

Rapport nr. 87.150

Reiserapport.

"Exploration -87" i Toronto
med påfølgende bedriftsbesøk



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11

Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 87.150	ISSN 0800-3416	Åpen for salg	
Titel: Reiserapport. "Exploration -87" i Toronto med påfølgende bedriftsbesøk			
Forfatter: Jan Steinar Rønning		Oppdragsgiver:	
Fylke:		Kommune:	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 16	Pris: kr. 40,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 24.11.1987	Prosjektnr.:	Prosjektleder:
Sammendrag: Undertegnede deltok på møtet "Exploration -87" i Toronto, Canada i perioden 27.09.-01.10.87. Oppholdet ble utvidet til 14 dager slik at flere produsenter av geofysisk utstyr kunne besøkes. Rapporten gir en oversikt over temaene ved møtet, og beskriver kort nye produkter fra de ulike fabrikantene. En oversikt over trender blir forsøkt gitt, men ellers henvises til "Abstracts" fra møtet og til "Proceedings" som vil publiseres i løpet av 1988.			
Erneord			
Geofysikk			
			Reiserapport

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. RAPPORT	4
2.1. Konferansen	4
2.2. Bedriftsbesøk	6
3. GENERELLE BETRAKTNINGER	9
4. SLUTTKOMMENTARER	10
5. REFERANSER	12

VEDLEGG

- 1: Oversikt over aktivitet
- 2: Programvare for Interpex

1. INNLEDNING

Undertegnede deltok på møtet "Exploration -87" i Toronto, Canada fra 27.09. til 01.10.87. Oppholdet i Canada ble utvidet til perioden 25.09.-09.10.87 slik at en lang rekke bedrifter og institusjoner kunne avlegges et besøk. Klareringen av denne reisen kom så sent at det ikke var mulig å presentere noe av geofysikkaktiviteten ved NGU, og oppholdet blir derfor å betrakte som verdifull opplæring.

I det følgende blir det gitt en oversikt over de ulike aktivitetene. For detaljert informasjon blir det referert til enkelte artikler, og disse kan lånes av undertegnede hvis de ikke er tilgjengelig på annen måte.

2. RAPPORT

Vedlegg 1 gir en oversikt over aktiviteten i hele perioden. Nedenfor blir de ulike tema nærmere utdypet.

2.1. Konferansen

Konferansen "Exploration -87" med undertittel "Conference on Geophysical and Geochemical Exploration for Minerals and Groundwater" er den tredje i rekken av 10-årige møter som alle har vært holdt i Canada. Det første møtet (Niagara -67) omhandlet geofysikk ved grunnvanns- og malmundersøkelser, og det ble arrangert et feltkurs i samband med møtet. Konferansen i Ottawa i 1977 ble utvidet til å omfatte både geofysikk og geokjemi, men her ble feltkurset og grunnvann som tema utelatt.

Årets møte omfattet både geofysikk og geokjemi, og temaene var grunnvann og malm samt geotermisk energi. Dette innbefatter også forurensning av grunnvann. Forut for konferansen ble det arrangert et to ukers feltkurs, men undertegnede var dessverre forhindret i å delta. Konferansen samlet nesten ett tusen delegater hvorav ca. 2/3 var fra Canada.

Selve konferansen var organisert med foredragsserie som delvis var splittet i to parallelle sesjoner, posterserie som skiftet tre ganger i løpet av fire dager og en permanent utstilling av utstyr. I tillegg til dette var tre av lunch-pausene lagt opp med foredrag hvor temaene i tillegg til et åpningsforedrag var gull og grunnvann. På to av kveldene ble det arrangert møter hvor spørsmål angående dagens tema ble diskutert. Ved en slik organisering sier det seg selv at en får store problemer med å rekke over alt som er av interesse. For detaljer omkring programmet henvises til "General Program" og "Technical Program, Abstracts" som kan lånes av undertegnede. Proceedings fra møtet vil bli publisert og delt ut til alle delegatene i løpet av 1988.

Ved utstillingen ble de firma som ikke var tilgjengelig for besøk etter møtet prioritert. Av interessante nye produkter kan nevnes et nytt Scintillometer fra "Exploranium G.S. Ltd." Instrumentet er mikroprosessorstyrt og har 256 kanaler fordelt over hele energispektret. Hvilke kanaler en vil måle kan velges fritt fra tastaturet, og data lagres digitalt. For NGUs ordinære aktivitet er dette kanskje ikke så aktuelt, men ved tilsvarende ulykker som Tsjernobyl hvor "unaturlige" radioaktive elementer opptrer kan dette være interessant.

Firmaet "A-Cubed Inc" har nå en georadar på markedet (puls Ekko III). Radaren er utviklet i samarbeid med Geological Survey of Canada, og det er lagt vekt på at den skal være bærbar, lett å bruke og at data skal samles digitalt.

Pr. i dag er antenner med senter-frekvens 50, 100 og 200 MHz tilgjengelig. Prisen inklusive programvare og PC (HP-9816) ligger i størrelsesorden 90 000 Cd\$ og må derfor betraktes som meget dyr.

"INTERPEX Ltd." er et nytt firma som har spesialisert seg på geofysisk programvare på PC. Vedlegg 2 gir en oversikt over tilgjengelige program og pris. For NGU er programmet "GREMIX" spesielt interessant. Dette programmet plotter data fra refraksjonsseismiske målinger, beregner hastigheter og dyp på tradisjonell måte og etter pluss-minus-metoden, foretar automatisk korreksjon av topografi, foretar full "GRM-tolkning" og presenterer til slutt data i tolkede profiler.

2.2. Bedriftsbesøk

Besøket ved Universitetet i Toronto skjedde på lørdag, og de fleste ansatte hadde fri. Jeg hadde imidlertid avtalt møte med PhD-student Richard Smith, som har arbeidet en del med IP-effektens innvirkning på TEM-målinger (Smith & West 1986). Resultater fra utprøvingen av NGU-TFEM ble diskutert med ham. I tillegg møtte jeg to andre studenter (P. Walker og R. Groom) som begge arbeider innen malmrelatert geofysikk.

Ved besøk hos "Crone Geophysics" ble deres "puls EM-system" presentert. Crone var de første som begynte med EM-målinger i tidsdomenet på bakken, og er fremdeles i front når det gjelder instrumentering. Firmaet har i de senere årene oppgradert sin kompetanse på tolkningssiden, og disponerer i dag et moderne program for tolkning av "fixed-loop time-domain EM systems" (Ravenhurst 1986).

"Phoenix Geophysics Ltd." driver utvikling av instrumenter og målinger i stor skala. Firmaet er mest kjent for sitt fleksible sendersystem som kan brukes til både IP-målinger i tids- og fre-

kvensdomenet, og EM-målinger i tids- og frekvensdomenet. Dette innbefatter også CSAMT (Controlled Source Audio-frequency-Magneto-Tellurics, Yamashita & Hallof 1985, Yamashita 1987).

Besøk hos "Geosoft" innbefattet en gjennomgang av firmaets programvare for PC'er. Det tilbys i dag programmer for prosessering av magnetiske- og gravimetrisk data, gridding og plotting av data, invertering av magnetiske profildata, prosessering og plotting av IP-RP-data samt framleings 2D-modellering av IP-RP-data.

Ved besøk hos "GEM Systems, Inc" ble firmaets overhauser protonmagnetometer demonstrert. Firmaet mener å være de eneste som har lagt inn kontroll av måletidspunkt slik at målinger i profil kommer eksakt samtidig med måling på bakkestasjon. En tviler på nødvendigheten av dette så lenge bakkestasjonen kan sample hvert tredje sekund.

Etter NGUs kjøp av nytt HEM-system er "Aerodat" blitt et kjent firma for enkelte ved Seksjon for geofysikk. Bedriften ble avlagt et besøk for å få et bilde av hva de arbeider med samt diskutere programvare for invertering av HEM-data fra Henning, Nord-Trøndelag. Det ble avtalt å foreta test av inverteringsprogram langs enkelte profiler fra Henning der målinger på bakken kan gi en tilnærmet fasit. Ellers er det varmeste tema utvikling av nytt "multigeometri, broadband transient helicopter Electromagnetic system" (Scott Hogg 1986). Dette systemet er trolig under testflyving i skrivende stund.

Besøket hos "Geonics Ltd." innbefattet en generell presentasjon av bedriftens instrumentpark, samt en diskusjon omkring de data uttestingen av NGU-TFEM har gitt. Det synes klart (fra selve møtet og bedriftsbesøket) at Geonics har hatt suksess med sine "ground conductivity meters" EM-31 og EM-34. Dette gjelder generell løsmassekartlegging, kartlegging av forurensning og kartlegging av sprekkesoner i fjell for grunnvannsuttak. Firmaets TEM-utrustning EM-37 er velkjent i malmleringskretser og i den

senere tid er det blitt utviklet nye TEM-instrumenter for stor skala dybdesondering (EM-42) og for ingeniørgeofysiske problemer (EM-44). Sistnevnte utstyr er i testfasen.

Ved besøket hos "Scintrex" ble det meste av firmaets instrumenter presentert ved lysbilder i tillegg til en generell omvisning. Scintrex er den største fabrikanten av geofysisk utstyr, og bedriften bærer preg av å være meget profesjonell. I løpet av det siste året er to nye instrumenter lansert. Det ene er et gravimeter (CG-3) hvor en i tillegg til digital avlesning og lagring av måledata kan foreta visse korreksjoner. Sammenlignet med LaCoste & Romberg er instrumentet enklere i bruk, men målenøyaktigheten er lavere (0.1 mgal). Det andre nye produktet er en digital seismograf S2 "ECHO". Ved dette instrumentet har Scintrex valgt å satse på kommersielt tilgjengelig datautstyr (PC), og har heller konsentrert seg om det instrumenttekniske. Dette innebærer at ute i felt må en ha en bærbar PC som en del av utstyret, noe som kan være problematisk i fuktig vær. Utviklingen er delvis gjort på grunnlag av spesifikasjoner fra GSC (Geological Survey of Canada), og en har her lagt vekt på mulighetene for å utføre refleksjonsseismikk. Dette innebærer spesielt fleksibel filterering av de digitale data både under og etter måling. Instrumentet er så nytt at prisen ikke var fastlagt ved besøket, men det ble antydnet i størrelsesorden 25-30000 Cd\$ for en komplett enhet med 24 kanaler. Sammenlignet med andre aktuelle enheter er dette svært billig.

Turen til Ottawa og besøket ved GSC kom delvis på grunnlag av de opplysninger jeg fikk hos "Scintrex". Hos GSC ble jeg tatt i mot av Dr. J.A. Hunter som orienterte om institusjonens refleksjonsseismiske målinger på land. På dette feltet er GSC av de fremste i verden, og det ble påstått at under gunstige forhold (større dyp) kunne refleksjonsseismiske målinger utføres like raskt som refraksjonsseismikk (opptil 900 meter profilering pr. dag med skuddpunkt for hver 3 meter). Det ble vist eksempler på detaljrikdommen ved refleksjonsseismiske målinger. Det er utarbeidet

en samling av refleksjonsseismiske arbeider ved GSC (Gagné 1987), og i denne gis også en oversikt over forskjellige energiseringsmuligheter. Programvare for prosessering av enkel refleksjonsseismikk er utviklet på Apple PC. Denne programvaren vil bli tilgjengelig på IPM-Compatibel PC. Dr. Hunter vil komme til Trondheim i begynnelsen av august 1988. Han sa seg villig til å forlenge oppholdet med en uke slik at NGU kunne få en praktisk og teoretisk innføring i grunn refleksjonsseismikk på land. Dette forutsetter imidlertid en investering i nytt utstyr.

3. GENERELLE BETRAKTNINGER

Formålet med møtet var å gi en oppsummering av utviklingen de siste 10 årene, og samtidig prøve å spå om hva som vil skje i de kommende 10 år.

Det som har preget utviklingen på instrumentsiden den senere tid er ikke revolusjonerende nye metoder, men utvikling av bedre digital instrumentering. Systemet med måling av flere metoder samtidig, som lenge har vært vanlig fra luften, er i ferd med å komme ned på bakken. Denne prosessen vil fortsette, noe som gjør det billigere å utføre bakkemålinger etter hvert.

Med tilgang på stadig billigere og mer slagkraftige PC-er vil prosessen med utvikling av programvare for disse fortsette også i fremtiden. Dette vil trolig også innbefatte såkalte ekspertsystemer, hvor den enkelte prospektør gir inn sine grunnlagsdata og hvor et dataprogram foretar de "riktige" avgjørelsene en ekspert ville gjort.

Hva en skal lete etter ble også berørt ved flere foredrag. I dag er gull det heteste tema, og det virket som om IP-målinger på bakken var mer eller mindre obligatorisk i denne sammenheng. På grunn av flere interessante funn i den senere tid ble det antydnet

at gullmarkedet ville bli mettet ute i 90-årene og at prisene ville synke. Når det gjelder u-land ble det antydnet at prospekteringen etter basemetaller vil avta, og at de elementer som i dag er interessante for i-land vil overta. Ellers ble det antydnet at i fremtiden kan det være mulig å hente mineralske råstoffer fra månen og asteroidene.

Enkelte foredragsholdere var opptatt av samarbeidet mellom geolog, geokjemiker og geofysiker, og det ble antydnet at i fremtiden vil det stilles større krav til geologisk kunnskap hos geofysiker (geokjemiker) og visa versa. Det ble også påstått at ingen forekomst hittil var funnet på grunnlag av geologisk teori, og at geofysikk og geokjemi er uunnværlige verktøy i prospekteringen.

Når det gjelder det fremtidige behov for geofysikk ble det antydnet en fortsatt dreining fra sulfidmineraler over mot andre mineraler og generell kartlegging. Behovet for geofysikk ved grunnvannsleting vil øke og likeså når det gjelder kartlegging av forurensning fra f.eks. avfallsdeponier.

4. SLUTTKOMMENTARER

For en NGU-ansatt som har arbeidet med geofysikk innenfor malm, grunnvann og generell kartlegging var møtet meget interessant. Den store bredden i geofysikk ble klart demonstrert, og det ble også vist hvordan ulike teknikker kan kombineres på forskjellige måter ved forskjellige problemstillinger. Dette bekrefter nødvendigheten av å opprettholde geofysikk som egen fagavdeling ved NGU. Slik møte var arrangert var programmet meget komprimert og det var ofte vanskelig å velge hva en skulle prioritere. Det hadde derfor vært en fordel med mer enn en delegat til å dekke hele det geofysiske spektret. Undertegnede anbefaler derfor at

ved fremtidige møter i denne serien sendes to delegater, og det synes også klart at NGU burde hatt en representant på feltkurset.

Trondheim, 24. november 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan S. Rønning
Jan Steinar Rønning -
Kst. seksjonssjef

5. REFERANSER

- Gagné, R.M. 1987: Reprints of Shallow Seismic Reflection Papers by Terrain Geophysics Section Personnel, Geological Survey of Canada.
- Ravenhenst 1986: Microcomputer Modelling of Fixed-Loop Time-Domain EM System. Deler av "Master-degree", University of Western Ontario London, Ontario.
- Scott Hogg 1986: The Aerodat multigeometry, broadband transient helicopter electromagnetic system. In Airborne Resistivity Mapping, ed. G.J. Palacky; Geological Survey of Canada, Paper 86-22.
- Smith & West 1986: On Coincident loop TEM Negative Transients not centered on significant IP anomalies.
Paper presented at 56th SEG Annual Meeting, Houston 1986.
- Yamashita 1987: CSAMT, Phoenix V-4 CSAMT SYSTEM, Hardware, Software, Field Survey Results. Phoenix Geophysics Ltd., Markham Ontario, Canada.
- Yamashita & Hallof 1985: CSAMT Case Histories with a Multi-Channel CSAMT System and Discussion of Near-Field Data Correction.
Paper presented at the 55th SEG Annual Convention, Washington D.C. 1985.

OVERSIKT OVER AKTIVITET

Dato	Aktivitet	Tema
25.09.	Ankomst Toronto	
26.09.	Besøk Univ. of Toronto	Omvisning + diskusjon NGUTFEM
27.09.	Fridag/Mottagelse	Ontario Science Senter
28.09.	1. møtedag	Foredrag-Posters-Utstilling-Kveldsmøte
29.09.	2. "	" " " "
30.09.	3. "	" " " -Bankett
01.10.	4. "	" " "
02.10.	Besøk Crone + Phoenix	Presentasjon instrument/Omvisning
03.10.	" "Geosoft" + "GEM"	" programvare og instrumenter
04.10.	Fridag	Niagara Falls
05.10.	Besøk "Aerodat"	Presentasjon instrumenter og programvare Omvisning
06.10.	Besøk "Geonics"	Presentasjon instrumenter Diskusjon NGUTFEM
07.10.	Besøk "Scintrex"	Presentasjon instrumenter, programvare og måleteknikker. Diskusjon NGUTFEM
08.10.	Besøk "GSC"	Diskusjon refleksjonsseismikk på land
09.10.	Avreise Toronto	

September 1, 1987



P.O. Box 839
Golden, CO 80402 USA

USA & CANADA SOFTWARE PRICE LIST
(all prices in U.S. dollars)

TEL: 303-278-9124
TLX: 9102500561
INTERPEX GLDN UO

Geophysical Interpretation, Processing, and Modeling Programs

PROGRAM	DESCRIPTION	PRICE
RESIX	DC resistivity sounding forward and inverse modeling program for Schlumberger, Wenner, dipole-dipole, and pole-dipole arrays.	\$495.00
RESIXIP	Induced Polarization (IP) sounding forward and inverse modeling program for Schlumberger, Wenner, dipole-dipole, and pole-dipole arrays. Includes DC resistivity forward and inverse modeling functions found in RESIX.	\$1495.00
DCRESI	DC resistivity sounding, EM31/34 sounding (Geonics Technical Note TN-6), and MT sounding forward and inverse modeling program. More versatile than RESIX but much more difficult to use.	\$495.00
EMIX34	Electromagnetic sounding forward and inverse modeling program for the GEONICS EM 31/34 instruments.	\$495.00
EMIX34 PLUS	EM31 & EM34 data profile plotting and processing package featuring interactive spotting for forward and inverse modeling of sounding data.	\$1495.00
EMIX-MM	Electromagnetic sounding forward and inverse modeling program for the Apex Parametrics MAXMIN EM instruments.	\$495.00
EMIX-MM PLUS	MAXMIN data profile plotting and processing package featuring interactive spotting for forward and inverse modeling of sounding data.	\$1495.00
TENIX-6	Transient EM forward and inverse modeling program for central loop data acquired with the GEONICS EM-37 Instrument.	\$5000.00
TENIX-6L	TEM forward and inverse modeling program for fixed loop and central loop data acquired with the GEONICS EM-37 Instrument.	\$7500.00
TENIX-S	Transient EM forward and inverse modeling program for data acquired with the SIROTEM system.	\$5000.00
TENIX-Z	Transient EM forward and inverse modeling program for data acquire with the Zonge TEM system.	\$5000.00
ARRT1	A generalized TEM sounding forward and inverse modeling program for loop and grounded dipole sources. More versatile than TENIX but much more difficult to use.	\$5000.00

MAGIX	2D magnetic and gravity interactive, forward modeling program for up to 9 bodies and 80 vertices.	\$495.00
MAGIX2.5	2D & 2.5D magnetic and gravity interactive, forward and inverse modeling program for up to 9 bodies and 80 vertices.	\$995.00
MAGIXRT	2D magnetic and gravity interactive, real time, forward modeling program for up to 9 bodies and 80 vertices.	\$995.00
MAGIXRT2.5	2D & 2.5D magnetic and gravity interactive, real time, forward modeling program for up to 9 bodies and 80 vertices.	\$1495.00
MAGIXRT PLUS	2D magnetic and gravity interactive, real time, forward and inverse modeling program for up to 9 bodies and 80 vertices. All the MAGIX programs will read in data from digital recording magnetometers marketed by SCINTREX and EDA.	\$1995.00
GREMIX	Generalized Reciprocal Method seismic refraction interpretation program. allowing the user the choice of analysis method: a) full BRM method, b) partial BRM method (constant x-y) or c) time delay method (x-y=0)	\$995.00
FIRSTPIX	A seismic refraction interactive, automatic or manual, first break picking program with interfaces for seismographs made by ABEN, BISON and GEOMETRICS.	\$495.00

Data Presentation Programs

PROGRAM	DESCRIPTION	PRICE
CONTIX	A gridding and contouring program designed to handle sparse data sets on irregular grids. A choice of three gridding algorithms: 1) Kriging, 2) inverse power law, and 3) least squares fit to a plane. It is easy to use, has windowing and smoothing, does mesh plots, and interfaces with several popular digitizers.	\$495.00
DIPIX	A pseudosection plotting and contouring program for dipole-dipole and pole-dipole resistivity and IP data. Featuring operator selectable contour intervals, operator defined station numbering, and smoothing.	\$495.00
DIPIX PLUS	Same as DIPIX but with the ability to stack plot three profile axes with or without the pseudosection plots. Each axis can have up to three profiles. DIPIX and DIPIX-PLUS interface with digital recording instruments marketed by SCINTREX, EDA, and others. This includes IP/resistivity, VLF-EM/resistivity, and magnetometers.	\$995.00

Geohydrology Data Interpretation Programs

PROGRAM	DESCRIPTION	PRICE
AQUIX1	Forward and inverse modeling program for pumping well test data using the Mantush model for confined leaky aquifers and the Theis model for confined non-leaky aquifers with the slug test analysis module using the Cooper et. al. model.	\$495.00
AQUIX2	Forward and inverse modeling program for pumping well test data using the Mantush (1964) model for partial penetration of test and monitor wells into confined leaky aquifers.	\$495.00
AQUIX3	Forward and inverse modeling program for pumping well test data using the Neumann (1972) model for full and partial penetration of test and monitor wells into an unconfined leaky aquifer with delayed.	\$495.00
SLUGIX	Forward and inverse modeling program for slug test data. The user has the option of specifying the model algorithm used in the analysis. Three algorithms are included in the basic program. They are: 1) Bouwer and Rice, 2) Cooper et. al. and 3) Hvorslev.	\$495.00

Hardware Requirements:

All programs support MS DOS v2.1 or later. A number of enhanced video graphics cards are supported including CGA, EGA, Hercules Monochrome, AT&T/Olivetti, Compaq Portable III and Toshiba T3100. Many pen plotters are supported including those made by Houston Instruments, Hewlett-Packard, and Calcomp. Virtually all dot matrix printers are supported through the PLOTCALL utility from Golden Software. Every program supports AutoCAD by Autodesk Inc. Most programs will work with a minimum memory of 512K and a single floppy disk drive. However, for optimum performance, InterpeX recommends the system have 640K of RAM, 2 floppy disk drives or 1 floppy and 1 hard disk drive, and a 8087 or equivalent math coprocessor.