

# MILJØ- OG SAMFUNNSTJENLIGE TUNNELER

Rapport nr: **21**

Geofysiske målinger  
Langvatnet - øst,  
Lunner, Oppland



# A



Intern rapport nr. 2305



**Statens vegvesen**

Rapport nr.: 2002.106		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Tunnelprosjektet. Geofysiske målinger Langvatnet - øst, Lunner, Oppland			
Forfatter: Einar Dalsegg og Jan Steinar Rønning		Oppdragsgiver: Statens Vegvesen	
Fylke: Oppland		Kommune: Lunner	
Kartblad (M=1:250.000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1815 I Gran og 1915 IV Hurdal	
Forekomstens navn og koordinater: Langvatnet - øst 32V 5995400 6682800		Sidetall: 11	Pris:
Feltarbeid utført: 23.09 - 26.09 2002	Rapportdato: 19.12 2002	Prosjektnr.: 2827.02	Ansvarlig:
Sammendrag:			
<p>I forbindelse med prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler", her kalt Tunnelprosjektet, har NGU utført geofysiske målinger i området øst for Langvatnet i Lunner kommune. NGU har tidligere utført tilsvarende målinger i dette området. Hensikten med undersøkelsene i 2001 var uttesting av nye teknikker i forbindelse med forundersøkelser av tunneler. Årets målinger var delvis en fortsettelse av denne uttestingen, ved at deler av profil 1 ble målt opp igjen med en alternativ elektrodekonfigurasjon (dipol/dipol). I tillegg til resistivitet ble også induisert polarisasjon (IP) målt. Profil 1 fra målingene i 2001 var av topografiske grunner noe ugunstig plassert og av den grunn ble et nytt profil målt som går rett over tunneltraseen.</p> <p>Årets målinger har gitt informasjon om resistivitetsforholdene langs tunneltraseen øst for Langvatnet. Flere soner med redusert resistivitet ble påvist, noe som antas å skyldes oppsprekket fjell. 2D resistivitetmålinger har ved disse målingene og målingene i 2001 vist seg å være meget godt egnet for påvisning av sprekkesoner. Målingene kan også bidra til å karakterisere sprekkesonene. Når det gjelder elektrodekonfigurasjon ser Wenner ut til å være best egnet når en tar hensyn til tidsforbruk og støy.</p> <p>IP-målingene har ikke gitt noen relevant informasjon om sprekkesonene. Før metoden forkastes som tilleggsmetode ved sprekkekartlegging, bør det gjøres flere målinger over andre bergarter og sprekketyper.</p>			
Emneord: Geofysikk	Elektrisk måling	Elektromagnetisk måling	
		Fagrapport	

## INNHold

1. INNLEDNING .....	4
2. BAKGRUNN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	4
3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE .....	5
3.1 2D Resistivitet og IP.....	5
3.2 VLF.....	6
4. RESULTATER OG DISKUSJON .....	7
4.1 2D Resistivitet .....	7
4.2 2D IP.....	8
4.3 VLF.....	8
5. KONKLUSJON.....	9
7. REFERANSER.....	10

## FIGURER

- Figur 1: Modellert resistivitet og IP, Profil 1. Wenner-konfigurasjon  
Figur 2: Modellert resistivitet og IP, Profil 1. Dipol/Dipol-konfigurasjon  
Figur 3: Modellert resistivitet og IP, Profil 5. Wennerkonfigurasjon  
Figur 4: VLF profil 5

## KARTBILAG

- Kartbilag 2002.106-01: Oversiktskart  
Kartbilag 2002.106-02: Resistivitet og VLF tolkningskart

## **1. INNLEDNING**

I forbindelse med prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler", her kalt Tunnelprosjektet, har NGU utført geofysiske målinger i området øst for Langvatnet i Lunner kommune. NGU har tidligere utført tilsvarende målinger i dette området (Rønning & Dalsegg 2001). Hensikten med undersøkelsene i 2001 var uttesting av nye teknikker i forbindelse med forundersøkelser av tunneler. Årets målinger var delvis en fortsettelse av denne uttestingen, ved at deler av profil 1 ble målt opp igjen med en alternativ elektrodekonfigurasjon (dipol/dipol). I tillegg til resistivitet ble også induert polarisasjon (IP) målt. Profil 1 fra målingene i 2001 var av topografiske grunner noe ugunstig plassert og av den grunn ble et nytt profil målt som går rett over tunneltraseen.

Målingene ble utført av Einar Dalsegg og Jan Steinar Rønning fra NGU i tiden 23.09 til 26.09 2002.

Beliggenheten av det undersøkte området framgår av kartbilag –01.

## **2. BAKGRUNN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER.**

Hensikten med Tunnelprosjektet er å teste ut teknikker som hittil har vært lite benyttet ved forundersøkelser for tunneler. I forbindelse med prosjektet er det utført en rekke arbeider i det aktuelle området.

I 2001 ble det utført geofysiske målinger med hovedvekt på måling av 2D resistivitet (Rønning & Dalsegg 2001). Målingene indikerte flere markerte sprekkesoner, hvor flere hadde utstrekning ned i tunnelnivå. De 3 mest markerte sprekkesonene ble undersøkt med boring av 4 brønner. Brønnene ble så inspisert med optisk televiewer, i tillegg til måling av vannets temperatur og ledningsevne, naturlig gammastråling og resistivitet (Elvebakk m.fl. 2001). Brønnene er senere testpumpet (Storrø m.fl. 2002). Den geofysiske loggingen av brønnene og testpumpingen bekreftet resultatene fra 2D resistivitetmålingene og viser at metoden er velegnet for påvisning av sprekkesoner.

Geologiske og ingeniørgeologiske forhold er beskrevet i rapport fra forundersøkelser av Kirkeby og Iversen (1996). Basert på disse undersøkelsene er det utført refraksjonsseismiske målinger over Langvatnet (Geomap 1997) og foretatt en kjerneboring under Langvatnet (Iversen 1998). Hydrologiske konsekvenser av tunnelen er beskrevet av Jordforsk (Kløve m.fl. 1999).

NGU har tidligere utført geofysiske målinger fra helikopter over det aktuelle området (Beard 1998, Beard & Mogaard 2001). Som en første fase av tunnelprosjektet har NGU foretatt en tolkning av disse data med vektlegging på lineamenter (strukturer) som kan ha betydning for tunnelbyggingen (Beard 2001). I tillegg er deler av profil 1 målt med refraksjonsseismikk (Geomap 2002).

### 3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

De målingene som ble foretatt var måling av 2D resistivitet, kombinert med industert polarisasjon (IP) og VLF-EM (Very Low Frequency ElectroMagnetic). I det følgende blir metoder og utførelse kort beskrevet.

#### 3.1 2D Resistivitet og IP.

##### Datainnsamling.

Måledata ble innsamlet med et kabelsystem utviklet ved den tekniske høgskolen i Lund (LUND-systemet, Dahlin 1993). Systemet består av en styringsenhet (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 på 200 meter hver. Elektrodeavstanden var 10 meter for de to sentrale kablene og 20 meter for de to ytterste. Hele systemet kan flyttes langs profilet slik at utstrekningen av et profil er ubegrenset, mens dybderekkevidden er 130 til 140 meter. Størst oppløsning oppnås i de øverste 50 – 60 meterne. Den elektrodekonfigurasjon som ble benyttet på begge de to profilene som ble målt var Wenner, mens deler av profil 1 også ble målt med dipol/dipol.

Profil 1 er samme profilet som ble målt ved undersøkelsen i 2001, og har på grunn av topografien ikke en ideell plassering i forhold til tunneltraseen. Tunneldriften avdekket uventede problemer mellom sonene N og O (se kartbilag -02) og av den grunn ble det etablert et nytt profil (profil 5) langs tunneltraseen fra Langvatnet og østover.

I tillegg til måling av resistivitet ble det også som et forsøk målt IP. Dette gjøres samtidig med resistivitetsmålingene og krever ikke noe spesielt måleopplegg. Det eneste er at IP-målingene har en nedre anbefalt grense for strømstyrke på 50 mA, noe som i tørre partier av profilet krever flere elektroder. I tillegg øker måletiden med ca. 50 %. Grunnen til at det ble gjort et forsøk med IP var for å se om sprekksone ga IP-effekt. Det er kjent at enkelte leirmineraler gir IP-effekt, og varierende IP-effekt over sonene ville da kunne indikere varierende innhold av leire. Alle målinger ble utført med elektroder av stål. Tradisjonelt er det anbefalt å benytte upolariserbare elektroder ved IP-målinger, men nyere forskning viser at dette ikke er nødvendig (Leroux og Dahlin 2001)

Profilene ble stukket samtidig med målingene og er merket med trestikker med angitte koordinater for hver 20 meter. Profilenes beliggenhet er innmålt med GPS.

##### Strømstyrke og datakvalitet

Strømstyrken var ved de fleste målingene 50 eller 100 mA med noen få på 200 mA. Datakvaliteten på måledata med Wenner-konfigurasjon var meget god. For målingene med dipol/dipol-konfigurasjon var måledata for resistiviteten god, med kun noen få data over akseptabelt signal/støy nivå. Ved IP-målingene med samme konfigurasjon var datakvaliteten vesentlig dårligere. Spesielt for de lengste elektrodeavstandene var datakvaliteten meget dårlig, og det var nødvendig å fjerne et betydelig antall data før prosesseringen. Dette gjør at dybderekkevidden for IP-målingene med denne konfigurasjonen er sterkt redusert.

### Innmålte profil (WGS-84)

	Koordinat	UTM-øst	UTM-nord
Profil 1	1000	594957	6683127
"	1200	595147	6683125
"	1400	595327	6683103
"	1600	595535	6683117
"	1800	595730	6683122
"	2000	595920	6683098
"	2200	596112	6683088
"	2400	596312	6683088
"	2500	596401	6683092
Profil 5	0	594958	6682867
"	200	595158	6682848
"	400	595338	6682901
"	600	595517	6682933
"	800	595701	6682944

### 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). Datakvaliteten ved måling med Wenner elektrodekonfigurasjon var i hovedsak meget god, men et fåtall måleverdier som så ut til å være feil ble tatt ut av datasettet før inversjonen av data startet. Dipol/Dipol-målingene derimot var mer skjemma av støy. Dette gjaldt spesielt for IP-målingene og her måtte de fleste måleverdiene for de største elektrodeavstandene fjernes. Det at måledata måtte fjernes gjør at dybderekkevidden blir mindre i tillegg til at oppløsningen blir dårligere. Det ble gjort forsøk med forskjellige 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.

## **3.2 VLF**

VLF (Very Low Frequency) er en elektromagnetisk metode som bl.a. gir anomalier på økt elektrisk ledningsevne som skyldes mineraliseringer eller større vanninnhold i oppsprukket fjell. Metoden er derfor velegnet for påvisning av større sprekkesoner/forkastninger (svakhetssoner i fjell).

Metoden benytter feltet fra fjerntliggende radiosendere, hvor frekvensen ligger i intervallet 15 til 30 kHz. Uten ledende soner er magnetfeltet horisontalt. I ledende soner induseres

sekundære strømmer, og det totale elektromagnetiske feltet vil ikke lenger være horisontalt. Ved å måle feltets fall (dipvinkel, reellkomponent  $Re$ ), og en størrelse som er avhengig av faseforskyvningen mellom det primære og det sekundære feltet (imaginærkomponenten  $Im$ ), kan ledende soner påvises.

Målingene ble utført med NGUs egenproduserte mottaker. Profil 1 og 4 var målt tidligere slik at årets målinger bare omfattet profil 5. Senderstasjonen som ble benyttet var den engelske senderen GBZ. Valg av senderstasjon ble bestemt av dens beliggenhet i forhold til antatt sprekeretning, og av mottaksforholdene. Målepunktavstanden langs profilet var 10 meter.

## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

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

### 4.1 2D Resistivitet

De inverterte resistivitetsdata fra profilene 1 og 5 er vist øverst på figurene 1, 2 og 3. De viste seksjonene er produsert med Robust inversjon. Det er tatt hensyn til topografien under inversjonen, noe som avspeiles i varierende dybderekkevidde.

Profil 1 var målt med 2D resistivitet i 2001 med en kombinasjon av Wenner og Schlumberger elektrodekonfigurasjon. Årets målinger (figur 1) med bare Wenner gir tilnærmet identiske resultater som med Wenner-Schlumberger. I likhet med målingene i 2001 ligger det generelle resistivitetsnivået mellom 5000 og 60000 ohmm, og de markerte sprekesonen ved koordinatene 2240 (sone S), 2150 (sone R) og 1770 (sone Q) kommer klart fram med lavere resistivitet (se kartbilag -02). I tillegg indikeres en sone med lavere resistivitet ved koordinat 1715 (sone P). Denne sonen kommer dårlig fram ved målingene i 2001. Sonene P, Q og S ligger utenfor den delen av måleanlegget som gir full dybderekkevidde, noe som fører til at den indikerte form på sonene mot dypet trolig ikke er reell. Indikert fall er imidlertid sammenfallende med påvist fall på enkeltsprekker for sone Q,  $75^\circ$  mot øst (Elvebakk m.fl. 2001). Når det gjelder den generelle beskrivelsen av resistivitetsforholdene langs dette profilet henvises til (Rønning & Dalsegg 2001).

Som en test ble også de 800 østligste meterne av profil 1 målt med dipol/dipol elektrodekonfigurasjon (figur 2). Dette var for å se om denne elektrodekonfigurasjonen gir et annet bilde av motstandsforholdene enn med Wenner. Modellering har vist at konfigurasjonen dipol/dipol er bedre egnet til å påvise fall enn f. eks. Wenner- konfigurasjonen (Dahlin & Bing 2001). Som figur 2 viser er det meget liten forskjell mellom de to elektrodekonfigurasjonene. Det generelle resistivitetsnivået langs profilet er helt likt. Av de tidligere påviste sprekesonene er det kun sonene ved koordinatene 2150 (sone R) og 2240 (sone S) som ligger innenfor det målte området med dipol/dipol. Målingene indikerer med denne metoden et bredere område i tunnelnivået med lavere resistivitet. Et viktig moment ved dipol/dipol er at metoden krever ca. dobbel så lang opptakstid, i tillegg til at den er mer følsom for støy.

Profil 5 som går tilnærmet langs tunneltraseen (se kartbilag -02) viser at den generelle resistiviteten også i dette området ligger i området 5000 til 60000 ohmm. Også på dette

profilen er det klare indikasjoner på sprekkesoner. Sonen ved koordinat 140 faller sammen med sprekkesone N, og sonene ved koordinat 600 til 640 faller sammen med sprekkesone O (Kirkeby & Iversen 1996). Ved koordinat 600 til 640 indikerer måledata at det er to soner, hvor den østligste ser ut til å ha et østlig fall. Denne indikerte fallretningen behøver ikke å være reell, da det ikke er full dybderekkevidde på måledata i dette området. I tillegg vil også det tilsynelatende fall være påvirket av at profilet krysser sonen i en relativt spiss vinkel. I tillegg til disse sonene er det også indikasjoner på tre sprekkesoner i den sentrale delen av profilet. Sonen ved 330 faller sammen med et søkk i terrenget, mens de to andre er i den høyeste delen av profilet. Det er tidligere ikke påvist noen sprekkesoner i dette området, men sonen ved 330 faller sammen med driftsproblemer ved tunneldrivingen. Sonene N og O ligger i det området av måleanlegget hvor en ikke har full dybdedekning, og en kan ikke si noe om sonenes dybderekkevidde. Selv om resistivitetsmodellen på figur 3 indikerer at disse sonene ikke går ned mot tunnelnivå, kan dette ikke vektlegges da full dybdedekning over disse sonene kunne ha gitt ett annet bilde. Ved de sentrale sonene indikerer måledata at de trolig er mest oppsprukket i de øverste partier (lavest resistivitet), men på grunn av redusert oppløsning kan sonene strekke seg til tunnelnivå. Et element en må ta hensyn til ved en slik vurdering er at oppløsningen ved den benyttede målekonfigurasjon er best i de øverste 50–60 meterne, for så å bli gradvis dårligere mot dypet. Dette vil ha innvirkning på om svake resistivitetskontraster vil bli påvist eller ikke i de dypere partier, og dermed også påvirke tolkningen av måledata.

## 4.2 2D IP

De inverterte IP-data fra profilene 1 og 5 er vist nederst på figurene 1, 2 og 3. De viste seksjonene er produsert med Robust inversjon. Det er tatt hensyn til topografien under inversjonen, noe som avspeiles i varierende dybderekkevidde. Ved dipol/dipol målingene (figur 2) var det mye støy på IP-data, og mesteparten av måledata med de lengste elektrodeavstandene måtte fjernes før inversjon. Dette førte til en del mindre dybderekkevidde ved disse målingene.

På profil 1 kunne sone Q ved inspeksjon med optisk televiewer karakteriseres som en sone med åpne vannførende sprekker. Sone R er av en helt annen karakter med generelt høyere oppsprekking og mye lavere resistivitet, noe som kan indikere leirmineraliseringer (Elvebakk m. fl. 2001). Selv om det er variasjoner i IP-responsen, kan en ikke se at de er sammenfallende med variasjoner i resistivitetsdata. En oppbuling av høyere IP-effekt ved koordinat 1930 uten tilsvarende effekt i resistivitet gjør det ikke lettere å konkludere.

Profil 5 viser ingen sammenfallende variasjon mellom resistivitet og IP. Ut fra disse undersøkelsene kan det se ut som om IP kan bidra lite til karakterisering av svakhetssoner. Metoden kan imidlertid ikke vrakes på grunnlag av denne ene undersøkelsen

## 4.3 VLF

Som figur 4 viser ble de langs profil 5 påvist noen svake anomalier hvor anomaliårsaken trolig skyldes sprekkesoner. Tolkningskartet (kartbilag -02) viser de påviste VLF-anomaliens plassering i forhold til de påviste sprekkesonene (Kirkeby & Iversen 1996) og kartlagte resistivitetsanomalier i området. Både sone N og O har gitt svake anomalier, mens resistivitetsanomaliene i det sentrale partiet av profilet ikke har gitt VLF-anomalier.



Selv om målebetingelsene for VLF har vært gode i det undersøkte området, er det verdt å merke seg at 2D resistivitetmålingene har gitt en mye sikrere påvisning av sprekkesonene enn VLF-målingene.

## **5. KONKLUSJON**

Årets målinger har bekreftet tidligere målinger og gitt ny informasjon om resistivitetsforholdene langs tunneltraseen øst for Langvatnet. Flere soner med redusert resistivitet er påvist, noe som antas å skyldes oppsprekket fjell. 2D resistivitetmålinger har ved disse målingene og målingene i 2001 vist seg å være meget godt egnet for påvisning av sprekkesoner. Elektrodekonfigurasjonene Wenner, Wenner/Schlumberger og dipol/dipol har i prinsippet vist samme evne til å påvise sprekkesonene, men det er avvik i detaljer. Wenner konfigurasjonen er raskere å benytte, og den gir bedre signal/støy-forhold. Selv om den kanskje gir noe mindre detaljer, er den likevel å foretrekke.

IP-målingene har ikke gitt noen relevant informasjon om sprekkesonene. Før metoden forkastes som tilleggsmetode ved sprekkekartlegging, bør det gjøres flere målinger over andre bergarter og sprekketyper.

## 7. REFERANSER.

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

Beard, L.P. 1998: Data Acquisition and Processing-Helicopter Geophysical Survey, Oppkuven and Gran. NGU Rapport 98.079.

Beard, L.P. 2001: Assessment of Geophysical Anomalies near Langvannet, Lunner, Oppland Fylke. NGU Rapport 2001.046.

Beard, L.P. og Mogaard J.O. 2001: Data Acquisition and Processing-Helicopter Geophysical Survey, Hurdal. NGU Rapport 2001.018.

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.

Dahlin, T. og Bing, Z. 2001: A numerical comparison of 2D resistivity imaging with eight electrode arrays, Procs. 7<sup>th</sup> Meeting Environmental And Engineering Geophysics, Birmingham, England, 2-6 September 2001

Elvebakk, H., Braathen, A., Rønning, J. S. og Nordgulen, Ø. 2001: Tunnelprosjektet. Borhullslogging og strukturgeologiske studier Gualia, Lunner kommune. NGU Rapport 2001.117

Geomap 1997: Refraksjonsseismiske målinger over Langevatn, Lunner. Geomap Rapport 97.943 nr.1.

Geomap 2002: Refraksjonsseismiske målinger under rapportering

Iversen, E. 1998: Rv. 35 Gualia – Slettmoen, Kjerneboring for tunnel under Langvann. Veglaboratoriet, Oppdrag E-218 A, rapport nr 3.

Kirkeby, T. og Iversen, E. 1996: Rv. 35 Gualia – Slettmoen, tunnel gjennom Tveitmarktoppen. Geologiske undersøkelser for detaljplan. Veglaboratoriet, Oppdrag E-218 A, rapport nr 2.

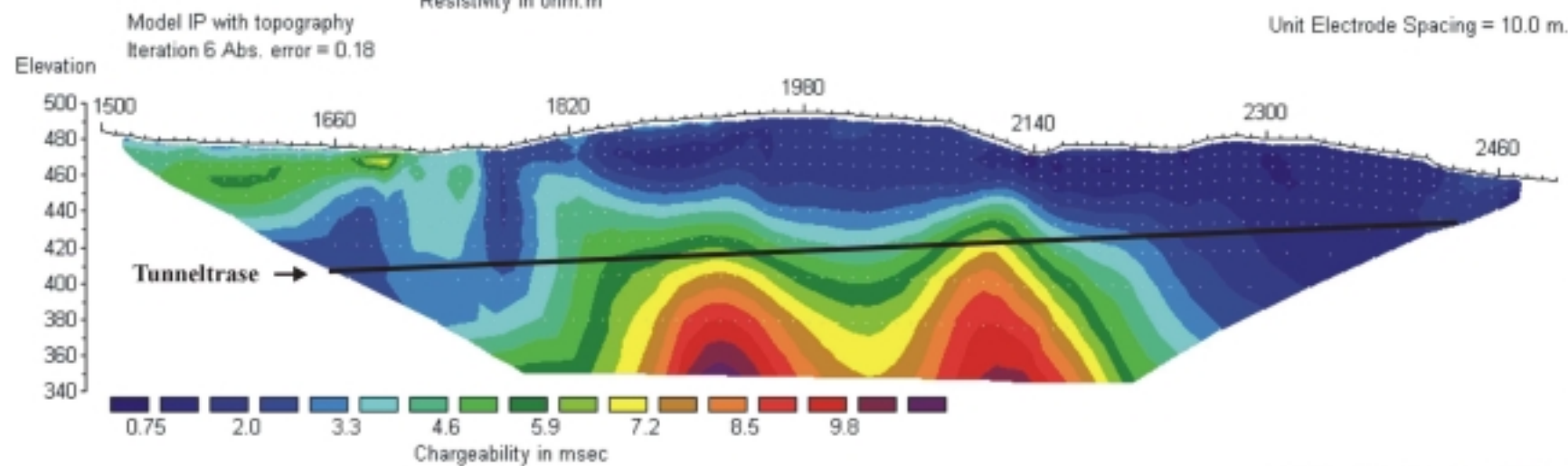
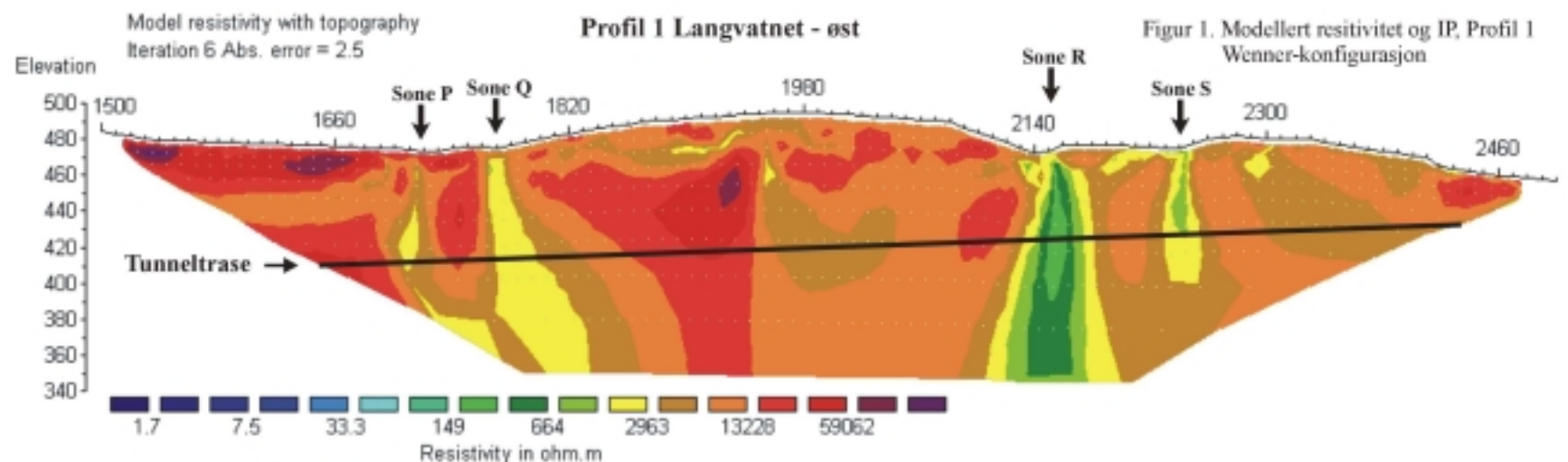
Kløve, B., Gaut, A. og Kværner, J. 1999: Hydrologiske konsekvenser av vegtunnel Gualia-Bruvoll; Sårbarhet, vannbalanse og lekkasjekriterier. Jordforsk Rapport nr. 9/99.

Leroux, V. og Dahlin, T. 2001: IP imaging field tests in southern Sweden, Procs. 7<sup>th</sup> Meeting Environmental And Engineering Geophysics, Birmingham, England, 2-6 September 2001

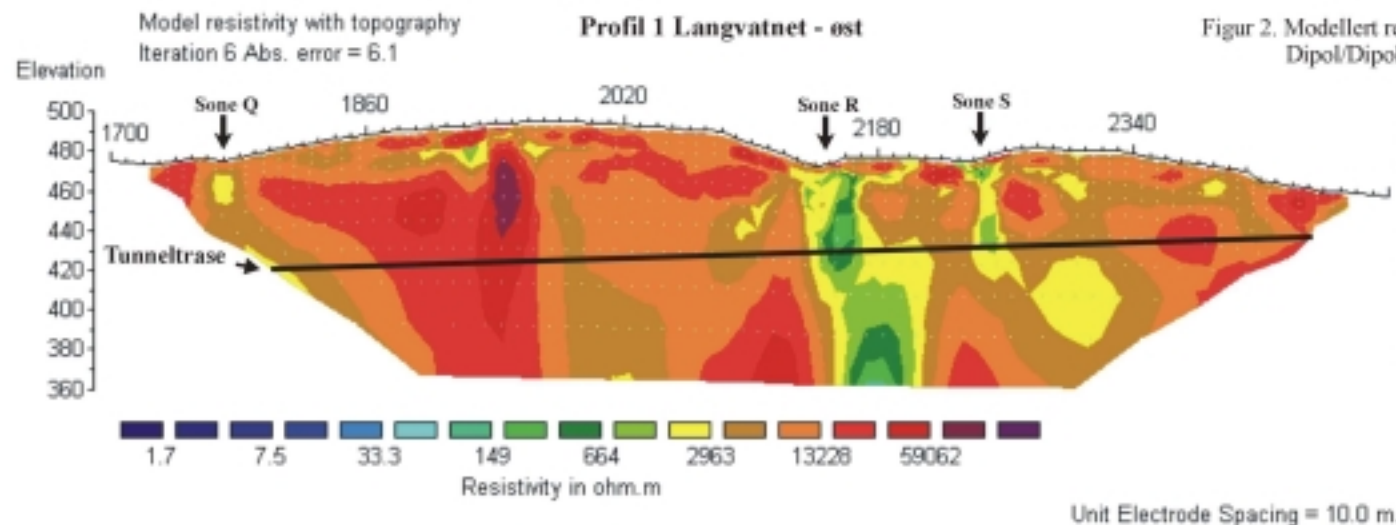
Loke, M.H. 2001: RES2INV ver. 3.4. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. Instruction manual. [www.geoelectrical.com](http://www.geoelectrical.com).

Rønning, J. S. og Dalsegg, E. 2001: Tunnelprosjektet. Geofysiske målinger ved Langvatnet, Lunner, Oppland. NGU Rapport 2001.090.

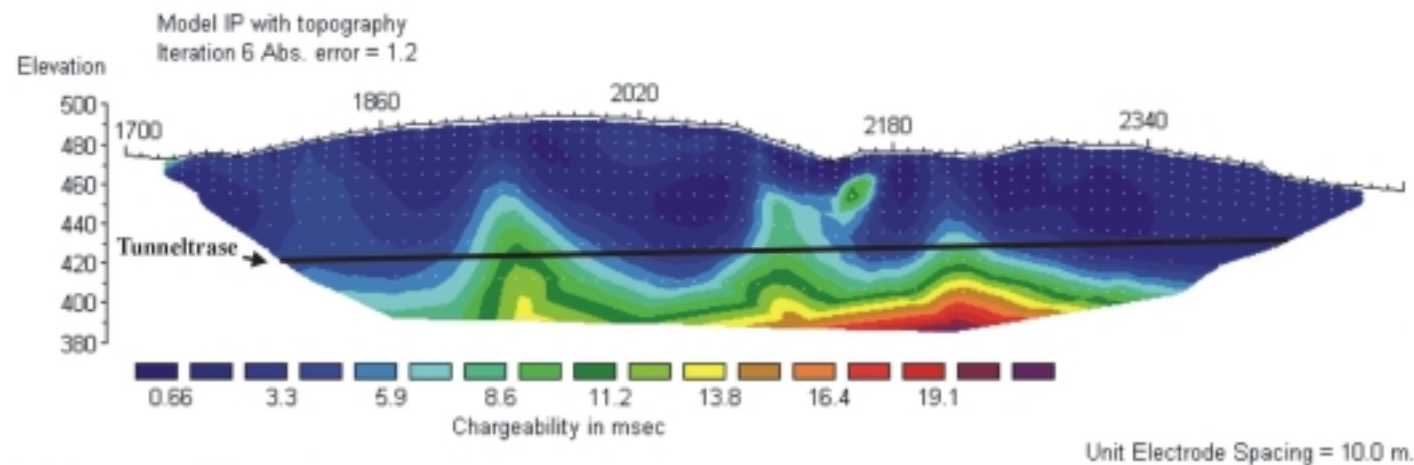
Storrø, G., Elvebakk, H. og Rønning, J. S. 2002: Tunnelprosjektet. Hydraulisk testing av borehull i fjell i Gualia, Lunner kommune. NGU Rapport 2002.051.



Horizontal scale is 9.43 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.23  
First electrode is located at 1500.0 m.  
Last electrode is located at 2500.0 m.

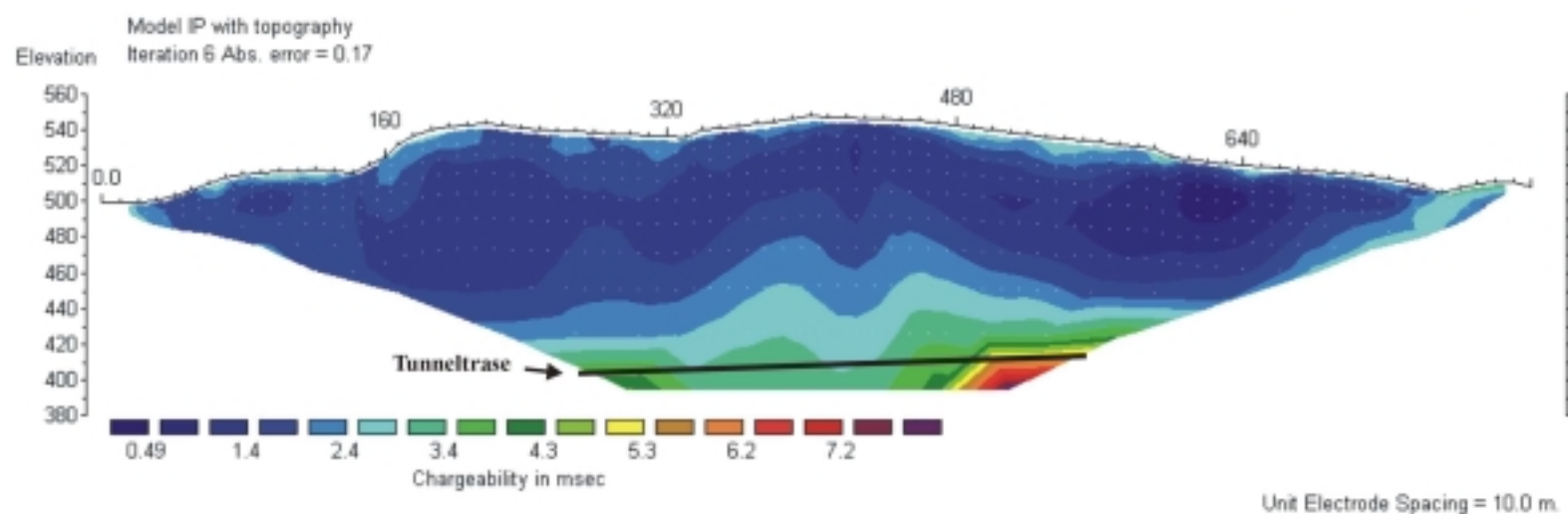
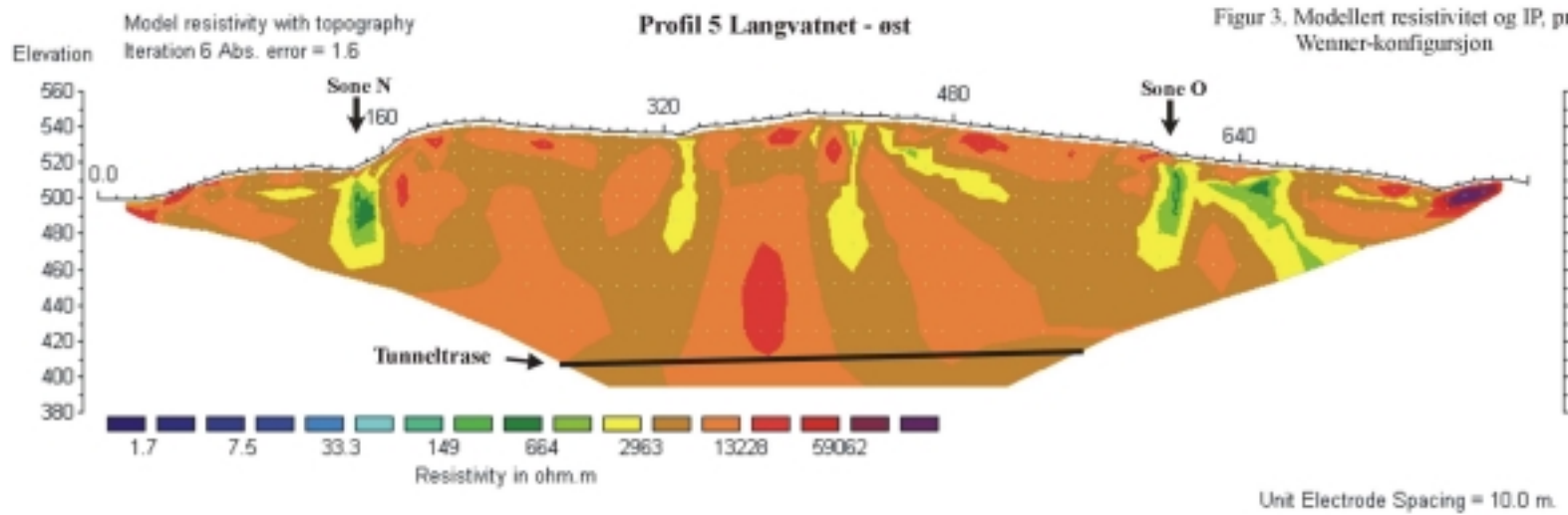


Figur 2. Modellert resistivitet og IP, Profil1  
Dipol/Dipol-konfigurasjon

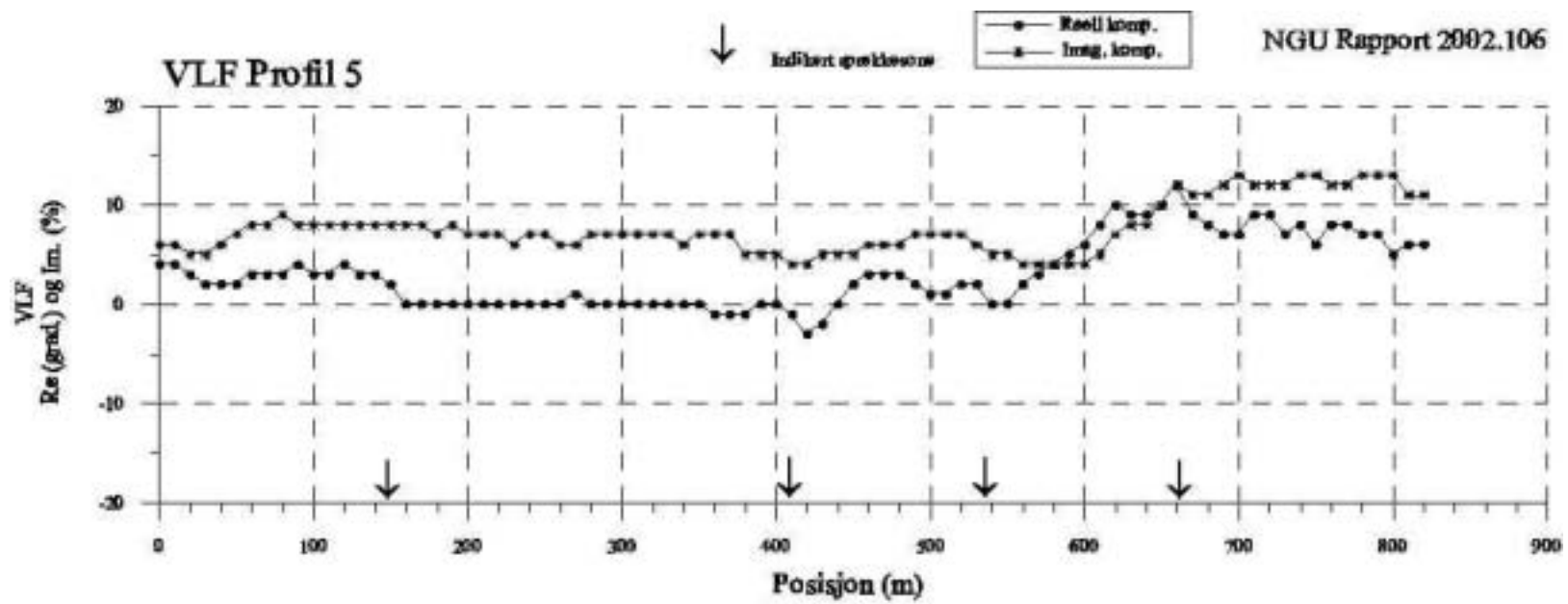


Horizontal scale is 9.43 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.23  
First electrode is located at 1700.0 m.  
Last electrode is located at 2500.0 m.

Figur 3. Modellert resistivitet og IP, profil5 Wenner-konfigurasjon



Horizontal scale is 11.79 pixels per unit spacing  
 Vertical exaggeration in model section display = 0.98  
 First electrode is located at 0.0 m.  
 Last electrode is located at 800.0 m.



Figur 4. VLF profil 5



 UNDERSØKT OMRÅDE



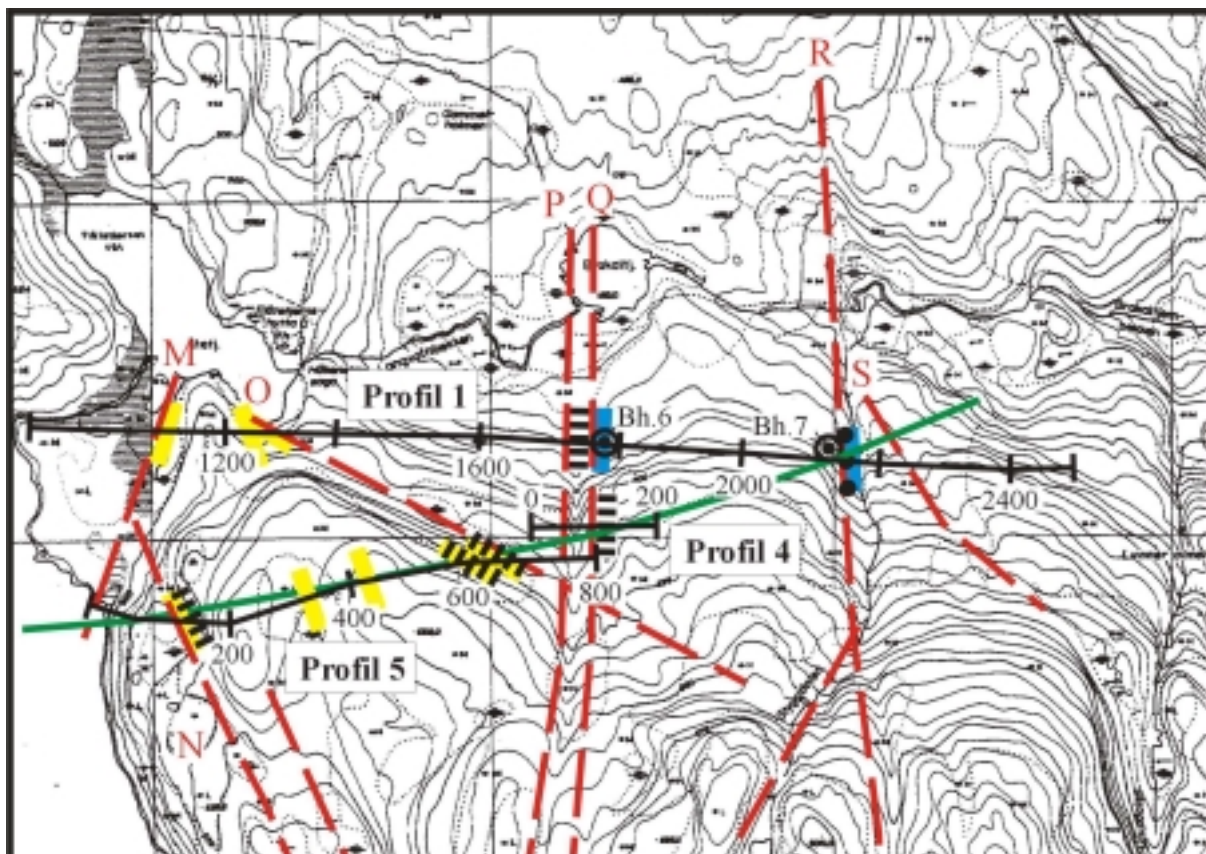
STATENS VEGVESEN  
 OVERSIKTSKART  
 LANGVATNET - ØST  
 LUNNER, OPPLAND

MÅLESTOKK  1:50 000	MÅLT E.D.	Sept. 2002
	TEGN E.D.	Nov. 2002
	TRAC	
	KFR	











NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR 2002.106-01	KARTBLAD NR 1815 I - 1915 IV
-----------------------------	---------------------------------





### Tegnforklaring

-  Målt profil
-  Meget sterk VLF-anomali
-  Sterk VLF-anomali
-  Svak VLF-anomali
-  Meget svak VLF-anomali
-  Borhull
-  Grunn lav resistivitet
-  Dyp lav resistivitet
-  Sprekkesone
-  Tunneltrase



STATENS VEGVESEN  
RESITIVITET OG VLF TOLKNINGSKART  
LANGVATNET - ØST  
LUNNER, OPPLAND

MÅLESTOKK 1:10 000	MÅLT E.D.	Sept. 2002
	TEGN E.D.	Nov. 2002
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

KARTBILAG NR  
2002.106-02

KARTBLAD NR  
1815 I - 1915 IV