


# GEOLOGI FOR SAMFUNNET

*GEOLOGY FOR SOCIETY*



Rapport nr.: 2012.061		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Elektromagnetiske, magnetiske, og radiometriske målinger fra helikopter i området Skaland - Trælen på Senja.				
Forfatter: J. S. Rønning, A. Rodionov, F. Ofstad og R. Lylum		Oppdragsgiver: NGU - Skaland Graphite as		
Fylke: Troms		Kommune: Berg		
Kartblad (M=1:250.000) Tromsø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1333 I Berg		
Forekomstens navn og koordinater: Skaland UTM 33W 590000 - 7705700		Sidetall: 30	Pris: kr 140,-	
Feltarbeid utført: 13.-14.09.2012		Rapportdato: 27.10.2012	Prosjektnr.: 342902	Ansvarlig: 
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Som et ledd i regjeringens satsning på Mineralressurser i Nord-Norge (MINN) har NGU utført geofysiske målinger fra helikopter på nordre del av Senja i Troms fylke. I et samarbeid med Skaland Graphite as ble det utført mer detaljerte målinger over halvøya fra de gamle gruvene på Skaland og nordvestover til dagens gruve ved Trælen. Her ble linjeavstanden halvert til 100 meter for å kunne gi et detaljert bilde av kjente og eventuelle nye grafitt-mineraliseringer.</p> <p>Elektromagnetiske målinger fra helikopter har ikke påvist nye større mineraliseringer av grafitt i de øvre ca.150 meter på halvøya fra den gamle gruva ved Skaland og nordvestover mot Trælen.</p> <p>Ved Skaland er det påvist noe mer godt ledende materiale enn tidligere kjent og dette er trolig grafitt.</p> <p>En rapportert mineralisering ved Skinnarmen (530 moh.) indikeres meget svakt på en av EM-frekvensene men anses som uvesentlig i økonomisk sammenheng.</p> <p>Ledende materiale langs sjøen på halvøyas sør-vest-side skyldes trolig salt sjøvann infiltrert i porøse materialer, men mindre grafitt-mineraliseringer kan ikke utelukkes.</p> <p>Som forventet gir de elektromagnetiske målingene gode resultater og framstår som en særdeles god metode for å lokalisere drivbare grafittforekomster.</p> <p>Høyere magnetfelt vises langs de sentrale deler av halvøya mellom Skaland og Trælen. Dette korresponderer godt med granittiske gneiser som opptrer i det området. Radiometriske data i området viser at de to mineraliseringene ved Skaland og Trælen ligger i forskjellige konsentrasjoner av uran, noe som er overraskende.</p>				
Emneord:		Geofysikk	Helikopter	
Magnetisk		Elektromagnetisk	Radiometrisk	
		Inversjon	Fagrapport	

## INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE .....	4
2.1 Måleinstrumenter.....	4
2.2 Utførelse .....	5
2.3 Prosessering av data.....	5
2.4 Inversjon av EM-data .....	7
3. RESULTATER OG TOLKNING.....	8
3.1 Oversiktskart tilsynelatende resistivitet.....	8
3.2 Inversjon av de elektromagnetiske data.....	8
3.3 Magnetiske og radiometriske data.....	9
4. KONKLUSJON .....	10
5. REFERANSER .....	11

## TABELLER

Tabell 1: Måleinstrumenter, produsent og type, nøyaktighet og samplingsfrekvens.....	4
Tabell 2: Hummingbird elektromagnetisk målesystem. ....	5

## FIGURER

Figur 1: Målte linjer ved undersøkelsene ved Trælen – Skaland.....	6
Figur 2: Inverterte målelinjer ved Skaland (Bakgrunn Tilsynelatende resistivitet 6600 Hz). ...	7
Figur 3: Inverterte målelinjer ved Trælen (Bakgrunn: Tilsynelatende resistivitet 6600Hz).....	7
Figur 4: Tilsynelatende resistivitet for 880 Hz koplanar spolekonfigurasjon.....	12
Figur 5: Tilsynelatende resistivitet for 980 Hz koaksial spolekonfigurasjon.....	13
Figur 6: Tilsynelatende resistivitet for 6600 Hz koplanar spolekonfigurasjon.....	14
Figur 7: Tilsynelatende resistivitet for 7001 Hz koaksial spolekonfigurasjon.....	15
Figur 8: Tilsynelatende resistivitet for 34000 Hz koplanar spolekonfigurasjon.....	16
Figur 9: Magnetisk totalfelt.....	17
Figur 10: Magnetisk første ordens vertikalderiverte. ....	18
Figur 11: Magnetisk tilt-vinkel. ....	19
Figur 12: Bakkekonsentrasjon av kalium.....	20
Figur 13: Bakkekonsentrasjon av uran. ....	21
Figur 14: Bakkekonsentrasjon av thorium. ....	22
Figur 15: Radiometrisk sammenstilling av U-, Th- og K-konsentrasjoner (Ternary map).....	23
Figur 16: Inverterte profiler ved Skaland, linje 131, 141 og 141.....	24
Figur 17: Inverterte profiler ved Skaland, linje 161, 171 og 181.....	25
Figur 18: Inverterte profiler ved Skaland linje 191 og 201.....	26
Figur 19: Inverterte profiler ved Trælen linje 143 og 153 (sett mot øst). ....	27
Figur 20: Inverterte profiler ved Trælen linje 163 og 173 (sett mot øst). ....	28
Figur 21: Inverterte profiler ved Trælen linje 183 og 193 (sett mot øst). ....	29
Figur 22: Inverterte profiler ved Trælen linje 203 og 213 (sett mot vest). ....	30

## 1. INNLEDNING

Som et ledd i regjeringens satsning på Mineralressurser i Nord-Norge (MINN) har NGU utført geofysiske målinger fra helikopter på nordre del av Senja i Troms fylke. I et samarbeid med Skaland Graphite as ble det utført mer detaljerte målinger over halvøya fra de gamle gruvene på Skaland og nordover til dagens gruve ved Trælen. Her ble linjeavstanden halvert til 100 meter for å kunne gi et detaljert bilde av kjente og eventuelle nye grafitt-mineraliseringer. Målingene ble utført med NGUs utstyr for helikoptermålinger i september 2012.

På grunn av meget utfordrende terreng ble målelinjene lagt mer eller mindre langs fjellssidene på begge sider av halvøya. Ut fra den generelle geologien i området var dette ikke optimalt, men ut fra strøket til de kjente mineraliseringene på Skaland og Trælen var profilretningen optimal. Av sikkerhetshensyn var det ikke mulig å fly på standard høyde med helikopteret 60 meter over bakken.

Data ble samlet inn 13. og 14. september 2012 av Frode Ofstad og Rolf Lynum. Data er prosessert og delvis invertert av tidligere NGU-medarbeider Alexei Rodionov (AR Geoconsult, Calgary i Canada). Rapporten presenterer alle målte data, men tolkningen legger vekt på de elektromagnetiske data.

NGU har tidligere utført geofysiske bakkemålinger ved grafittundersøkelser på Skaland, Trælen og ellers på Senja (Dalsegg 1985a, Dalsegg 1985b, Dalsegg 1986).

## 2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

### 2.1 Måleinstrumenter.

Målingene ble utført med NGUs eget måleutstyr (se tabell 1). Dette består av en sonde som slepes 30 meter under helikopteret med en magnetisk sensor (Scintrex 1993) og fem elektromagnetiske (EM) sendere/mottagere (Geotech 1997). Gammaspesktrometer (Radiation Solutions 2010), trykkføler, temperaturføler og radar høydemåler er montert på egen ramme under helikopteret. GPS-mottaker er montert ved helikopterets halerotor. EM-systemets senderfrekvens, spoleorientering og spoleavstand fremgår av tabell 2. Hele systemet ble båret av et helikopter av typen AS 350-B1 fra firmaet HeliScan.

Tabell 1: Måleinstrumenter, produsent og type, nøyaktighet og samplingsfrekvens.

Instrument	Produsent/Type	Nøyaktighet	Målefrekvens
Flymagnetometer	Scintrex Cs-2	0,002 nT	5 Hz
Basemagnetometer	Scintrex EnviMag	0,1 nT	3,3 Hz
Elektromagnetisk	Geotech Hummingbird	1 – 2 ppm	10 Hz
Gammaspesktrometer	Radiation Solutions RSX-5	1024 kanaler, 16 liter ned, 4 l opp	1 Hz
Radar høydemåler	Bendix/King KRA 405B	± 3 % 0 – 500 fot ± 5 % 500 – 2500 fot	1 Hz
Trykk/temperatur	Honeywell PPT	± 0,03 % FS	1 Hz
Navigasjon	Topcon GPS-mottager	± 5 meter	1 Hz



Tabell 2: Hummingbird elektromagnetisk målesystem.

Spole:	Frekvens	Orientering	Spoleavstand (m)
A	7700 Hz	Coaxial	6.20
B	6600 Hz	Coplanar	6.20
C	980 Hz	Coaxial	6.025
D	880 Hz	Coplanar	6.025
E	34000 Hz	Coplanar	4.87

## 2.2 Utførelse

Ved NGUs helikoptermålinger måles vanligvis linjer for hver 200 meter med helikopteret 60 meter over bakken i en hastighet på 100 km/t (Rønning 2012). I området Trælen – Skaland er topografien meget utfordrende, og en måtte gjøre lokale tilpasninger. På ønske fra *Skaland Graphite as* ble linjeavstanden redusert til 100 meter. Profillinjene ble lagt langs fjellsidene for å lette flyvingen i det utfordrende terrenget. Ut fra den generelle geologien i området var dette ikke optimalt, men ut fra strøket til de kjente grafittmineraliseringene på Skaland og Trælen var profilretningen optimal. Av sikkerhetshensyn kunne en ikke fly på standard flyhøyde 60 meter overbakken, flyhøyden varierte mye og gjennomsnittlig flyhøyde ble 90 meter. Målehøyde for de magnetiske og elektromagnetiske målingene ble med dette gjennomsnittlig 61 meter, mens gjennomsnittlig målehøyde for radiometrien ble 90 meter. På grunn av den steile topografien måtte også flyhastigheten reduseres, og gjennomsnittlig målehastighet var 65 km/t. Dette betyr at gjennomsnittlig målepunktavstand er ca. 2 meter for EM-data, ca. 4 meter for de magnetiske data og ca. 20 meter for de radiometriske data. Figur 1 viser målelinjene. På grunn av skifte i topografien er målingene utført med tre forskjellige flyretninger (se figur 3).

Større målehøyde reduserer oppløsningen en kan oppnå på alle målemetoder, og datakvaliteten blir dårligere. Lavere hastighet gir mindre målepunktavstand uten at dette øker den laterale oppløsningen.

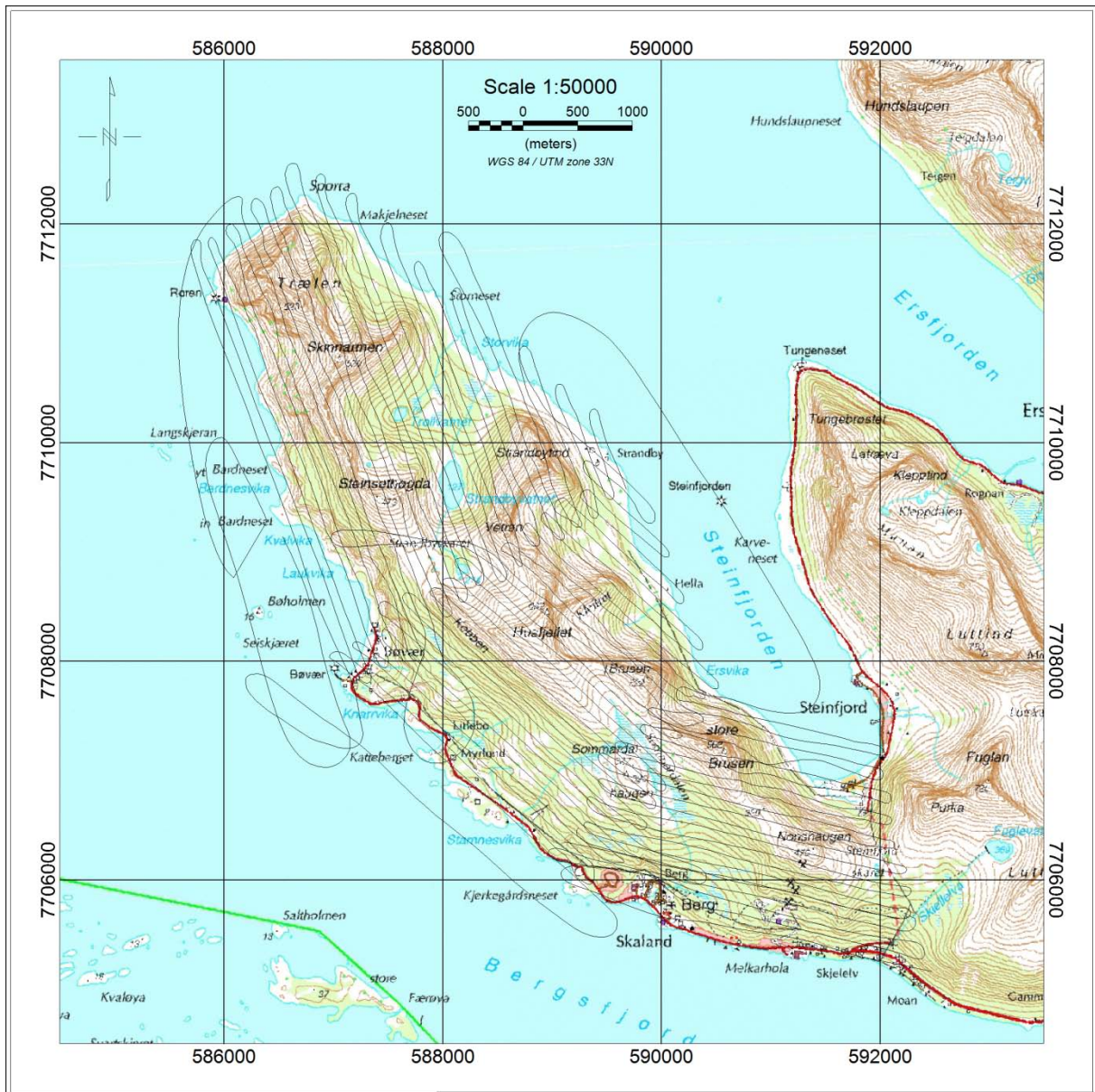
## 2.3 Prosessering av data

All prosesseringen av data fra Skaland-Trælen ble foretatt av tidligere NGU-medarbeider Alexei Rodionov (AR Geoconsult, Calgary, Canada) ved bruk av standard programvare (Geosoft 1997, 2005 og 2007). Prosesseringen følger NGUs standard prosedyrer for NGUs helikoptermålte data (Rønning 2012).

### Elektromagnetiske data.

Prosessering av de ElektroMagnetiske data følger følgende trinn:

1. Fjerning av eventuelle "Spikes" fra måledata
2. Filtrering, ikke lineært lavpassfilter
3. Automatisk korrigering av instrumentdrift
4. Manuell fjerning av gjenværende instrumentdrift
5. Beregning av tilsynelatende resistivitet ved bruk av reell- og imaginærkomponent og homogent halvrom
6. Visuell inspeksjon og nivåjustering
7. Gridding, glatting og kartfremstilling.



Figur 1: Målte linjer ved undersøkelsene ved Trælen – Skaland (Koordinater UTM 33W).

### **Magnetiske data.**

Prosessering av de magnetiske data følger følgende trinn:

1. Fjerning eventuelle "Spikes" fra alle måledata.
2. Korrigerings av mulige daglige variasjoner i magnetfeltet basert på registreringene ved basestasjonen.
3. Fjerning av IGRF (International Geomagnetic Reference Field)
4. Beregning av "Vertical Gradient" og "Tilt Derivative" (Geosoft 2007).
5. Gridding, konturering og kartfremstilling.

### **Radiometriske data.**

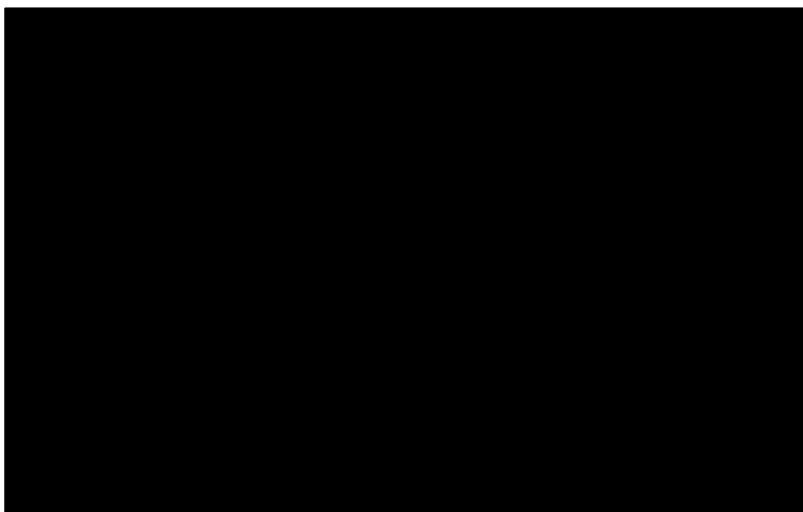
Prosessering av de radiometriske data følger følgende trinn (Grasty 1987, IAEA 2003, Minty et al. 1997):

1. Korrigerings for stråling fra helikopteret og kosmisk stråling
2. Fjerning av eventuell radonpåvirkning

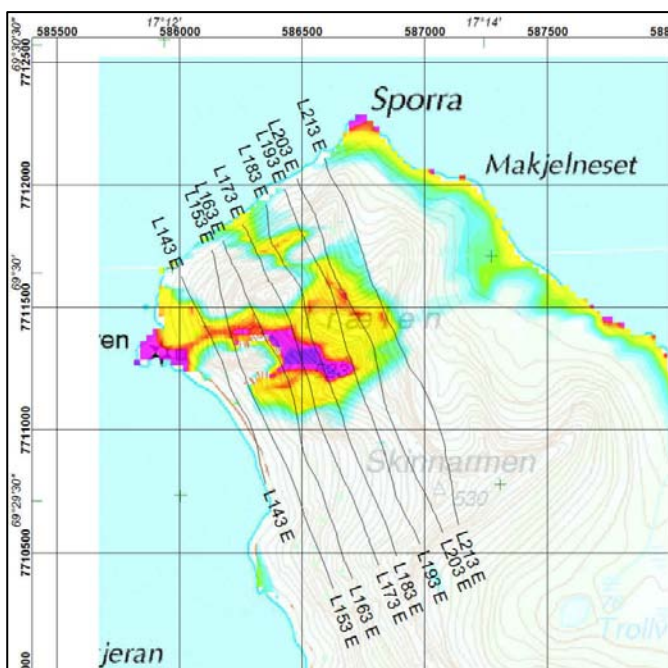
3. Korrigering av innbyrdes påvirkning fra de forskjellige elementene ("Stripping")
4. Korrigering til felles målehøyde (60 meter)
5. Korrigering til bakkekonsentrasjon
6. Nivellering, gridding og kartfremstilling

## 2.4 Inversjon av EM-data

For å få et best mulig bilde av sann resistivitet ble måledata der en har anomalier på antatt grafitt, invertert med programmet EM1DFM (UBC 2000). Dette programmet gjør en-dimensjonale inverteringer som senere settes sammen i et to-dimensjonalt bilde. Oversikt over hvilke profiler som ble invertert er vist i figurene 2 og 3.



Figur 2: Inverterte målelinjer ved Skalandsneset (Bakgrunn Tilsynelatende resistivitet 6600 Hz).



Figur 3: Inverterte målelinjer ved Trælen (Bakgrunn: Tilsynelatende resistivitet 6600Hz).

### 3. RESULTATER OG TOLKNING

#### 3.1 Oversiktskart tilsynelatende resistivitet

Kart over **tilsynelatende resistivitet** er vist i figurene 4 til 8. Tilsynelatende resistivitet er beregnet ved bruk av en homogen halvromsmodell, og ved bruk av data fra både reell og imaginærkomponent.

Gjenstående grafitt både ved Skaland og ved Trælen kommer klart frem på alle de fem oversiktene. Dessverre er det ikke klare signaler på hittil ukjente større mineraliseringer mellom de to gruveområdene. Resistiviteten i sideberget er her høyere enn 1000 ohmm ved alle frekvenser, og en kan forvente en effektiv penetrasjon på opp mot 150 meter. En kan ut fra dette konkludere med at det ikke er ukjente grafittmineraliseringer av betydning i de øvre 150 metrene av bakken mellom Skaland og Trælen.

Utbredelsen av mineraliseringene ved Skaland er noe større enn tidligere kjent, mens resistivitetsbildet ved Trælen er som forventet (Trond Abelsen, personlig meddelelse).

Det er tidligere rapportert om utgående grafitt ved Skinnarmen (Trond Abelsen), og ved en meget tidlig presentasjon av EM-resultatene kom det frem en markert anomali ved 6600 Hz i dette området. Kritisk gjennomgang av anomalistørrelse og flyhøyde og manglende utslag ved de andre frekvensene, sier at denne anomalien er uvesentlig. På de endelige kartene, er det en meget svak anomali ved UTM 587050 – 771040 nettopp på 6600 Hz koaksial spolekonfigurasjon, men ikke på noen av de andre resistivitetskartene. Dette indikerer at det kan være en mineralisering i området, men at denne er en tynn vertikal gang av ubetydelig størrelse og kvalitet.

I strandsonen langs halvøya fra Skaland og nordvestover indikeres flere mindre områder med lav resistivitet. Dette er spesielt fremtredende på tilsynelatende resistivitet for 34 kHz. Den mest sannsynlige årsak til dette er trolig sjøvann, enten som respons direkte fra sjøen eller fra saltvannsinntregning i sandige masser der dette finnes. Grafitt kan ikke utelukkes, men det er i så fall mindre kropp og kanskje av dårlig kvalitet siden det er bare den mest følsomme frekvensen som gir respons.

Resistivitetsdata viser variasjoner i resistivitetsbildet ved de forskjellige frekvensene. Disse er delvis styrt målefrekvens og av spoleorienteringen som er "horisontal koplanar" og "vertikal koaksial". Den første av disse gir best kobling med horisontale mineraliseringer mens den siste gir best kobling med vertikale mineraliseringer. Lave frekvenser gir størst dybderekkevidde. Disse egenskapene blir benyttet ved inverteringen av EM-data (avsnitt 3.2).

#### 3.2 Inversjon av de elektromagnetiske data

Profiler som viser invertert (tilnærmet sann) resistivitet ved Skaland og ved Trælen er vist i figurene 16 til 22. Hvilke linjer som er invertert fremgår av figur 2 (Skaland) og figur 3 (Trælen). Alle målepunkter er invertert noe som betyr en modell for hver ca 2 meter. Data er senere griddet med cellestørrelse 10 meter.



Inversjon av denne type data er relativt nytt for NGU, og det er noe usikkert hvor gode disse data er. Generelt kan en si at ved godt ledende materiale som grafitt, vil en ikke kunne se gjennom store mektigheter (10 til 20 meter). Dette betyr at alle indikasjoner på ledende materiale (lav resistivitet) under de røde og fiolette indikasjonene i figurene 16 til 22 er kunstige effekter. Det er en tendens til at alle indikerte mineraliseringer får en ende som bryter nedover. Dette antas også å være en kunstig effekt av at inversjonene i hvert målepunkt er en-dimensjonal (horisontale lag med uendelig utstrekning) og at de to-dimensjonale bildene er satt sammen av deler fra mange 1D tolkninger (falsk 2D).

Et tredje forhold som påvirker denne inversjonen sterkt, er selvsagt datakvaliteten. Terrenget spesielt ved Trælen er meget utfordrende både for å holde konstant høyde over bakken, men også for den fysiske koblingen mellom sendere/mottagere og de ledende strukturene i bakken. På toppen av dette kommer at enkelte frekvenser hadde en noe for stor drift under måling. Disse forhold kan gi usikkerheter på detaljnivå, men de store strukturene kommer klart frem.

Ved **Skaland** er invertert resistivitet plottet mot østkoordinat. Ved linje 131 indikeres en mindre relativt steiltstående mineralisering på ca. 150 meters dyp. Over dette kan det ligge en svakere horisont på ca. 50 meters dyp. Helt i dagen ligger et tynt lag av ledende materiale som kanskje kan være noe lagret avgang (?). Opp over lia avdekkes flere ledende soner som synes å ligge på samme nivå i forhold til terrenget, og de kommer nærmere dagen og har utgående på linje 191 (se figurene 2 og 11). Mineraliseringene ser ut til å avslutte ved linje 201 (se figur 2). Resistivitetsverdier lavere enn 10 ohmm antas å være grafitt av god kvalitet. EM-data fanger opp de større strukturene, men det kan være avvik mellom tolkninger og geologien på detaljnivå. Men en linjeavstand på 100 meter kan det være brudd i de ledende strukturene mellom målelinjene.

Ved **Trælen** er invertert resistivitet plottet mot nord-koordinat (fra nord mot sør) og vist i figurene 19 til 22. De samme svakhetene som ble påpekt for inversjonene ved Skaland gjelder selvsagt også her. Lengst vest, nærmest sjøen, indikeres to ledende strukturer langs linje 143 (figur 19). Den sydligste av disse faller sammen med "Lyktgangen". Også langs linje 153 indikeres to soner, men her er det en ny sone som dukker opp sør for "Lyktgangen". Oversiktskartene indikerer at disse to gangene flyter sammen lengre oppe i lia, men dette kan være adskilte ganger som ligger så tett at de tolkes som sammenhengende. Mineraliseringene synes å ligge relativt grunt, med utgående langs flere profiler (163, 173, 183 og 203). Den ledende strukturen ved nord-koordinat 7711700 langs profilene 183 og 193 er trolig vertikal da denne kommer klarest frem på 980 og 7001 Hz koaksial spolekonfigurasjoner (figurene 5 og 7). Det er uklart hva et markert brudd i den ledende strukturen ved nord-koordinat 7711250 langs linje 183 skyldes (figur 21).

### 3.3 Magnetiske og radiometriske data

Kart over **magnetiske egenskaper** er vist i figurene 9 til 11. Magnetisk totalfelt er vist i figur 9 mens beregnet første ordens "vertikal-deriverte" og "tilt-deriverte" er vist henholdsvis i figurene 10 og 11. De to siste viser i praksis hvor magnetiske mineraler finnes, mens magnetisk totalfelt kan ha kunstige effekter styrt av lokal geometri.

Det blir ikke gjort noe forsøk på å tolke det magnetiske bildet her, annet enn at grafitt-mineraliseringene synes å ligge i områder med lavt magnetfelt. Om dette skyldes at grafittkroppene er store og fortrenger mye magnetisk materiale eller om grafitten ligger i mindre magnetiske bergarter er uklart. Høyere magnetfelt vises langs de sentrale deler av

halvøya mellom Skaland og Trælen, og dette korresponderer godt med granittiske gneiser som opptrer i det området.

Kart over **radiometriske data** (U, Th, K og "Ternary") er vist i figurene 12 til 15. Sistnevnte viser alle de tre elementene (U, Th og K) samlet med en fargekode som ofte kan visualisere variasjoner i geologien på en god måte. Det blir heller ikke gjort forsøk på å gjøre en geologisk tolking av radiometrien her annet enn å konstatere at mineraliseringen ved Trælen synes å ligge i et miljø med forhøyet uraninnhold (opp mot 2 ppm) og lavt kaliuminnhold (lavere enn 0,3 %) og thoriuminnhold. Siden vertsbergarten er omdannede skifre og vulkanske bergarter er dette ikke overraskende. Samtidig ser vi forhøyet thorium og kalium i områdene som domineres av granittisk gneis som nevnt over, heller ikke overraskende. Dette kan komme til nytte ved leting etter grafittmineraliseringer i andre områder. Ved tolkning av radiometriske data må en hele tiden huske på at strålingen stammer i hovedsak fra bakkens øvre halve meter, og at tilstedeværelse av vann og fuktig jordsmonn effektivt skjermer strålingen fra berggrunnen.

#### 4. KONKLUSJON

Elektromagnetiske målinger fra helikopter har ikke påvist nye større mineraliseringer av grafitt i de øvre ca.150 meter på halvøya fra den gamle gruva ved Skaland og nordvestover mot Trælen.

Ved Skaland er det påvist noe mer godt ledende materiale enn tidligere kjent og dette er trolig grafitt.

En rapportert mineralisering ved Skinnarmen (530 moh.) indikeres meget svakt på en av EM-frekvensene men anses som uvesentlig i økonomisk sammenheng.

Ledende materiale langs sjøen på halvøyas sør-vest-side skyldes trolig salt sjøvann infiltrert i porøse materialer, men mindre grafitt-mineraliseringer kan ikke utelukkes.

Som forventet gir de elektromagnetiske målingene gode resultater og framstår som en særdeles god metode for å lokalisere drivbare grafittforekomster.

Høyere magnetfelt vises langs de sentrale deler av halvøya mellom Skaland og Trælen. Dette korresponderer godt med granittiske gneiser som opptrer i det området. Radiometriske data i området viser at de to mineraliseringene ved Skaland og Trælen ligger i forskjellige konsentrasjoner av uran, noe som er overraskende.

## 5. REFERANSER

Dalsegg, E. 1985a: Geofysiske bakkemålinger Skaland Grubeområde og Trælen, Senja, Troms. NGU Rapport 85.187.

Dalsegg, E. 1985b: Geofysiske bakkemålinger Krokeldalen og Geitskaret, Senja, Troms. NGU Rapport 85.188.

Dalsegg, E. 1986: Elektriske målinger Skaland Grubeområde, Senja, Troms. NGU Rapport 86.179.

Geosoft 1997: HEM system (Helicopter Electromagnetic Data Processing, Analysis (DPA) and Presentation System) User guide.

Geosoft 2005: Montaj 1024-Cannal Radiometric Processing. User guide and tutorial.

Geosoft 2007:Montaj MAGMAP Filtering. Tutorial.

Geotech 1997: Hummingbird Electromagnetic System. Users manual. Geotech Ltd. October 1997

Grasty, R.L. 1987: The design, construction and application of airborne gamma-ray spectrometer calibration pads. Geological Survey of Canada. Paper 87-10. 34 pp.

IAEA 2003: Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. IAEA-TECDOC-1363, Vienna, Austria. 173 pp.

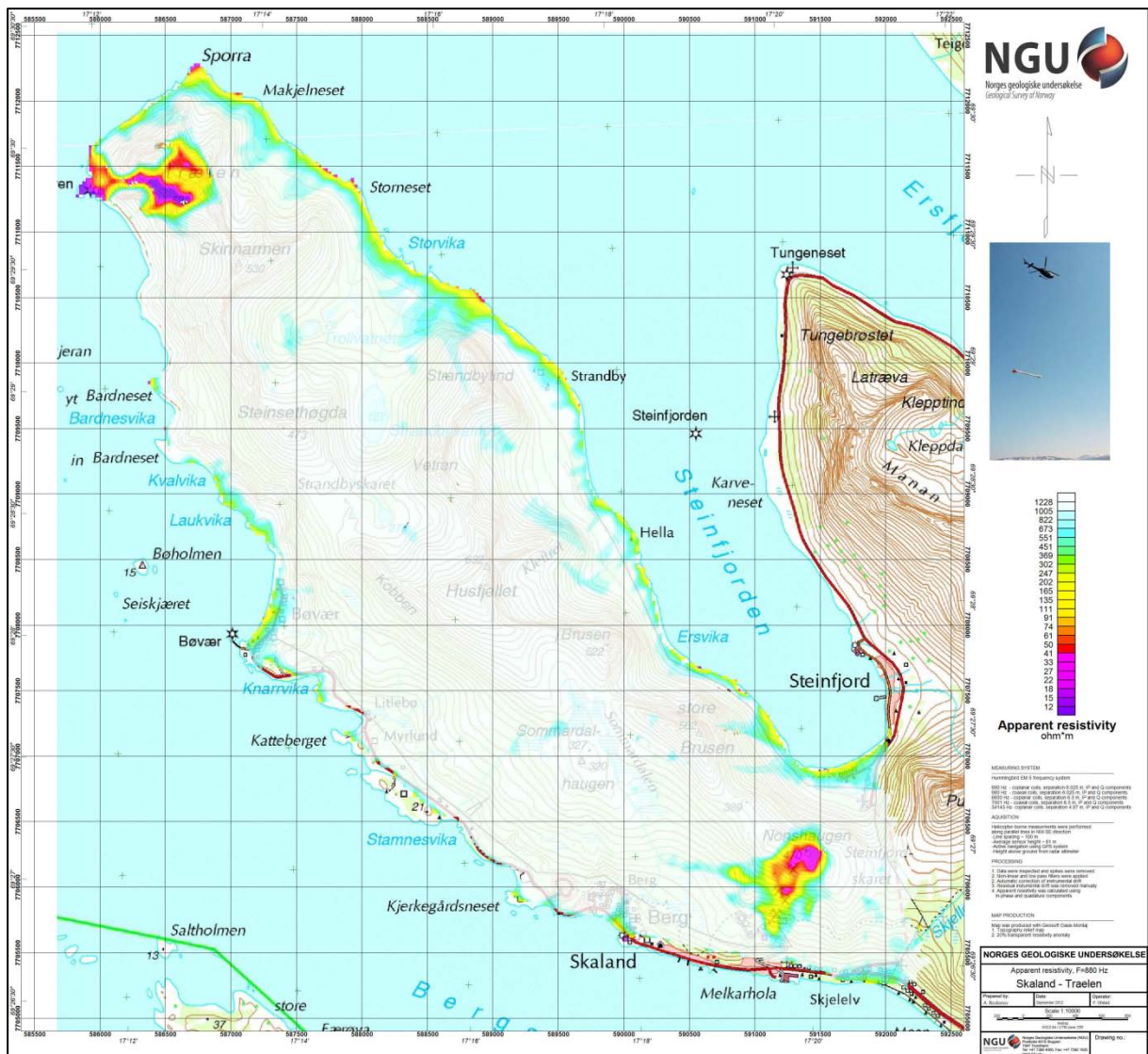
Minty, B.R.S., Luyendyk, A.P.J. and Brodie, R.C. 1997: Calibration and data processing for gamma-ray spectrometry. AGSO – Journal of Australian Geology & Geophysics. 17(2), 51-62.

Radiation Solutions 2010: RSX-5, Users manual, Radiation Solutions Ltd., Mississauga, Ontario Canada.

Rønning, J.S. 2012: NGUs helikoptermålinger. Plan for sikring og kontroll av datakvalitet. NGU Intern Rapport 2012.001 (37 sider).

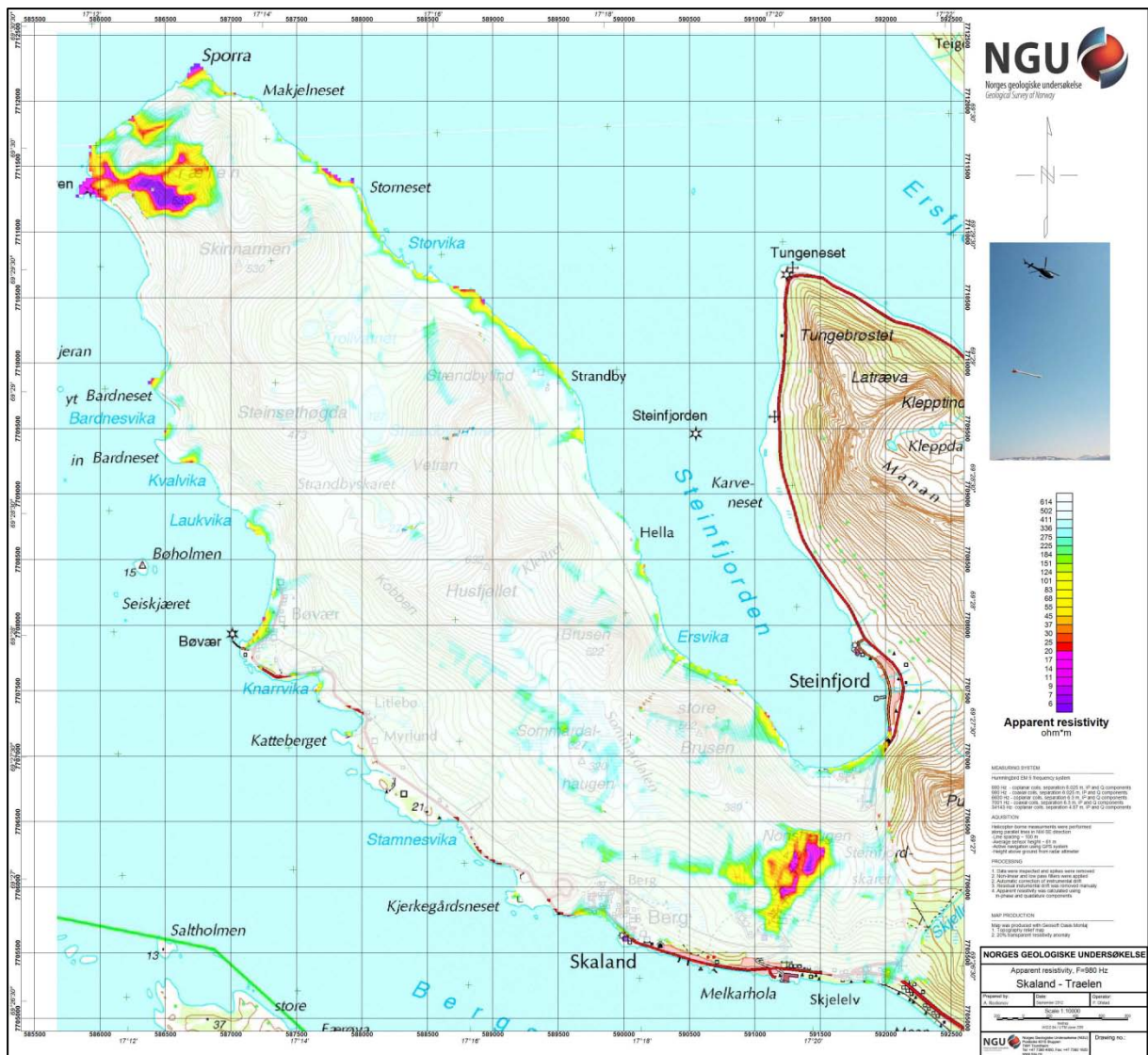
Scintrex 1993: CS-2 Cesium magnetometer operating manual, Scintrex ltd. Ontario Canada.

UBC 2000: Manual for running the program "EM1DFM". UBC - Geophysical Inversion Facility, Department of Earth & Ocean Sciences, University of British Columbia, Vancouver, CANADA. July, 2000.

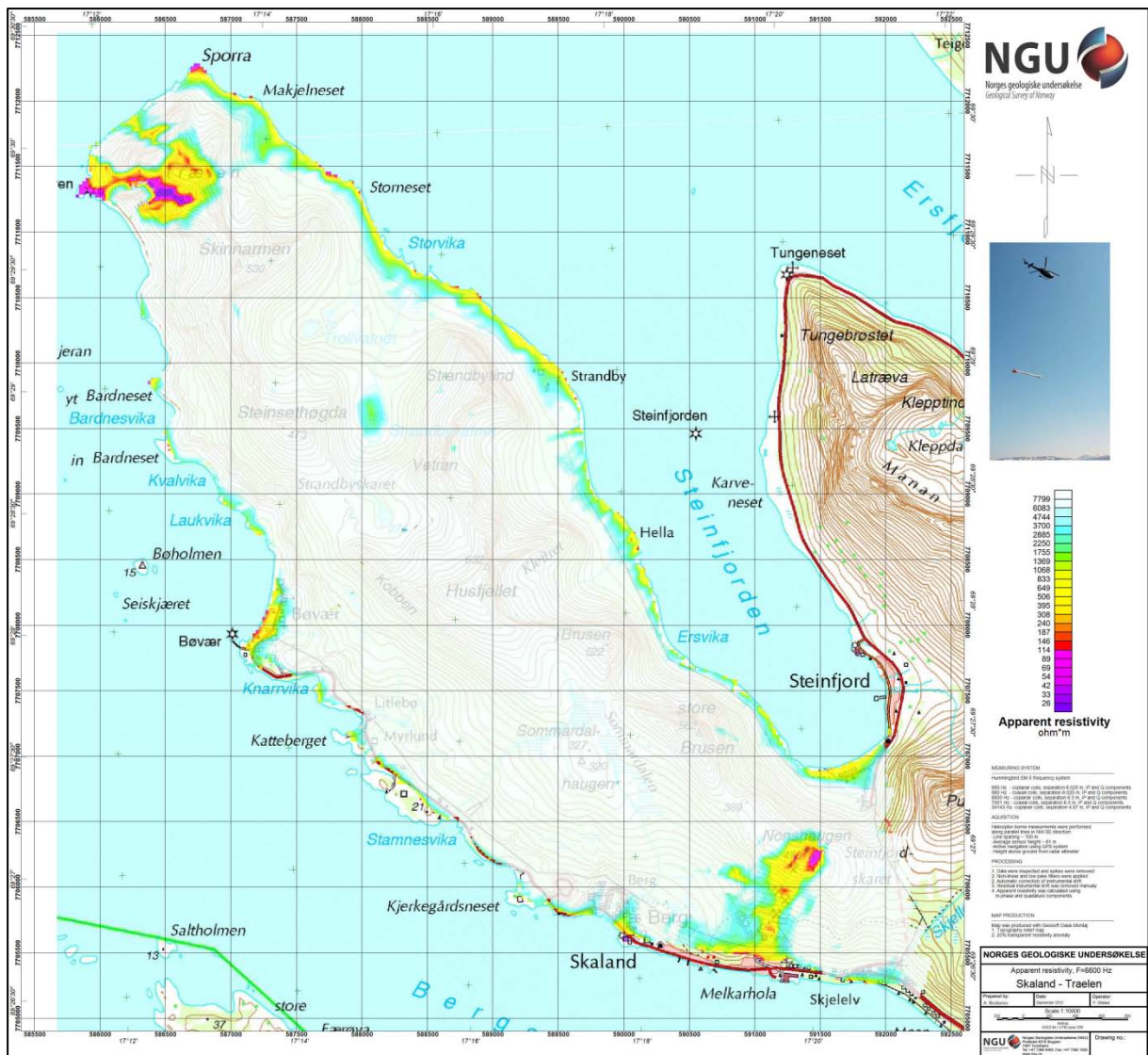


Figur 4: Tilsynelatende resistivitet for 880 Hz koplanar spolekonfigurasjon.

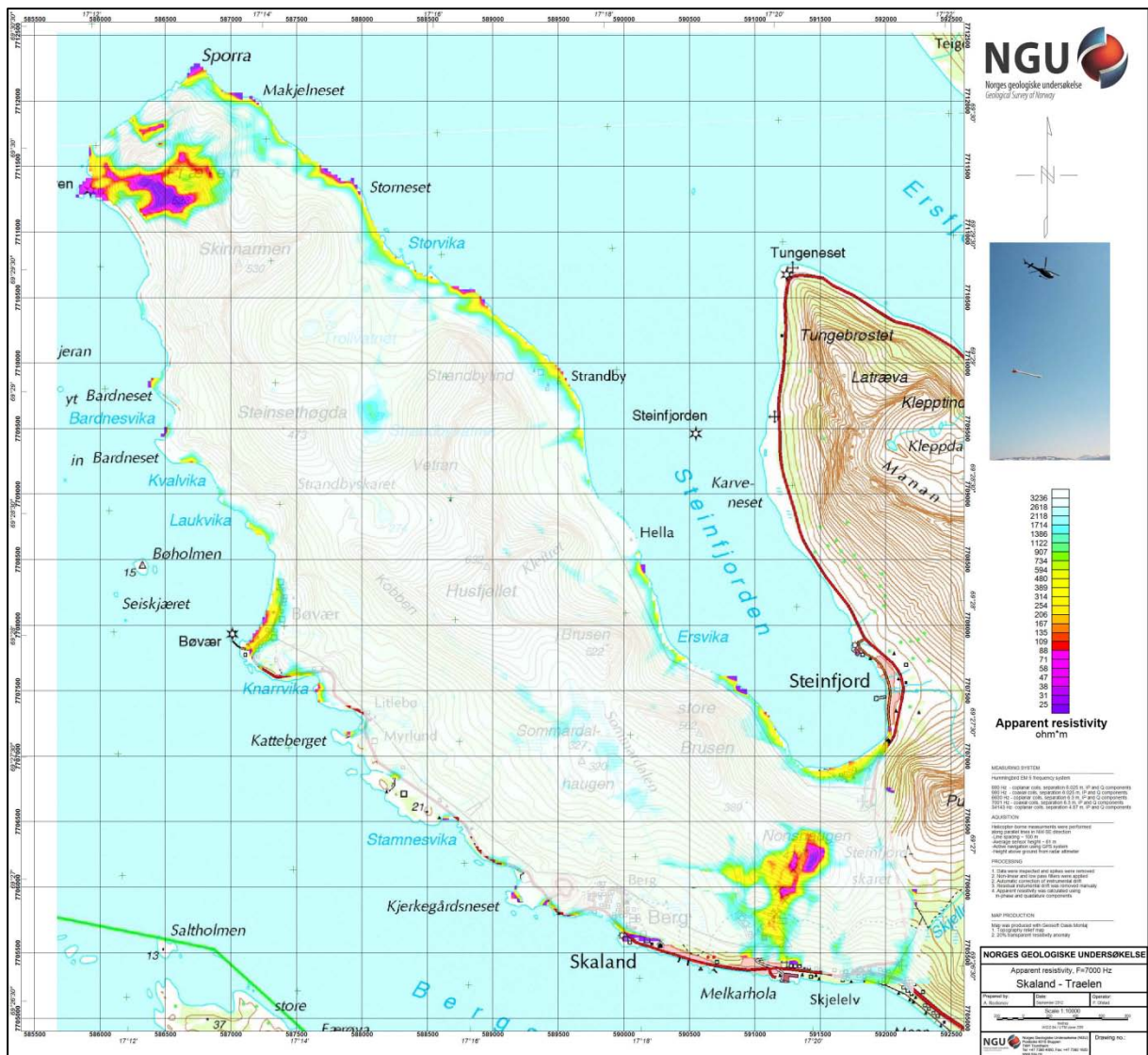




Figur 5: Tilsynelatende resistivitet for 980 Hz koaksial spoilekonfigurasjon.

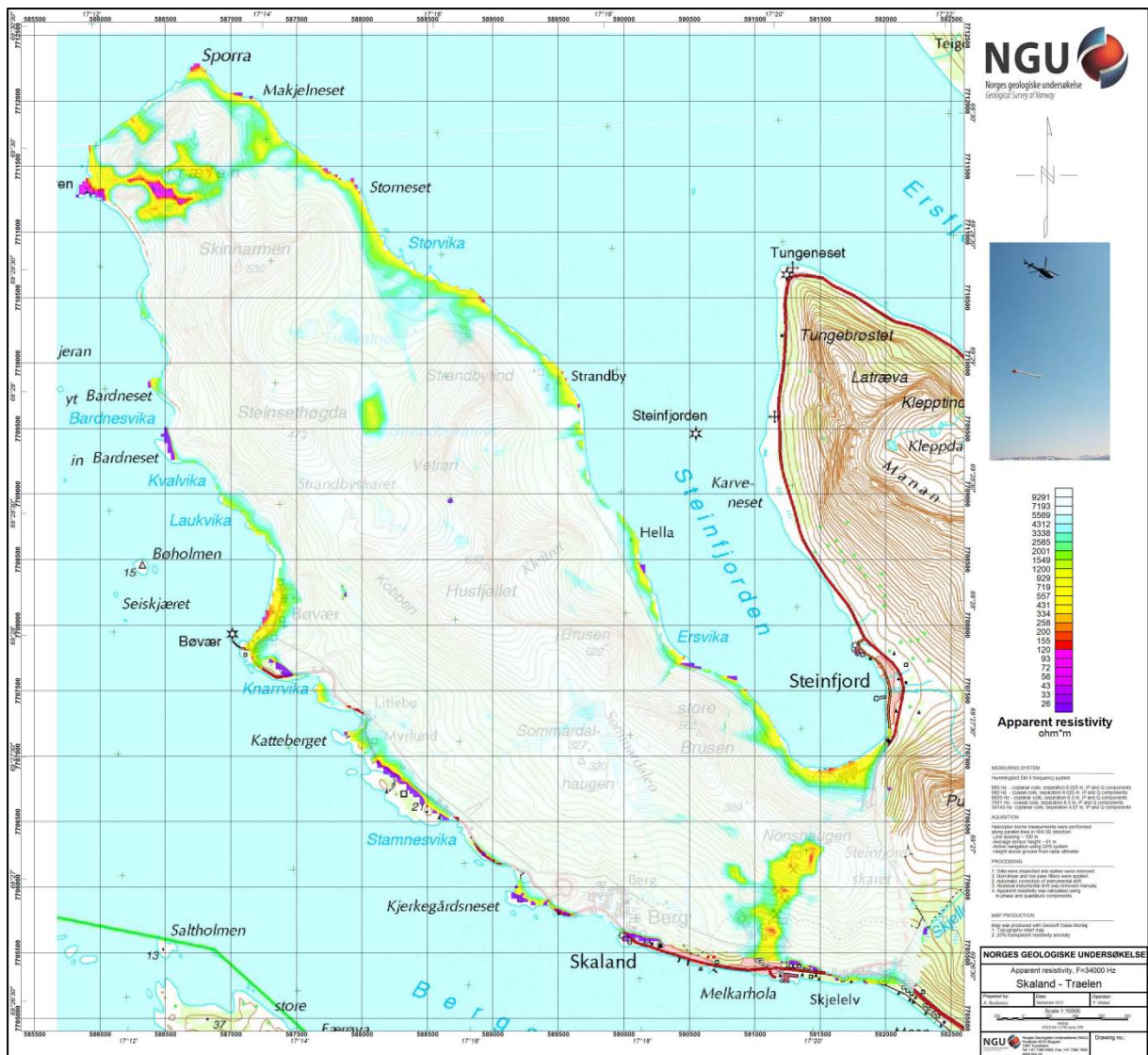


Figur 6: Tilsynelatende resistivitet for 6600 Hz koplanar spolekonfigurasjon.



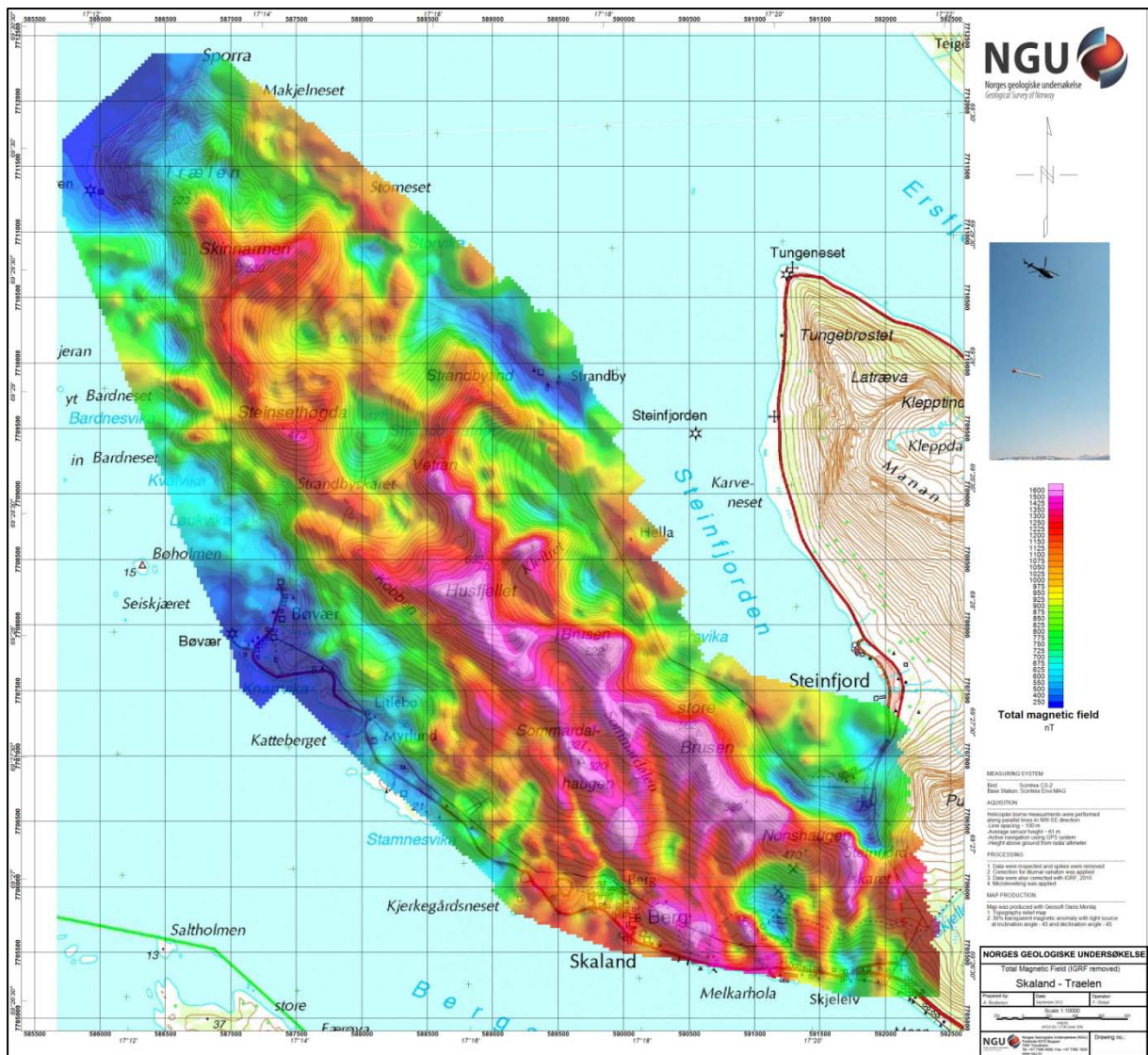
Figur 7: Tilsynelatende resistivitet for 7001 Hz koaksial spolekonfigurasjon.



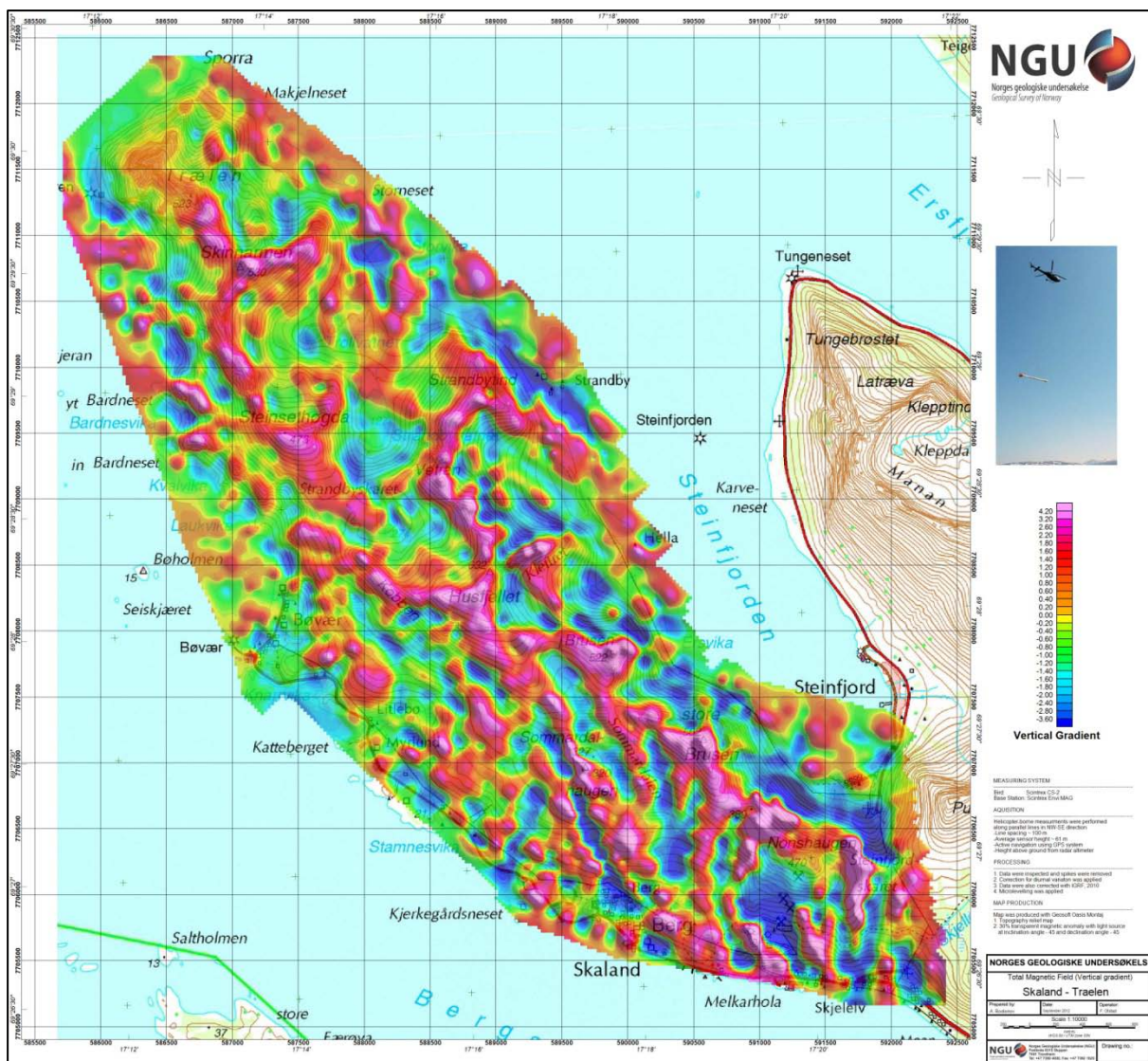


Figur 8: Tilsynelatende resistivitet for 34000 Hz koplanar spolekonfigurasjon.



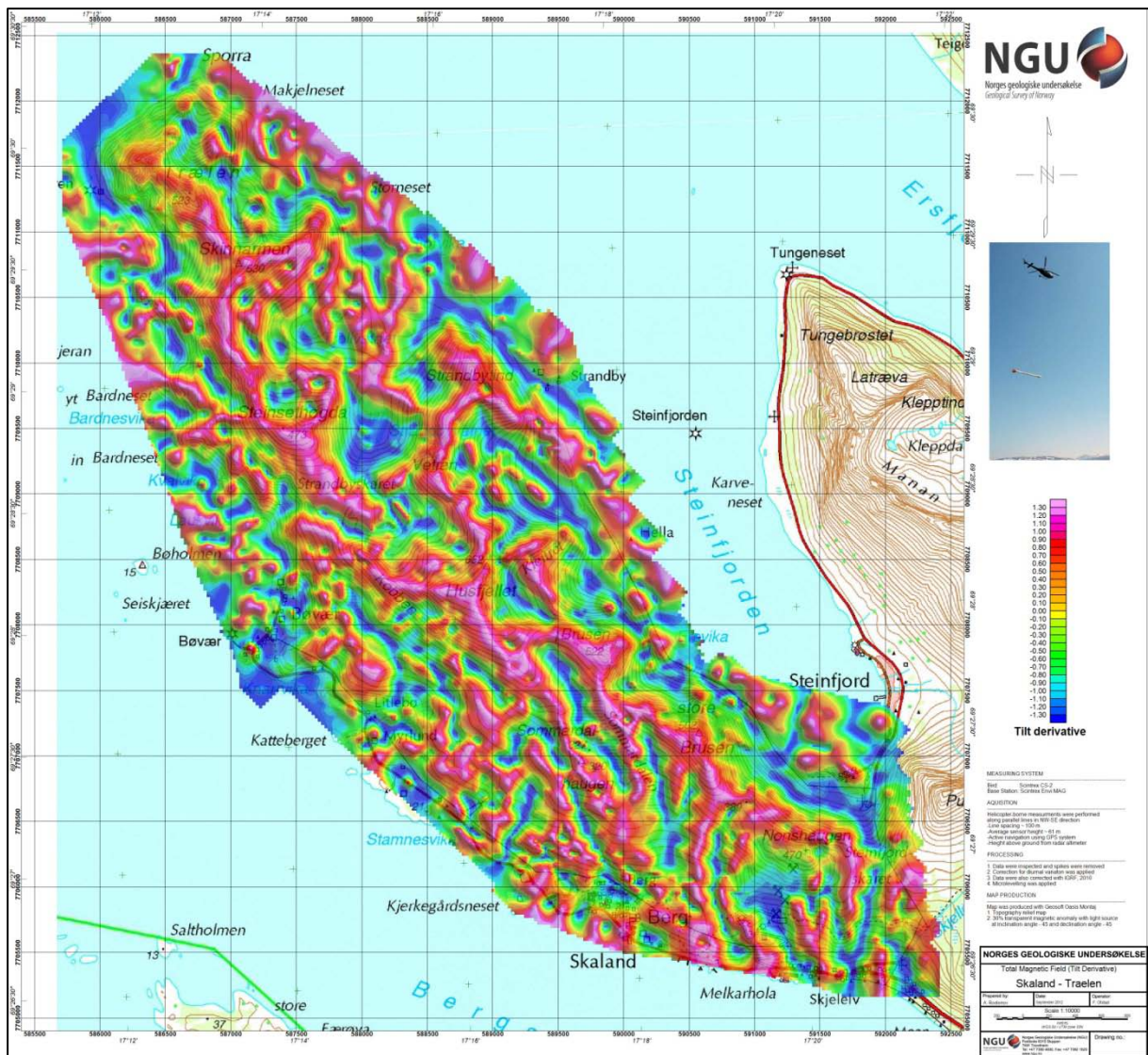


Figur 9: Magnetisk totalfelt.

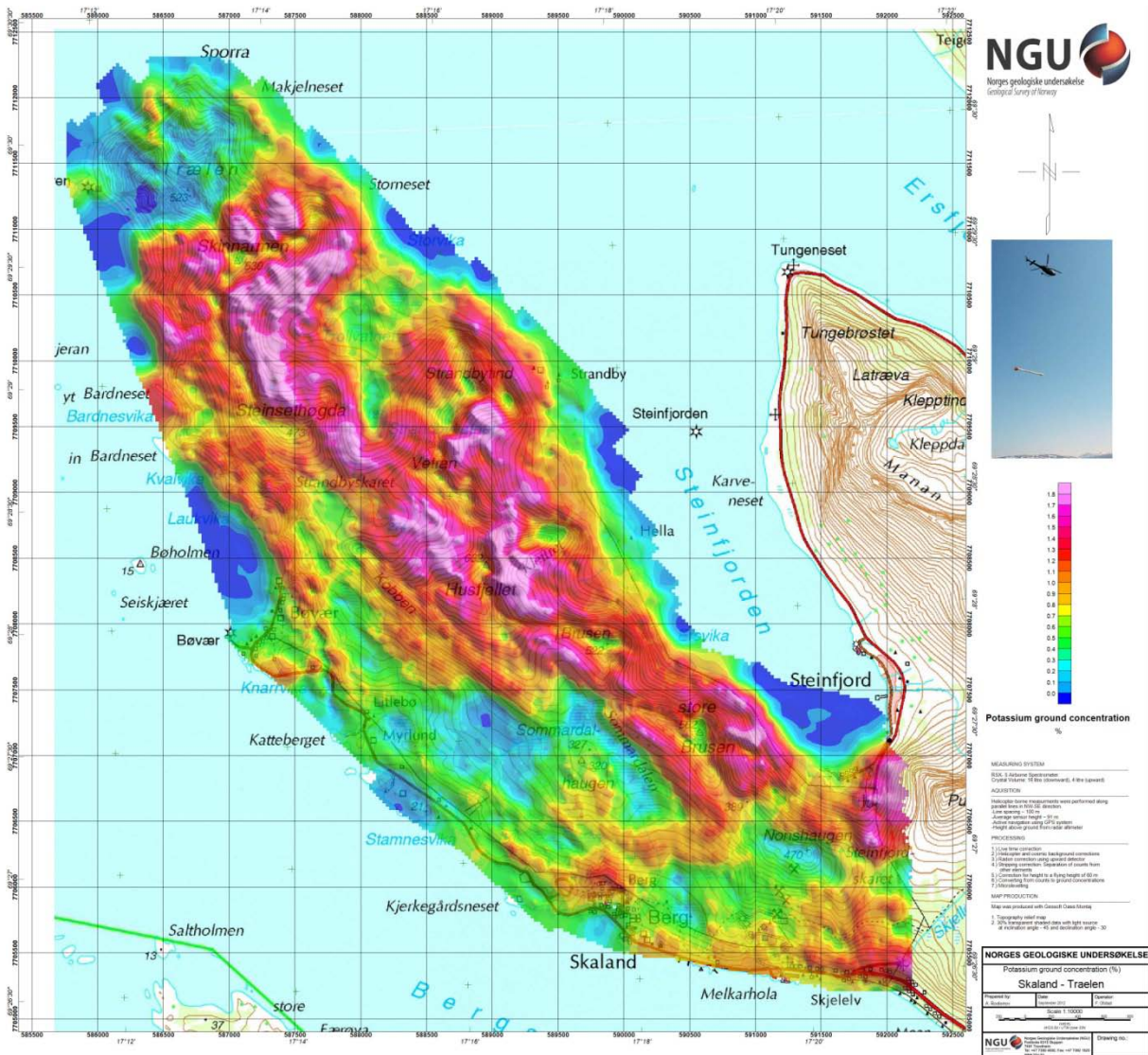


Figur 10: Magnetisk første ordens vertikalderverte.



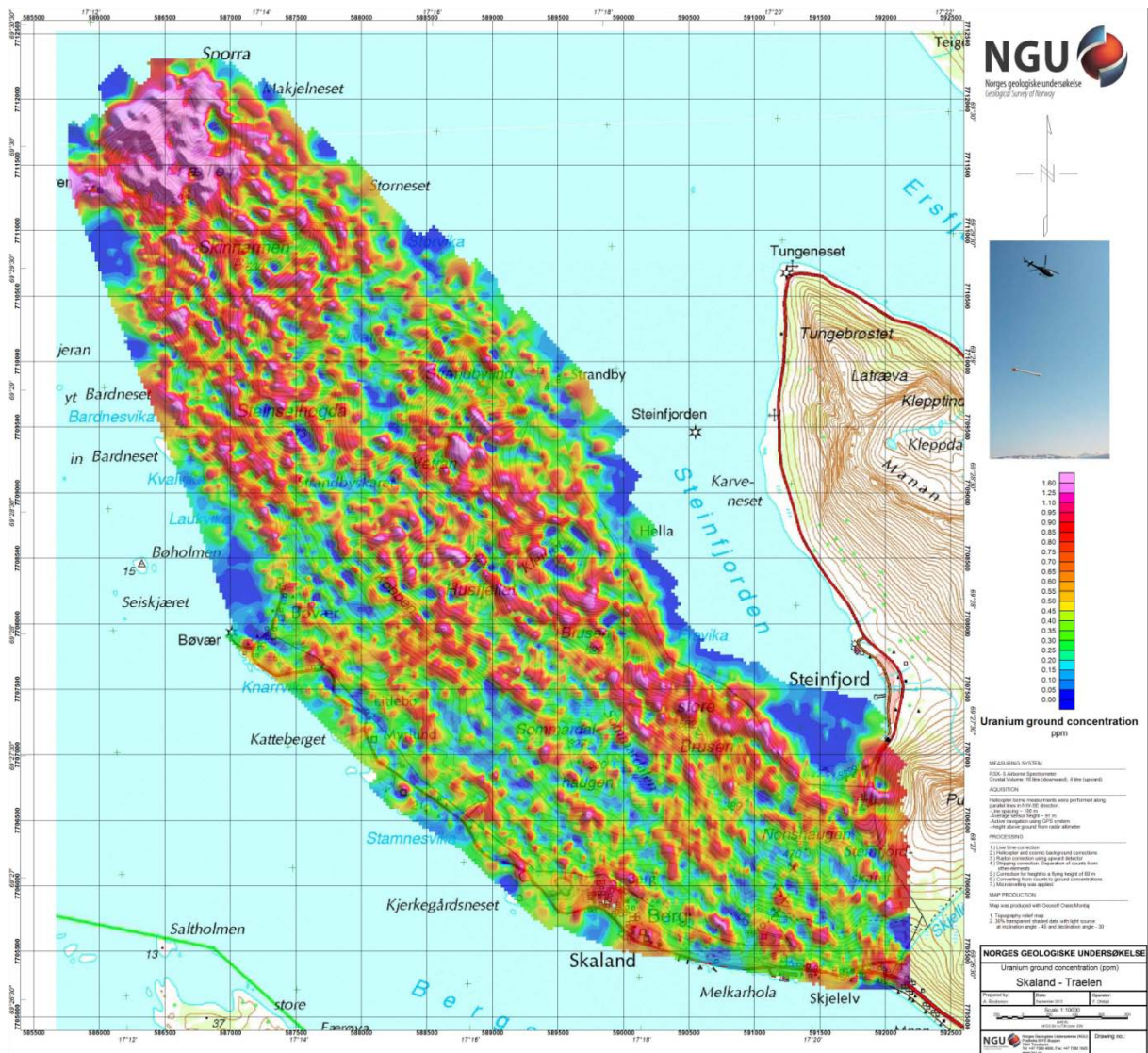


Figur 11: Magnetisk tilt-vinkel.

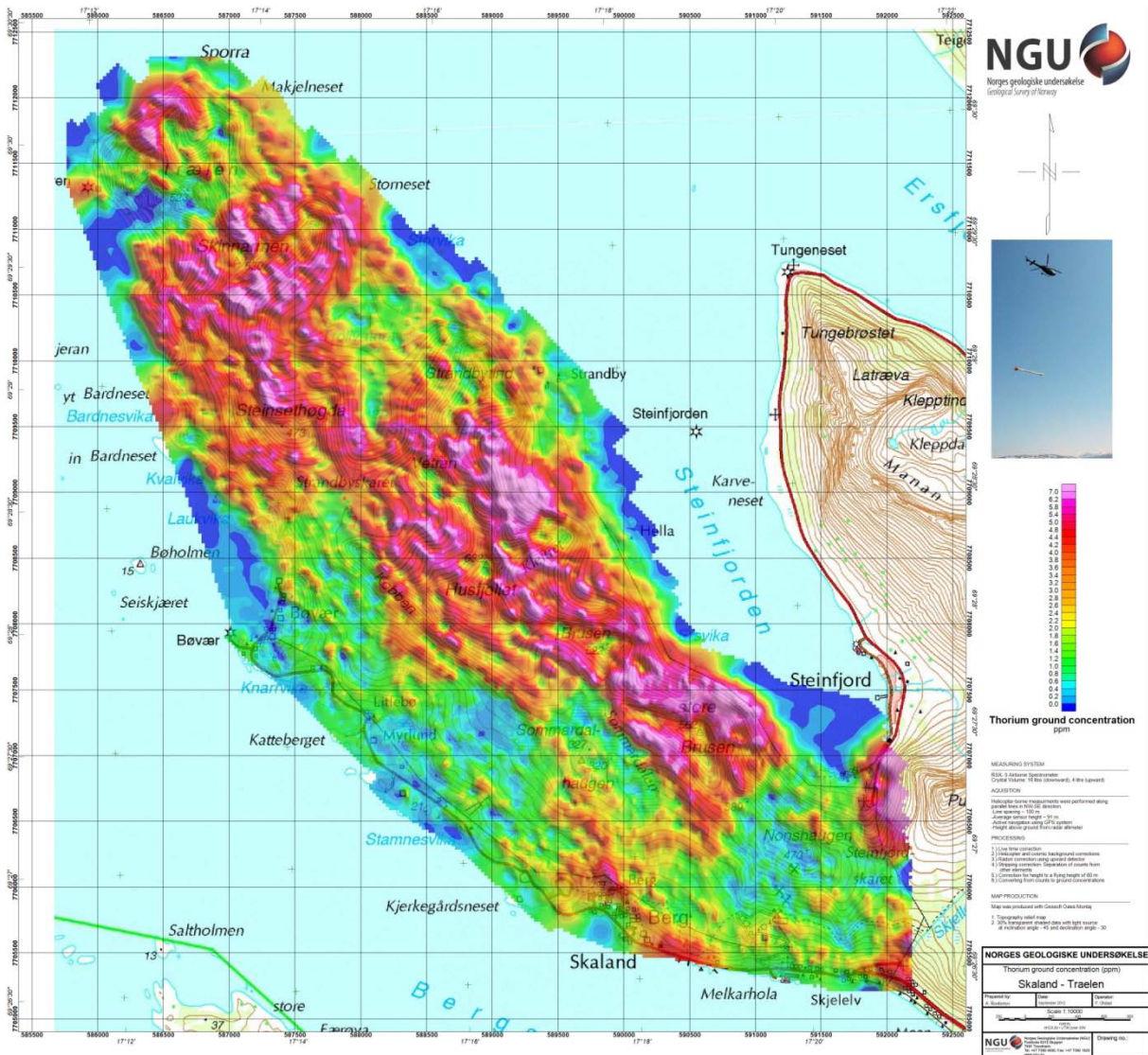


Figur 12: Bakkekonsentrasjon av kalium.



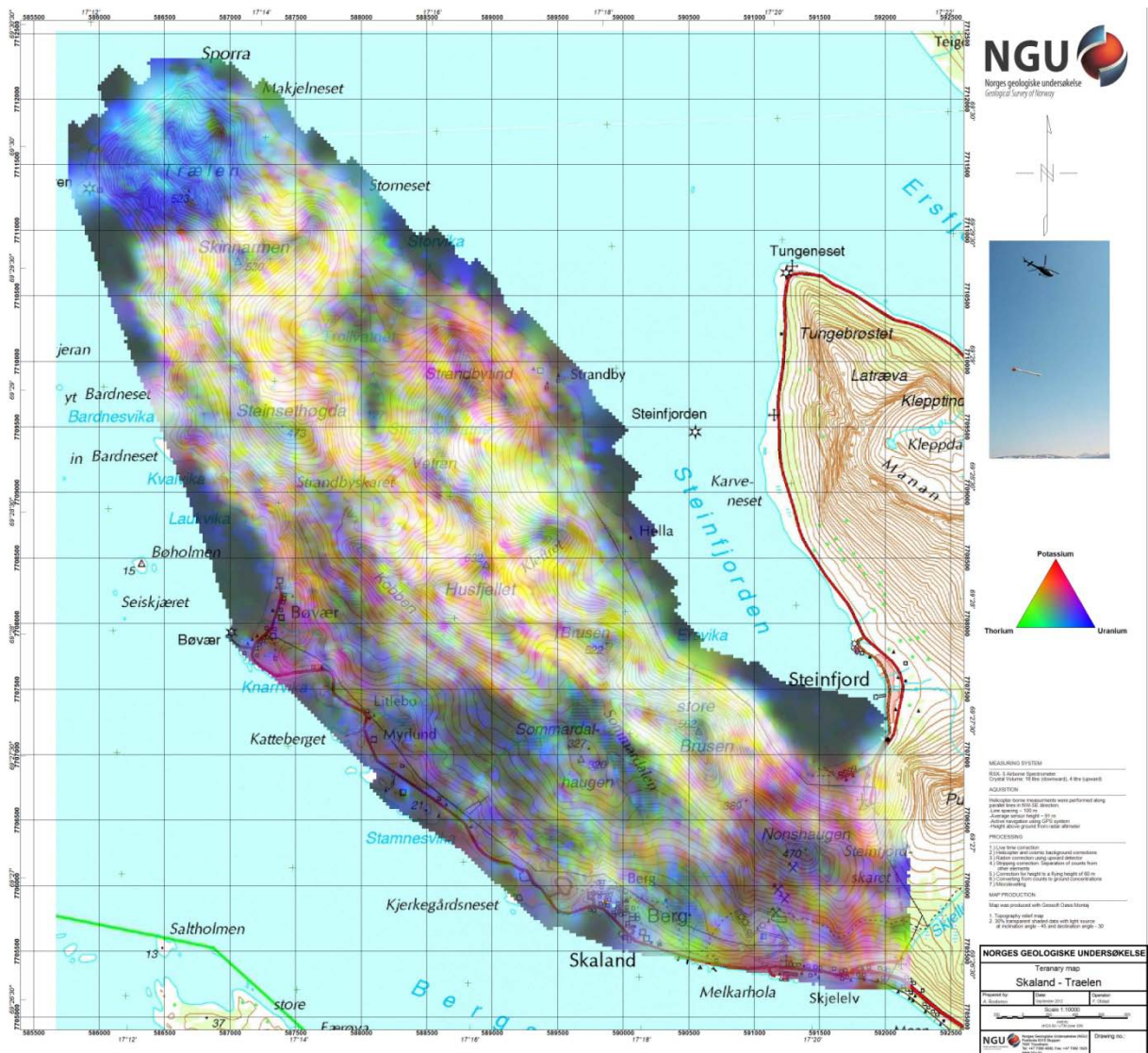


Figur 13: Bakkekonsentrasjon av uran.

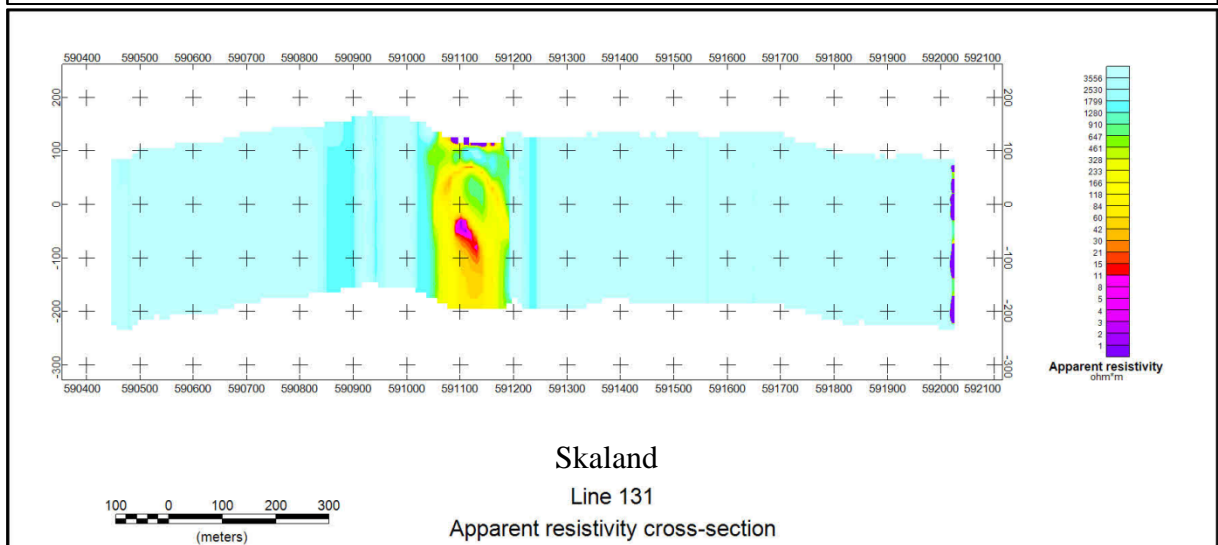
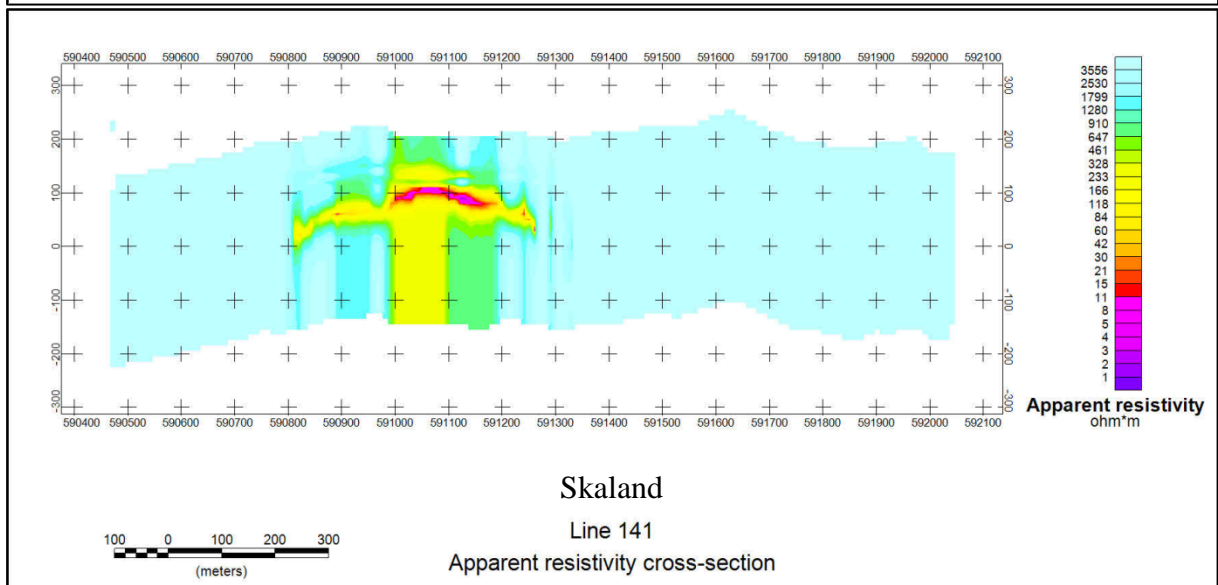
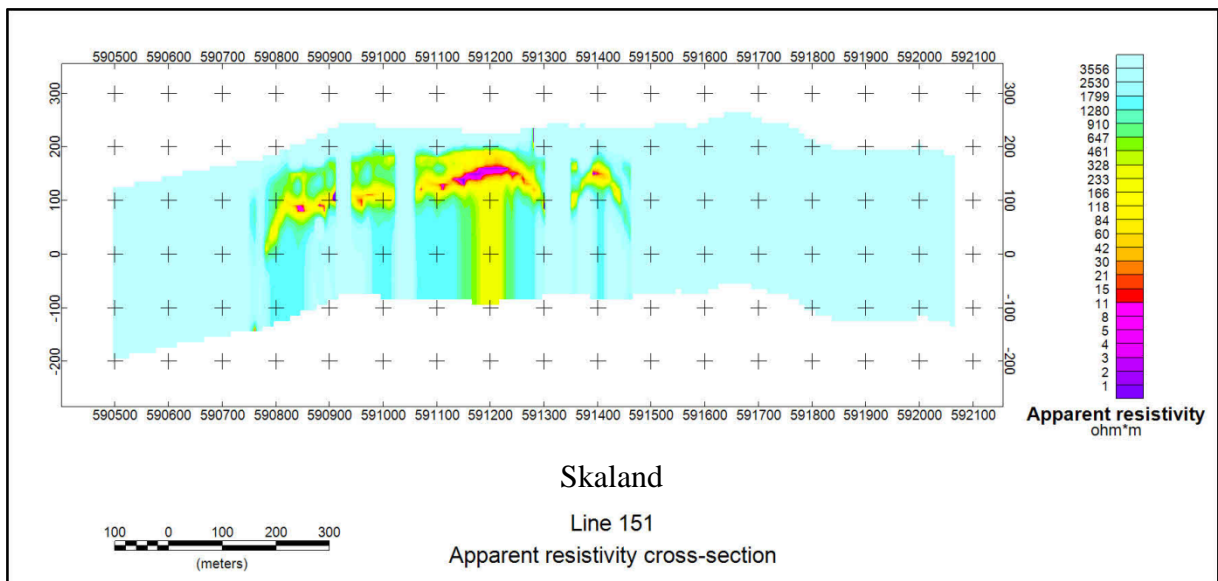


Figur 14: Bakkekonsentrasjon av thorium.

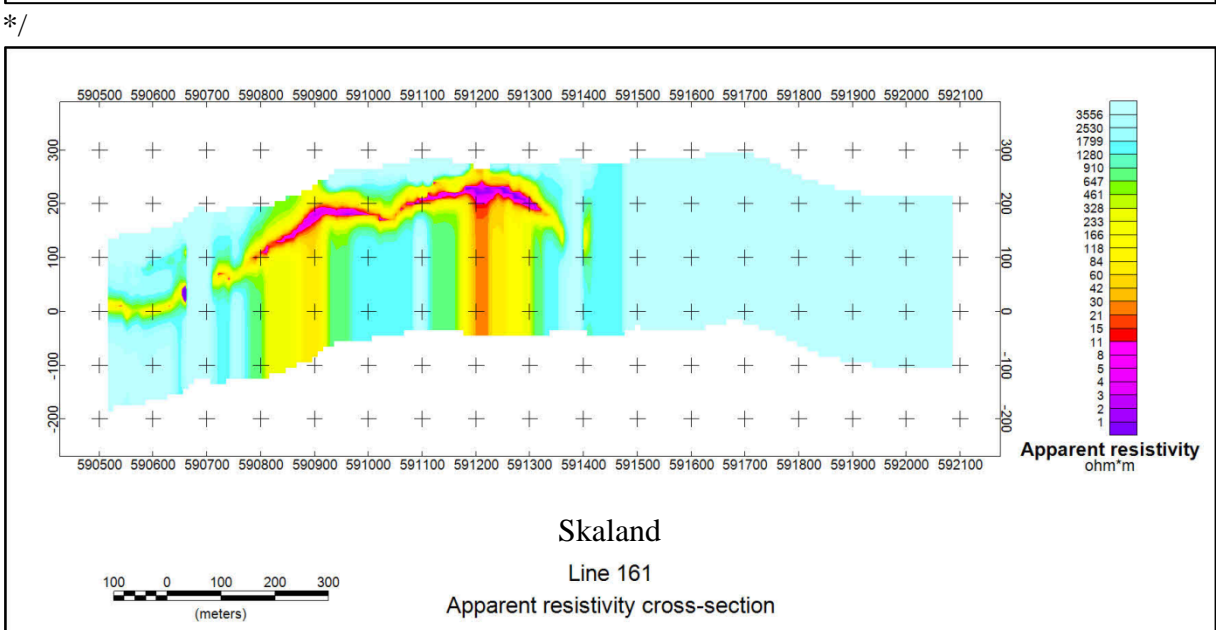
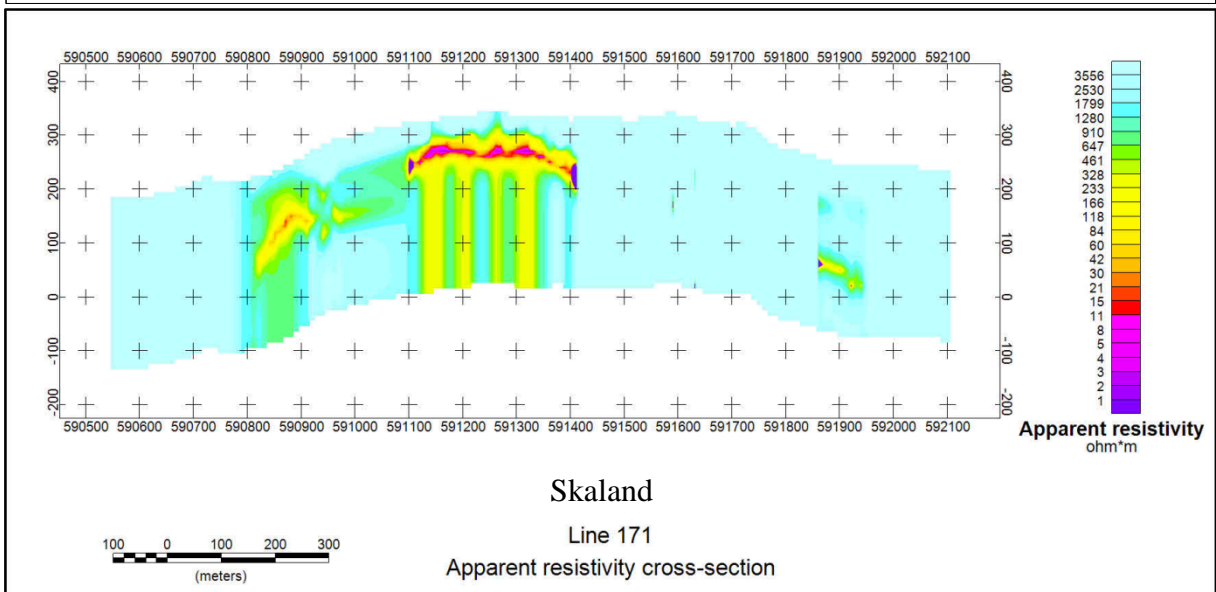
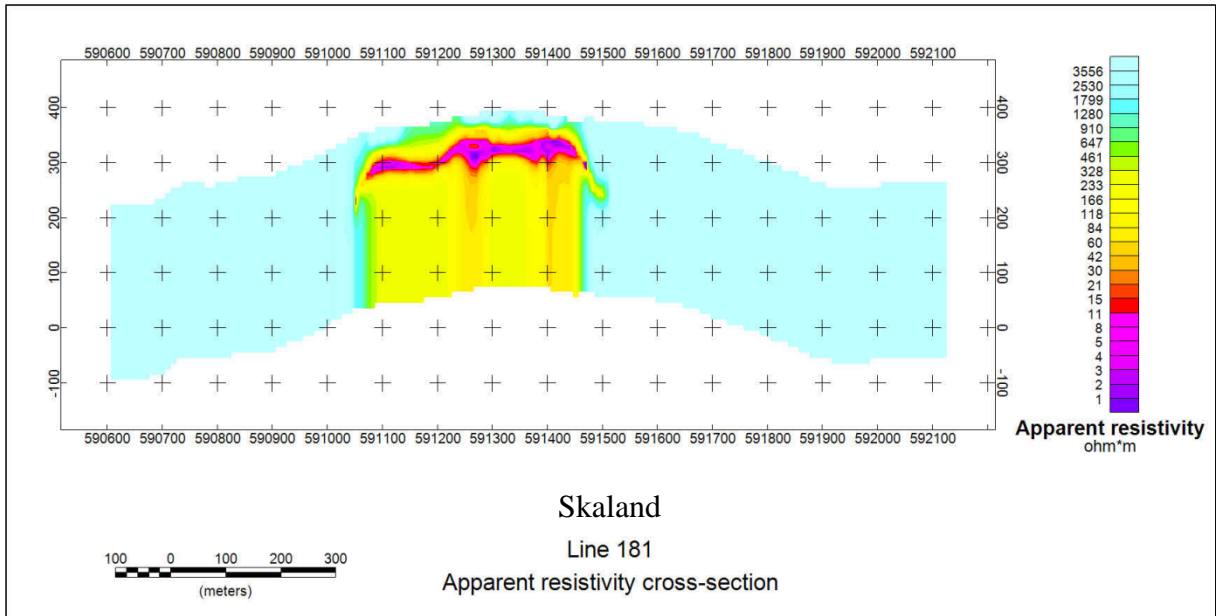




Figur 15: Radiometrisk sammenstilling av U-, Th- og K-konsentrasjoner (Ternary map).

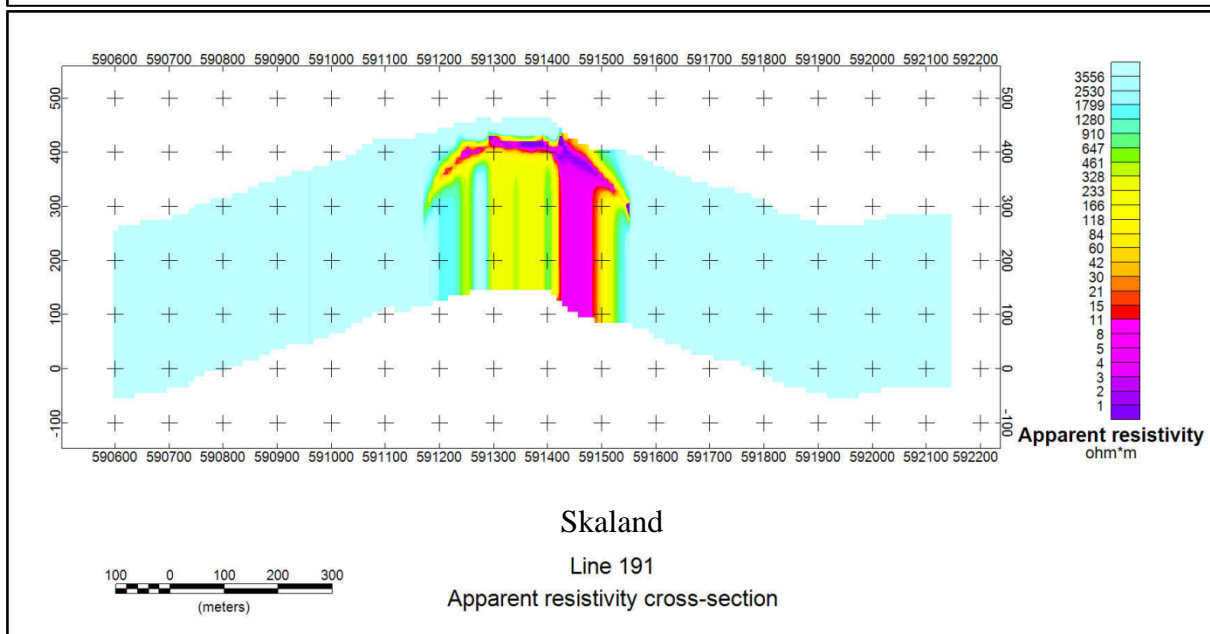
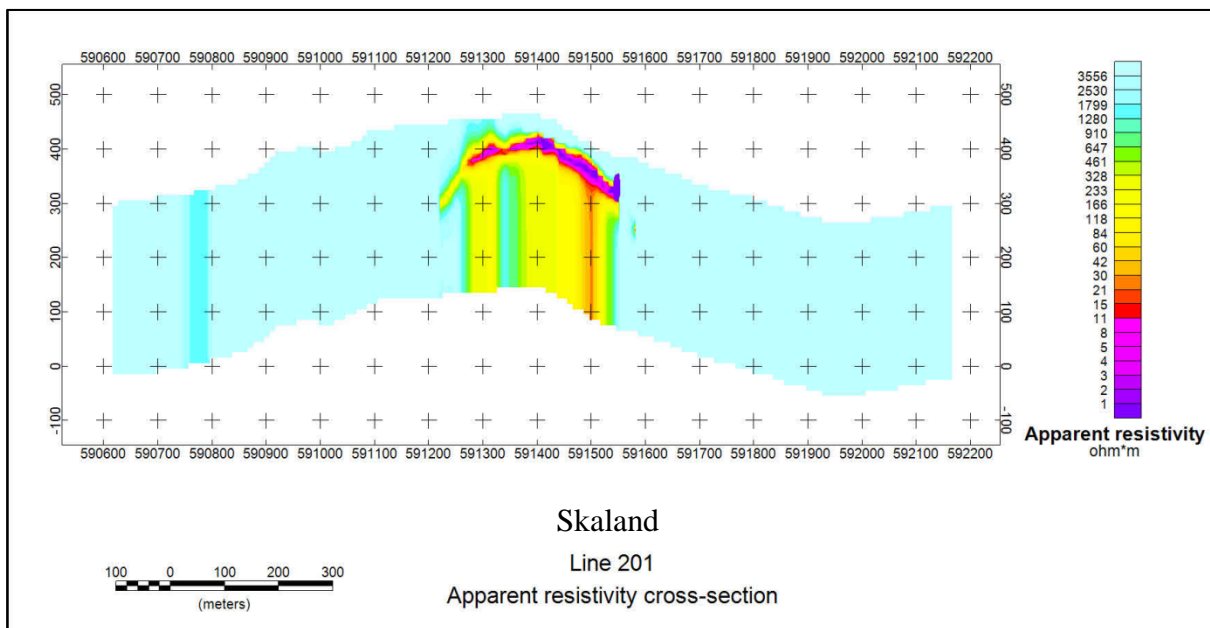


Figur 16: Inverterte profiler ved Skaland, linje 131, 141 og 151.

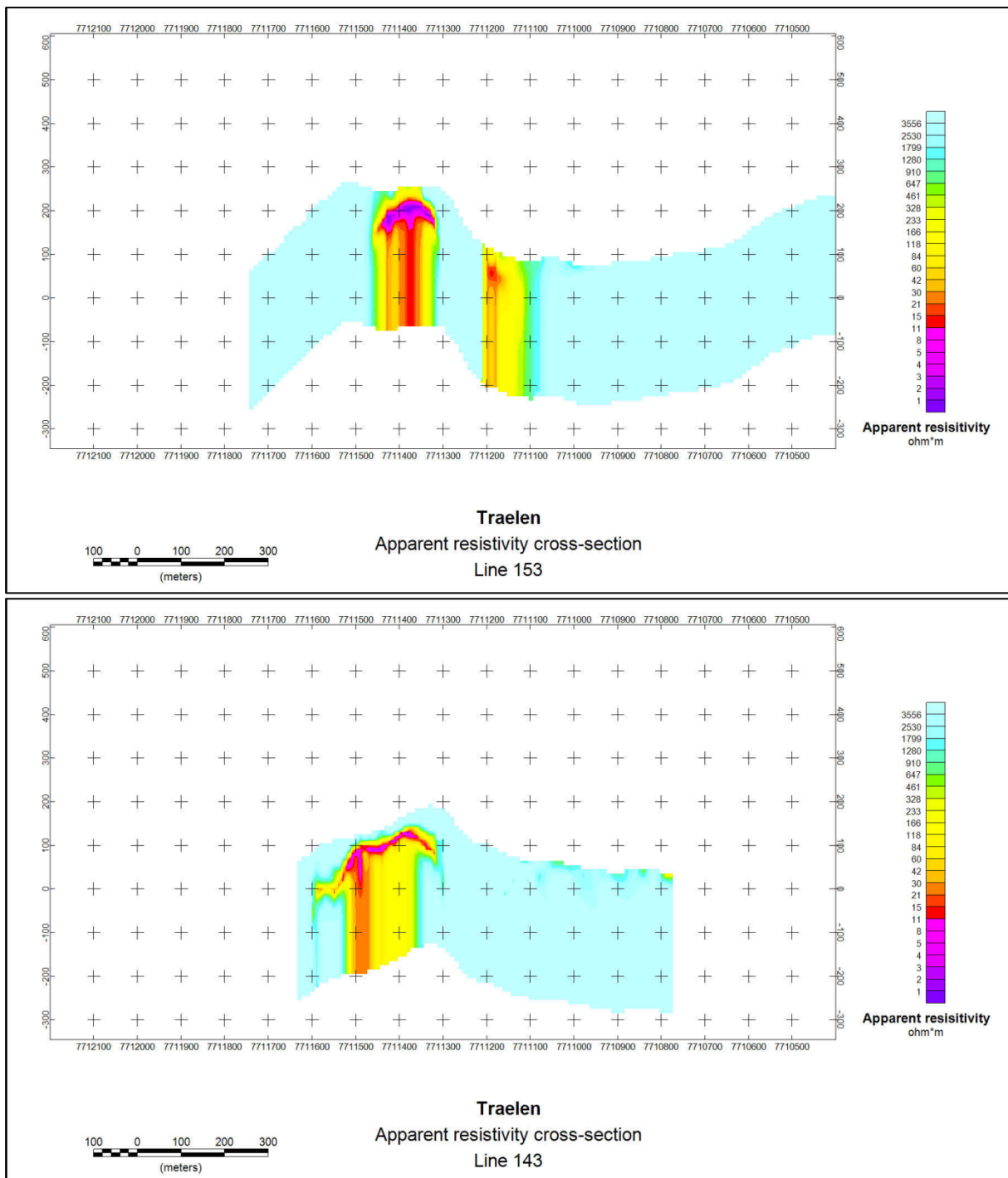


Figur 17: Inverterte profiler ved Skaland, linje 161, 171 og 181.

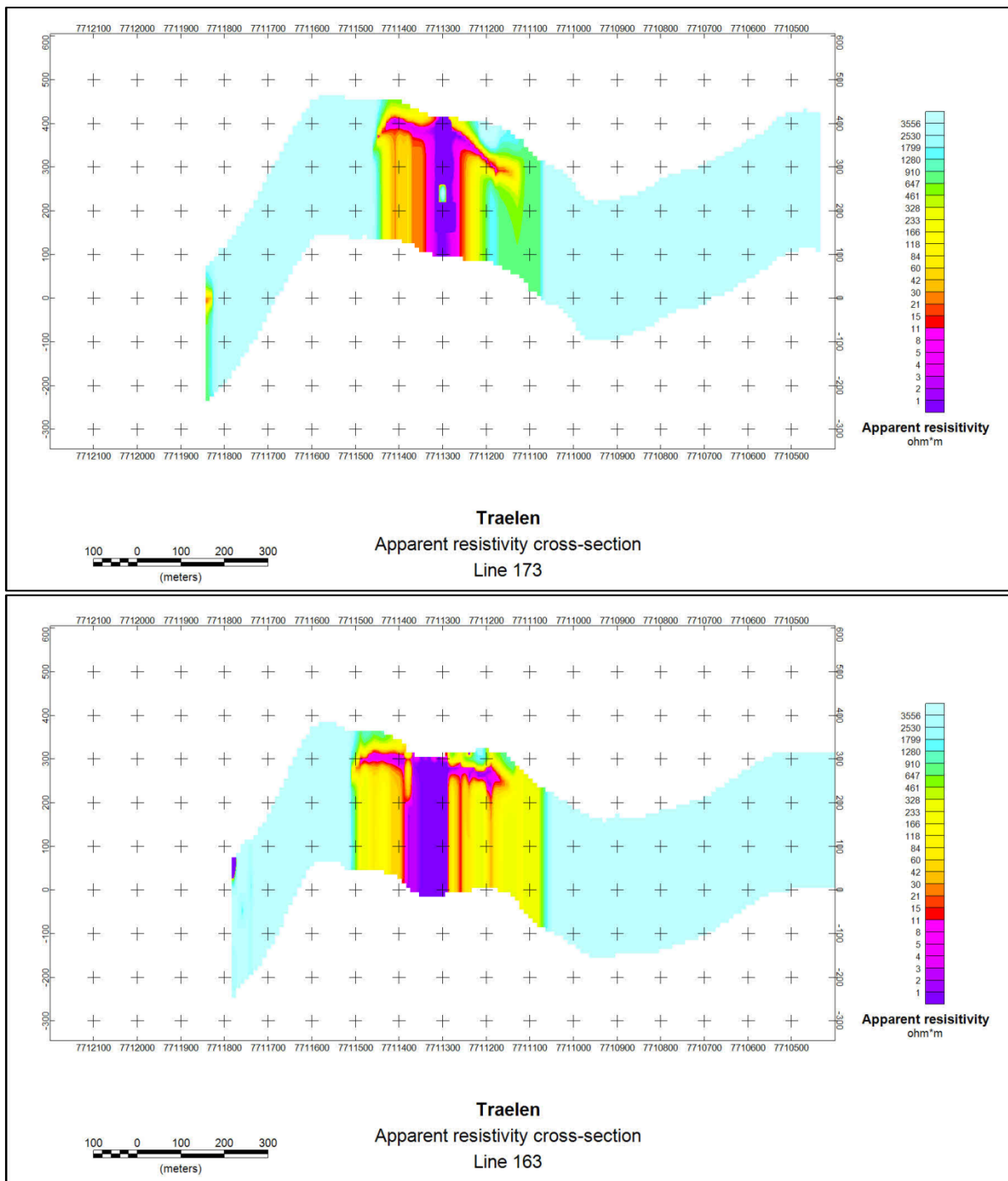




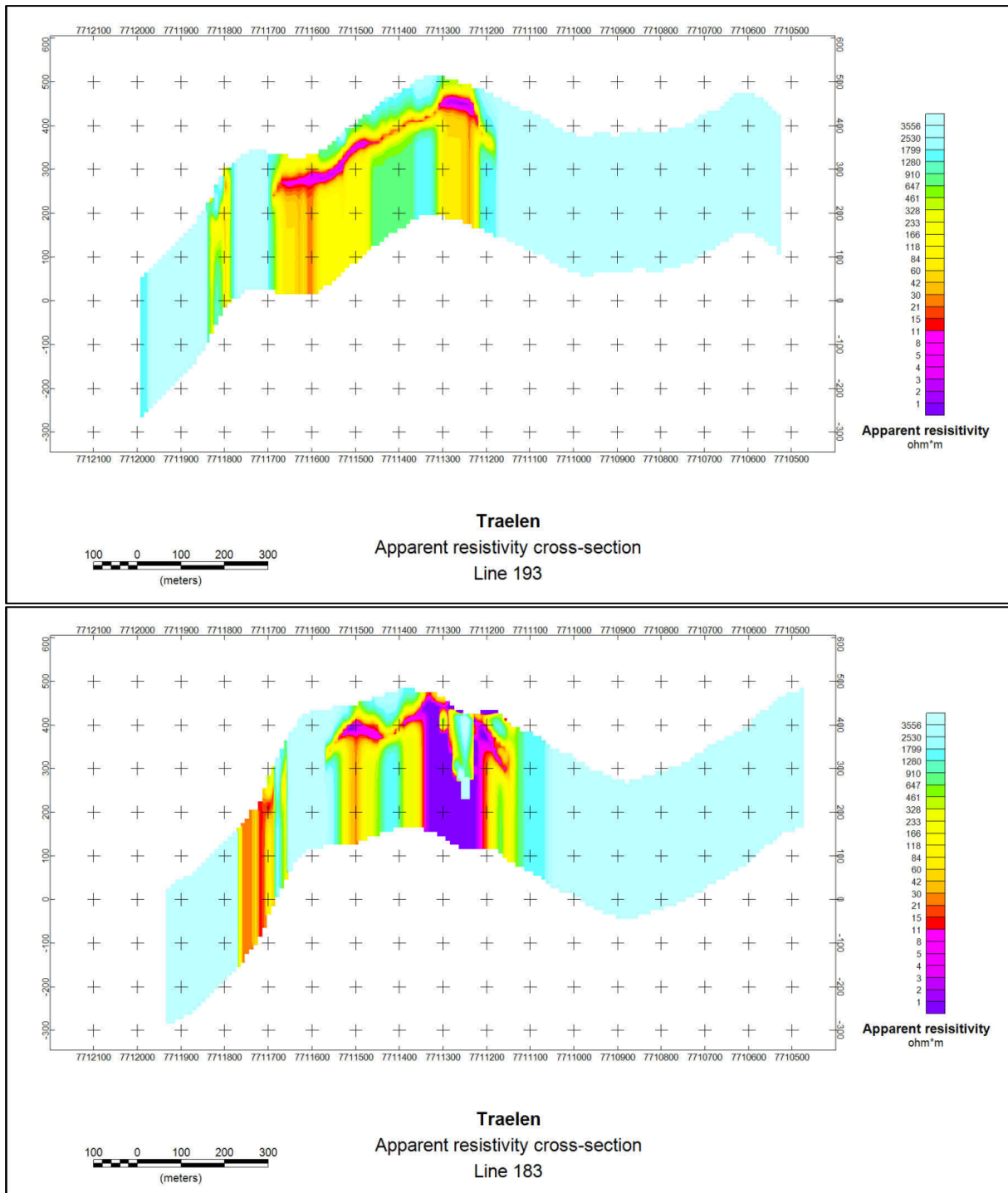
Figur 18: Inverterte profiler ved Skaland linje 191 og 201.



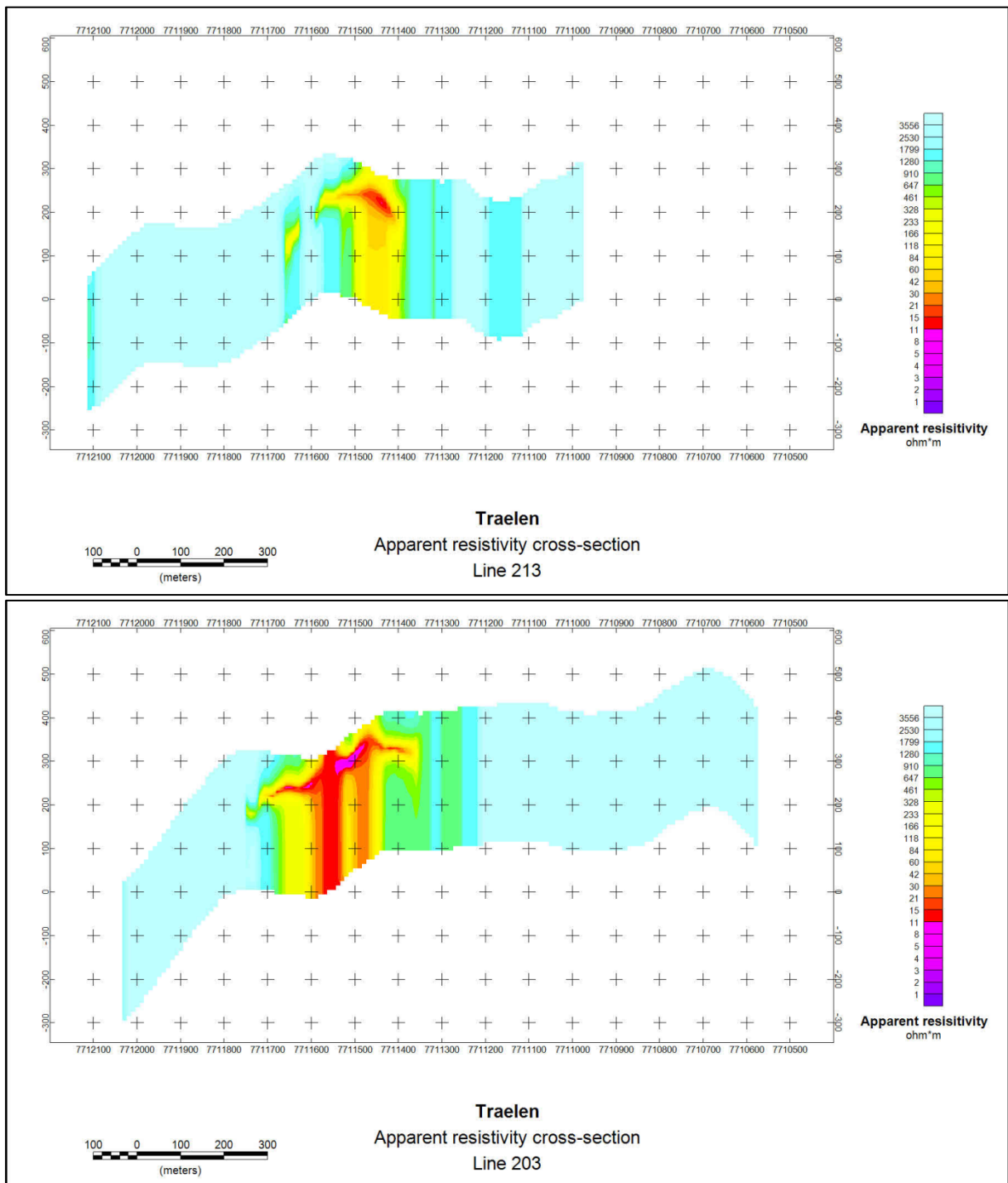
Figur 19: Inverterte profiler ved Trælen linje 143 og 153 (sett mot øst).



Figur 20: Inverterte profiler ved Trælen linje 163 og 173 (sett mot øst).



Figur 21: Inverterte profiler ved Trælen linje 183 og 193 (sett mot øst).



Figur 22: Inverterte profiler ved Trælen linje 203 og 213 (sett mot vest).





Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
Telefax 73 92 16 20  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

*Geological Survey of Norway  
PO Box 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norway*

*Visitor address  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim*

*Tel (+ 47) 73 90 40 00  
Fax (+ 47) 73 92 16 20  
E-mail [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Web [www.ngu.no/en-gb/](http://www.ngu.no/en-gb/)*