

GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·

Rapport nr.: 2014.001		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Resistivitetmålinger for kartlegging av mulige forurensingskanaler ved Løkken sentrum, Meldal, Sør-Trøndelag				
Forfatter: Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Meldal		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1521 2 Hølonda og 1521 3 Løkken		
Forekomstens navn og koordinater: Løkken 32 V 535500 - 6999500		Sidetall: 19 Pris: 80 Kartbilag: 2		
Feltarbeid utført: Okt./Nov. 2013	Rapportdato: 26.08.2015	Prosjektnr.: 351800	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>	
Sammendrag:				
<p>Gruvene på Løkken ble drevet fra 1654 til 1987. Oksidasjon og forvitring i gruvegangene og deponiene har ført til utlekking av tungmetaller til Raubekken som renner gjennom Løkken og videre ut i den lakseførende elva Orkla.</p> <p>Hensikten med de geofysiske undersøkelsene var å se om de kunne påvise eventuelle sprekkesoner i fjell som det forurensete grunnvannet fra veltene på vestsiden av Løkken kan bevege seg i ned mot Raubekken. I alt er det målt 7 profiler med 2D resistivitet og Indusert Polarisasjon (IP).</p> <p>De geofysiske målingene har påvist to mulige sprekkesoner som kan være tilførselskanaler av forurenset grunnvann fra gruveområdet til Raubekken. Sonene ser ut til å være brede (30 til 50 meter), å ha et tilnærmet steilt fall. Det er knyttet størst usikkerhet til den nordligste sonen (sone D), om anomaliene her skyldes en sprekkesone eller ikke. Grunnen er at sonen på flere profiler faller sammen med sterkt forhøyet IP, noe som tilsier at det kan være en mineralisert sone. Det anbefales at dette sjekkes med boring.</p> <p>De geofysiske undersøkelsene har bidratt til å belyse på hvilket dyp og langs hvilke transekter det forurensete grunnvannet fra veltene på vestsiden av Løkken kan bevege seg ned mot Raubekken. Dette er viktig for å forstå området som helhet, og undersøkelsene kan også benyttes for å optimalisere oppsamlings- og dreneringssystemer for forurenset grunnvann.</p> <p>Resultatene vil bli ytterligere tolket i forestående NGU-rapport 2015.041 som også inkluderer vannkjemiske målinger i Raubekken og strukturgeologi.</p>				
Emneord: Geofysikk	Elektrisk måling		Resistivitet	
IP				
			Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING.....	5
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	5
2.1 Datainnsamling.....	5
2.2 Strømstyrke og datakvalitet.....	6
2.3 Inversjon.....	6
3. RESULTATER.....	7
4. DISKUSJON.....	14
5. KONKLUSJONER.....	15
6. REFERANSER.....	16

FIGURER

Figur 1: Målte profiler med angivelse av områder med lav resistivitet, høy IP-effekt og tolkede sprekkesoner.....	7
Figur 2: Profil 1. Invertert resistivitet og IP med tolking.	8
Figur 3: Profil 2. Invertert resistivitet og IP.....	9
Figur 4: Profil 3. Invertert resistivitet og IP med tolking.	10
Figur 5: Profil 4. Invertert resistivitet og IP med tolking.	11
Figur 6: Profil 5. Invertert resistivitet og IP med tolking.	12
Figur 7: Profil 6. Invertert resistivitet og IP med tolking.	13
Figur 8: Profil 7. Invertert resistivitet og IP med tolking.	14

TEKSTBILAG

For tekstbilag for metoden(e) som er anvendt, vennligst gå til våre nettsider <http://www.ngu.no/emne/geofysikk> .

DATABILAG

Databilag 1: Innmålte profiler 2D resistivitet og IP.

KARTBILAG

Kartbilag -01: Oversiktskart over undersøkt område 1 : 50 000.

Kartbilag -02: Resistivitet og IP, Tolkningskart

1. INNLEDNING

Gruvene på Løkken ble drevet fra 1654 til 1987. Oksidasjon og forvitring i gruvegangene og deponiene har ført til utlekking av tungmetaller til Raubekken som renner gjennom Løkken og videre ut i den lakseførende elva Orkla. Effekten av en del rens tiltak har imidlertid avtatt betydelig de siste årene samtidig som kravene er skjerpet fra Miljødirektoratet. Det er Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD) gjennom Direktoratet for mineralforvaltning (DMF) som i dag har ansvar for at forurensningen fra Løkken er under kontroll, og etter rammer fastsatt av Miljødirektoratet.

Vi vet at mye av forurensningen ikke lar seg fange opp av dagens dreneringssystemer som skal lede det forurensede vannet gjennom gruvegangene og ned til renseanlegg ved Fagerlivannet. Hensikten med de geofysiske undersøkelsene var å se om de kunne påvise eventuelle sprekkesoner som det forurensede grunnvannet fra veltene på Løkkensiden kan bevege seg i ned mot Raubekken.

Målingene ble utført i oktober/november 2013 av Einar Dalsegg fra NGU med assistanse fra Anna Seither og Pål Gundersen fra NGU.

NGU understreker at undersøkelsene utelukkende er utført av NGU som del av et internt kartleggingsprogram og for å utvikle kompetanse og tverrfaglig metodebruk ved NGU.

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

I det følgende blir datainnsamling, datakvalitet og inversjon beskrevet. For mere utfyllende metodebeskrivelse henvises det til: <http://www.ngu.no/emne/geofysikk>

2.1 Datainnsamling

Måledata ble innsamlet med et kabelsystem utviklet ved den tekniske høgskolen i Lund (LUND-systemet, Dahlin 1993). Systemet består av et Terrameter ABEM-LS, og to eller fire multi-elektrode kabler (ABEM 2012). Ved denne undersøkelsen ble det benyttet fire kabler med 5 meters elektrodeavstand og Gradient elektrodekonfigurasjon. Dybderekkevidden er ca 60 meter. Oppløsningen, og dermed nøyaktigheten, er størst i den øvre halvdelen av pseudoseksjonen. Hele systemet kan flyttes langs profilet slik at utstrekningen av et profil er ubegrenset. Profilenes beliggenhet er innmålt med GPS (databilag 1).

Strøm ble sendt i pulser på 1 sekund og alternerende polaritet. Målingen av resistivitet (enhet ohmm eller Ωm) startet 0,4 sekund etter at strømmen ble slått på og måletiden var 0,6 sekund. Indusert polarisasjon (IP) ble målt 10 ms etter strømbrudd i 8 tidsvindu på 20, 40, 60, 80, 120, 160, 200 og 280 ms. Ved denne undersøkelsen ble et integrert IP-signal over disse

kanalene benyttet. Det integrerte IP-signalet har enheten mVs, og dette normaliseres mot resistivitetssignalet (mV) og får enheten ms.

2.2 Strømstyrke og datakvalitet

Strømstyrken for mesteparten av målingene lå fra 50 til 200 mA. Dette ligger innenfor det området som er anbefalt for å kunne måle IP (min. 50 mA) med stålelektroder. Datakvaliteten var noe varierende. For mesteparten av målingene var den god, men på deler av profilene var det noe støy. De støypunkter som var synlige i måledata ble slettet før inversjon.

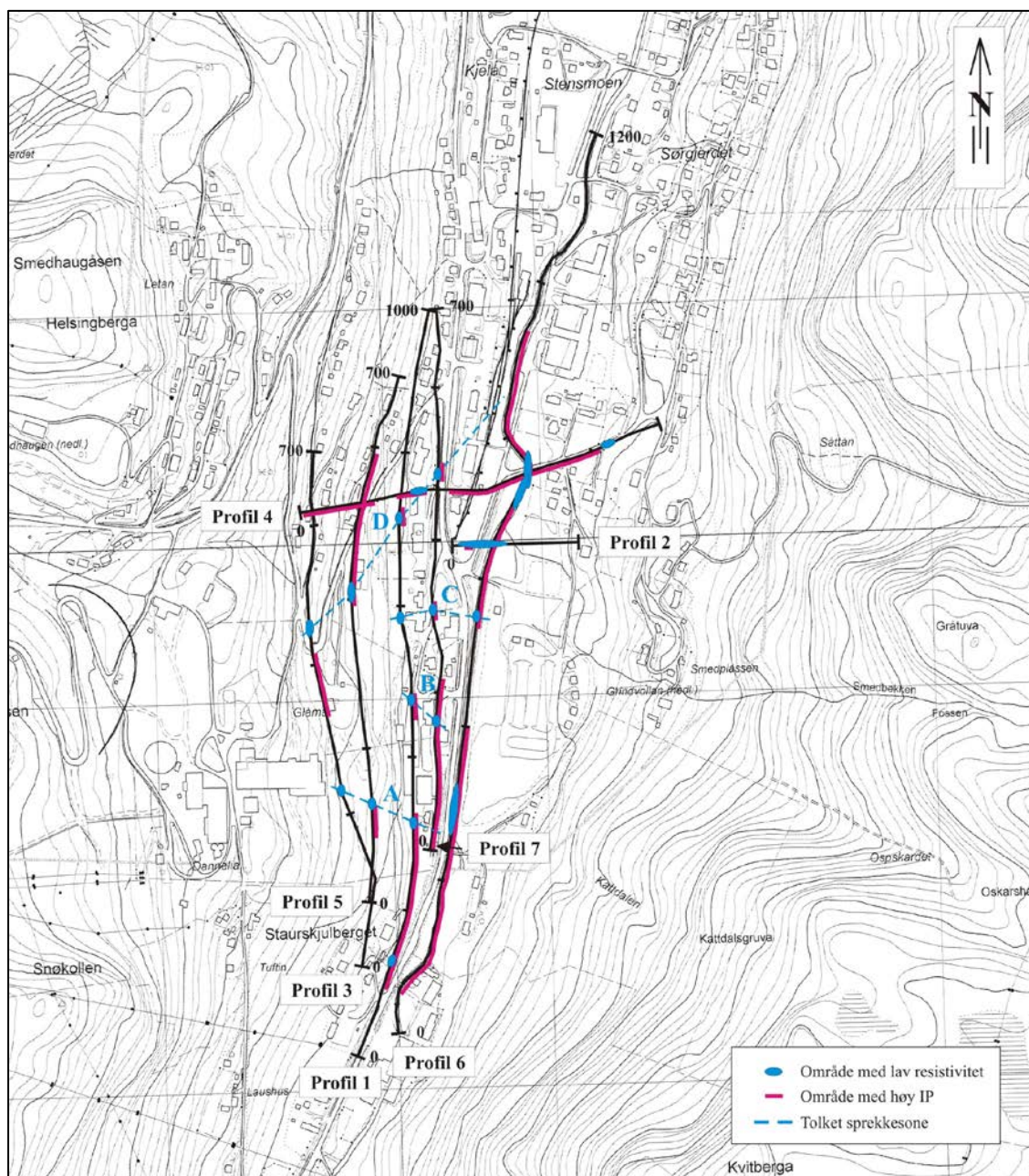
2.3 Inversjon.

Ved alle resistivitetsmålinger måles en tilsynelatende resistivitet. Denne representerer et veid middel av alle resistivitetsverdier som er innenfor målingens influensvolum. 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.

Resistivitet- og IP-data ble invertert ved bruk av dataprogrammet RES2DINV (Loke 2010). Det ble benyttet Robust inversjon og vertikal/horisontal-filter 1.5, noe som gjør at vertikale strukturer fremheves.

3. RESULTATER

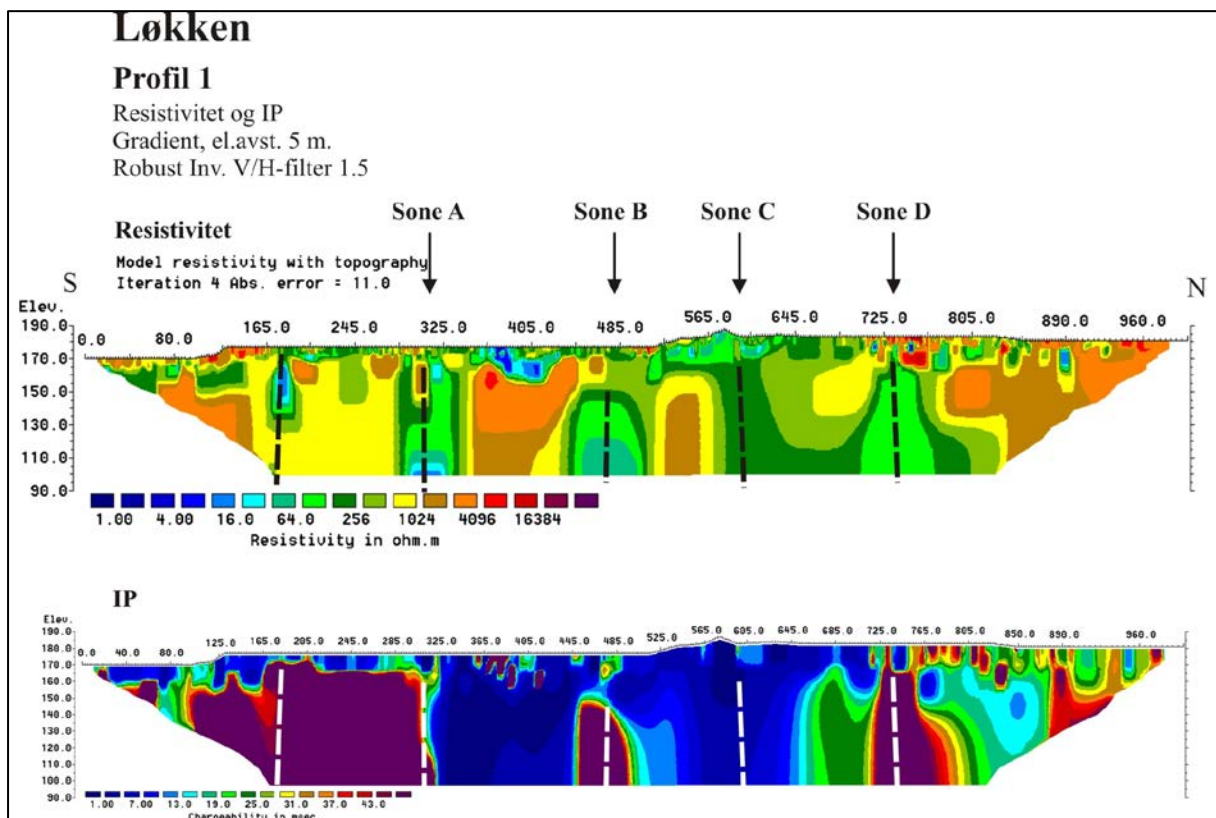
Målte profiler med tolkinger av mulige sprekkesoner og angivelse av områder med lav resistivitet og høy IP-effekt er vist i figur 1 (også vist i kartbilag -02). Måleresultatene langs de enkelte profil er presentert i figurene 2 til 8, hvor sonene med lav resistivitet er markert på figurene med stiplet sort eller hvit linje.



Figur 1: Målte profiler med angivelse av områder med lav resistivitet, høy IP-effekt og tolkede sprekkesoner.

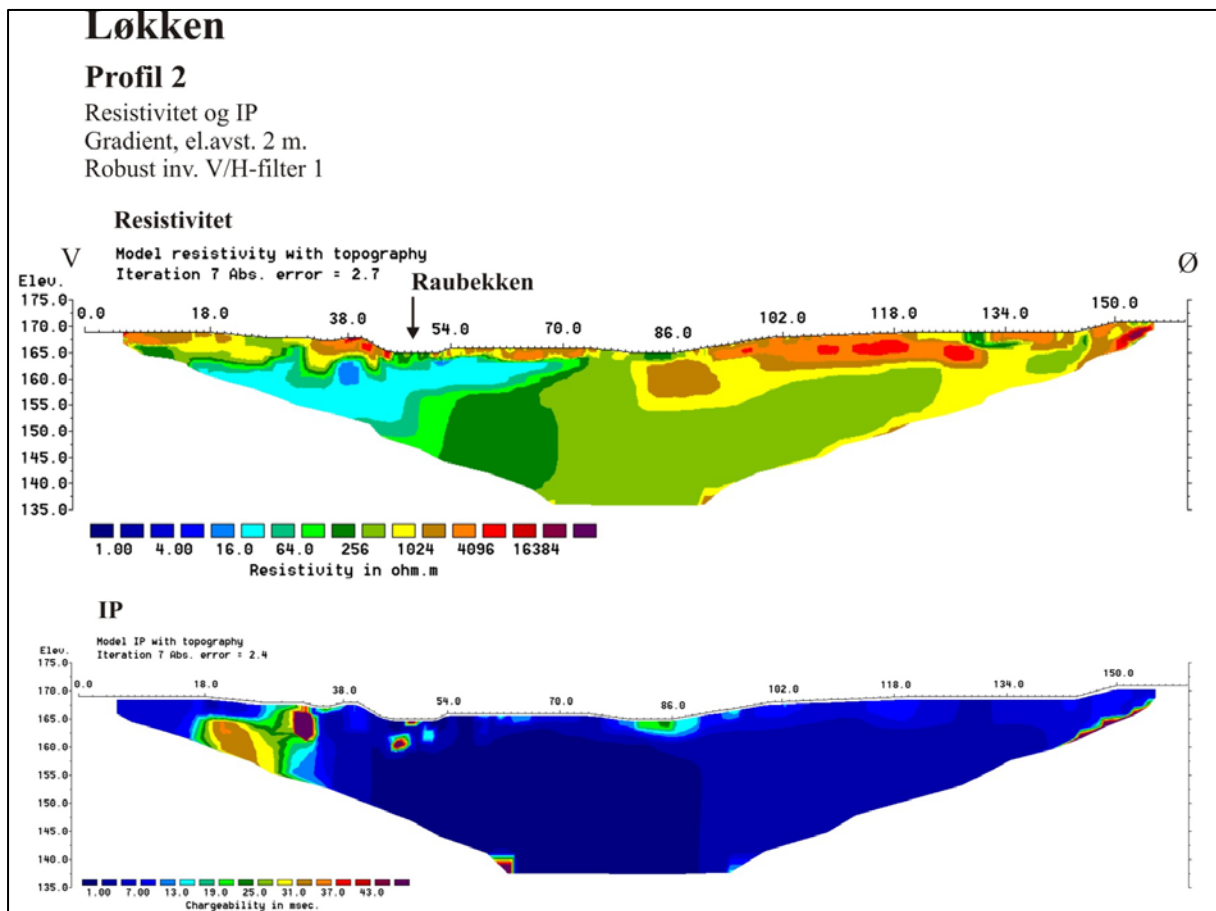
Profil 1 (figur 2) går langs dalen og vest for riksvegen. Det er langs profilet flere soner med meget lav resistivitet. Sonene er markert med en stiplet linje, uten at bredden markerer sonenes bredde. De soner som ser ut til å ha utstrekning til flere profiler, er markert med blå stiplet linje (sone A til D) i figur 1 og i kartbilag -02. Med unntak av sonen ved koordinat 180, ser sonene ut til å ha en betydelig bredde (+/-30 meter). Sone B og D ligger midt i et område med høy IP, mens sone A ligger helt i kanten av et område med høy IP. NGU har blandede erfaringer med å måle IP i urbane strøk, da det har vist seg at det i slike områder vil være et stort innslag av støy fra tekniske anlegg i måledata. En er derfor usikker på hvor stor vekt en kan legge på IP-resultatene i dette tilfellet da hele måleområdet er omgitt av tekniske anlegg.

I følge teorien er det bl.a. elektronledende mineraler som sulfider, oksider og grafitt som gir IP-anomalier. Måleområdet ligger jo nært opp mot en av Norges største sulfidgruver, så det er ikke uventet at en får indikasjoner på mineraliseringer langs profilene. Med de forbehold som er tatt med hensyn til støy, må en anta at de lavresistivitetssonene som har gitt IP, kan skyldes mineraliseringer. De andre skyldes trolig vannfylte sprekkesoner, som er bedre ledende enn den omliggende bergart. Ut fra måledata ser alle sonene ut til å være tilnærmet steile.



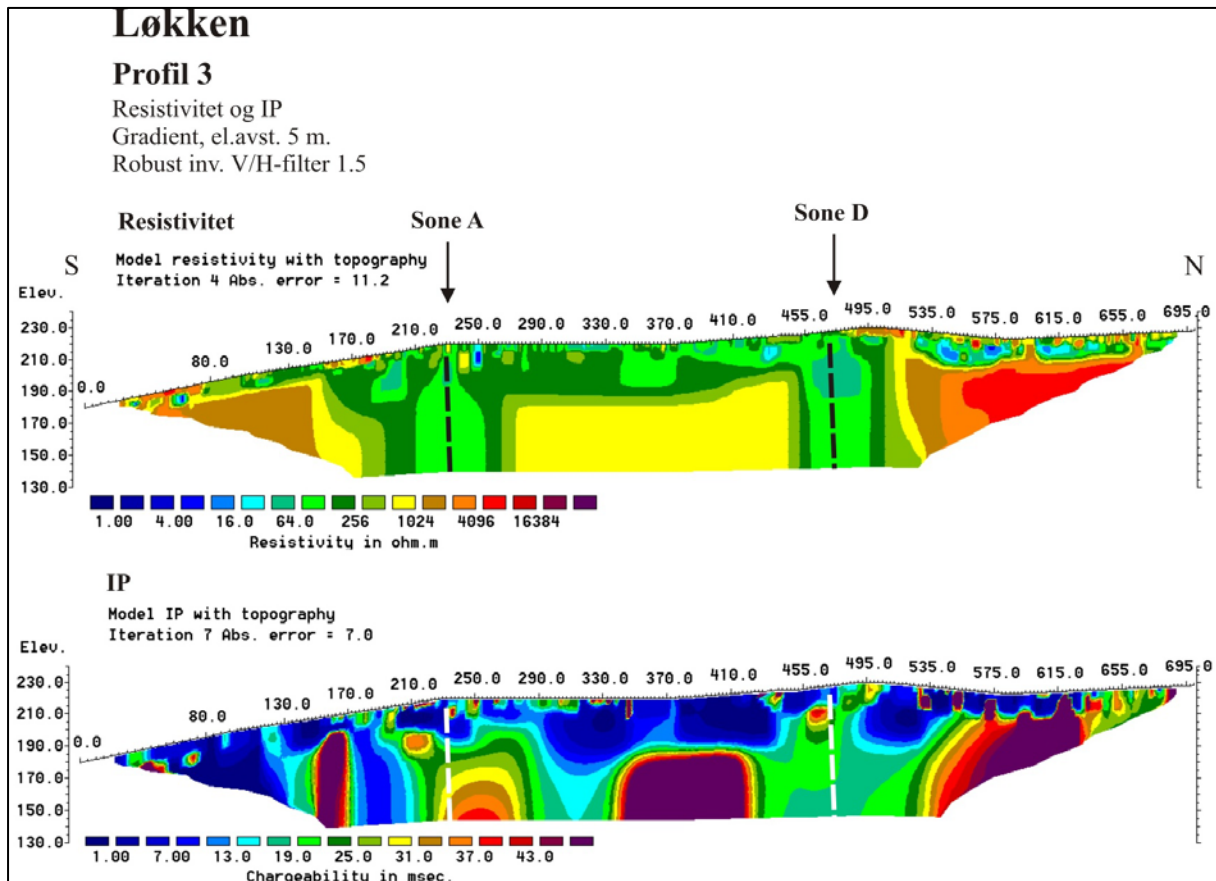
Figur 2: Profil 1. Invertert resistivitet og IP med tolking.

Profil 2 (figur 3) går på tvers av dalen like sør for avslutningen av jernbanen. Profilet er målt med 2 meters elektrodeavstand, noe som gir større oppløsning, men mindre dybderekkevidde. Grunnen til at profilet ble målt var å se om en kunne se eventuelle lekkasjer av forurenset vann fra slamdammen som ligger like sør for profilet. Med unntak av noen partier helt dagnært, er resistiviteten lav langs hele profilet. Lengst vest i profilet er det på ca 3-5 meters dyp et horisontalt nivå med meget lav resistivitet (15-50 ohmm). Hva dette skyldes er usikkert, men det kan være en lomme med godt ledende (forurenset) grunnvann. Det at dette nivået med eventuelt forurenset grunnvann er tykkest i vest, indikerer at det mest trolig kommer fra selve gruveområdet og ikke fra slamdammen. Den lave resistiviteten kan også skyldes marine avsetninger. Marin grense på Løkken ligger på ca. 159 m.o.h. (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>), og løsmasser med resistivitet i intervallet 10 – 100 ohmm kan være utvasket marin leire (kvikkleire), utvasket men ikke-kvikk leire, leirig morene eller siltige masser (Solberg m. fl. 2010).



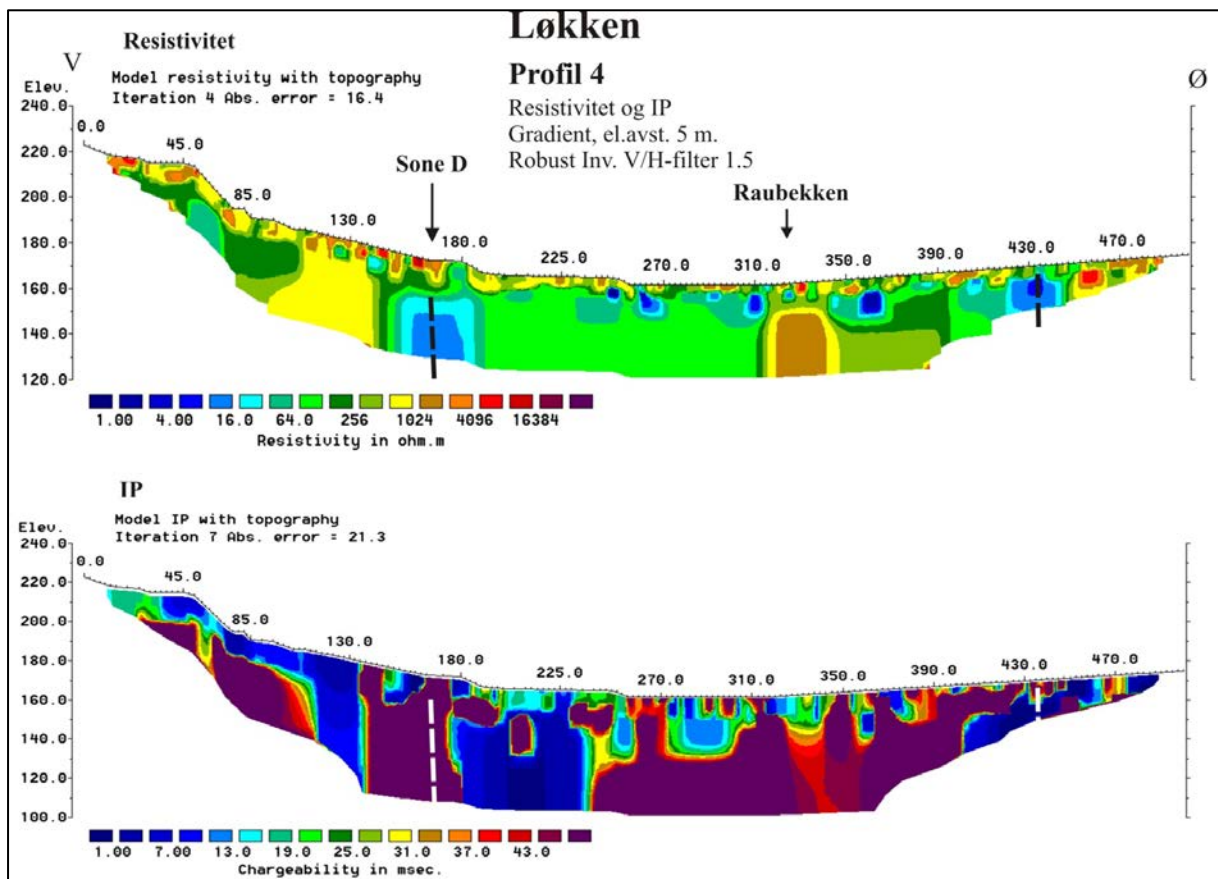
Figur 3. Profil 2. Invertert resistivitet og IP.

Profil 3 (figur 4) starter ca. 50 meter vest for profil 1, men dreier vestover og passerer like foran inngangen til gammelgruva. Som figur 4 viser er det påvist to meget markerte soner med lav resistivitet på profilet (sone A og D). Begge sonene er indikert å være meget brede (+/- 50 meter), og tilnærmet steile. Ingen av sonene viser høye IP-anomalier, så dette er trolig to steile sprekkesoner uten mineraliseringer. I tillegg til den meget lave resistiviteten i sonene er det også meget lav resistivitet i de øverste 20 til 30 meterne langs stort sett hele profilet. Dette ligger over marin grense (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>) og tolkes til å være løsmasser som stedvis kan være infiltrert av forurenset godt elektrisk ledende grunnvann.



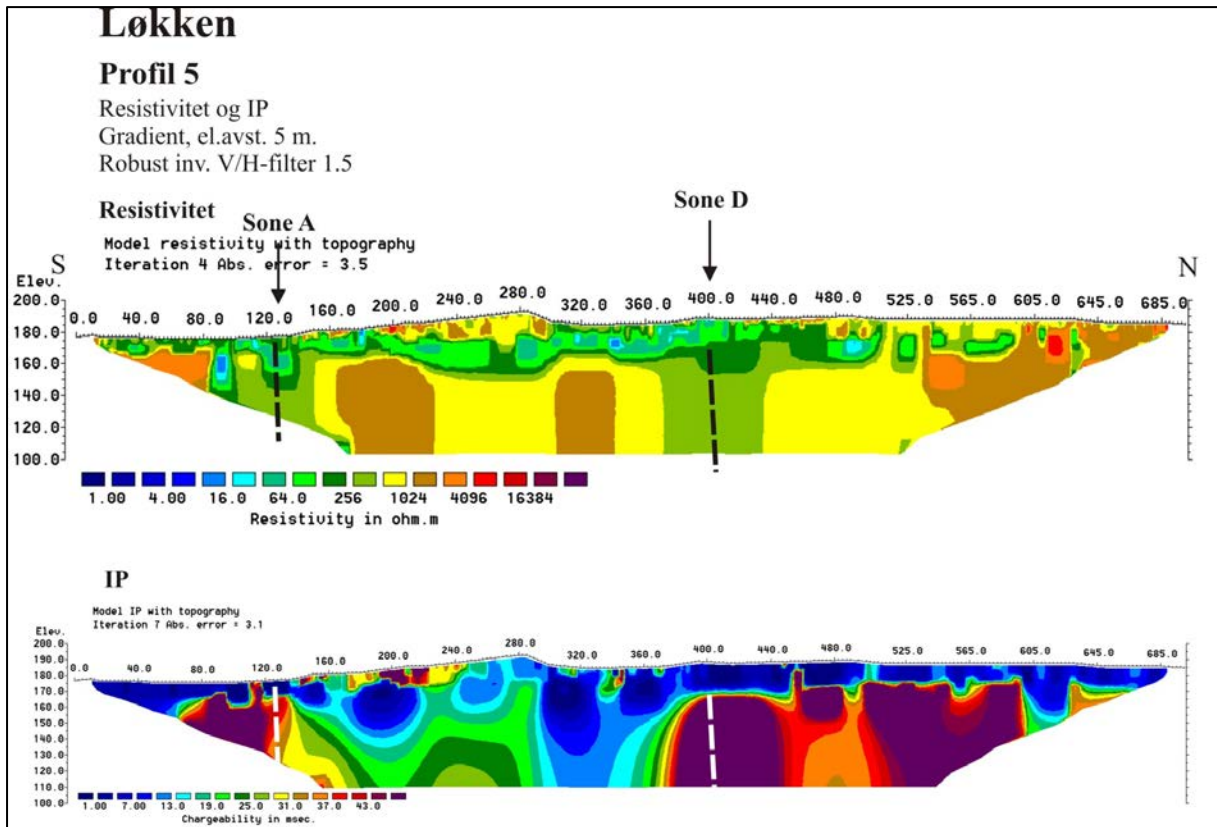
Figur 4: Profil 3. Invertert resistivitet og IP med tolkinger.

Profil 4 (figur 5) krysser dalen like nord for Bergmannskroa. Som figuren viser er det generelt relativt lav resistivitet langs hele profilet, i tillegg til to soner med meget lav resistivitet. Sone D ved koordinat 435 er for langt ute på siden av profilet til å være godt nok kartlagt, mens sone på koordinat 165 (sone D) ser ut til å ha et svakt fall mot sør. Nederste del av figuren viser at det flere steder langs profilet er meget høy IP. Sone D ligger i en bred sone med høy IP, noe som indikerer at den lave resistiviteten kan skyldes mineraliseringer, mens sone ved koordinat 435 ikke har gitt forhøyet IP.



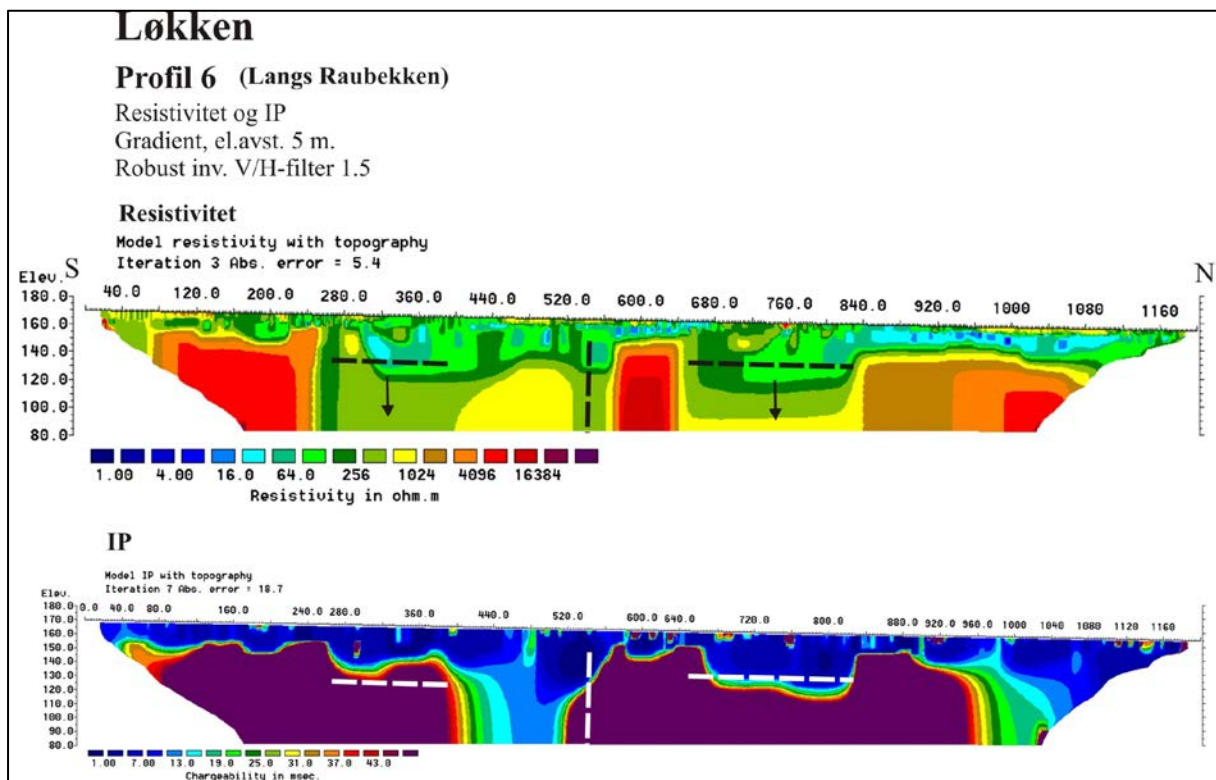
Figur 5: Profil 4. Invertert resistivitet og IP med tolkninger.

Profil 5 (figur 6) starter langs profil 3 og går deretter omtrent midt mellom profil 1 og 3. I likhet med profil 3 er det også her indikasjoner på godt ledende løsmasser langs stort sett hele profilet ned til ca 20 meter, stedvis dypere. Det meste av dette ligger over marin grense. De to markerte sonene på koordinatene 125 og 400 er tolket til å være sonene A og D. Begge sonene ser ut til å være tilnærmet steile og ha en bredde på ca 50 meter. Sone A ligger i kanten av et område med forhøyet IP, mens sone D ligger omtrent midt i en sone med forhøyet IP, noe som indikerer at sonen kan skyldes en mineralisering.



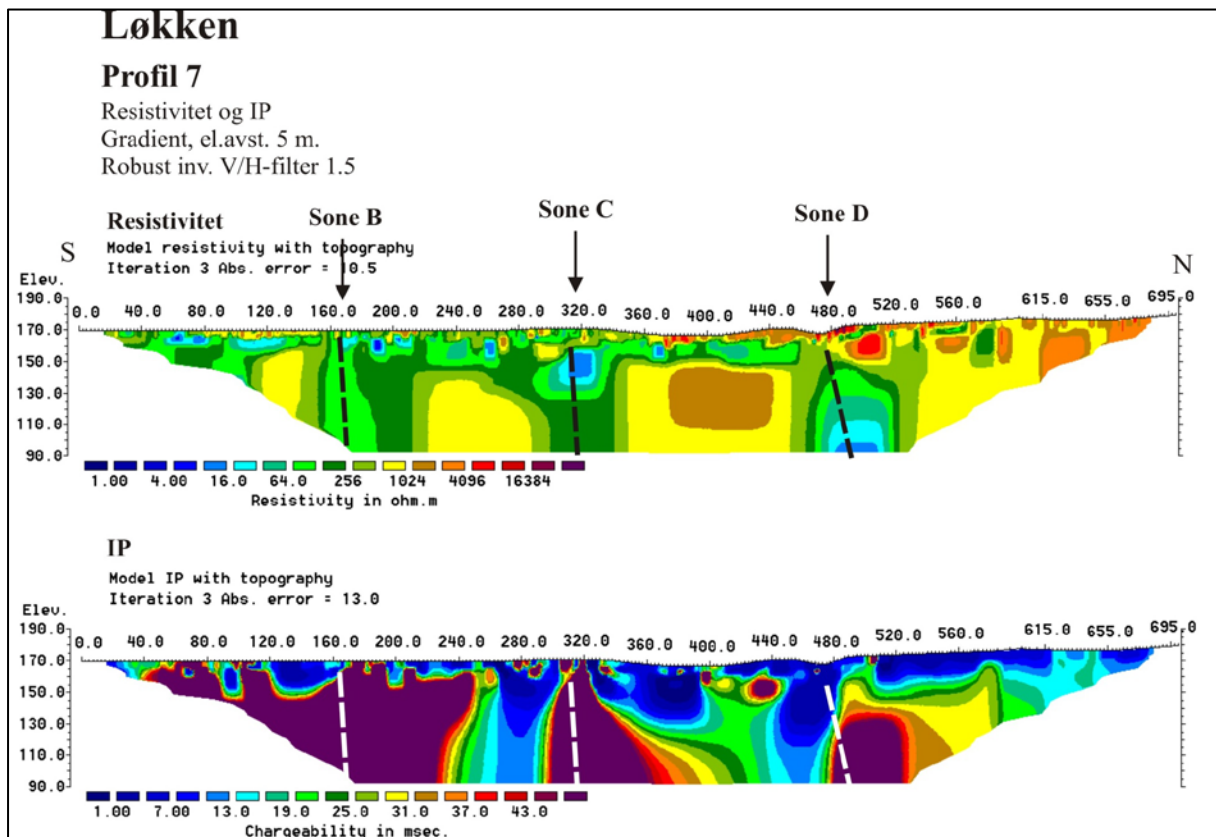
Figur 6: Profil 5. Invertert resistivitet og IP med tolking.

Profil 6 (figur 7) går i sin helhet langs Raubekken. Målingene viser her at det ned til ca. 40 meter er meget lav resistivitet. Dette tolkes som dypet ned til fjell, og at de overliggende løsmasser kan inneholde forurenset (godt ledende) grunnvann. Løkken sentrum ligger omtrent på marin grense (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>), og den lave resistiviteten kan også representere marine avsetninger. I tillegg er det fra koordinatene 255 til 840, med et unntak av ved koordinat 600, meget lav resistivitet i dypere deler av profilet. Dette tyder på at enten er fjellet her sterkt oppsprukket og mettet med forurenset grunnvann, eller så representerer disse partiene meget lav resistivitet i løsmasser (marine avsetninger). I tilfellet er fjelltopografien her meget uregelmessig med markerte fjellterskler. Som nedre del av figuren viser, er det med unntak av et område ved koordinat 480 og på slutten av profilet, meget høy IP langs profilet. Som tidligere nevnt er det en del usikkerheter når det gjelder påliteligheten av IP-målinger i urbane strøk. Er måledata her reelle indikerer IP-målingene at de markerte horisontale lavresistivitetsområdene ikke er løsmasser, men kan være mineralisert berggrunn.



Figur 7: Profil 6. Invertert resistivitet og IP med tolkinger.

Profil 7 (figur 8) går mellom profil 1 og 6, og profilet ble målt primært for eventuelt å bekrefte sone D. Som figuren viser ble det påvist tre soner hvor den nordligste passer inn i forlengelsen av sone D. Sone D er dermed bekreftet på samtlige profiler vest for Raubekken, og retningen er mot det stedet i Raubekken hvor en har sterk økning i forurensningen. Sonen ser ut til å ha et svakt fall mot nord på dette profilet. Når det gjelder sone A kan ikke denne hverken bekreftes eller avkreftes med dette profilet, da datagrunnlaget er for dårlig så langt ut på flanken av profilet. De to andre sonene, sone B og C, ser ut til å være brede og ha et tilnærmet steilt fall. Disse sonene faller i sin helhet sammen med områder med høy IP-effekt. Horisontalt lag med lav resistivitet fra starten av profilet og til koordinat 460 antas å representere løsmasser, hvorav nederste del kan være marine avsetninger (dypere enn 159 m.o.h.).



Figur 8: Profil 7. Invertert resistivitet og IP med tolkninger.

4. DISKUSJON

I et område som på Løkken, hvor det finnes mye infrastruktur på og i bakken, må en være oppmerksom på kilder som kan påvirke resistivitetsmålinger. Spesielt nettopp her er jernbanesporet til Thamshavnbanen som starter midt i måleområdet. Profilene 6 og 7 går delvis langs og nært inntil jernbanesporet. En kan imidlertid ikke påvise noen klar effekt av dette på de målte data. Dersom måledata likevel påvirkes, vil en kunne se variasjoner i resistiviteten langs profilet, men målte resistivitet langs profilet vil være lavere enn den i virkeligheten er.

Resistivitetmålingene har indikert fire soner som kan skyldes større sprekkesoner som kan ha betydning for tilførselen av forurenset grunnvann til Raubekken. Den mest markerte er sone D. Sonen er påvist på alle profiler den krysser, med økende ledningsevne mot øst. Dette kan tyde på at innslag av forurenset grunnvann øker jo nærmere Raubekken en kommer. Sonen ser ut til å være meget bred (+/- 50 meter). Fallet er indikert til å være tilnærmet steilt på de fleste profiler, med unntak av profil 7 hvor det er indikert et svakt fall mot nord. Det som gjør denne tolkningen noe usikker er at det på de fleste profiler er meget høy IP i tilknytning til den lave resistiviteten. Dette er mest markert på profilene 1, 4 og 5. Dette skal i teorien tilsa at det er sulfider og ikke oppsprekking som er hovedårsaken til den lave resistiviteten. På profilene 3 og delvis på profil 7, gir ikke sonen noe forhøyet IP-effekt. Målingene har følgelig ikke gitt et entydig svar på hva slags sone dette er. Sonen bør derfor å sjekkes med boring.

Sone A er også en utholdende sone med retning mot det gamle gruveområdet. Sonen ser ut til å være ca 30-50 meter bred med et tilnærmet steilt fall. Retningen på sonen er mot sydlige kant av et bredt område med lav resistivitet i Raubekken (profil 6), noe som støtter muligheten for at denne sonen også kan være en mulig tilførselskanal av forurenset grunnvann til Raubekken. Sonen har ikke gitt IP på profil 3, mens den på profil 1 og 5 ligger i kanten av områder med forhøyet IP. Dette kan være en indikasjon på at den lave resistiviteten ikke skyldes mineraliseringer, men en sprekkesone.

De to andre sonene som er angitt i figur 1 og i kartbilag -02 (sone B og C), ser ikke ut til å ha utstrekning opp mot gruva, da de ikke er påvist på de vestligste profilene. Sone B har gitt markert høy IP på både profil 1 og 7, og kan derfor representere en mineralisert sone. Det er derfor grunn til å tro at disse sonene ikke bidrar vesentlig til forurensingen av Raubekken.

På profil 2 er det lengst vest i profilet indikert på ca 3-5 meters dyp et horisontalt nivå med meget lav resistivitet (15-50 ohmm). Dette kan være en lomme med godt ledende (forurenset) grunnvann. Tykkelsen av dette eventuelle forurensete grunnvannet er størst i vest, noe som indikerer at tilførselen mest trolig kommer fra gruveområdet. Den andre anomaliårsaken kan være siltige og/eller leirige masser da marin grense på Løkken ligger på ca. 159 m.o.h..

5. KONKLUSJONER

De geofysiske målingene har påvist to mulige sprekkesoner som kan være tilførselskanaler av forurenset grunnvann fra gruveområdet på Løkken til Raubekken. Sonene ser ut til å være brede (30 til 50 meter), å ha et tilnærmet steilt fall. Det er knyttet størst usikkerhet til den nordligste sonen (sone D), når det gjelder om anomaliene skyldes en sprekkesone eller ikke. Grunnen er at sonen på flere profiler faller sammen med områder med sterkt forhøyet IP-effekt, noe som tilsier at det kan være en mineralisert sone. Dette anbefales å sjekkes med boring.

De geofysiske undersøkelsene har bidratt til å belyse på hvilket dyp og langs hvilke transekter eventuelt forurenset grunnvann fra veltene på vestsiden av Løkken kan bevege seg ned mot Raubekken. Dette er viktig for å forstå grunnvannstransport og forurensningsmekanismer i området. Undersøkelsene kan også benyttes som grunnlag for videre utredninger/feltundersøkelser og i forbindelse med drenering av forurenset grunnvann fra gruveveltene.

6. REFERANSER

ABEM 2012: ABEM Terrameter LS. Instruction Manual. ABEM 20120109, based on release 1.10. 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. 2011: RES2DINV ver. 3.59.102. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. Instruction manual. www.geoelectrical.com.

Olsen, L., Bergstrøm, B., Follestad, B. A., Høgaas, F., Riiber K. & Sveian, H. 2011: LØKKEN 1521 III. Kvartærgeologisk kart M 1: 50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Solberg, I-L., Hansen, L., Rønning J. S. & Dalsegg, E.: Veileder for bruk av resistivitetmålinger i potensielle kvikkleireområder. Versjon 1.0. NGU Rapport 2010.048.

Innmålte Res./IP.-profiler Løkken
 WGS-84, Sone 32 V

Profil	Koordinat	UTM- øst	UTM- nord
Profil1	0	535400	6998910
	100	535443	6999004
	300	535488	6999194
	400	535496	6999289
	500	535486	6999400
	600	535470	6999490
	700	535471	6999588
	800	535475	6999684
	900	535492	6999772
	1000	535512	6999876
Profil2	0	535536	6999564
	40	535581	6999572
	80	535619	6999559
	120	535659	6999574
	160	535699	6999583
	200	535739	6999592
Profil3	0	535429	6999041
	100	535432	6999139
	200	535391	6999223
	300	535377	6999320
	400	535364	6999414
	500	535351	6999506
	600	535359	6999605
	700	535357	6999694
Profil 4	0	535342	6999616
	100	535428	6999636
	200	535521	6999648
	300	535618	6999662
	400	535713	6999692
	500	535804	6999732
Profil 5	0	535433	6999120
	100	535438	6999213
	200	535422	6999310
	300	535426	6999408
	400	535414	6999503
	500	535410	6999598
	600	535440	6999696
	700	535463	6999784
Profil 6	0	535468	6998956
	100	535503	6999041
	200	535532	6999137
	300	535541	6999238
	400	535552	6999333
	500	535562	6999424
	600	535582	6999534

	700	535613	6999626
	800	535605	6999703
	900	535619	6999807
	1100	535710	6999996
	1200	535717	7000089
Profil 7	0	535512	6999192
	100	535510	6999291
	200	535521	6999387
	300	535516	6999481
	400	535521	6999578
	500	535517	6999683
	600	535520	6999777
	700	535523	6999870



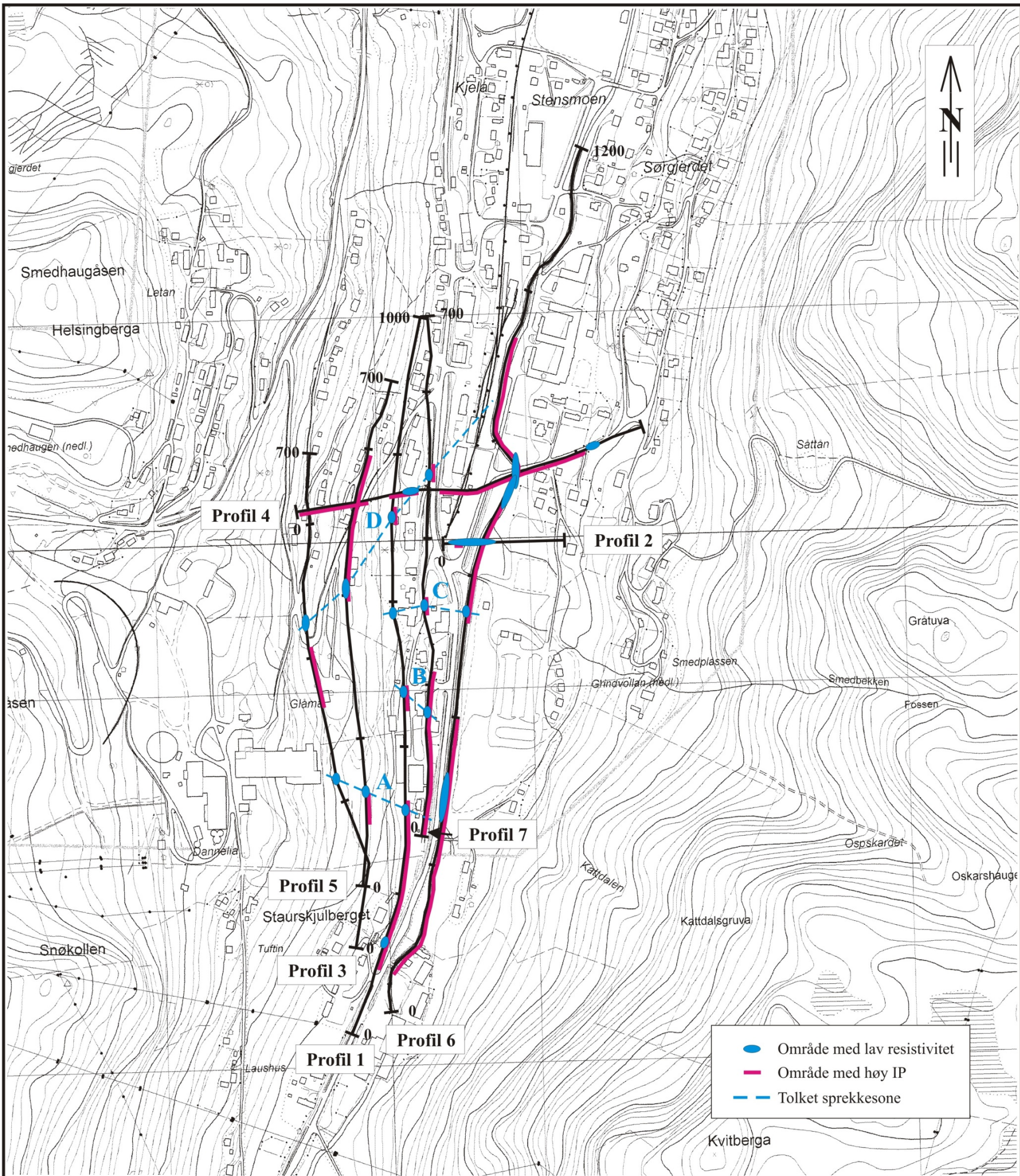
Undersøkt område

NGU
 OVERSIKTSKART
LØKKEN SENTRUM
 MELDAL, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 50 000	MÅLT E.D.	Okt. 2013
	TEGN E.D.	Jan. 2014
	TRAC	
	KFR	

KARTBILAG NR 2014.001-01	KARTBLAD NR 1521 2/3
-----------------------------	-------------------------



NGU
 RESISTIVITET OG IP TOLKNINGSKART
LØKKEN
 MELDAL, SØR-TRØNDELAG
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT E.D.	Okt. 2013
	TEGN E.D.	Jan. 2014
	TRAC	
	KFR	
KARTBILAG NR 2014.001-02	KARTBLAD NR 1521-III	



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no