følges opp med boring hvis området er rasutsatt.

Som figuren viser er det langs profil 1 indikert et øvre lag fra koordinat -10 til 320 med resistiviteter fra 50 til 100 Ωm . Tykkelsen ser ut til å være fra 5 til 8 meter. Ut fra det som er nevnt tidligere kan dette representere kvikkleire. Ut fra måledata er det umulig å si om dette laget ligger direkte på fjell eller om det er en overgangssone bestående av grovere masser. Selv om det underliggende laget ikke har gitt spesielt høy resistivitet representerer det trolig fjell. Grunnen til den lave resistiviteten er trolig at fjellet her har stort innslag av salt porevann. Dypet er trolig størst ved koordinat 170 (10-15m), mens det på flankene er tilnærmet utgående. Ved koordinat -50 indikeres en sone med meget lav resistivitet. Denne sonen ser ut til å ligge i fjell og representerer trolig en forkastning/sprekkesone.

I nedre del av pseudoseksjonen indikeres meget lav resistivitet. Dette er falske effekter på grunn av at profilet ligger så nært sjøen, da måledata blir påvirket av den lave motstanden i saltvann ved de lengste elektrodeavstandene. Resistivitetsverdier i den nedre halvdel av seksjonene er derfor upålitelige.

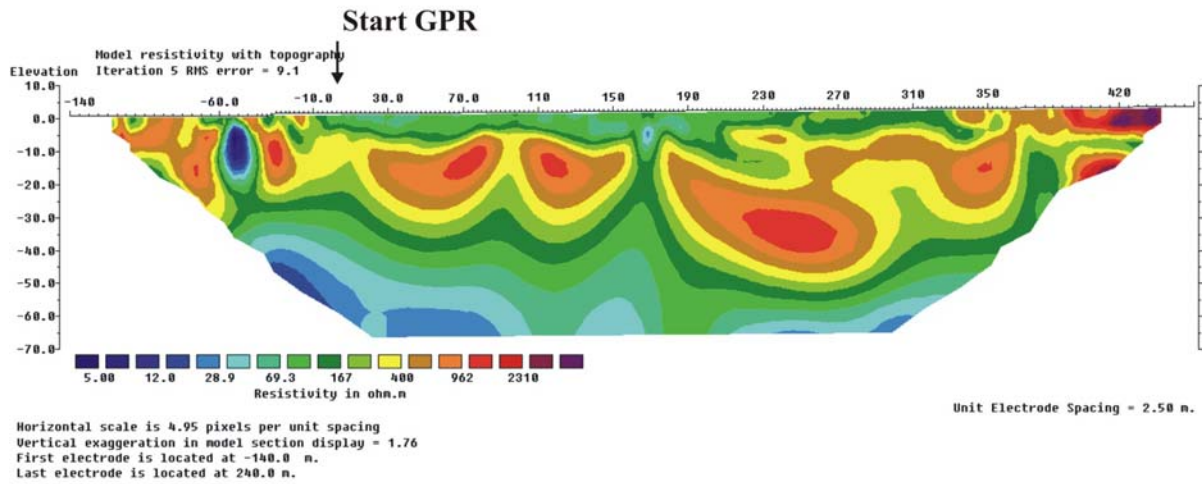
Profil 2 ligger 15 til 20 meter lenger inne på sletta og går like nedenfor riksvegen. Det ligger også noe høyere i terrenget. Figur 2 viser at den modellerte resistiviteten for dette profilet er meget likt profil 1. Også her er det indikert et topplag (fra koordinat 35 til 365) med resistiviteter som kan representere kvikkleire. Topplaget ser her ut til å være noe tynnere (4 - 6 meter). Den høye resistiviteten i topplaget ved koordinat 260 representerer oppfylte grove masser.

Det er også her indikert fjell i dagen på flankene, og resistiviteten i fjellet er noe høyere. Dette kan skyldes at profilet ligger lengre fra sjøen og noe høyere i terrenget, og dermed er mindre påvirket av salt porevann. En har også på dette profilet samme falske effekten med meget lave resistiviteter på dypet.

Sjøsletta

Profil 1 Resistivitet

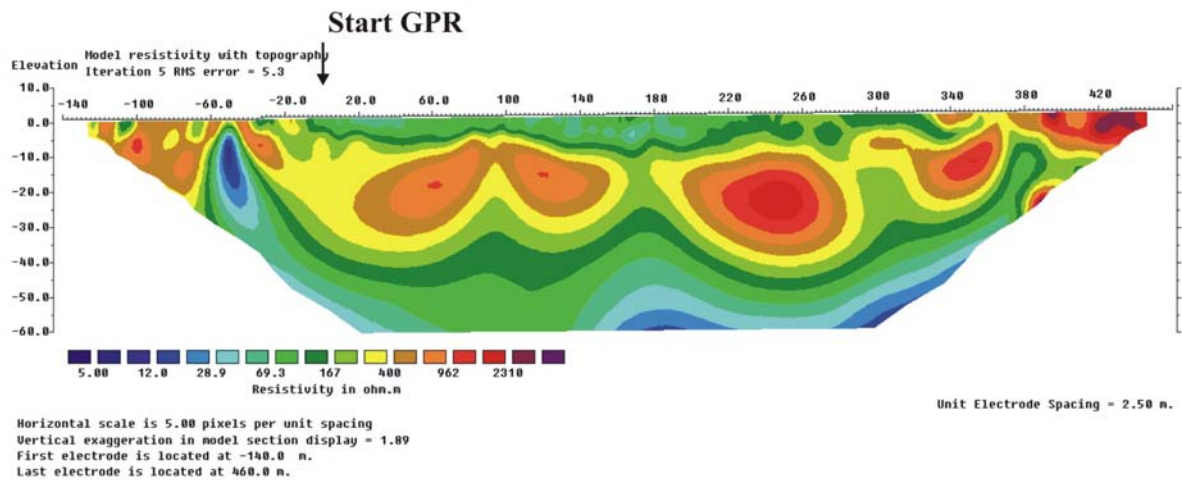
Gradient
Standard inversjon
Vert/Hor. Filter = 0.5



Sjøsletta

Profil 1 Resistivitet

Wenner
Standard inversjon
Vert/Hor. Filter = 0.5

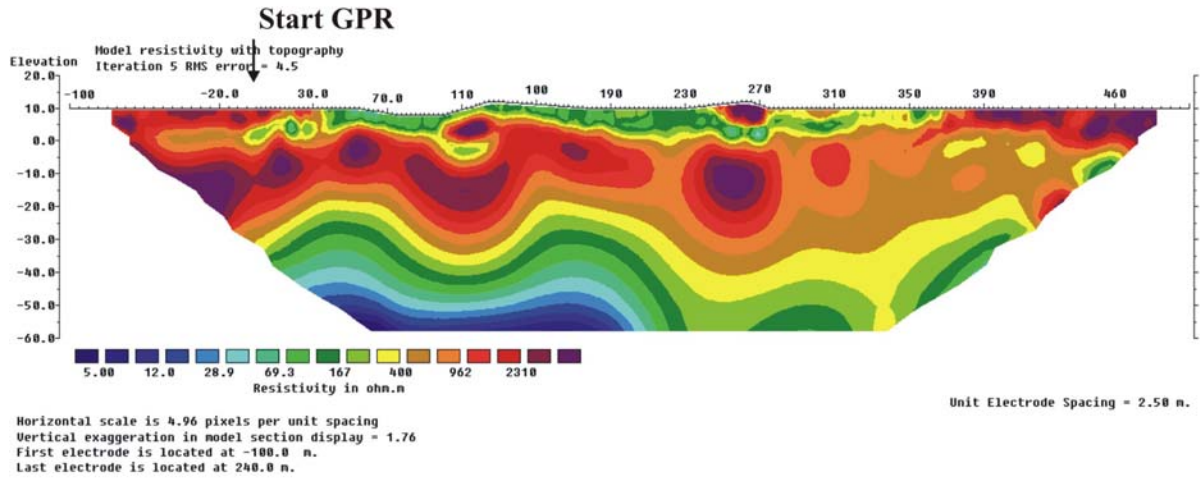


Figur 1. Sjøsletta. Modellert resistivitet profil 1, Gradient og Wenner.

Sjøsletta

Profil 2 Resistivitet

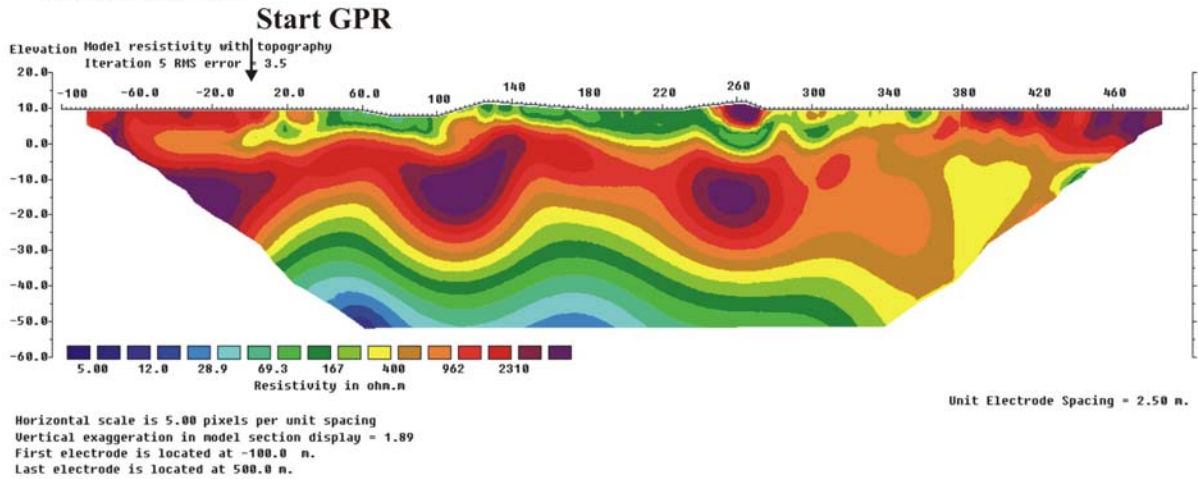
Gradient
Standard inversjon
Vert/Hor. Filter = 0.5



Sjøsletta

Profil 2 Resistivitet

Wenner
Standard inversjon
Vert/Hor. Filter = 0.5



Figur 2. Sjøsletta. Modellert resistivitet profil 2, Gradient og Wenner.

3.2 Finneidfjord

Det ble her målt ett profil (profil 3) som ligger ca 25 til 40 meter fra sjøen. Profilet ligger like nordvest for det gamle raset og avsluttes i raskanten. Det ble her kun brukt 2 kabler a 100 meter, og en var dermed fastlåst til å måle med Wenner elektrodekonfigurasjon. Ved bruk av to kabler er dybderekkevidden også redusert til det halve.

I starten av profilet og til koordinat 90 er det indikert et øvre lag på ca 2-4 meter med motstaner som indikerer tørr sand og grus. Under dette laget viser målingene resistivitetsverdier som indikerer mulig kvikkleire. Tykkelsen på dette laget er trolig 5 – 7 meter. Videre langs profilet indikeres nesten ikke noe topplag (meget tynt), mens laget med mulig kvikkleire blir betydelig tykkere. På flanken ut mot raskanten skyldes de meget høye resistivitetene i toppen påfylte grove masser.

Fjell er indikert på ca 10 til 15 meters dyp fram til ca koordinat 200. Resistiviteten er også her lav, og begrunnelsen er den samme som for profil 1 og 2.

Finneidfjord

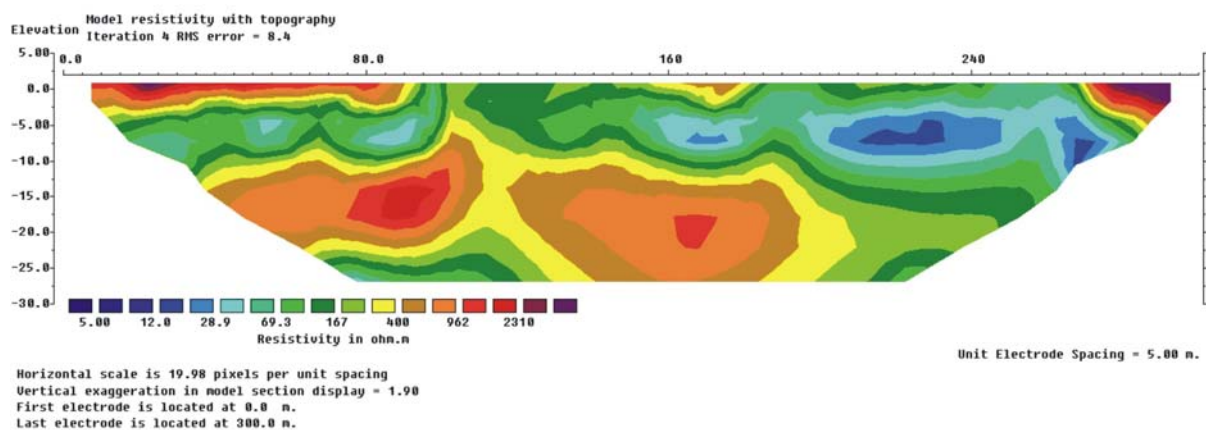
Profil 3

Resistivitet

Wenner

Standard inversjon

Vert/Hor. Filter = 0.5



Figur 3. Finneidfjord. Modellert resistivitet profil 3, Wenner.

4. KONKLUSJON

Målingene har vist at det trolig er kvikkleire i begge de to områdene ved Finneidfjord. Ved Sjøsetta er området avgrenset av fjell og har en bredde på vel 300 meter, og en tykkelse på ca 4 til 8 meter. Ved det gamle raset ved Finneidfjord ser tykkelsen ut til å være betydelig større ut mot raskanten. Mot nordvest blir det antatte laget med kvikkleire tynnere, men det er ikke avgrenset da det fortsetter ut av måleområdet. For å bekrefte om det er gjenstående kvikkleire i de to områdene anbefales geotekniske boringer.

5. REFERANSER

ABEM 1999: ABEM Terrameter SAS 4000/SAS 1000. Instruction Manual. ABEM Printed Matter 93101. ABEM, Sverige.

Dalsegg, E., Elvebakk, H., Solberg, I.L., Solli, A. og Tønnesen, J.F. 2006: Geofysiske målinger for løsmassekartlegging i Buvika, Skaun kommune, Sør-Trøndelag. NGU Rapport 2006.006.

Dahlin, T. 1993: On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications. Dr. Thesis, Department of Engineering Geology, Lund Institute of Technology, Lund University. ISBN 91-628-1032-4.

Solberg, I.L., Rønning, J.S., Dalsegg, E., Hansen, L., Røkoengen, K. & Sandven, R. 2008: Resistivity measurements as a tool for outlining quick-clay extent and valley-fill stratigraphy: a feasibility study from Buvika, central Norway. Canadian Geotechnical Journal, 45: 210-225, doi:10.1139/T07-089.

Loke, M.H. 2007: RES2INV ver. 3.56. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. Instruction manual. www.geoelectrical.com.

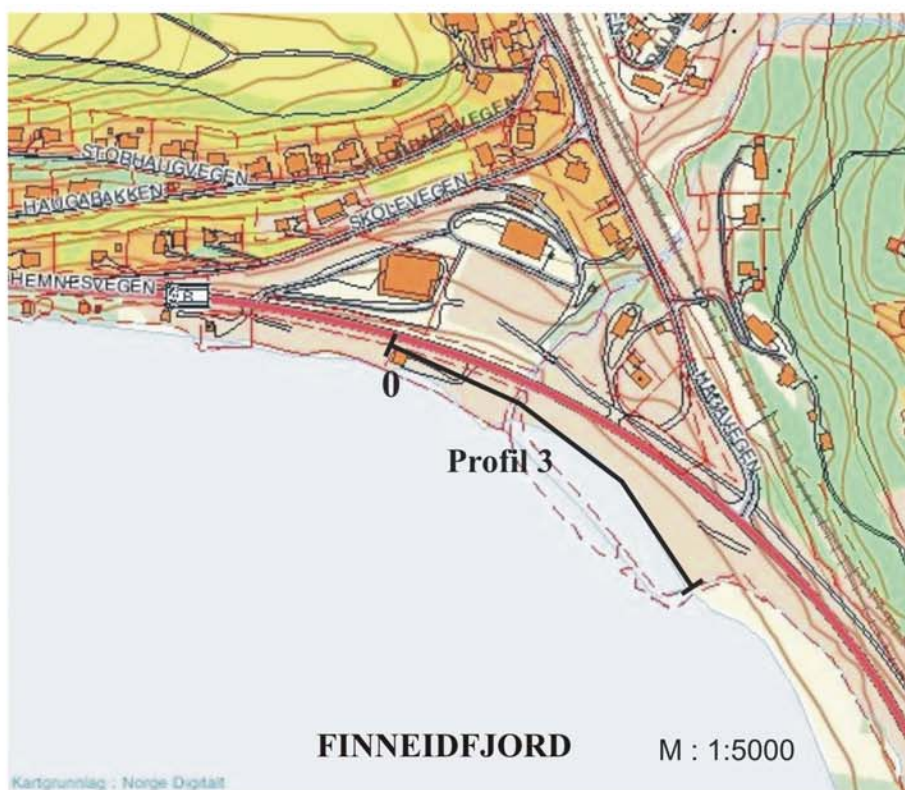
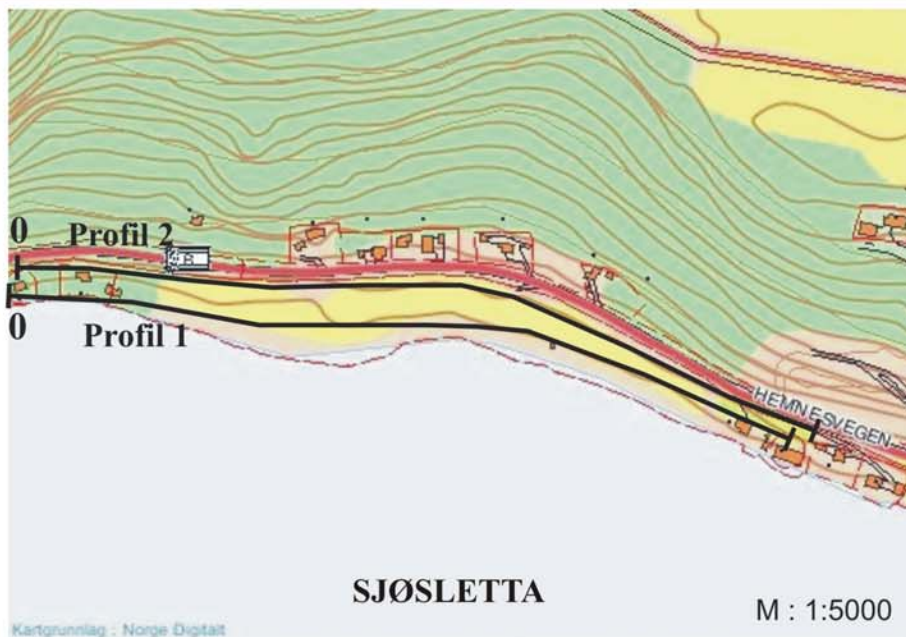
Innmålte profiler (WGS-84, Sone-33)

| Profil | Koordinat | UTM-øst | UTM-nord |
|---------------|------------------|----------------|-----------------|
| Profil 1 | -140 | 444124 | 7341424 |
| | -40 | 444224 | 7341421 |
| | 60 | 444320 | 7341394 |
| | 160 | 444418 | 7341388 |
| | 260 | 444515 | 7341375 |
| | 460 | 444691 | 7341281 |
| Profil 2 | -100 | 444132 | 7341427 |
| | 100 | 444323 | 7341441 |
| | 200 | 444442 | 7341412 |
| | 300 | 444532 | 7341382 |
| | 400 | 444614 | 7341324 |
| | 500 | 444698 | 7341274 |
| Profil 3 | 0 | 445679 | 7340896 |
| | 100 | 445613 | 7340980 |
| | 200 | 445544 | 7341042 |
| | 300 | 445464 | 7341106 |



UNDERSØKTE OMRÅDER

| | | | |
|---|-----------------------------|------------------------|-----------|
| NGU OVERSIKTSKART FINNEIDFJORD HEMNES, NORDLAND | MÅLESTOKK | MÅLT E.D. | Juli 2007 |
| | 1:50 000 | TEGN E.D. | Mars 2008 |
| | | TRAC | |
| | | KFR | |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | KARTBILAG NR 2007.032-01 | KARTBLAD NR 1927 II | |



NGU
 OVERSIKTSKART
FINNEIDFJORD
 HEMNES, NORDLAND

| | | |
|--------------------------|-----------|-----------|
| MÅLESTOKK 1:5 000 | MÅLT E.D. | Juli 2007 |
| | TEGN E.D. | Mars 2008 |
| | TRAC | |
| | KFR | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR
 2007.032-02

KARTBLAD NR
 1927 II