

Rapport nr.: 2004.047		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Geofysiske målinger Bakkaune, Trondheim, Sør-Trøndelag				
Forfatter: Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Statens vegvesen		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621-IV Trondheim		
Forekomstens navn og koordinater: Bakkaune 32V 571400 7034600		Sidetall: 11	Pris: Kr. 70.-	
Feltarbeid utført: August 2004		Rapportdato: 06.10 2004	Prosjektnr.: 296100	Ansvarlig: <i>Jens Kaurvig</i>
Sammendrag:				
<p>I forbindelse med ny E6-øst i Trondheim har NGU på oppdrag fra Statens vegvesen utført 2D Resistivitetmålinger langs to profiler på Bakkaune. Hensikten med undersøkelsene var å se om en med geofysiske målinger kunne kartlegge løsmasseforløp og eventuelle svakhetssoner i fjell.</p> <p>De geofysiske målingene har gitt informasjon om grunnforholdene i området. Det er påvist fjell i dagen i øvre del av det undersøkte området, mens de nedre deler trolig består av leire med varierende innslag av grovere masser. Det er indikasjoner på tre mulige svakhetssoner som krysser profilene. To av disse ligger i nær tilknytning til tunneltraseen og bør undersøkes nærmere med boring. Målingene har ikke gitt den ønskelige informasjon om dypet til fjell i nedre deler av profilene. Grunnen til dette er at det benyttede måleutlegget ikke hadde stor nok dybderekkevidde. Et utlegg med tilstrekkelig dybderekkevidde var av praktiske årsaker umulig å etablere i dette tilfellet.</p>				
Emneord: Geofysikk		Elektrisk måling		
Fagrapport				

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	4
2.1 Datainnsamling	4
2.2 Strømstyrke og datakvalitet	4
2.3 Inversjon	5
3. RESULTATER	5
4. KONKLUSJON	9
5. REFERANSER	10

FIGURER

Figur 1. Profil 1. Modellert resistivitet, med tolkede mulige svakhetssoner.	6
Figur 2. Profil 2. Modellert resistivitet, med tolkede mulige svakhetssoner.	8

DATABILAG

Databilag 1: GPS-data (WGS-84, sone 32).

KARTBILAG

Kartbilag 2004.047-01: Oversiktskart med mulige svakhetssoner 1 : 10 000.

1. INNLEDNING

I forbindelse med ny E6-øst i Trondheim har NGU på oppdrag fra Statens vegvesen utført 2D Resistivitetmålinger langs to profiler på Bakkaune. Hensikten med undersøkelsen var å se om en med geofysiske målinger kunne kartlegge løsmasseforløp og eventuelle svakhetssoner i fjell.

Målingene ble utført av Einar Dalsegg fra NGU med assistanse av Per Antonsen fra oppdragsgiver den 24.-25.09 2004.

Beliggenheten av det undersøkte området framgår av kartbilag –01.

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

De målingene som ble foretatt var måling av 2D resistivitet. I det følgende blir metoden og utførelse kort beskrevet.

2.1 Datainnsamling.

Måledata ble innsamlet med et kabelsystem utviklet ved den tekniske høgskolen i Lund (LUND-systemet, Dahlin 1993). Systemet består av en releboks (Electrode Selector ES464) og to eller fire multi-elektrode kabler som styres av et ABEM Terrameter SAS 4000 (ABEM 1999). Ved denne undersøkelsen ble det benyttet fire kabler med 10 meters elektrodeavstand for de to ytterste og 5 meters elektrodeavstand for de to sentrale kablene. Dybderekkevidden er med denne elektrodeavstanden ca 50 meter i den sentrale delen av profilene. Det ble målt med både Wenner og Dipol-Dipol elektrodekonfigurasjon. Måledata med Dipol-Dipol hadde betydelig med støy, og en har derfor valgt å presentere kun data fra målingene med Wenner.

Profilenes beliggenhet er innmålt med GPS (databilag 1).

2.2 Strømstyrke og datakvalitet

På tross av partier med noe vanskelig jordingsforhold var strømstyrken akseptabel (50 til 200 mA). Datakvaliteten for målinger med Wenner-konfigurasjon var god, med kun noen få målinger over akseptabelt støynivå. Disse ble slettet før prosessering.

2.3 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 2001). Det ble gjort forsøk med forskjellig inversjonsmetoder (Least Square og Robust) og det ble eksperimentert med forskjellige inversjonsparametere, dempningsfaktorer og forskjellige filtre. Dette ga ikke noen endringer i hovedtrekkene i de inverterte profilene, men mindre avvik i detaljer.

3. RESULTATER

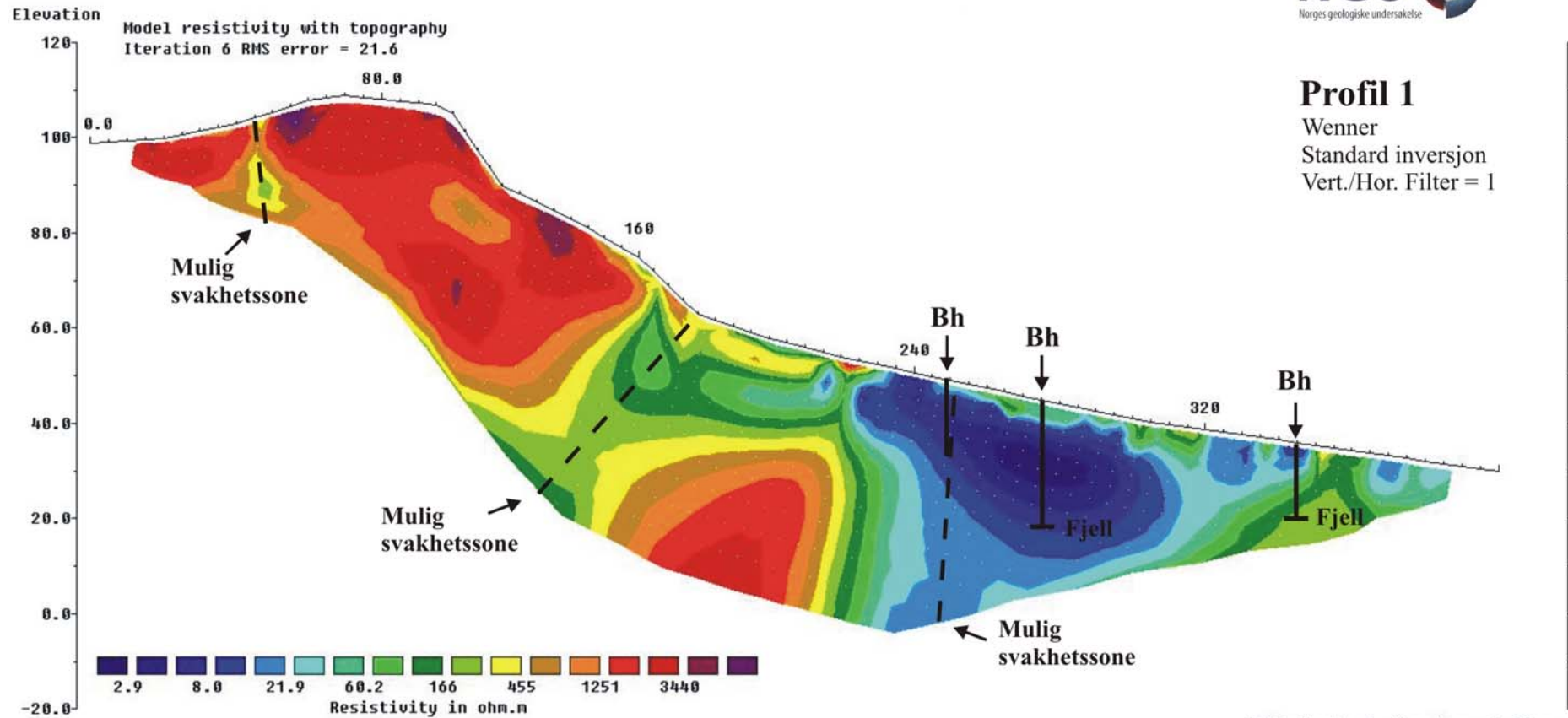
Måleresultatene er vist i figurene 1 og 2. Som nevnt tidligere og som figurene viser, er det kun i den sentrale delen av profilet en har full dybderekkevidde. På flankene er det manglende data mot dypet, og følgelig vil de modellerte resistivitetsverdiene her være mer usikre.

De modellerte resistivitetsdata på **profil 1** (figur 1) viser meget store variasjoner i resistivitetsnivået. Fra koordinat 0 til ca. 170 er verdiene på ca 3000 ohmm tolket til fjell. Det er her ikke overdekket av betydning. Videre langs profilet indikeres løsmasser, og i et parti fra koordinat 230 til 310 er verdiene helt ned i 2 ohmm. Dette representerer leire, og erfaringer fra tidligere målinger tyder på at dette mest trolig er stabil marin leire. På begge sider av dette lavresistivetsområdet ligger verdiene i området 100 til 500 ohmm, noe som indikerer mer usorterte masser.

Måledata gir ikke noen klare indikasjoner om dypet til fjell. Den høye resistiviteten på ca. 3000 ohmm i dypet fra koordinat 170 til 220 representerer trolig fjell, og dypet til fjell er da i dette området indikert til 25 - 30 meter. Borehullet ved koordinat 275 har påvist fjell på 25,5 meter, men verken her eller videre langs profilet er det i måledata noen indikasjoner på fjell. Årsaken til dette er nok at en her er kommet ut på flanken av profilet (manglende data) og at oppløsningen i den nederste delen av det modellerte profilet er dårlig. Et måleutlegg på 800 meter (dobbel dybderekkevidde) ville trolig ha kunne gitt indikasjoner på dypet til fjell, men dette var av praktiske årsaker umulig å etablere i dette tilfellet.

Det er langs profilet indikasjoner på tre svakhetssoner. Den første ved koordinat 45 er ikke så markert, men dette kan skyldes manglende data i dette området. Ved koordinat 180 indikeres en markert sone med lavere resistivitet. Måledata indikerer et fall mot sørøst. Metoden gir ikke grunnlag for en mer nøyaktig angivelse av fallet på slike soner. Den siste sonen ligger ved koordinat 250. Boringene ved koordinat 275 viser at fjellet her ligger på ca. 25 meter, mens målingene indikerer meget lav resistivitet under dette dypet like sør for borehullet. Selv om usikkerheten i tolkningen blir stor på dette dypet, skyldes den lave resistiviteten trolig en svakhetszone.

Bakkaune



Horizontal scale is 14.98 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.29
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 400.0 m.

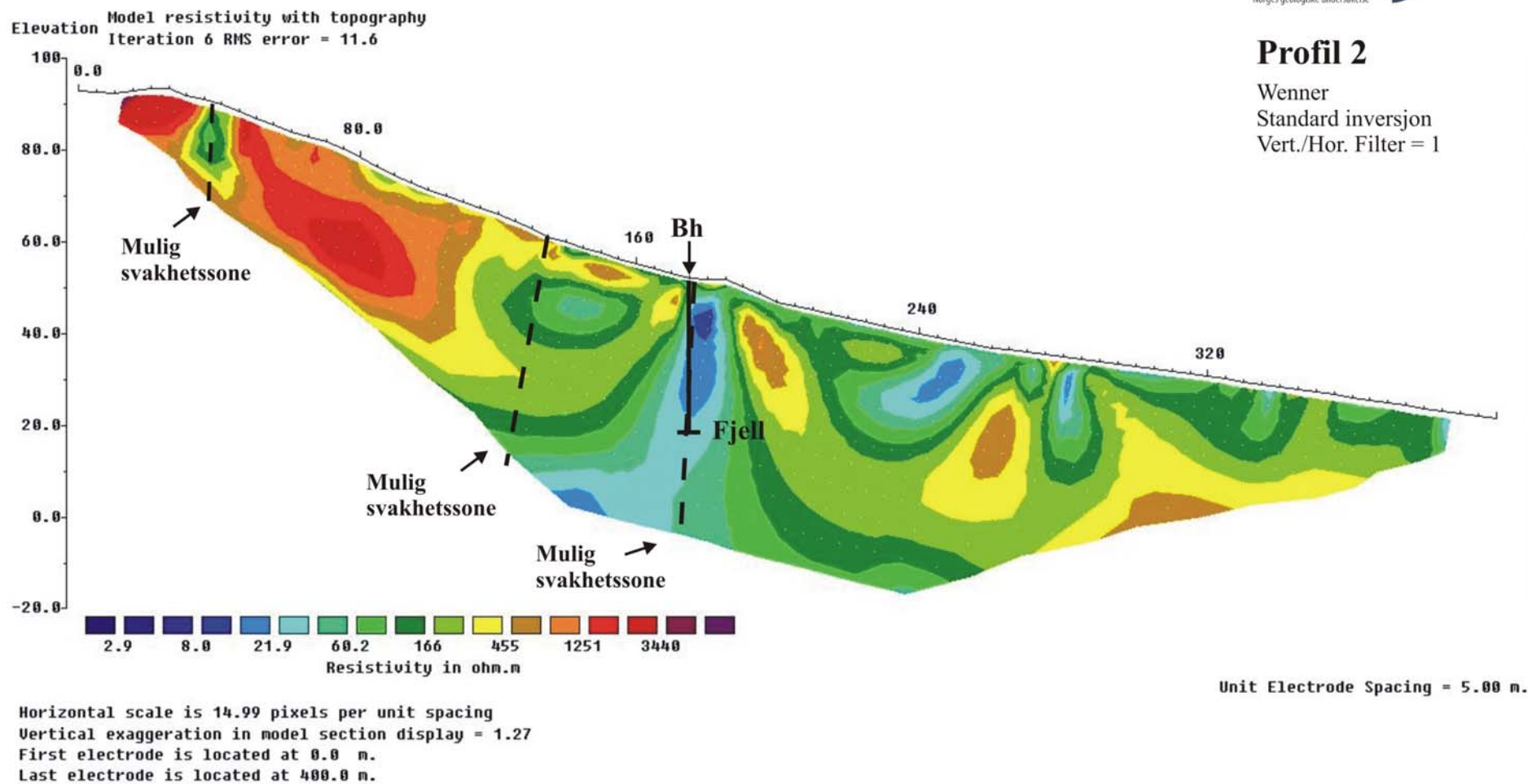
Figur 1. Profil 1. Modellert resistivitet, med tolkede mulige svakhetssoner.

Profil 2 (figur 2) viser i likhet med profil 1 fjell i dagen i starten av profilet. Videre langs profilet er det stor forskjell i resistivitetsverdiene i forhold til profil 1. Det eneste stedet det kan være indikasjoner på fjell er ved ca. koordinat 300, men her er dybderekkevidden sterkt begrenset på grunn av manglende data.

Det er lite igjen av det meget godt ledende partiet med leire på dette profilet. Ved koordinat 175-180, i tillegg til to mindre partier lengre nord, indikeres meget lav resistivitet. Disse områdene representerer trolig stabil marin leire. Med unntak av disse områdene består løsmassene på dette profilet trolig av leire med innslag av grovere masser.

Det er også på dette profilet indikert muligheten for tre svakhetssoner. Den første på koordinat 35 er trolig den samme som den første sonen på profil 1. Den neste sonen ved koordinat 135 er ikke tydelig markert i måledata. Det er likevel grunn til å mistenke at det kan være en svakhetssone her. Grunnen er at resistivitetsverdiene for fjell slutter brått (også på dypet), mens resultatene fra boringene noe lengre nord indikerer at det er fjell på 39 meter. I tillegg er det en naturlig forlengelse av den markerte sonen ved koordinat 180 på profil 1. Den tredje sonen er indikert ved koordinat 175. Her er det meget lav resistivitetsverdier i løsmassene (leire), men de lave resistivitetsverdiene fortsetter og i den underliggende berggrunnen og skyldes trolig en svakhetssone.

Bakkaune



Figur 2. Profil 2. Modellert resistivitet, med tolkede mulige svakhetssoner.

4. KONKLUSJON

De geofysiske målingene over to profiler ved Bakkaune har gitt informasjon om grunnforholdene i området. Det er påvist fjell i dagen i øvre del av det undersøkte området, mens de nedre deler trolig består av leire med varierende innslag av grovere masser. Det er indikasjoner på tre mulige svakhetssoner som krysser profilene. To av disse ligger i nær tilknytning til tunneltraseen og bør undersøkes nærmere med boring. Målingene har ikke gitt den ønskelige informasjon om dypet til fjell i nedre deler av profilene. Grunnen til dette er at det benyttede måleutlegget ikke hadde stor nok dybderekkevidde. Et utlegg med tilstrekkelig dybderekkevidde var av praktiske årsaker umulig å etablere i dette tilfellet.

5. REFERANSER

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

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.

Loke. M.H. 2001: RES2INV ver. 3.4. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. Instruction manual. www.geoelectrical.com.

**GPS-data
(WGS-84, sone 32)**

Databilag 1

Profil	Koordinat	UTM-øst	UTM-nord
Profil 1	0	571595	7034535
	50	571548	7034550
	70	571535	7034561
	100	571514	7034573
	150	571477	7034599
	200	571436	7034617
	250	571410	7034649
	300	571369	7034684
	350	571347	7034722
	400	571325	7034763
Profil 2	0	571586	7034613
	50	571563	7034626
	100	571507	7034645
	140	571480	7034667
	300	571383	7034771
	350	571348	7034815
	400	571327	7034852

