

NGU rapport nr. 89.127

Elektromagnetiske studier av
jordskorpen i Pasvik og
Tanadalen

Rapport nr. 89.127	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortryk	
Tittel: Elektromagnetiske studier av jordskorpen i Pasvik og Tanadalen			
Forfatter: O.B. Lile, O. Olesen, H.P. Moxnes og J.S. Rønning		Oppdragsgiver: NGU/NAVF	
Fylke: Finnmark		Kommune: Sør-Varanger og Tana	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Karasjok og Kirkenes		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 2134 I Viddasoi'vi, 2234 IV Luossonjar'ga, 2333 I Vaggatem, 2433 IV Skogfoss	
Forekomstens navn og koordinater: Svanvik 35W 6000 77000 NØ Levajok 35W 5026 77564		Sidetall: 15	Pris: kr. 55,-
Feltarbeid utført: 21.08.-04.09.89	Rapportdato: 04.10.1989	Prosjektnr.: 22.1886.26	Seksjonssjef: <i>Jens S. Rønning</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Som et ledd i et større geofaglig samarbeid mellom Norge og USSR er det utført forsøk med elektromagnetiske dybdesonderinger i Pasvik og i Tanadalen. Det er tidligere utført tilsvarende målinger i Russland og i Finland, og hensikten med prosjektet var å undersøke om metoden kunne anvendes i Finnmark slik at kjente strukturer kunne følges over landegrensene.</p> <p>På grunn av ødeleggelse tidligere på året kunne de såkalte "hot-pulses" med MHD-generator ikke sendes, og undersøkelsene ble derfor erstattet med "cold-pulses" hvor en benyttet dieseldreven generator. Det ble foretatt sonderinger ved 0.1 og 1 Hz. MT-målinger (magnetotelluriske) med høy og lav samplingsfrekvens gikk som planlagt. For å få kontroll med dagnære ledende strukturer ble det foretatt kombinert elektrisk profilering og dybdesondering. Resultatene av undersøkelsene vil bearbeides både i Norge og Russland, og presenteres i en senere publikasjon.</p>			
Emneord	Elektrisk måling		
Geofysikk			
Elektromagnetisk måling		Fagrapport	

INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	4
1.1. Inngåtte avtaler	4
1.2. Personell	4
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	5
2.1. Elektromagnetisk dybdesondering	5
2.2. Elektrisk profilering og dybdesondering	8
2.3. Foreløpig vurdering av metodikk	8
3. UNDERSØKTE OMRÅDER	10
3.1. Sør-Varanger	10
3.2. Tana	11
4. VIDERE SAMARBEID	12
5. REFERANSER	14

VEDLEGG

Artikkel i Sørvaranger Avis

KARTBILAG

89.127-01 Målepunkter og profil, Sør-Varanger
-02 Målepunkter og profiler, Tana

1. INNLEDNING

I perioden 21.08.-04.09.89 ble det utført forsøk med elektromagnetisk dypsondering i Sør-Varanger og Tana kommuner. Undersøkelsene er et ledd i et større geofaglig samarbeid mellom det Sovjetrussiske vitenskapsakademiet i Apatity og NGU. Denne rapporten beskriver hva som ble gjort, hvorfor og hvordan. Resultatene fra undersøkelsene vil bli presentert i en senere vitenskapelig rapport.

1.1. Inngåtte avtaler

Prosjekt nr. 22.1886.26 er beskrevet slik:

"I følge samarbeidsavtale mellom NGU og Sovjetunionens vitenskapsakademi vil det i perioden 1989-92 bli utført en rekke samarbeidsprosjekter innenfor korrelasjon av prekambrisk/kaledonsk geologi i nord-området".

Prosjektet omfatter geologi og geofysikk, og i punkt 7 i samarbeidsprogrammet mellom Norges geologiske undersøkelse og USSR's Vitenskapsakademi utformet i APATITY 19.-20. april 1989 er den geofysiske oppgaven fastlagt til: "Studie av de geologiske strukturer ved geofysiske metoder". I detalj innebar dette studie av elektrisk ledende dypstrukturer som tidligere var kartlagt på Kolahalvøya og i Finland.

1.2. Personell

Deltakere fra norsk side er

Førsteamanuensis Ole Bernt Lile, NTH

Forsker Hans Petter Moxnes, NGU

Forsker Odleiv Olesen, NGU, koordinator

Forsker Jan Steinar Rønning, NGU

Deltakere fra sovjetisk side er

Dr. Abdulhay Zhamaletdinov, sjef for "The geoelectric laboratory, Geological Institute, Kola Center of the USSR Academy of Science"

APATITY MURMANSK REGION 184200 USSR

Geofysiker Aleksander Tokarev (samme adresse)

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

2.1. Elektromagnetisk dybdesondering

Sendersystem

Etter planen skulle EM-sonderingene i Sør-Varanger og Tana utføres med såkalte "hot-pulse" satt opp av "MHD-generator" (magneto-hydrodynamic). Med denne generatoren settes det opp en kraftig strømpuls (14-22 kA) som sendes ned i bakken mellom to elektroder. Ionisert gass passerer gjennom et kraftig magnetfelt og på grunn av Hall-effekt dannes det et kraftig elektrisk felt som driver strømmen ut i den jordete kablen. For å oppnå de effekter som en ønsket, benyttes en MHD-generator til oppbygging av magnetfeltet i den MHD-generatoren som sender strøm ned i bakken. Sendersystemet er lokalisert til Fiskerhalvøya på Kola, hvor det ca. 7 km lange kabelutlegget er jordet i sjøen på hver side av halvøya. Med dette sendersystemet har det vist seg mulig å foreta sonderinger opptil 700 km fra senderen. Under målinger tidligere på sommeren brøt MHD-generatoren sammen, og ved undersøkelser i Norge måtte en derfor benytte "cold-pulses" satt opp av dieselgeneratorer. Utsendt strømstyrke ble da ca. 200 A. Pulslengden var ca. 5 og 0.5 sekunder, dvs. 0.1 og 1 Hz.

Etter disse målingene ble det så foretatt ordinære MT-målinger (magnetotelluriske) med høy og lav samplingsfrekvens, dvs. for beregning av kort og lang periodetid.

Mottagersystem

Dypsonderingen ble utført med en elektromagnetisk mottager kalt ZAIS, som står for "automatiske numeriske målinger".

Zais måler magnetfeltet i nord-sør, øst-vest og vertikal retning. Det elektriske feltet blir målt i nord-sør og øst-vest retning med elektriske dipoler på ca. 300 meters lengde. Det ble benyttet elektroder av bly. Alle 5 komponentene måles simultant. Magnetfeltet måles med et magnetometer som har en følsomhet på 1 pT. Variasjoner i magnetfelt registreres som vridning av en magnet som er hengt opp i en kvartstorsjonsstreng. Magneten bringes tilbake til utgangsstilling v.h.a. oppsatt kompensasjonsfelt i en omkringliggende Helmholtz spole. Magnetfeltets styrke avleses ved å måle strømstyrken i spolen. Med dette instrumentet gis ingen mulighet til å måle fritt valgte magnetiske komponenter.

Montering og oppstilling av magnetometret er omstendelig. Under monteringen blir det foretatt en nøye vatring og magnetisk orientering av de 3 sondene. Deretter blir feltet i hver av dem nullstilt v.h.a. små kompensasjonsmagneter. Til slutt blir det fra registreringsenheten satt inn en konstant kompensasjonsstrøm som helt opphever eventuelt restfelt.

Registreringen er digital. Datamengden blir lagret i en hurtig hukommelse, og senere når lageret er fylt opp, spilt over på magnetbånd på en vanlig kassettbåndspiller. Data blir med dette off-line system overført til IBM-kompatibel PD for prosessering. Programvaren var ikke tilgjengelig ved oppholdet i Finnmark.

Etter endt dataregistrering på et målested blir potensialet på blysondene for linjene E_x og E_y sammenholdt med den positive pol på et batteri, og de 3 komponentene på variometret blir kontrollert mot nordpol på en magnetnål. Dette for å ha kontroll med polariteten i de registrerte signalene.

Båndspilleren med radio er produsert i Riga, og magnetometeret med digital registrering og lagringsenhet er laget av "Byrå for spesialkonstruksjon av fysiske instrumenter, Institutt for almen fysikk, USSR's vitenskapsakademi". Den geofysiske avdelingen i Apatity disponerer 6 instrumenter av denne type (totalt 14 i Sovjet).

Forholdsvis tunge batterier skaffer strøm til målestasjonen. Dette gjelder både felt og basisstasjon. Man er derfor avhengig av bil og vei. Magnetometeret pakket i kasser med elektronisk utstyr og kabeltromler, er ganske romstort, og veier godt og vel 100 kg. Det digitale utstyret må skjermes mot regn, så en innebygget varevogn passer som feltvogn.

Målingene ble foretatt på flere stasjoner samtidig (to i Norge og 2 på Kola). I Norge ble en basestasjon etablert på Svanvik Camping, og måledata herfra vil bli benyttet som referanse for de øvrige målingene under prosesseringen. Synkronisering mellom sender og mottagere ble foretatt v.h.a. russisk tidssignal over radio der dette var mulig. NØ for Levajok hvor en mistet radio-kontakten, ble delvis norsk tidssignal og delvis pålitelige private armbåndsur benyttet. Kommunikasjon mellom målestasjon og basestasjon i Norge ble ivaretatt ved bruk av to mobiltelefoner. Kommunikasjonen mellom sender på Kola og den norske basestasjonen gikk over mellombølgeradio (4.39 MHz).

2.2. Elektrisk profilering og dybdesondering

Elektrisk profilering ble utført med et elektrodeoppsett kalt MISC (Method of the Inner Smoothing Contact). Foran i dette utlegget ligger en strømdipol hvor elektrodeavstanden er 50 meter. Potensialelektroder er plassert 5, 10, 20, 40, 60, 110 og 200 meter fra bakerste strømelektrode. Potensialmålingene foretas i tur mellom de seks første elektrodene og den siste. På denne måten fås en gradvis overgang fra en pol/pol-konfigurasjon med $a=5$ m til en tilnærmet dipol/dipol konfigurasjon. Ved en slik endring i konfigurasjon får en stadig større penetrasjon, og for hvert målepunkt oppnås en sonderingskurve. Flytteavstand ved disse kombinerte profileringene/sonderingene var 100 meter.

Sender og mottager var av sovjetisk fabrikat. For å unngå uheldige elektriske koblinger var disse skilt i to enheter, og avstanden mellom disse ble tilstrebet så stor som mulig (90 m). Utsendt strøm var konstant 10 mA ved 1Hz. Måleresultatene ble journalført, og tilsynelatende resistivitet ble beregnet v.h.a. lommekalkulator. Det fantes programvare for modelltilpasning på IBM kompatibel PD, men denne var ikke tilgjengelig under oppholdet i Finnmark.

2.3. Foreløpig vurdering av metodikk

En fullstendig vurdering av målemetodene er vanskelig uten å ha tilgang på resultatene. En kan imidlertid knytte en del kommentarer til den praktiske gjennomføringen av undersøkelsene.

EM-sonderingene

Oppstillingen av de magnetiske sondene er en forholdsvis tidkrevende prosess. Til gjengjeld kan en trolig forvente gode resultater. Utleggene må orienteres etter himmelretningene, noe som er unødvendig ved tilgjengelig utstyr ved NGU. Dette reduserer mulighetene til å bestemme hvilken polarisasjon en ønsker (E-felt eller H-felt i strøkretningen). Det sovjetiske utstyret registrerer imidlertid totalt 5 komponenter (E_x , E_y , H_x , H_y og H_z) og en kan ut fra dette beregne den polarisasjon en ønsker. Russerne tar også faseforhold i betraktning under bearbeidingen, og totalt kan en si at deres målinger samler flere data enn hva en kan gjøre med NGUs utstyr. Hva som kommer ut av disse data gjenstår å se.

Bortsett fra datalagringsystemet (digital sampling med overføring til magnetbånd via båndspiller) virker mottagerutstyret moderne og driftssikkert. MHD-generatoren brøt sammen tidligere på sommeren, og en hadde også problemer med brente kontakter på sendersystemet som ble benyttet under målingene i Finnmark. Dette er imidlertid problemer en må regne med når en arbeider med så store strømstyrker det her er snakk om. En oppbygging av et tilsvarende sendersystem i Norge er økonomisk lite realistisk. En videreføring av de undersøkelsene som er startet må derfor, så langt det er praktisk mulig, komme som et samarbeid med russerne.

Elektrisk profilering

Ved den profileringsteknikk russerne anvender (MISC) benyttes et kabelsystem, og for å flytte dette trengs 4 personer. Til tross for en stor dagsproduksjon (ca. 6 profilm) er dette en ressurskrevende teknikk. I tillegg kommer visse problemer ved flytting av kabelsystemet i uryddig terreng. Til sammenligning kan kombinert profilering/sondering med halv Schlumbergerkonfigurasjon (Rønning 1989) gi tilsvarende data, men med mindre ressurser.

Ved måleutstyret ble det avdekt store svakheter. Strømstyrken var fiksert til 10 mA, og ved profilering ved punkt 7 var det ikke mulig å få sendt denne strømstyrken i bakken på grunn av for høy resistivitet i løsmassene. Dersom ikke ellevannet kunne benyttes som jordingsmedium, ville det ikke vært mulig å profilere ved dette punktet. En annen svakhet var dårlige kontakter og vendere. Dette gav store forsinkelser, og siden tre mann ble stående å vente, var dette svært ressursødende. Ved en eventuell fortsettelse av samarbeidet bør derfor NGU selv ta hånd om denne delen av undersøkelsene.

3. UNDERSØKTE OMRÅDER

Totalt ble det foretatt 11 elektromagnetiske sonderinger, 8 i Sør-Varanger (Pasvik) og 3 i Tana (nord-øst for Levajok). Videre er det utført ca. 8 km elektrisk profilering/dybdesondering. Lokalisering av målte punkter og profiler fremgår av vedlagte kartbilag (89.127-01 og -02).

3.1. Sør-Varanger

Undersøkelsene i Sør-Varanger (Pasvik) ble foretatt for å studere dype elektrisk ledende strukturer i forbindelse med Petchenga grønnsteinsbelte. I dette grønnsteinsbelte, på russisk side, har det vært mulig å følge sulfidførende grafittlag mot sør dypere enn 5 km under Inari gneiskompleks. Denne type informasjon kan bidra til å klarlegge de mye omdiskuterte tektoniske forhold i Sør-Varanger. Det har f.eks. vært foreslått forskjellige skyvsoner i området (Berthelsen & Marker 1986). Punktene 1-4 ligger i antatt forlengelse av dypstrukturer kartlagt på Kolahalvøya, mens punktene 5, 6, 10 og 11 ligger klart utenfor. Elektrisk

profilering ble foretatt for å unngå at EM-sonderingene ble foretatt på eller like ved dagnære elektriske ledere som kunne forstyrre EM-sonderingene.

3.2. Tana

Undersøkelsene i Tana hadde to formål. For det første var det av interesse å se om målingene kunne foretas så langt fra senderen på Kolahalvøya. Dernest var det av interesse å se om strukturer kartlagt på finsk side fortsatte inn i Norge. Det er kjent at soner med ekstremt lav motstand (0.1-1 ohmm) forekommer under Levajok granulittbelte (Korja et al. 1989). Hvilken bergart eller mineralisering dette representerer er usikkert. En mulighet er hydrert havbunnskorpe dannet under Sveco-karelsk subduksjon og kontinent-kontinent kollisjon (Olesen 1987). En alternativ forklaring er sulfid- og grafittførende gneiser og skifre (Zhamaletdinov 1983). Denne type elektriske ledere er kjent fra andre prekambrisk sutursoner f.eks. i Nord-Amerika (Handa & Camfield 1984, Gupta et al. 1985, Green et al. 1985). Målepunkt 8 ligger i antatt forlengelse av den godt ledende strukturen, mens punktene 7 og 9 ligger klart på hver side.

Elektrisk profilering ved målepunkt 7 (profil 2) ble foretatt for å avdekke eventuelle dagnære ledende strukturer. En hadde her som nevnt store problemer med å få strøm i bakken (fiksert strømstyrke 10 mA), og profilet måtte derfor legges langs elva med elektroder i vannet. Profil 3 ble målt for å vurdere effekten av svake kismineraliseringer i vegskjæring.

4. VIDERE SAMARBEID

Under oppholdet i Finnmark ble det diskutert et videre samarbeid mellom geofysikkgruppen ved NGU og "Goelectric Laboratory Geological Institute of the Kola Science Center".

Denne oppfølgingen består i 6 punkter.

1. September -89. NGU ber formelt om å få tilsendt resultatene og programvare på IBM kompatibel PD for tolkning. Dette er i hovedsak en del av kompetanseoppbyggingen ved NGU. En kan da i langt sterkere grad sette seg inn i metodikken, og stå bedre rustet til å vurdere de data som kommer ut.
2. Oktober -89. En foreløpig rapport fra undersøkelsene sendes NGU sammen med programvare.
3. Januar -90. Tre personer fra Apatity besøker NGU.
 - Tokarev, geofysiker
 - Asuning, programmerer
 - Galitchanina, petrofysiker

De russiske geofysikerne viste stor interesse for NGUs petrofysiske lab, produksjonssystem for IP-målinger, kabelsystemer for elektriske sonderinger og datautstyr generelt.

4. Våren -90. Gjensitt til Apatity for to geofysikere fra NGU, H.P. Moxnes og J.S. Rønning. Hovedtema for dette besøket vil være
 - diskusjon av data fra undersøkelsene i sommer
 - tolkningsprogrammer for ulike geofysiske metoder
 - videreutvikling av NGUs kabelsystem for elektriske sonderinger
5. Sommeren -90. Oppfølgende undersøkelser i felt. Aktuelle problemstillinger er
 - videre oppfølging av Petchenga strukturen

- følge granulittbeltet under Kaledonidene
- studie av Mohtozersky og Miron-Sværholt forkastningssoner

Dette punktet avhenger imidlertid av en videre ekstern finansiering.

6. NGU foretar demonstrasjon/testmåling med grunn refleksjonsseismikk og georadar på russisk side i løpet av samarbeidsperioden. Dette punktet avhenger delvis av anskaffelse av georadar ved NGU.

Trondheim, 4. oktober 1989

NGU/NTH

O.B. Lile



O. Olesen



H.P. Moxnes



J.S. Rønning

5. REFERANSER

- Berthelsen, A. & Marker, M. 1986a: Tectonics of the Kola collision suture and adjacent Archaean and Early Proterozoic terrains in the northeastern region of the Baltic Shield. In: D.A. Galson and St. Mueller (Editors), *The European Geotraverse, Part 1. Tectonophysics*, 126: 31-55.
- Green, A.G., Ilajnal, Z. & Weber, W. 1985: An evolutionary model of the Churchill province and western margin of the Superior province in Canada and the north-central United States. *Tectonophysics* 116, 281-322.
- Gupta, J.C., Kurtz, R.D., Camfield, P.A. & Niblett, E.R. 1983: A geomagnetic induction anomaly from IMS data near Hudson Bay, and its relation to crustal electrical conductivity in central North America. *Geophys. J.R. astr. Soc.* 81, 33-46.
- Handa, S. & Camfield, P.A. 1984: Crustal electrical conductivity in north-central Saskatchewan: the North American Central Plains anomaly and its relation to a Proterozoic plate margin. *Can. J. Earth Sci.* 21, 533-543.
- Heikka, I. et al. 1984: Preliminary results of MHD test registrations in northern Finland, *Journal of Geophysics* 55 (s. 199-202).
- Korja, T., Hjelt, S.-E., Kaikkonen, P., Koivukoski, K., Rasmussen, T.M. & Roberts, R.G. 1989: The geoelectric model of the POLAR Profile, Northern Finland. In: R. Freeman, M. von Knorring, H. Korhonen, C. Lund & St. Mueller (Editors), *The European Geotraverse, Part 5: The POLAR Profile. Tectonophysics*, 162: 113-133.
- Krill, A.G. 1987: VIDDASOAI'VI 2134 I, foreløpig berggrunnsgeologisk, M 1:50.000, NGU.
- Lieungh, B. 1988a: Waggatem 2333 I. Foreløpig berggrunnsgeologisk kart M 1:50.000 NGU.
- Lieungh, B. 1988b: Skogfoss 2433 III. Foreløpig berggrunnsgeologisk kart M 1:50.000 NGU.
- Olesen, O. 1987: The contribution of geophysical investigations to the geological understanding of Hudsonian and Svecokarelian

- plate subduction and continent-continent collision. NGU Rapport 87.131, 19 s.
- Rønning, J.S. 1989: Geofysiske metoder ved undersøkelse av byggeråstoffer (under utarbeidelse).
- Skålvoll, H. 1972: Karasjok, berggrunnsgeologisk kart M 1:250.000 NGU.
- Vanyan, L.L. et al.: Interpretation of deep DC soundings in the Baltic Shield. Physics of the Earth and Planetary Interiors 54 (s. 149-155).
- Zhamaletdinov, A.A. 1983: Model of electrical section of shields and ancient platforms. pp. 98-106 in The development of the deep geoelectric model of the Baltic Shield, Part 2. Proceedings of the 1st project symposium, Oulu, 15.-18.11.1983 (Hjelt, S.E., ed.). Department of Geophysics, University of Oulu, Report No. 8.
- Zhamaletdinov, A.A. 1989: Personlige meddelelser.

Strøm gjennom jernteppet

■ ■ Det går en strøm gjennom jernteppet, fra Kola til Sør-Varanger. Ikke en strøm av flyktninger, som fra Øst-Tyskland. Nei, her nord er det vanlig elektromagnetisk strøm det dreier seg om. Et kraftverk på Kola sender sterke elektriske pulser gjennom jorda og inn i Sør-Varanger. På Svanvik camping tar to sovjetiske geofysikere i mot strømmen og måler den.

SVA

Stein Snøve

Disse målingen er unike i verdensmålestokk, sier lederen for det geo-elektriske laboratorium i Apatitt, dr. Abulkhay Zhamaletdinov. Sammen med sin kollega Alexander Torcarev har han den siste uken holdt til på Svanvik Camping i Pasvik. Mange er de som har observert sovjeternes grønne bil der oppe, men Zhamaletdinov kan berolige dem alle - det er ikke KGB!

EN STRØMBIL

Det dreier seg nemlig om strøm-målinger. På Kolhalvøya sender en 40 megawatts generator strøm ned i jorda. Dette er en enormt kraftig strømpuls, og den går dypt ned i jorda og inn i Norge. På Svanvik tar sovjeterne opp denne strømmen og måler den.

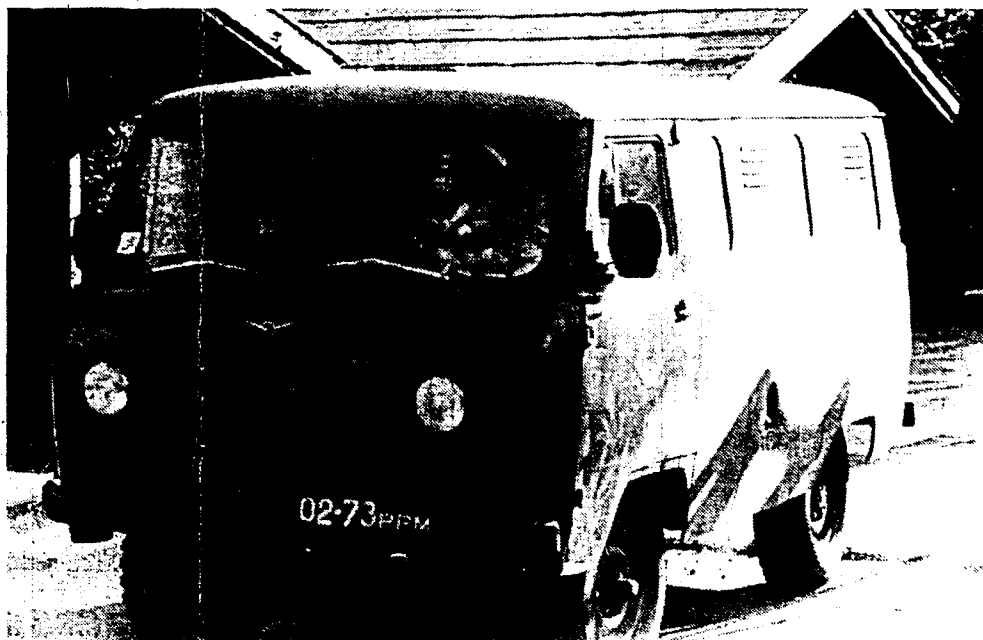
Bilen er full av avansert utstyr for denne type måling. Målinge-

ne gjør forskerne i stand til å si noe om oppbyggingen av jordskorpa i hele området. Man får et bilde av berggrunnen helt nede til de aller dypeste lag. Sammen med de to sovjeterne er også representanter for Norges Geologiske Undersøkelser og Norges Tekniske Høyskole.

UNIKE MÅLINGER

Bilen krysset grensa for en uke siden, og den er en av de svært få sovjetiske biler som har fått lov til å kjøre inn i Norge fra Kola i løpet av de siste ti-årene, og den eneste med et ikke-kommersielt formål.

Utstyret de to har med seg er svært avansert. Sovjet har satsset mye på geofysiske målinger, og dette er utstyr vi ikke har her i Norge, sier seniorgeolog i NGU, Hans Petter Moxnes. Han sier besøket er historisk, det er første gang sovjetiske geofysikere er i Norge, og første gang Norge og Sovjet samarbeider på dette feltet.

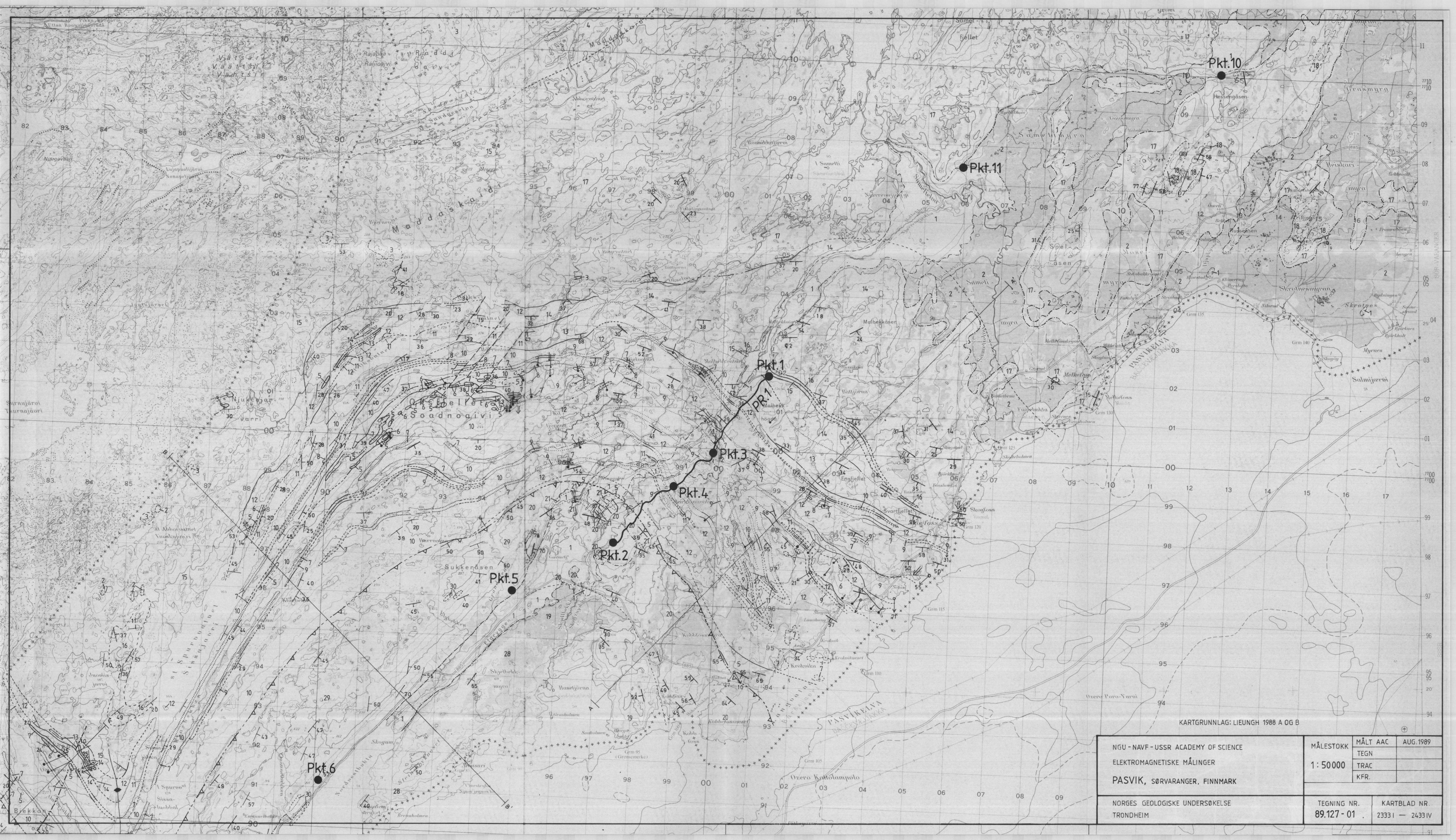


••• Bilen som har forundret folk i Pasvik: Full av elektronikk, men brukt til strømmåling - ikke spionasje.

Måleresultatene vil ha interesse for geofysikere over hele verden. Jordskorpa over nordkattollen tilhører det såkalte ur-skjoldet, og inneholder noen av de eldste bergarter i verden. Målingene kan derfor si mye om jordas eldste historie.

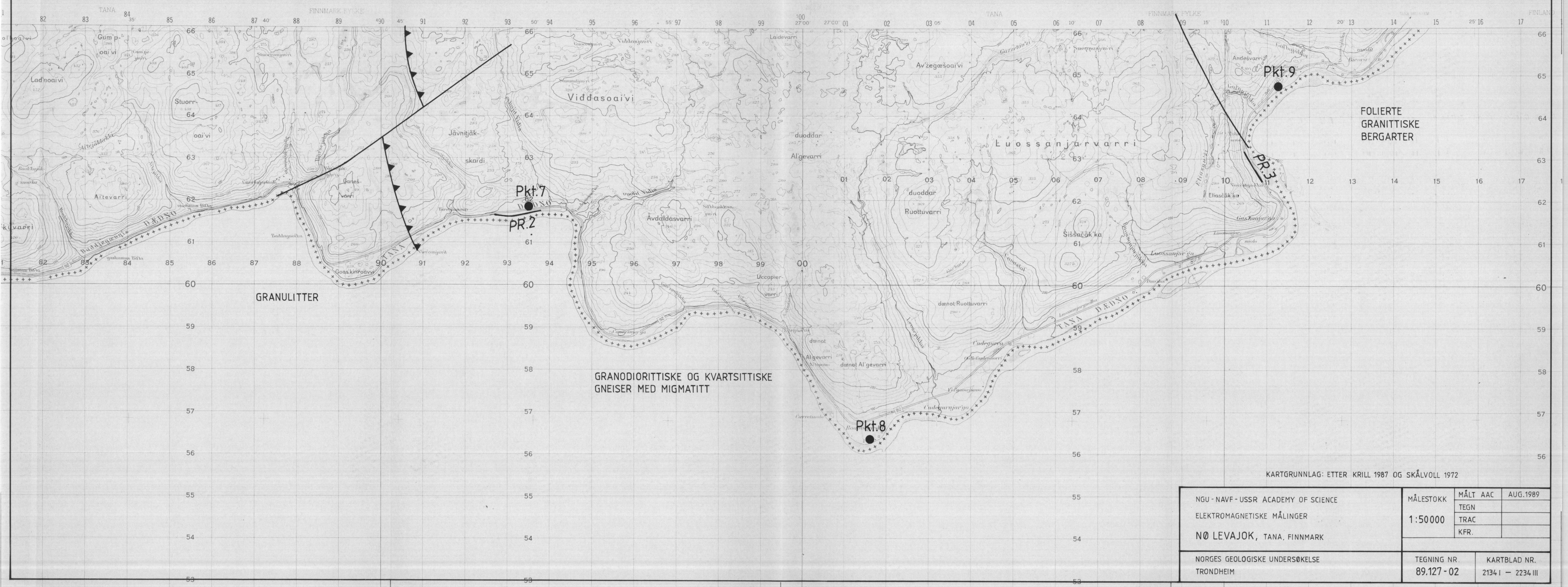
VIKTIG SAMARBEID

Men samarbeidet i seg selv, er vel så viktig som de konkrete resultatene. Bergartene kjenner ingen grenser, og skiller ikke mellom politiske systemer, sier Abulkhay Zhamaletdinov. Derfor må også forskerne krysse grensene for å undersøke dem. Det i seg selv har en verdi. Dessuten gir samarbeidet muligheten til å utveksle erfaringer, og dele kunnskap.



KARTGRUNNLAG: LIEUNGH 1988 A OG B

NGU - NAVF - USSR ACADEMY OF SCIENCE ELEKTROMAGNETISKE MÅLINGER PASVIK, SØRVARANGER, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT AAC	AUG. 1989
	1: 50000	TEGN	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	89.127 - 01	23331 - 2433IV	



KARTGRUNNLAG: ETTER KRILL 1987 OG SKÅLVOLL 1972

NGU - NAVF - USSR ACADEMY OF SCIENCE ELEKTROMAGNETISKE MÅLINGER NØ LEVAJOK, TANA, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT AAC	AUG.1989
	1:50000	TEGN	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	89.127-02	2134 I - 2234 III	