

URANPROSPEKTERING I NORGE

Oppdrag nr. 1389/11

Notater fra nr. 1 til nr. 8
fra oppstarting av uranprosjektet

1975

NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 1.

Besøk ved SGU-Urangruppen

20. - 22. 11. 1974

Besøk i Hotagen-feltet ved SGU's snøscooter-
målinger 10. - 11. 2. 1975

Trondheim 15. 3. 75

Ingvar Lindahl
statsgeolog

I N N L E D N I N G

Dette notat er satt opp for å samle informasjonen fra besøket ved SGU, og for samtidig å gi intern informasjon i urangruppen og uranprosjektet ved NGU. Det er lagt lite arbeid i redigeringen og bare forsøkt å få med endel av den viktigste informasjonen. Informasjonen som ble mottatt ved besøket hos feltgruppen i Hotagenområdet, hvor også Hysingjord og Thorkildsen deltok, er innarbeidet i avsnitt om snøscootermålinger.

G E N E R E L T

Prospekteringen etter uran i Sverige ble til og med 1967 drevet av AB Atomenergi. Beslutningen om å overføre prospekteringen til SGU ble tatt i 1967, og budsjettet for uranundersøkelser i 1968 ved SGU var ca. 1/2 mill. S.kr. Etter dette har budsjettet øket jevnt til over 10 mill. S.kr. for 1974. For 1975 er budsjettet på 12,5 mill. S. kr.

Det er ansatt et titalls akademikere i gruppen, som også inkluderer geofysiker og geokjemiker. For tiden er det ansatt åtte geologer i urangruppen. Totalt er det heltidsansatt ca. 25 personer. En stor tilleggsgruppe med geologer og geologiske assistenter arbeider i sommerhalvåret for uran-gruppen. Tjenester "kjøpes" også fra SGU, som f. eks. analysering av prøver, diamantboringer osv.

Den geologiske bemanningen i urangruppen er for tiden (nov. 74):

Bo Lundberg	leder
Pawel Adamek	generell prospektering og ansvar for undersøkelsene i Arvidsjaur og Arjeplog.
Gustav Åkerblom	flymåling, geokjemi og bilmåling
Mike Wilson	aldersbestemmelse, ansvar for undersøkelsene i Storsjönkapell området og i Kaledon.
Bo Gustavson	
Lennart Falk	spesielle prosjekter i Urberget
Kjell Damberg	ansvar for snøscootermåling og arbeider også delvis med bilmålinger
Hugo Minell	kvartærgeologi

Fra 1975 går Lundberg over i en annen funksjon ved SGU og Adamek blir den nye lederen for urangruppen.

Prospekteringsgruppen er underlagt SGU, men har relativt fri stilling og er en sterkt

sammensveiset gruppe. Kontorene ligger i en gammel villa (Torphagen) hvor samtlige i gruppen er plassert.

Oppstartingen av prosjektet ble gjort med undersøkelse av alt tilgjengelig gammelt materiale, f. eks. radiometrisk måling av alle bergartsprøver som fantes ved SGU og ved andre institusjoner. Erfaring fra dette var at prøver fra kjente mineraliseringer enkelte ganger ga anomale urangehalter, mens prøver fra utbygging av vannkraftverk etc. ikke viste noen anomalier. Det ble også forsøkt å gjøre radiometriske målinger på gamle geokjemiske bekkersedimentprøver, men dette ga et negativt resultat. Radioaktive mineraler som monasitt og zirkon kan en finne fram til, men uran-mengden kan ikke bestemmes i slike bekkersedimentsprøver med radiometriske målinger.

FLYMÅLINGER

Det gjøres en god del flyradiometriske målinger, delvis i områder som blir utvalgt av urangruppen, men hittil i størst utstrekning i områder som blir målt magnetisk, delvis da som oppdrag. Utvelgelsen av områder som skal måles radiometrisk, gjøres ut fra geologiske kriterier. En felles flymåling hvor flere målemetoder brukes, blir selvsagt det billigste. Standard måleutstyr i flyet ved målinger har vært magnetometer (proton), radiometrisk utstyr og VLF-utstyr.

Flyinnstrumentet er utviklet av SGU/Studsvik. Utviklingskostnadene og instrumentkostnadene ligger på ca. 2,4 mill. S.kr. Det blir brukt kun fly til målingene. Hastigheten er 250 km/time, flyhøyden er 30 m og profilavstanden er 200 m. Innstrumentet har en krystall på 10x5" og registrerer 16 kanaler. Måleresultatene overføres til tape som kan gå rett inn i et datamaskinanlegg. I tillegg har man en lett skriver-enhet, som skriver ut visse bånd av spekteret, de tre kanalene U, Th, K og totalstrålingen. På samme papirutskriften tas også med magnetiske målinger og VLF. Fra denne utskriften er det at interessante anomalier plukkes ut manuelt ved å se på rullene.

Flyhøyden holdes relativt konstant ved flyvningene og det korrigeres ikke for variasjoner i denne, da det bare er en av mange korreksjonsfaktorer som en ved nøyaktig måling måtte ha tatt hensyn til om en skal ha fram et sofistikert nøyaktig resultat. Det som kommer fram med den radiometriske målingen er hovedsakelig anomalier som skyldes mineraliserte blokker, og kun i liten grad fra mineraliseringer i berggrunnen. Blotningsgraden er meget liten og utgjør gjerne mindre enn 2%. Målingen skjer mens flyet beveger seg en strekning på ca. 35 meter, så kommer en dødtid på ca. 5 meter før ny registrering begynner. Prisen på radiometriske flymålinger er ca. 30 S.kr./profilkm, hvorav 15 S.kr. er utgifter til flyet. Ved kombinerte målinger, radiometrisk, magnetisk og VLF er en andel på 13 S.kr. pr. profilkm beregnet å

falle på radiometriske målinger. I prisene som er oppgitt, er også kartframstillingen og bearbeidelsen av måledataene inkludert. Terratest har priser for radiometriske målinger på 50-80 S.kr./profilkm for fly og 100-150 S kr/profilkm for helikopter.

Tidligere ble det ved SGU framstilt kart i M 1: 50 000 basert på flymålingene, men dette er de gått bort fra da det er svært få brukere for dem. Urangruppen bruker dem f. eks. ikke til prospekteringen. Kartene gir langt oftest bare uttrykk for radioaktivitet i morenen og i liten utstrekning i berggrunnen, fordi morenedyp større enn 1/2 m skjærmer all strålingen fra berggrunnen. De radiometriske flymålinger er derfor oftest en blokkletingsmetode. Det gjøres p.t. forsøk på framstilling av radiometriske kart på en ny måte hvor kun flylinjene er inntegnet og måleverdiene for U, Th og K er avmerket som strek vinkelrett på disse i forskjellige farger. Det ble i første forsøk tatt med K i tillegg til U og Th, men dette blir kuttet ut i den andre utgaven. Verdiene som merkes av er anomalier over en median beregnet bakgrunnsstråling (EDB), og hele kartet er framstilt med EDB. Dette kartet har gitt økt antall anomalier i forhold til det manuelle antall utplukkede anomalier og tilleggsanomalierne har vist seg å være reelle.

Navigeringen ved flymålingene skjer med kompass og gjenkjenning av punkter i terrenget som også merkes på skriveren (som ved helikoptermålinger ved NGU). Det flys med åtte profiler i samme retning og så åtte profiler i motsatt retning. Navigeringen skjer på orthofotounderlag i M 1: 10 000 med koter påtegnet.

Det blir funnet i gjennomsnitt 2 anomalierpr. år som betegnes som interessante med flymålingene, dvs. områder som undersøkes videre etter den første befaringen (se senere).

GEOKJEMI

Sammen med flymålinger brukes geokjemi som en regional prospekteringsmetode for uran. Som første skritt gjøres det delvis en prøvetaking fra bil der hvor bekker krysser veien.

Det er gjort forsøk med å bruke vanngeokjemi, noe som ikke har vært vellykket, og som en nå har gått bort ifra. Anomalierne i vannet er ofte intakt bare et par hundre meter fra kilden. Som en viktig kilde til forstyrrelse for uranprospektering i vann og bekkersedimenter er kunstgjødsel med fosfater hvor uran inngår i stor nok mengde til å gi anomali.

Når det gjelder geokjemi, så har svenskene gått bort fra prøvetaking av selve bekkersedimentet. Det er torven i bekkedanten under vannspeilet som prøvetas.

Det prøvetas også i torv i myrkanter. Denne form for prøvetaking blir nå gjort rutinemessig ved geokjemisk prospektering etter samtlige elementer ved SGU. Prøvene inneholder organisk materiale i større eller mindre mengder som må bestemmes. Også mengde hydroksydbundet Fe bestemmes, og disse to viktige faktorene korrigeres analyseresultatene for ved en regresjonskurve. Dette er også meget viktig for uran. Samme nevnte prøvetakingsmetode har også Outokumpu og Boliden gått over til. Kostnaden med prøvebehandlinger og dermed den totale analysekostnaden blir noe høyere ved denne typen prøvetaking, ca. 35 S.kr. mot 20 S.kr. for bekkersediment. Analysene gjøres med røntgen fluorescens og på optisk spektrometer i torvprøvene.

Det er forsøkt å gjøre faktoranalyse på de 22 elementene som det analyseres på som rutine ved bekkeprøvetakingen for å finne fram til eventuelle elementer som er positivt korrelert med uran. Det ble funnet at det er en positiv korrelasjon mellom uran og yttrium, som skyldes at de har samme geokjemiske egenskaper i bekken mens de ikke opptrer sammen i fast fjell. Elementer som erfaringsmessig kan gi sammenfallende anomalier med uran er Mo, Pb, og Cu.

Det er erfart at geokjemi i regional skala er et godkjent prospekteringshjelpemiddel i Sverige, og flere mineraliseringer er funnet på denne måten. Det er funnet at det opptrer kald grunnvannskilder som fører uran i betydelig mengde. Dette blir tolket som vann fra sprekker i fjellgrunnen eller morenen som har stått lenge og fått tid til å løse opp uranet i bergarten. Det er også erfaringen at et lavt finfordelt innhold (40 ppm) av uran i en granitt kan gi stor anomali mens en mer begrenset rik gangforekomst kan gi en mindre anomali.

Geokjemisk jordprøvetaking gjøres ikke i Sverige, og det er heller ikke gjort geobotanisk prøvetaking.

Radiometriske målinger på gamle bekkersedimentprøver er funnet lite verdifullt. R. Saarikola i Outokumpu har gjort analyser på bekkersedimentprøver og fått anomalier fra mineraliseringer. Reanalyser av samme typen prøvemateriale på uran skal gjøres ved SGU.

BILMÅLINGER

Utstyret har tidligere vært montert i en VW-buss, men er nå montert i en ny Range Rover. Bilen kjører kontinuerlig hele året, kun med stopp i jule-nyttårshelgen. Bemanningen er en sjåfør og en annen persom som følger med på måleappaturen. Den ene av disse har en bakgrunn i geologi prospektering og erfaring med radiometriske målinger slik at anomaliene kan gis en første vurdering med det samme, og den

andre er en instrumenttekniker. Ved en anomali stoppes det, og det blir sjekket (max $\frac{1}{2}$ time) hva som er årsaken til denne, om det er mineraliserte blokk(er) eller eventuelt mineralisering i blotning. Det tas gjerne en prøve som analyseres og det blir senere vurdert om objektet skal undersøkes videre. Det stoppes alltid ved et utslag på mer enn 200 μR , men utslagene vurderes hele tiden i samsvar med geologien av den geologerfarne deltakeren i gruppen. Kjørehastighet er 40 km/time event. 20 km/t på dårlig vei. Alle farbare veier kjøres. Instrumentet i bilen er et totalstråleinstrument med 2 stk. 5 x 5" krystaller. Detektoren står plassert ute i høyre side av kjøretøyet mot veikanten, og det kjøres begge veier langs samme vei slik at en får målt begge grøftekantene. Rekkevidden ut mot sidene fra veien regnes til omkring 5 km. En stor del av utslagene som finnes skyldes mineraliserte blokker og også denne metoden kan under svenske forhold nesten regnes som en blokkletingsmetode.

Måleutstyret som svenskene bruker har kostet ca. 105 000 Skr. og er utviklet ved SGU. Det vurderes som svært viktig å holde konstant temperatur på krystallene, og det holdes derfor konstant 30 °C i kupeen i bilen, og et varmelement i den høyisolerte "termoskanne" som krystallene sitter i, sørger for at temperaturen holdes konstant. En liten generator (på biltaket) som drives av en forbrenningsmotor (Honda E 300, pris S kr. 1300) sørger for strøm til temperaturstabiliserings-enhetene, skriver osv.

Effekten ved målingene er 100 km vei undersøkt pr. dag (tur/retur) medregnet den nevnte første undersøkelse av anomaliene. Utgiften for VW-bussen er ved denne kjøring 0.70 Skr/km og dersom alle kostnader med 2 mann i bilen tas inn, blir prisen ca. 6 Skr/km undersøkt vei.

Når bilmålinger omtales, må det nevnes at enhver fra urangruppen, når han kjører langs veier (og beveger seg ute i terrenget), har et protabelt instrument påslått med squealer slik at et utslag kan høres ved forflytningen. Det sørges for å få dekket såpass mange veier ved slik transport av seg selv, og det kjøres da forskjellige veier hver gang det kjøres til et bestemt sted.

Det framstilles ingen radiometriske karter fra bilmålingene. Dataene brukes kun som grunnlag i den videre prospekteringen. Metoden anses som meget nyttig, og flere interessante mineraliseringer er funnet med denne metoden. I Norge må dette være en meget nyttig metode, spesielt i de deler av landet som er sterkt kupert, og hvor andre metoder er vanskelig å bruke.

SNØSCOOTERMÅLINGER

Disse målingen kan bare gjøres en begrenset tid på året, maksimalt 5 mnd. SGU har bygd om 5 snøscootere for radiometriske målinger som alle er i drift på vinteren. Metoden er først og fremst en oppfølgingsmetode for flyanomali, og andre anomalier i områder som ligger et stykke borte fra vei. Når det gjelder utstyret som er påbygd scooteren er aggregatet av typen Honda som på bilen, og det driver skriver og elektronikk. Skriveren sitter foran på panseret og elektronikken under setet. I tillegg til skriveren er det en lampe som lyser ved utslag, og også en squealer. En varmelampe inne i skriveren, som er isoporisolert, holder temperaturen over 0°C slik at blekket i den virker.

Det kjøres mest mulig vinkelrett bergartsstrukturen ved stor blotningsgrad og vinkelrett isretningen ved stor grad av overdekning for om mulig å finne blokkvifter. Det kjøres etter kompass med 20-30 m profilavstand. Hastigheten ved målingene ligger på 10-20 km/timen. Profilene merkes av på kart/flyfoto. Et godt topografisk kart er ofte bedre enn flyfoto på vinterføre.

Anomaliene markeres med staker og merkes så godt som mulig for nærmere undersøkelser på sommeren. For merking brukes som nevnt staker og eventuelt maling på trær eller større blokk, men som oftest graver (sprenger) en seg ned til overflaten gjennom snøen for å undersøke / prøveta anomalikilden. Krystallen i instrumentet som brukes er 3 x 3". Det brukes ingen temperaturkorresjon ved målingen, men krystallen er godt isolert mot bråe temperaturforandringer og beskyttet mot vibrasjoner. Måleenheten tas aldri inn i hus i løpet av vinteren, slik at temperaturen på krystallen skifter så hurtig at den kan sprekke. Før målingene starter og avsluttes/ nedkjøles - oppvarmes krystallen meget langsomt ved behandling i fryseboks over omkring 1 mnds. tid.

Effekten for snøscootermålingene er ca. 24 profilkm pr. dag i gjennomsnitt. Utgiftene er alt inkludert pr. målt km S kr 18.50, eller S kr 925,- pr. målt km² med 20 meters profilavstand.

Andre data er:

- Snøscooteren er en svensk Åckelbo med dobbeltbelte.
- Driftstid pr. mnd. er i gjennomsnitt 150 timer.
- Rep. + driftsutgifter på snøscooter utgjør ca. S kr 20,- pr. driftstime
- Fotomultiplikatoren er en RCA-970 V.
- Skriveren er en Packard 68 M.
- Generatoren er en Honda E 300 med forbrenningsmotor.
- Ombygningsinstrumenter og montering av instrumenter på snøscooter koster

ca. S kr. 25 000, - er fordelt på:

Krystall	S kr. 6 000, -
Generator	" 1 300, -
Skriver	" 6 000, -
Arbeid + div.	" 10 000, -

Det produseres heller ikke fra disse målingene radiometriske karter, det er et rent prospekteringshjelpemiddel.

I fjellterreng er det greit å holde kurs og profillinjer, mens det er noe vanskeligere i skogterreng. En mann betjener hver scooter med måleutstyr, men to scootere opererer alltid i samme område p.g.a. sikkerhetshensyn. Om en av de to snøscooterene får teknisk feil vil gruppen ikke være operativ. Det praktiseres derfor at alle scootere måler samtidig i samme området, og en kan dermed kjøre samtlige enheter som ikke er til reparasjon eller service.

Etter at en anomali er registrert med snøscooter, brukes håndinstrument "Yellow box" for nøyaktig lokalisering av anomalien, som da kan graves fram / avmerkes.

Det er vanligvis en geolog som daglig leder i snøscootergruppen og de som kjører scootere i tillegg til han er blokkledere. De er helårsansatt i urangruppen og driver leting etter radioaktive blokker på sommeren. Blokkleterne kjører alltid en bestemt scooter og har ansvaret for vedlikehold av den.

Erfaringene fra scootermålingene er at snøen skjermer strålingen kun i liten grad. Dette er imidlertid avhengig av snøens konsistens. Løs snø skjermer langt mindre enn tett grovkornet og eventuelt våt snø. Ved besøket ble det vist anomalsteder hvor det var gravd ca. 3 meter i snø uten å komme ned til anomalikilder. En uran sprekkeminalisering i fast fjell var blitt funnet under $\frac{1}{2}$ meter snø og ca. 30 cm våt mose og myr.

FOTMÅLINGER.

Målingene er ofte usystematiske og brukes av blokkleterne som kort og godt går rundt og kartlegger blokker radiometrisk. De går da på de mest fornuftige plassene ut fra sin erfaring. Det er også forsøkt med mer systematiske målinger i stikningsnett, men en er mer og mer gått bort fra dette, fordi det blir relativt dyrt, og dessuten finner en langt flere mineraliserte blokker ved å gå fritt.

Metoden anvendes for blokkviftekartlegging i områder hvor det er funnet en eller

flere blokker ved bilmåling eller snøscootermåling, og metoden brukes også til oppfølging av flyanomali. Ved en flyanomali og oppfølgingen av denne, måles det gjerne et 200 x 200 m område i detalj med usystematiske fotmålinger. Anomaliene i blotninger eller i form av mineraliserte blokk i det undersøkte område merkes på kart og brukes videre i prospekteringen.

Apparatene som brukes ved formålinger er totalstråleinstrument av type "Yellow box" eller SRAT som ved SGU i Sverige fåes til omtrent samme pris, ca. S kr. 6000,-. Erfaringer med flerkanalinstrumenter som ligger i samme vektklasse er dårlig. Det trengs omfattende justeringer og korrigeringer ved temperaturvariasjoner 0.1%, og effektiv måletid blir derfor liten. En må ha referanseblotninger for denne instrumentkorrigeringen hvor gehaltene av U, Th, K og totalstråling er kjent.

SGU / urangruppen har tilsammen ca. 100 instrumenter for måling av total gammastråling som er av type "Yellow box" eller SRAT. Ca. 40 av dem kan lånes ut til enkeltpersoner som vil prøve uranleting. Hvert funn blir rapportert inn, og nye funn av interesse premieres under ett for mineralske råstoffer og malmer inkludert uran-thorium (15 000 S kr., 10 000 S kr., 5000 S kr.).

RADONMÅLINGER.

Det er vekslende erfaring med måling av denne typen. Det er forsøkt i vann og i jord. Metoden anvendes som et siste alternativ i en detaljundersøkelse dersom en ikke har andre utveier. Ved radonmåling i jordluft er det et par steder fått pene anomalier over utgående, men dette forutsetter porøs grus og sand hvor radon kan slippe gjennom. Det forekommer imidlertid ofte forstyrrelser med radioaktivt vann radioaktive blokk i morenen og varierende porøsitet i denne. Alt dette vil forstyrre en anomali fra berggrunnen som er det en er ute etter.

Målingene er omstendlige og tar lang tid, og er følgelig dyrere. De anvendes derfor i liten utstrekning.

OPPFØLGING AV ANOMALIER.

Utvalgte flyanomali, snøscooteranomali og bekkesedimentanomali følges opp med en befaring. Dette gjøres med en rask geologisk kartering av et lite område. Det blokkletes (radiometrisk) i et mindre område. (200 x 200 m ved flyanomali).

Befaringen av en anomali gjøres av en gruppe på to mann. Det kan undersøkes ca. 3 anomalier pr. dag av gruppen, og dette koster da erfaringsmessig ca. 500 S kr.

pr. undersøkt anomali. Ved befaringen gjøres det en beskrivelse av hver mineralisering etter et bestemt mønster. Observasjonene noteres i en bestemt rekkefølge, og de kan dermed punches inn på datakort for EDB-behandling. Dette systemet virker godt.

Urangruppen gjør også videregående undersøkelser av en anomali som f. eks. grøfting og skjerppearbeider. Det er i samarbeid med SGU og Atlas Copco bygd en spesialkonstruert bormaskin for boring gjennom morene og i tillegg et stykke ned i fjellgrunnen. Det er en hammerbormaskin som borer uten vann og borkakset kan undersøkes.

Urangruppen sørger også for diamantboringer for å undersøke nærmere verdien av den enkelte forekomst og utfører også malmmengdeberegninger. Urangruppen har utstyr for radiometriske målinger i borhull, og det gjøres en god del målinger av denne typen, også i gamle borhull.

FOREKOMSTER - UNDERSØKELSESONRÅDER

Ved besøket fikk en anledning til å plote alle kjente forekomster på det geologiske kart over Sverige. Fjellkjederanden fra nord t. o. m. Laisvall er undersøkt systematisk. Det er funnet flere forekomster av uran i eller nær kjente blymineraliseringer. Uranforekomstene ligger strategisk lavere enn blyforekomstene i basallagene. Uran forekommer i sandstein arkose og mudstone (sildstein). Området langs fjellkjederanden er følgelig temmelig interessant med hensyn til uranprospektering.

Områder med forekomster av interesse på svensk side er videre ved Ofotbanen mellom Kiruna og riksgrensen (ved Torneträsk). Mineraliseringen er her funnet i suprakrustalbergarter i grunnfjellet, Rombaksvinduet.

De mest omfattende undersøkelsene som er gjort av urangruppen ved SGU er utført i Arjeplog og Arvidsjaur-områdene som ligger i fortsettelsen av Skellefte-feltet mot NV inn mot den kaledonske front. Alderen på mineraliseringene som er knyttet til albittisering av bergartene og tektoniske linjementer er 17-1800 m. y. Mineraliseringene kan opprinnelig være knyttet til sure vulkanitter (kvartsporfyriske) som her har en bakgrunnsverdi på 50-100 ppm U.

Forekomst ved Hotagen nær norgesgrensen øst for Grong (i Grongkulminasjonen) som ble besøkt i februar, er også av meget stor interesse for oss, da denne er knyttet til diabasganger i granittiske bergarter. Diabasgangene kan følges rett inn mot norsk område. Mineraliseringen er meget interessant på svensk side og må sees nærmere på førstkommende sommer, på norsk område. Snøscootermålinger

på svensk side av grensen som er under utførelse har gitt flere interessante tilleggsopplysninger. Sør for Hotagen og øst for Sylane ligger Storsjø (kapell)-området hvor det også er undersøkelser i gang. Her er det med uran assosiert Cu i form av kopperkis, og dette har gitt en mulighet for fruktbare IP-målinger, og en IP-anomali er også funnet.

Utenom dette har svenskene noen spredte uran-mineraliseringer i grunnfjellet i Sør-Sverige. Den viktigste svenske uranreserven, også i verdensmålestokker, i alunskiferen, og det ble opplyst at den for tiden ligger på grensen av økonomisk lønnsomhet. Det ble opplyst at oppredningsproblemene for alunskiferen er løst.

Tidligere lå grensen for brytbar uranmalm på ca. 0,1% U med en pris på \$6 pr. pound. I dag ligger prisen på omkring \$20 pr. pound, og det vil si at en malm med stor tonnasje med ned mot 0,03% U kan være brytbar (dagbrudd). En malm med 2-3 meters mektighet, 0,1% Uran og med en rimelig reserve regnes i dag som økonomisk i Sverige.

KONKLUSJON

Urangruppens folk ved SGU ga under besøkene en åpen informasjon om uranprospekteringen som de driver. Dette gjelder for alle områder, fra erfaring med instrumenter, erfaring med prospekteringsfilosofi, opplegg og metodikk, til informasjon om forekomster som er funnet.

Det utføres i Sverige en god del radiometriske fly- og bakkemålinger. Fra de radiometriske flymålingene er det trykt noen få kartblad, men på grunn av meget få brukere er en gått helt bort fra å produsere radiometriske kotekart. Kartene gir oftest bare opplysninger om radioaktiviteten i morenen.

En viktig ting som NGU må vurdere på nytt, er den geokjemiske bekkesedimentprøven. Ved NGU prøvetas selve bekkesedimentet, mens det ved SGU tas kun torvprøver. For uran som adsorberes spesielt lett til organisk materiale, er det særlig gunstig å prøveta torven i bekkanten i stedet for selve bekkesedimentet.

Svenskene har erfaring fra driften av sin urangruppe og prospektering i sin type område. Enkelte norske områder som kan ligne de svenske med sin topografi og overdekningsgrad, er Finnmarksvidda. I slike områder kan metodikken i stor grad adopteres, mens i andre områder må vi tillemppe den i forhold til svenskene. De viktigste faktorene som vi må vurdere, er selvsagt topografi og grad av overdekning. Når det gjelder selve målemetodikken og undersøkelsesopplegget, så har svenskene utvilsomt en stor erfaring som vi kan få ennå mer informasjon om, enn

det som var mulig å absorbere under besøkene som er gjort.

Besøkene ved SGU-urangruppen har gitt ideer og understøtter tidligere ideer om aktuelle undersøkelsesområder i Norge. Tre områder kan her nevnes, Der er fjellkjederanden både i Syd- og Nord-Norge. Videre er det Rombaksvinduet hvor forekomster er kjent på svensk side, og hvor utbyggingen av Skjomenverkene har gjort store områder av grunnfjellsvinduet lett tilgjengelig langs anleggsveier og tunneler. Til sist, og ikke minst interessant, er Lierne-området i Grong-kulminasjonen hvor en uranmineralisering direkte kan følges fra Sverige og inn i Norge.

NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 2.

Rapport fra reise til Clausthal, Tyskland
på COM/GDMB-møte,

besøk hos Gewerkschaft Brunhilde, Uetze ved Hannover og
besøk hos Grønlands Geologiske Undersøgelse, København

31.3. - 9.4. 1975.

Trondheim, mai 1975.

I. Lindahl
statsgeolog

INNLEDNING

I forbindelse med at undertegnede var norsk representant på møtet i Commission on Ore Microscopy (COM) som ble avviklet i samarbeid med Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute (GDMB) i Clausthal, ble det avlagt et besøk hos Ing. W. Heger i Gewerkschaft Brunhilde (GB), Uetze ved Hannover og ved Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) i København.

På møtet i Clausthal ble det forsøkt å få kontakt med personer som er beskjeftiget med uranprospektering. Hensikten med besøket hos GB var å få informasjon om instrumentene som produseres der for radiometriske målinger. Hos GGU var hensikten å opprette kontakt med gruppen som driver uranleting på Grønland og høre hvilken metodikk de bruker, osv.

COM/GDMB MØTET I CLAUSTHAL

On. 2.4. ble brukt til en ekskursjon i Bad Grund, Harz, en Pb-Zn gruve med årsproduksjon på 400 000 t råmalm (1974). Gjennomsnittlig gehalt i råmalmen er 4 % Pb, 5 % Zn og 70 ppm Ag. Forekomsten er av gangtypen med flere parallelle ganger på opptil 30-40 m mektighet i gråvakker. Gruven står for omtrent halvdelen av Vest-Tysklands Pb og Ag produksjon.

To. 3.4., Fre. 4.4. og L. 5.4. pågikk møtet i Clausthal.

Av personer jeg kom i kontakt med vedrørende uranprospektering må nevnes Ruzicka ved Geological Survey of Canada (CGS). Når det gjelder instrumenter for fotmålinger ble det opplyst at det benyttes noe forskjellige typer av forskjellige personer, og at det altså ikke er noen standardisering. Ruzicka benytter et McPHAR-TV1 til feltbruk. Det er et spektrometer med threshold-innstilling, lett og lite og koster kun 1375 Can. \$ pr. mars 1975.

I dag er det 5 forekomster av uran som er i drift i Canada. Disse er:

Blind River typen ved Elliot Lake:	New Quirke Mine
	Dennison Mine
Athabasca området	: Beaverlodge
	Rabbit Lake
Bancroft området	: Bancroft Mine.

Av de nevnte forekomster er Blind River-typen av alder ca. 2 000 mill. år, og mineraliseringen sitter i kvartskonglomerat med noe svovelkis. Av forekomstene i Althabasca området er Beaverlodge av vein-typen og har en alder på 1.500-1.800 mill. år. Rabbit Lake er delvis en karst-forekomst.

Forekomstene i Bancroft-området er også av vein-typen, men har en alder på omkring 1 000 mill. år, som eventuelt kan være en alder på mobilisering av en eldre forekomst (1.600 mill. år).

Forekomstene i sandstein av typen Colorado platå er velkjente. Den seneste forekomsttypen som kan vise seg å være av stor betydning er "calcrete"-typen som relativt nylig er funnet i Australia. Det er uran som opptrer i et klastisk sediment som er cementert med kalsitt.

S.H.U. Bowie er president for COM. Under møtet ble det opprettet kontakt med Bowie som er sjef for Geochemical Division ved Institution of Geological Sciences i London (IGS). Han har samtidig stor erfaring med uranprospektering.

Ved IGS ble det drevet et femårig prosjekt for uranprospektering i England fra 1968-1973. Etter det var det stopp på pengene, og de siste to årene har IGS konsentrert seg om å utvikle instrumenter for uranprospektering, et totalstråleinstrument, et spektrometer og utstyr for radonmåling i vann og jordluft. Instrumentene vil bli omsatt i et begrenset antall i løpet av 1975. Det synes å være store muligheter for et nytt, større uranprosjekt ved IGS fra 1975 av.

Undertegnede ble invitert til å delta på en ekskursjon i England som arrangeres for Dr. R. Nininger fra den statlige Amerikanske Atomenergikommisjon (AEC). Ekskursjonen vil inkludere besøk på kjente uran-forekomster og anomalier i Cornwall og i Scotland. På ekskursjonen vil det bli mulig å se på prototyper av de nyutviklede instrumenter.

BESØK VED GEWERKSCHAFT BRUNHILDE (GB)

Besøket ble avlagt ma. 7.4. og varte fra morgenen til kl. 2200 påkvelden. Det ble gitt god mottakelse av Ing. W. Heger og en bred generell orientering og spesiell orientering om instrumentene til GB.

Det er hovedsakelig fire tyske selskaper som driver uranprospektering i Tyskland og også delvis globalt. De er:

1. Urangesellschaft med hovedkontor i Frankfurt, og som hovedsakelig driver undersøkelser utenfor Tyskland, først og fremst i Australia og Afrika.
2. Uran-Erz-Bergbau (UEBG) med hovedkontor i Bonn. Selskapet prospekterer i Tyskland, men mest utenfor landets grenser, og er medeier i Rabbit Lake-forekomsten i Canada, som er en av de fem urangruvene som er i drift der.
3. Interplan (Saarbergwerke) med hovedkontor i Saarbrücken. Selskapet driver internasjonalt, men har en forekomst i Tyskland som er under oppstarting. Det er Grube Kirchheimer Stollen nær Baden-Baden.
4. Gewerkschaft Brunhilde (GB) med hovedkontor for instrumenter og prospektering i Uetze ved Hannover. Selskapet har drevet en gruve som nå er nedlagt, Bühlhof, Ellweiler i Rheinland Pfalz. Oppredningsverket for denne er bygd i nærheten av Birkenfeld, og anlegget tenkes brukt ved utnyttelse av senere oppdagete forekomster. Oppredningsmetoden er utarbeidet av selskapet.

GB har en forekomst, Krunkelbach ved Menzenschwand i Baden-Württemberg. Denne vil trolig bli åpnet i nær framtid. Det er en meget rik forekomst med 1-3 % U_3O_8 .

GB hadde sine kontorer i meget landlige omgivelser, hvor Ing. W. Heger er sjef for den elektroniske avdelingen. Bygging av instrumenter skjer på dette stedet, samt all analysering av prøvene som kommer inn fra prospekteringen. Den geologiske bearbeidingen av dataene foregår også her.

Av instrumenter som produseres ved GB er følgende av interesse for Uran-prosjektet – NGU: (Det er i notat nr. 5 gitt en mer teknisk/anvendelsesvurdering av instrumentene).

Totalstråleinstrument

"Knirps" GB-H. 62 serie 700, er et 800 grams instrument med viserskive for avlesing på toppen. Det er fem måleområder med benevning impulser pr. min. Krystallen er 1 x 1". Instrumentet er meget lett i forhold til krystallstørrelsen.

"Knirps" GB-H. 75 serie 1500, er et instrument av samme typen som det foran nevnte, men med den forskjell at det har digitalutskrivning. Instrumentet er hermetisk lukket mot fukt, men krever relativt mye strøm til

digitalutskrivningen.

Felles for de to "Knirps"-instrumentene er at de kan lades opp med strøm fra nettet (220 V) eller fra batterier. Akkumulatoren som lades, er av Ni-Cd type. De kan likeledes utstyres med squeeler.

"Fackel" GB-H. serie 1300 er et stavformet noe tyngre (1.8 kg) instrument enn "Knirpsene", men har sin største anvendelse ved målinger i korte borhull i løsmasser hvor den bare kan stikkes ned i hullet. Samme sonden kan også brukes til borhullslogging av diamantborhull med tilkopling til skriver. Krystallstørrelsen er også her 1 x 1", men har i enkelte utgaver mindre diameter og større høyde (14 mm x 75 mm) for måling i hull med liten diameter. Fackel har hele 9 måleområder og 270⁰ måleskala.

GB-H.75 1300 G er et instrument som veier 3-4 kg, har en krystall på 75 x 35 mm. Det er meget lett utstyr til å ha en så stor krystall og er meget billig i anskaffelse. Det er brukt i Tyskland av GB til måling med helikopter og til måling fra sykkel. Det er mange muligheter for tilkobling av skriver og ytre squeeler i tillegg til den indre innebygde squeeleren. Instrumentet har Ni-Cd akkumulator som kan lades opp med 220 V nettstrøm eller batterier.

GB-H. 73 serie 1400 A er utstyr for måling av alpha-stråler og brukes til måling av radon i jordluft, vann og kan også brukes til måling av alpha-stråler på nedknust bergartsmateriale. Det kan dermed anvendes til analyse av innhold av radioaktive elementer i en prøve.

Apparaturen synes grei å betjene i felten og har relativt beskjeden vekt i forhold til samme type utstyr av annet merke.

Ing. W. Heger kom med noen gunstige tilbud ved kjøp av instrumenter fra GB. Det kan nevnes:

	<u>Listepris</u>	<u>Tilbud</u>
"Knirps" GB-H. 62 serie 700	2.888 DM	1.888 DM ^x
"Knirps" GB-H. 75 serie 1500	3.160 "	3.160 DM ^x
"Fackel" GB-H serie 1400 m/skriver + 100 m kabel + kobl.kompl.	?	7.600 DM
GB-H serie 1300 G (i tilbud også med bæreveske, stor squeeler og ladeutstyr)	6.500 DM	5.200 DM
GB-H.73 - serie 1400 A (spesialhammer inkl. i tilbudet)	ca. 7.000 DM	5.400 DM

^xDiverse tilleggsutstyr levert med.

Det ble kommet frem til en pris for leie av instrumenter etter følgende betingelser:

- 1) Leien betales etter instrumentpris (listepris) x antall måneder det leies dividert med 16.
- 2) Leieprisen trekkes fra instrumentprisen ved kjøp av instrumentet.
- 3) NGU/uranprosjektet betaler frakten og garanterer at instrumentet ikke blir slått i stykker eller mistet. Dersom dette skjer, betaler NGU/uranprosjektet instrumentprisen. Frakt for reparasjon av skadet instrument betales av NGU/uranprosjektet.
- 4) Dersom det opptrer instrumentfeil under leieperioden ved normalt instrumentbruk, betaler GB reparasjon og frakt tur/retur Hannover/Norge.

Det generelle inntrykk fra GB og Ing. Heger er at instrumentproduksjonen foregår under meget små forhold, men at Heger synes å være meget dyktig i sitt fag elektronikk, og hans instrumenter har en elegant og praktisk god utførelse. En bør derfor høste erfaring med de forskjellige instrumenter gjennom å leie dem for en kortere periode.

BESØK VED GGU, KØBENHAVN 9. juni 1975

Leder for urangruppen ved GGU er B. Leth-Nielsen, og i tillegg arbeider to geologer i gruppen. Det er A. Steenfelt og K. Secher. Urangruppen ved GGU har god kontakt med Atomenergikommisjonen på Risø, hvor det er en stor teknisk stab som tar seg av service på de forskjellige instrumenter og gjør samtidig tillempninger på instrumentene. De har også på Risø bygd spektrometer-utstyret som brukes ved flymålingene.

Instrumentene som brukes av urangruppen ved GGU er:

Håndinstrumenter, totalstråle:

"Yellow box" og Saphymo SRAT

Håndinstrumenter, spektrometer:

Disa 400 med en krystall som er større enn i standardutgaven.

Erfaringene med disse instrumentene er gode. Disa 400 instrumentet har virket meget godt.

Som nevnt er flymålingsinstrumentet som brukes konstruert ved Risø. Det flys med fixed wing utstyr, og i de topografisk ugunstige forhold som er på Grønland, flys det langs dalsidene langs høydekurvene.

Det brukes en god del geokjemi, hydrogeokjemi og bekkesedimentgeokjemi ved prospekteringen etter uran på Grønland. Alla analysene utføres med nøytronaktivering ved forsøksreaktoren på Risø.

På Grønland er det funnet en stor uranreserve i Ilimaussaq intrusjonen. (GGU rapp. nr. 60). For tiden er det meste av undersøkelsene konsentrert på Øst-Grønland i et sedimentbasseng hvor sure vulkanitter som ligger høyt i bakgrunnsstråling opptrer. Det er ellers også på østkysten av Grønland at uranundersøkelsene er konsentrert.

oo0oo

NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 3.

Rapport fra besøk ved SGU, Malå

14.4.1975.

Trondheim, den 16. juni 1975

Ingvar Lindahl
statsgeolog

INNLEDNING

Hensikten med besøket i Malå hvor SGU har sin instrument/verkstedavdeling samt borkjernelager, var å få et inntrykk av hvordan erfaringene med de forskjellige instrumenter for radiometriske målinger er hos dem som utfører servicen på dem. Det er også i Malå at bygging, ombygging og spesialtilpassing av enkelte instrumenter blir gjort. Meningen var å innhente tekniske opplysninger om instrumentene, mens de tidligere besøkene ved SGU har vært konsentrert om å besøke folkene på bruker-siden.

Deltakere på turen var H. Håbrekke, I. Lindahl og Chr. D. Thorkildsen.

BESØKET

Under besøket var vi i kontakt med Alfred Holm som er sjefen for instrumentgruppen. I tillegg møtte vi Olof Forslund og Kjell Johanson.

Når det gjelder instrumenter for flymåling og bilmåling, er disse bygget ved Studsvik og ved SGU. Krystallene i instrumentene er så store at det er meget viktig å holde en streng kontroll med temperaturen på disse. Det gjelder krystallen som brukes i flymålingene på $5 \times 10''$ og de to krystallene på $5 \times 5''$ som brukes ved bilmålingene. Krystallene som brukes til bilmålingene, er bare garantert å tåle en temperaturforandring på opptil 0.1° pr. time. Det er derfor meget viktig at en har en sikker og god temperaturkontroll for detektorene i disse instrumentene. De enkelte krystallene kjøpes separate.

SGU har også bygget sine instrumenter for radiometrisk måling i borhull og radiometrisk måling av borkjerner. Begge instrumentene måler totalstrålingen. I borhullssonden blir det brukt en $1 \times 1''$ stor krystall ("Yellow box"-type) og fotomultiplikatoren er i kontakt med skriveenheten med 7 ledninger omkring dragwiren.

Apparaturen for radiometrisk måling på borkjerner fikk vi anledning til å se på SGU's borkjernelager som også er i Malå. Det har også en krystall av $1 \times 1''$ størrelse, som ligger like over et transportbånd slik at kjernen kan kjøres under krystallen med forskjellig hastighet. Impulsene som krystallen mottar, blir registrert på en skriver. Det å måle borkjerner er en mer arbeidskrevende prosess enn å måle i borhullet i og med at kjernene må tas ut fra kassen, måles og så legges tilbake igjen, men det har absolutt sin

berettigelse for måling av kjerner fra hull hvor dette ikke lenger er tilgjengelig. Hele utstyret er på hjul slik at det med enkelhet kan flyttes.

Verkstedet i Malå har også service for samtlige radiometriske instrumenter til fotmålinger. Av totalstråleinstrumenter har SGU

104 stk. "Yellow box" og
56 stk. Saphymo SRAT

I tillegg har institusjonen ca. 150 instrumenter med GM-rør som brukes til utlån til menigmann som er interessert i folkemalmleting. Erfaringene med "Yellow box" og Saphymo SRAT er meget gode fra et service-messig synspunkt. En generell erfaring med NAI krystallene er at de etter bruk i endel år blir gradvis melkehvite og mister noe av sin "følsomhet".

En erfaringsregel som anvendes ved bruk av "Yellow box" og Saphymo SRAT er at utslaget på "Yellow boxen" i $\mu\text{R}/\text{time}$ tilsvarer samme antall ppm uran i bergarten. 5 counts pr. sek. på Saphymo SRAT'en tilsvarer 1 $\mu\text{R}/\text{time}$, altså en faktor på 5 mellom utslagene.

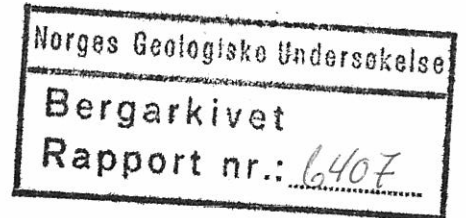
SGU har også 2 stk. Harwell 3086 spektrometre med 3 x 3" krystall. Det er kun to vinduer på instrumentet. I tillegg har de også et Scintrex GS-3 instrument hvor standard-krystallen er byttet ut med en 3 x 3" krystall. Instrumentet har slags servo-innstilling på energitopper på kurven.

SGU har også 4 enheter for måling av Radon. De er av typen Saphymo SRAT EPP 10. Det synes som om det nødvendige tilleggsutstyr ved bruk av dette i felt er mer omfattende enn f. eks. ved bruk av utstyret til Gewerkschaft Brunhilde.

Under besøket var det 4 bormaskiner i gang med boring på forskjellige uranobjekter. Totalt bores det ved SGU 36 km kjerne pr. år.

I tillegg fikk vi sett på en lett og liten bormaskin for isboring som må være meget anvendelig f. eks. ved prøvetaking av innsjøsedimenter fra snøscooter om vinteren.

ooOoo



NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 4

Rapport fra en reise i England, Skottland og
Orknøyene. 24. 4. - 3. 5. 1975.

NGU, januar 1976

I. Lindahl
Statsgeolog

INNLEDNING

Reisen til Storbritannia for å gjøre en ekskursjon i Cornwall, i Skottland og på Orknøyene ble gjort etter en invitasjon fra dr. S.H.U. Bowie, direktør for Geochemical division ved Institution of Geological Sciences (IGS) i London. Dr. R. Nininger som er Assistant Director for seksjonen for råmaterialer i ERDA (Energy Research and Development Administration, USA) var den andre deltakeren på turen.

Ekskursjonen besto av en tur til Cornwall i perioden 25-28. april hvor vi kjørte rundt i en IGS-bil. Som ledere på denne del av turen fungerte dr. Bowie og som sjåfør, guide i historie og med en stor global prospekterings erfaring fungerte Mr. C. Campbell. Han arbeider med uranprospektering ved Geochemical Division, IGS, London-kontoret. Utgangspunktet for turen var London.

På reisen til Skottland og Orknøyene tok vi fly til Glasgow hvor vi ble møtt av dr. U. McL. Michie. Sammen med dr. D. Ostle som vi møtte dagen etter i Inverness, guidet han oss i området fra 19.4 - 2.5. Dr. Ostle er en av fire gruppesjefer under dr. Bowie på Geochemical Division, IGS, og det er han som har hatt ansvaret for uranprospekteringen. Dr. Michie er en av geologene som har arbeidet med uranprospektering i Skottland og på Orknøyene. Vi kjørte rundt i en IGS-Landrover. Fra Thurso på nord-kysten av Skottland tok vi ferge til Stromness på Orknøyene. Fra Orknøyene dro vi med fly fra Kirkwall, via Wick og Inverness til London.

EKSKURSJON CORNWALL

To 25.4. London - Exeter.

(Ruten var lagt vestover fra London på M4 forbi Reading. Vi dro så til Newsbury, gjennom Hungerford-Marlborough-Upavon-Amesbury-Shrewton til Wincanton, gjennom Crewkerne og så ned til havnebyen Lyme Regis ved den engelske kanal. Derfra tok vi korteste veien til Exeter, hvor det var overnatting for fir. 1.)

I hovedsaken var turen en transport, og det ble ikke sett på noen forekomster. Det ble gitt generell orientering i historie og geologi i området vi dro gjennom.

Fre 26.4. Exeter-Newquay.

IGS har noen få filialer utenom London, og en av dem ligger i Exeter. Filialens oppgave er først og fremst å ta seg av oppgaver i dette området.

(Etter start fra Exeter gikk turen sør-vestover til Chudleigh, så nordover til Tedburn St. Mary, deretter vest og sørvestover over Dartmoor-granitten til Tavistock. Videre gikk turen til Liskeard i sørkanten av Bodmin Moor granitten, og videre via Bodmin til Newquay. Se fig. 1.)

Fra Chudleigh og nordover til Dunsford kjørte vi opp Teign Valley hvor det er flere Pb-Zn gangforekomster i metasedimenter. De ligger på østsiden av Dartmoor-granitten. Forekomstene har sølvrik blyglans, sinkblende og tungspat som gangmineral, og er genetisk knyttet til Dartmoor-granitten. Vi stoppet ved en av forekomstene som hadde en meget lys sinkblende. I forbindelse med disse forekomstene i Teign Valley er det også en del geokjemiske urananomalier.

Neste stopp var også i utkanten av Dartmoor-granitten på et lite sted som heter Fingle Bridge. Her så vi på en uranforekomst i finkornige leirsedimenter. Lokaliteten ligger i et bakkete, skogkledd terreng, nærmest med Østlandsk topografi. Det er ikke mulig å finne forekomsten ved hjelp av bekkersedimenter fordi berggrunnen er så kalkrik at uran holdes i løsning i bekkevannet som bikarbonat og hverken absorberes eller felles ut i sedimentet.

Etter dette kjørte vi over Dartmoor-granitten som er den største av granittene i Devon-Cornwall. Vi så mange spor av nedlagte tinngruver i form av gamle sjakttårn, selv om det viktigste tinnområdet i Cornwall ligger ut mot Lands End, i tilknytning til Lands End granitten.

Etter å ha passert Tavistock gjorde vi en avstikker ned mot kysten til Morwellham, en tidligere viktig havneby for utskipping av malm, vesentlig kobbermalm fra dette området. Morwellham ligger ved elven Tamar sørvest for Tavistock, som danner grensen mellom Devon og Cornwall.

Senere kjørte vi like sør for Bodmin-granitten hvor en også hyppig kunne se mange rester etter en tidligere blomstrende gruvedrift. Det samme kunne ses når vi kjørte over den nordlige del av St. Austell granitten.

Lø 27.4. Newquay - Bude.

(Etter start fra Newquay kjørte vi mot øst til St. Columb Major, deretter et stykke nordover til Talskiddy, så østover igjen til Retire, hvorfra turen gikk mot sørvest til St. Stephen rett vest for byen St. Austell som vi senere var innom. Fra St. Austell dro vi nordover til Luxulyan, for så igjen å dra mot sørøst til Polkerris ved den engelske kanal. Etter denne rundkjøringen i Newquay-St. Austell-området dro vi fra Polkerris til nordvestkysten av halvøya, til Portquin og Port Isaac, hvorfra vi kjørte nordøstover langs kysten til Bude. Se fig. 1.)

Den første lokaliteten vi besøkte var to radioaktive anomalier ved Treymayne, i nærheten av Talskiddy. Forekomstene ligger i sedimenter av under-devonsk alder.

De ligger i et område med jordbruk og forekomstene ble funnet med radio-metriske målinger. Den ene av anomaliene som har en langstrakt form (kartlagt med jordprøvetaking, radonmålinger, etc.) strekker seg over en høyde gjennom åkerland. Forekomsten er delvis oppboret, og de finkornige siltsteinene er sterkt oppsprukket. Det er selvsagt problematisk å undersøke en slik forekomst nærmere hvor bormaskinen må plasseres midt i åkeren.

Etter dette dro vi østover og sørover gjennom St. Austell-granitten mot St. Stephen. St. Austell-granitten og særlig den vestlige del, er den mest kaoliniserte av granittene i Cornwall og det er dannet kaolin og leirmineraler - China Clay. Det er en rekke meget store dagbrudd på China Clay i dette området, mest vanlig lokalisert til de perifere delene av granitten. China Clay eksporten fra England er det bergverksprodukt som idag har størst eksportverdi.

Etter å ha kjørt gjennom granitten mellom mange store China Clay brudd, kom vi til den nedlagte urangruven South Terras ved St. Stephen. Denne ligger også i underdevonske bergarter utenfor granitten i den veletablerte modellen for elementsonering rundt granittene. Forekomsten ligger i den mesotermale sonen innenfor Pb-Zn forekomstene. I dette området er avstanden mellom U og Pb-Zn forekomstene i størrelsesorden 1 km.

South Terras gruve var en Radiumgruve. Den ble åpnet i 1870 og nedlagt i 1930. Radiumproduksjonen fra gruve har vært betydelig. I den første tiden fram til 1898 ble produktet fra gruve brukt i keramikkinsustrien, men etter det ble produksjonen av Radium brukt som strålingskilde.

Senere på dagen så vi på et stort skiferbrudd. Dette var ved Delabole et stykke vest for ^{Port}Isaac, og skiferen ble lokalt brukt til taktekking.

Sø 28.4. Bude - London

(Etter start fra Bude kjørte vi langs kysten nordover til Clovelly, deretter mot ØNØ gjennom Bideford og Barnstaple til Blackmoor Gate. Herfra bar det rett østover via Dunster til Bridgewater, hvoretter turen gikk mot nordøst til Bristol. Derfra kjørte vi på M4 østover til London. Se fig. 1.)

Turen denne dagen var vesentlig transport med en rekke historiske attraksjoner, men vi passerte også Dodington som er et område med gamle koppergruver, hvor forekomstene opptrer i en sandstein.

EKSKURSJON SKOTTLAND - ORKNØYENE

Ma. 19.4. London - Inverness

(Vi tok fly fra London til Glasgow hvoretter vi dro landeveien nordover i Skottland, først på vestsiden av Loch Lomond til Arrochar. Deretter dro vi vestover mot bunnen av Loch Fyne, så fra Inverary og nordover til Dalraddy i østenden av Loch Awe. Derfra kjørte vi mot øst til Tyndrum ved Clifton. Etter det gikk turen mot nord via Glen Coe, Fort William, Fort Augustus og langs Loch Ness til Inverness. Se fig. 2).

Den første stoppen var ved Loch Fyne etter å ha kjørt en sidevei utover langs sørøst-siden av fjorden. Lokaliteten var ved et sted som heter Creggans hvor det var en boregjeng igang med å prøveta forekomsten med korthullsboring, med borplass helt nede i sjøkanten. Forekomsten var en Pb-Zn kisforekomst i Dalradian bergarter og hadde svært lite uran. Derimot er forekomsten nok så rik på edelmineraler.

Neste stopp var ved Tyndrum, nær Clifton hvor det har vært drift på en Pb-Zn gangforekomst i Dalradian kvartsitter. I forbindelse med mineraliseringen opptrer også beklende assosiert med kasolitt. Aldersdateringer på beklenden har gitt en overkambrisk alder, og uranmineraliseringsfasen er tydelig yngre enn Pb-Zn mineraliseringen. I området var det relativ god blotningsgrad.

Ti 30.4. Inverness-Thurso

(Fra Inverness kjørte vi rett vestover til Beaully, hvoretter turen gikk nordøstover langs kysten via Digwall, Bonar Bridge, Brora og Helmsdale, før vi ved West Clyth kjørte nordover over Caithness mot Castletown ved Dunnet Bay på Skottlands nordkyst. Herfra gikk turen vestover langs kysten til Thurso. På kvelden besøkte vi et anomaliområde ved Houstry of Dunn rett sør for Thurso. (Se fig. 2.)

Første forekomst som vi så på var ved Ceann Ousdale nordvest for Helmsdale. Forekomsten opptrer i basalsonen til Old Red Sandstone (ORS) av devonsk alder, hvor denne er avsatt like over Helmsdale granitten. Oppover i lagrekken fra den arkosiske basalsonen går sedimentene over til sandsteiner og mudstones, hvor det flere steder i området er funnet anomalt høye uraninnhold. Vanligvis sitter uranmineraliseringene i Skottland i de midlere deler av ORS, mens mineraliseringene i Helmsdale-området er et unntak fra regelen.

Dannelsen av forekomstene i Helmsdale-området antas å ha funnet sted ved at uran er derivert fra granitten ved dypforvitring og er introdusert i sedimentene ved senere tektoniske bevegelser. Selve Helmsdale-granitten har et anomalt høyt innhold av uran, som gir utslag i bekkesedimentgeokjemi, vångeokjemi, morenegeokjemi og randongassmålinger over denne.

Ved Ceann Ousdale mineraliseringen som vi så på, var det gjort skjerpe- og blotningsarbeider, og i den grove arkosen kunne en tydelig se gule sekundære uranmineraler. Gehaltene i arkosen er 2-300 ppm U.

Vi stoppet også og så på et tynt uranmineralisert bånd i mudstone, stratigrafisk like over basalarkosen. Bergarten er fosfatholdig og har et visst karbonat-innhold.

Neste stopp var i Castletown ved Dunnet Bay helt på Skottlands nordkyst, hvor en uranmineralisering er funnet. Denne sitter i normal stratigrafisk stilling i ORS, i den midlere del av denne. Ved Castletown kunne en i utmerkede blotninger helt nede i strandkanten finne flattliggende Caithness "flagstone" med tynne uranmineraliserte fosfatrike lag. Over en tynn sone kan gehalten komme opp i 0.1 % U og fosforinnholdet kan være så høyt som 9 %.

Vi besøkte så forekomstene ved Houstry of Dunn, her også i fosfatiske siltsteiner, lokalisert langs en tektonisk radioaktiv "shear zone" av regional karakter. Det er boret på forekomsten som har gehalter på 100-300 ppm U.

On 1.5.75. Thurso - Stromness

(Vi kjørte om morgenen en tur fra Thurso og vestover til Dounreay hvor vi så på et atomkraftverk som drives som forskningsstasjon. Det ligger i et område med dyrket mark og buskap beitet i umiddelbar nærhet. Etter det tok vi ferge fra Thurso til Stromness på Orknøyene. Det ble gjort en rundtur på hovedøya (Mainland), hvoretter vi overnattet i Stromness. Se fig. 2)

Den første lokalitet vi besøkte var blotninger i strandkanten ute på neset mot Hoy Sound like sør for Stromness. Bergartene her er sedimenter, "flagstones", og tilhører ORS-serien. I en revavsetning med stromatolitt-kalk sitter en Pb-mineralisering med 20 cm mektighet. I skifrene like under Pb-mineraliseringen er det et uranrikt lag på noen få cm. Bergarten i laget er hydrokarbon- og fosfatholdig.

Byen Stromness ligger på Moinian (Prekambrisk) basement som delvis var tørt land ved avsetning av ORS-sedimentene omkring. Underst er det basaltbreksjer og sandsten som så går over til finkornige sedimenter, hvor det også har vært en revavsetning med stromatolitter. På vestsiden av dette basement faller sedimentene svakt mot vest, mens de på østsiden faller steilt mot øst.

På østsiden av Stromness basementet går en forkastning i NNV-lig retning og på vestsiden en forkastning i NNØ-lig retning. Ved den vestlige forkastning er endel av basementet eksponert. I forbindelse med begge forkastningene

sitter uranmineraliseringene i den tektoniske breksjen, i basaltbreksjen og i sandsteinen. Ved den vestlige forkastningen har en forekomst ved Reservoir og ved den østlige forkastningen forekomsten ved Mill of Cairston.

Vi så på lokalitetene ved Mill of Cairston på vårt neste stopp. Forekomsten er blottet i et lite bekkeløp. Endel av forekomsten er boret opp, og det opptrer metertykke mineraliserte soner med opptil 0.1 % U. Også denne mineraliseringen er fosfat- og hydrokarbonførende.

Etter en rundtur på den nordlige delen av hovedøya, stoppet vi på vestkysten i Yesnaby-området hvor det er en uranforekomst, Blackhall. Også denne opptrer i ORS, Yesnaby sandstein, delvis hvor den er utviklet i deltaisk facies direkte på det prekambriske basement. De rikeste uranmineraliseringene sitter imidlertid i den alluviale sandsteinsdelen, med opp mot to meter mektige soner med 500 ppm U.

To 2.5. Stromness - London

(Vi kjørte først fra Stromness og mot vestkysten til Warebeth, og etter en rundtur på den midtre delen av øya rundt Loch Stennes og tilbake til Stromness. Herfra kjørte vi så til Kirkwall og tok fly til London via Wick og Inverness. Se fig. 2.)

Vi så på en gammel blygruve drevet på en gangforekomst ved Warebeth. Forekomsten er tydelig en gangforekomst avsatt langs en forkastning. Den består av sølvrik blyglans med noe tungspat, men har ingen anomal høy radioaktivitet. Etter dette hadde vi en avsluttende diskusjon med Ostle og Michie i Stromness om erfaringene fra turen i Skottland.

GENERELLE OPPLYSNINGER

I England er det mer komplisert å drive prospektering enn i Norge. Det er et innviklet regelverk for rettighetene, hvor i hovedsak gjelder at olje og kull tilhører staten, gull og sølv tilhører dronningen og de andre metallene tilhører i prinsipp grunneieren. For å kunne bevege seg og spesielt prospektere på godset til en eller annen jordeier, bør en gjerne spørre før en går igang.

Det hender at adgang til prospektering visse steder blir nektet.

Vedrørende prospektering i USA kunne Nininger opplyse at det skal kjøres i gang et 5-års prosjekt med budsjetttramme på omkring 200 mill. \$.

Tidligere er prospekteringen gjort av private selskaper, men nå i tider med knapphet på uran, vil USA sentralt skaffe seg oversikt over mulighetene for nye funn. I det nye prospekteringsopplegget inngår i størst utstrekning regional geokjemi og flymålinger som metoder.

IGS i London har i det siste utviklet endel nye prospekteringsinstrumenter for uran. Dette er et totalstråleinstrument, et spektrometer og utstyr for radon-målinger. På ekskursjonene hadde vi med prototypen på totalstråleinstrumentet. Det har digital utskrift hvor aktivitetsnivået skrives ut hvert sekund. Squeeler kan tilkoples. Instrumentet er vanntett forseglet. Krystallstørrelsen er 1 x 1 ". Prisen er i størrelsesorden £ 550. Instrumentet virket uten feil på hele turen og prototypen virket meget solid og anvendelig. Spektrometret som er utviklet har fire kanaler med selvjusterende vinduer. Krystallstørrelsen kan varieres og borlogsonde kan også koples til. Prisen er i størrelsesorden £ 2000 - 2500. Det kom til uttrykk liten vilje til utleie av instrumentene, og de ønsker heller at en kommer på besøk for å se dem i bruk, få prøve og vurdere dem.

Norges Geologiske Undersøkelse
 Bergarkivet
 Rapport nr.: 6407-01

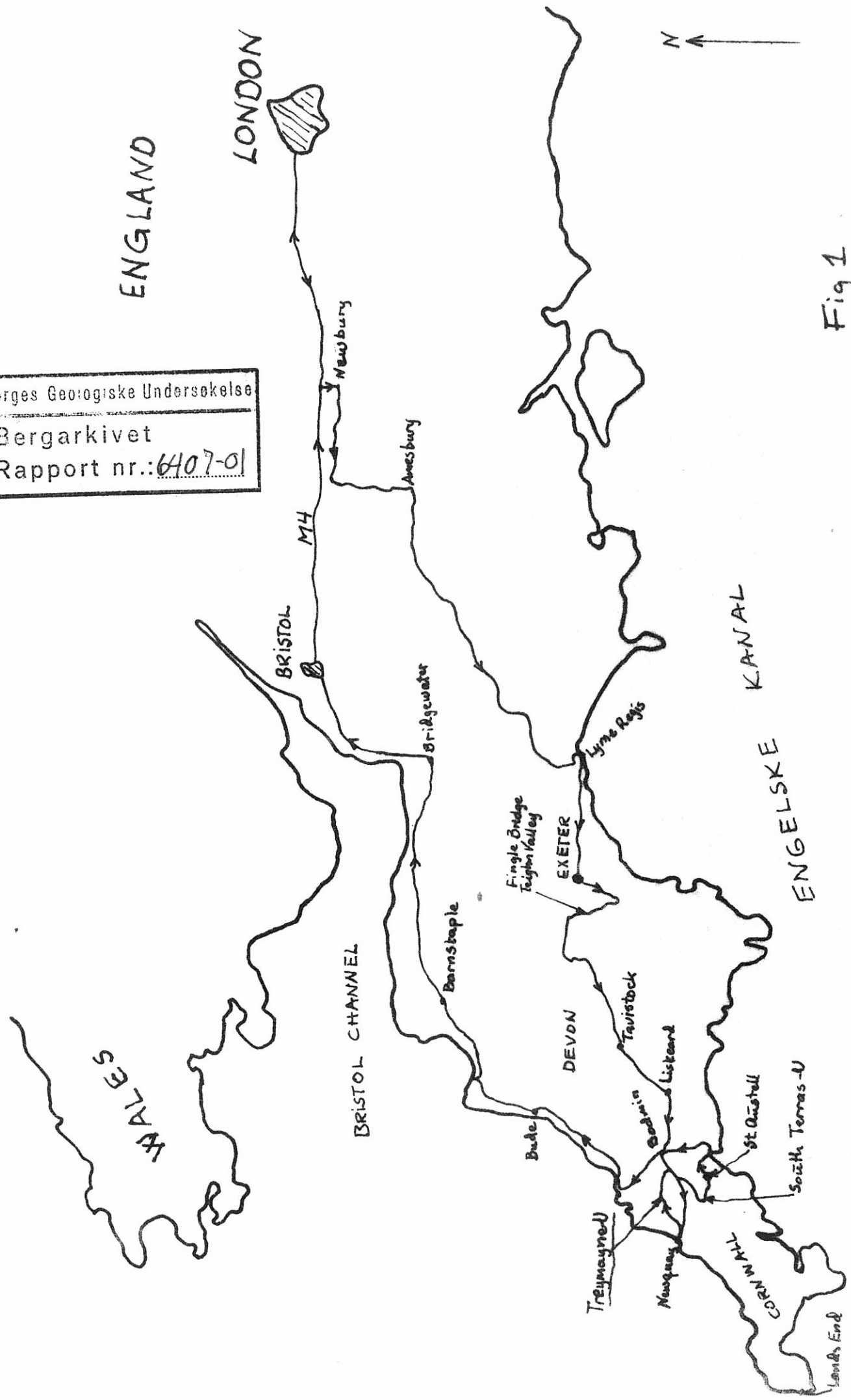


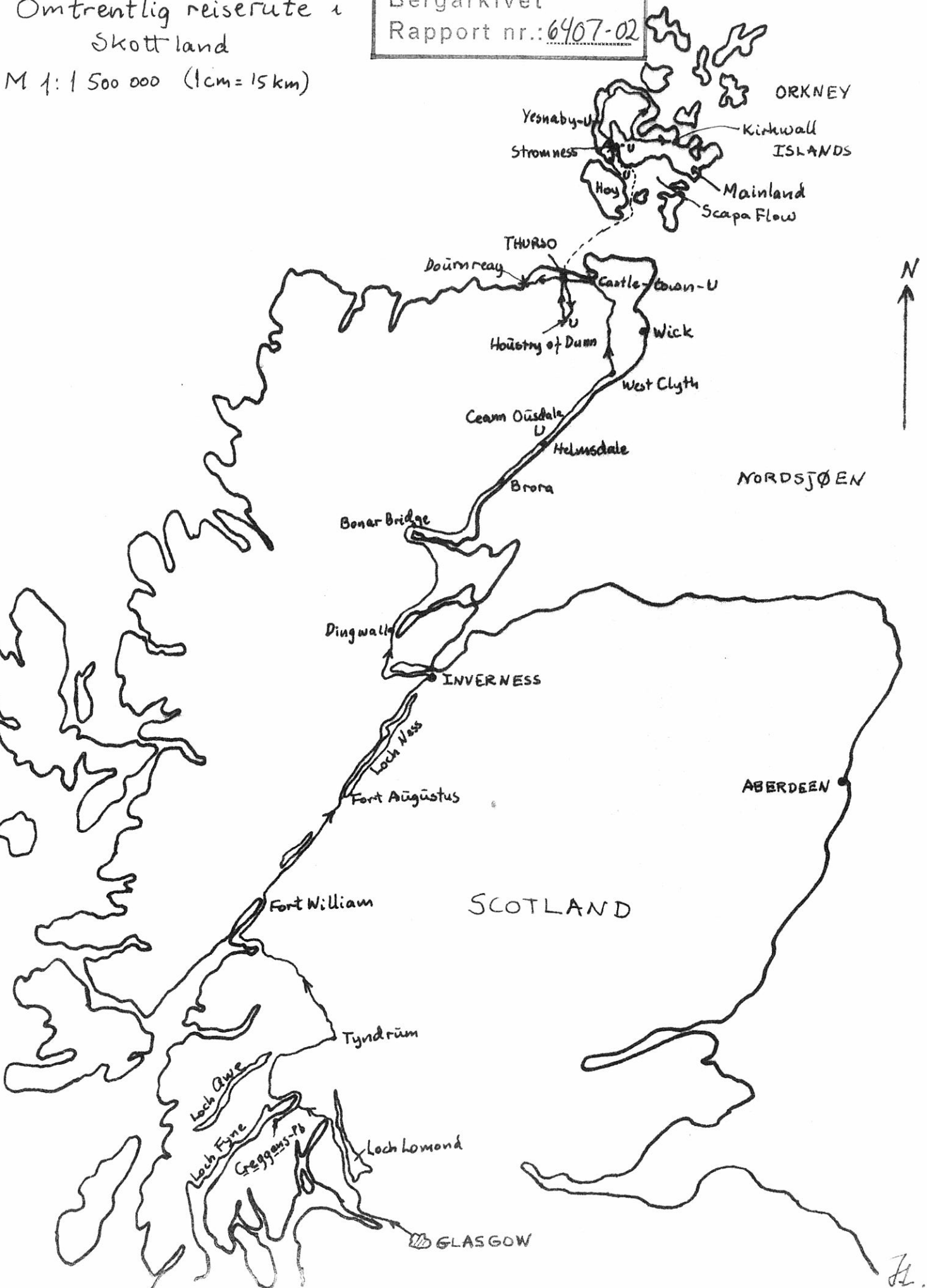
Fig 1
 Omtrentlig reiserute i
 GORNWALL
 M 1:50000 (1:100000-150000) JL

Fig 2.

Omtrentlig reiserute i
Skottland

M 1:1 500 000 (1cm = 15km)

Norges Geologiske Undersøkelse
Bergarkivet
Rapport nr.: 6407-02



NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 5

Vurdering av forskjellige instrumenter
for uranprospektering, våren 1975

Trondheim den 29. oktober 1975

I. Lindahl
statsgeolog

Ved en øket aktivitet i uranprospektering er et viktig moment å ha et tilstrekkelig antall instrumenter av brukbar kvalitet til å hjelpe seg med. Dette er bakgrunnen for innsamlingen av de dataene som her gis. Dataene er vanligst basert på informasjon fra brosjyrer, med unntak av instrumentene som er utprøvd av NGU.

Instrumenter som NGU allerede har eller har bestilt er følgende:

- 1) Spektrometer for måling fra fly/helikopter fra Geometrics (U-Th-K-kanal og kanal for totalstråling)
- 2) Totalstråleinstrument som tidligere er brukt til flymålinger men som nå skal brukes til bilmålinger (krystall 7x4").
- 3) Håndinstrumeneter, totalstråle :
 - 3 stk. dr. Berthold - tysk fabrikk
 - 1 stk. SRAT SPP 2NF
 - 1 stk. Harwell 1413 A

I det tabellariske vedlegget er det forsøkt å trekke ut en del momenter som er av stor betydning ved vurdering av instrumentene med henblikk på feltbruk. I tabellen er i tillegg erfaringer fra bruk av instrumentene til Gewerkschaft Brunhilde, Knirps 700, 1500 og det større instrumentet 1300G ("helikopter") tatt med.

Ved besøk i England i månedskiftet april/mai 1975 ble det på ekskursjonene demonstrert og benyttet et håndinstrument for totalstrålemåling som er ny-utviklet av IGS. Vurderingen av dette instrumentet er basert på erfaringer fra ekskursjonen og muntlige opplysninger. Selv om informasjonene er mangelfulle, er de tatt med. I tillegg har IGS utviklet et gammaspektrometer sannsynligvis av meget god kvalitet, med selvjusterende vinduer for de forskjellige energinivåer og innbygde kalibreringskilder. Også et radonmåleutstyr er utviklet ved IGS uten at videre spesifikasjoner foreligger.

Vurderingene er gjengitt i følgende tabeller:

Tabell I : Vurdering av totalstråleinstrumenter.

Tabell II: Vurdering av gammaspektrometre for feltbruk.

Tabell III: Vurdering av radonmåleutstyr.

Instrumentprisen er i enkelte tilfelle innhentet fra forhandlere og i andre tilfelle fra brosjyrer hvor det da er regnet kurs og plusset på ca. - 25% i avgifter og toll.

Tabell I VURDERING AV TOTALSTRÅLEINSTRUMENTER

Instrument- type	SRA-T SPP 2NF	"Yellow box" NE 148	Scintrex BGS-1S	Dr. Berthold	Harwell 1413 A	Exploraium GRS-101
Faktorer						
Vekt	3,5 kg	1,8 kg	2,0 kg	4,1 kg	4,2 kg	1,1 kg
Krystallstr.	1x1½"	1x1½"	1x1"	1x1"	1x1½"	1x1,25
Form	Bra	Bra	Brukbar	Ugunstig	Brukbar	Bra
Sqeeler	Ja	Nei	Ja	Nei	Ja	Ja
Robusthet	Bra	Bra	-	Ikke støv og vannrett	Trekasse	Al-boks
Batteri- type	Vanlig 1,5V	Vanlig 1,5V	Vanlig 1,5V	Gjenladdbar akk. m/strøm	Vanlig 1,5V	Vanlig 1,5V
Pris	14000,-	12000,-	7000,-	11000,-	-	-
Levering	3-5 mnd	3 mnd	4 uker	3-4 mnd	-	-
Ant. måleomr	6	3	6	6	4	5
Skalaverdi	counts/sek	mR/time	counts/sek	counts/sek	mR/time	counts/sek
Uttak for skriver	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja

Tabell I forts. VURDERING AV TOTALSTRÅLEINSTRUMENTER

Instrument- type	Brunhilde 700 Knirps	Brunhilde 1500 Knirps	Brunhilde 1300 Fackel	Brunhilde "helikopter" 1300 G	IGS instr.
Faktorer					
Vekt	0,8 kg	0,8 kg + batt	1,8 kg	ca. 4 kg	2 - 3 kg
Krystallstr.	1x1"	1x1"	1x1"	3x1½"	ca. 1x1"
Form	Bra	Bra	Mindre bra	Bra	Bra
Sqeeler	Ja	Nei	-	Ja	Ja
Robusthet	?	God	God	Brukbar	Meget god
Batteri- type	Celle, gj. laddbar m/strøm evt. vanl. batt.	Celle, gj. laddbar m/strøm/evt vanl. batt 1,5V	Celle, gj. laddbar m/strøm evt. vanl. batt 1,5V	Celle, gj. laddbar m/strøm evt. vanl. batt. 1,5V	-
Pris	8300,-	8400,-	9100,-	16200,-	ca. 8500,-
Levering	4 uker	5 uker	4 uker	4 uker	-
Ant. måleomr.	5	Digital utskr.	9	-	Dig. utlesn.
Skalaverdi	counts/min	999.999 imp/min	counts/min	counts/min	counts/sek
Uttak for skriver	Nei(?)	Nei	Nei(?)	Ja	-

Tabell II VURDERING AV GAMMASPEKTROMETRE for feltbruk

Instrument- type	McPHAR TV 1	McPHAR TV 4	Exploranium ISA 100	Exploranium DISA 300	Exploranium DISA 400
Faktorer					
Vekt	1,5 kg	3 kg	4,5 kg	3,2 kg	3,2 kg
Krystall	1x1 1/4"	13/4x2"	2x2"	2x2"	3x3"
Energi- kilde	Vanl. batt 1,5V	-	Vanl. batt. 1,5V	Vanl. batt. 1,5V	Vanl. batt. 1,5V
Pris	7500,-	16000,-	-	16000,-	30000,-
Levering	-	-	3 uker	3 uker	3 uker
Form - robusthet	Pistol Hermetisk	Pistol Hermetisk	Pistol Hermetisk	Kasse Hermetisk	Kasse+detekt. Hermetisk og støtsikker
Skalaomr.	4	7	9	-	-
Antall kanaler	Threshold-3 Total U+Th -1,6 Th -2,5	Threshold-4 Total-0,2 K+U+Th -1,3 U+Th -1,63 Th -2,5	Threshold-3 K+U+Th -1,3 U+Th -1,65 Th -2,5	Threshold-4 Total -0,1 K+U+Th-1,3 U+Th -1,6 Th -2,5	Vindu-4 Total-over0,4 K 200keV -1.46 U 200" -1.76 Th 400" -2.62
Måletid	Innstillbar	1,2,5 min Innstillbar	2,5,10 sec Innstillbar	1,..,30 sec og min(8 int.)	1,..,30 sec og min (8 interv.)
Avlesning av kanaler	Separat Viser	Samtidig Viser	Separat(?) Viser	Nummerisk	Samtidig Nummerisk
Borhulls- log.	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja med ekstra probe

Tabell II forts. VURDERING AV GAMMASPEKTROMETRE for feltbruk

Instrument- type	Inax CPD 153 E	Scintrex GIS - 3	IGS instr.
Faktorer			
Vekt	5 kg	4 kg	
Krystall	3x3"	-	Mulig å varierte
Energi- kilde	Gjennladdbar celle	Vanl. batt	-
Pris	52000,-	15600,-	ca. 30000,-
Levering	10 uker	2 - 4 uker	-
Form- robusthet	Kasse med innb.det.	Firkantet boks	-
Skalaomr.	4	7	-
Antall kanaler	Vindu - <u>4</u> justerbar	Threshold -4 Total - 0.3 K+U+Th -1.36 U+Th - 1.66 Th -2.46	Vindu 4 stk, justerbar
Måletid	15, 30, 60, 120 sec. Variabel	Ingen faste	-
Avlesn. av kanaler	Samtidig Numerisk	Separat Viser	-
Borhullslog.	Nei (?)	Nei	Ja med ekstra probe

Tabell III VURDERING AV RADONMÅLEUTSTYR

Instrument- type	Brunhilde 1400 A	Inax CPD 284	NE 8424 Ecko	SRAT EPP 10	Scintrex ETR - 1
Faktorer					
Vekt	ca. 5 kg	4, 5 kg	5 kg	8 kg	6 kg
Robusthet	-	-	Dampnett	-	-
Energikilde	6 V akk innebygd	Gjenladdbare celler	Vanl. batt.	Vanl. batt.	Vanl. batt.
Pris	15000,-	16000,-	-	24000,-	27500,-
Levering	1 mnd	1 mnd	-	-	2 - 4 uker
Mål. i vann	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja
Måling i jordluft	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Analyse -U bergartspr.	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei
Antall måleområder	6	3	4	6	6
Kammerstr.	40 ϕ mm 70 ϕ mm	50 ϕ mm	1x1"	-	0,5 liter
Måletid	1 min (?)	1 sek og oppover	15, 30, 60 sek	-	-

Norges Geologiske Undersøkelse

Bergarkivet

Rapport nr.: 6409

NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 6

Besøk ved Finlands Geologiske Undersøkelse
og Outokumpu Oy i Helsingfors 13-15.5.75.

NGU 15.2.76.

Ingvar Lindahl
Statsgeolog

INNLEDNING

Hensikten med besøket var å samle opplysninger og få vite hvilke erfaringer finnene har med uranprospektering. I første rekke har de stor erfaring når det gjelder geokjemisk prospektering, og det var spesielt på dette fagområde med henblikk på uranprospektering vi var interessert.

Vi besøkte urangruppen ved Finlands Geologiske Undersøkelse (FGU) og urangruppen ved Outokumpu Oy, i begge tilfelle i institusjonenes hovedkontorer like ved Helsingfors.

Besøket ved den geologiske undersøkelsen ble gjort 14.mai og et par timer 15.mai. Besøket ved Outokumpu Oy ble gjort 15.mai. Det ble snakket med en rekke spesialister ved vårt besøk og over alt ble vi godt mottatt.

Deltakere på turen var geokjemiker B.Bølviken og statsgeolog I.Lindahl. Bølviken reiste i stedet for lab.ing. J.R.Krog som måtte melde forfall p.g.a. sykdom.

BESØK VED FINLANDS GEOLOGISKE UNDERSØKELSE (FGU).

FGU har totalt i sin stab ca. 630 personer fordelt på tre avdelingskontor. Det er Otaniemi (ved Helsingfors) med ca. 400 personer (som vi besøkte), Kuopio med ca. 100 personer og Rovaniemi med ca. 130 personer. Hvert avdelingskontor dekker oppgaver i sin del av landet.

Leder for uranprosjektet ved FGU er H. Appelqvist som er geolog og i tillegg til han er det tre andre geologer i prosjektet. Dessuten har de en geofysiker (Peltoniemi) som tar seg av de radiometriske flymålingene. Uranprosjektet benytter også FGU's store geokjemiske ekspertise.

Uranprosjektet ved FGU startet i 1973. Før det var det hovedsaklig Outokumpu Oy som drev uranprospektering i regional skala, med halve kostnaden dekket med offentlige midler. I 1973- 1975 har uranprosjektets budsjett ved FGU ligget på ca. 1,4 mill. Fmk., mens det for 1976 er knapt 2 mill Fmk.. Heri er medregnet et tilskudd på 600 000 Fmk. fra staten i form av arbeidsledighetsmidler hvor pengene er øremerket for bruk i Nord-Finland.

Radiometriske flymålinger gjøres med en DC3 maskin, med leie 1400 Fmk. pr. time. Flyhøyden er 30 meter med 200 m profilavstand. Flygrunnlaget er fotomosaikk i M 1 : 10 000, og det anvendes fastpunkter med 1-2 km avstand. Flymålingene startet i 1972. Apparaturen er delvis finskbygd med fire krystaller på 4 x 11½ ". Det måles på 36 kanaler, men til vanlig brukes bare fire av dem, K, Th, U og totalstrålingen. Telletiden for hver måling er ½ sekund (0,42 sek. med 0,08 sek. i dødtid). Korreksjonen av rådataene gjøres med EDB i et program fra den Kanadiske geologiske undersøkelsen (CGS).

På grunn av den lave flyhøyden er det meget viktig med stabile værforhold og rolige luftforhold. Det måles derfor med fly bare like etter soloppgang og like før solnedgang. Midt på dagen er det for urolige luftforhold med opp og nedadgående luftstrømmer p. g. a. solens oppvarming av bakken. Vanlig flytid er fra 0400-0900 på morgenen, og fra 1800 og utover på kvelden.

Det gjøres også endel radiometriske bilmålinger. Det er anvendt et spektrometer med krystallstørrelse 5 x 6 ", med de samme 4 kanaler som før nevnt. Forekomsten Onkima ble funnet med radiometriske bilmålinger, en forekomst på "noen" millioner tonn med 200 ppm U.

I forbindelse med prospekteringen gjøres det også fotmålinger. Som lett håndinstrument brukes det av typen Wallac, som er et finsk produsert totalstråleinstrument, som FGU har 21 stk. av. Krystallstørrelsen på instrumentet er i en utgave 2 x 1 " og i en annen utgave 1 x 1 ". Elektronikken er i begge tilfeller den samme. Instrumentet så meget anvendelig ut, men det finnes ikke på det kommersielle marked.

I tillegg har gruppen ved FGU to stk DISA 400 (Kanadiske) spektrometre med 3 x 3 " krystall med 4 kanaler med justerbare vinduer. Erfaringene med dette instrumentet er gode. Erfaringen med et McPhar-type spektrometer som FGU også har, er derimot ikke god.

Også radonmålinger utføres ved FGU. Instrumenteringen består av et utstyr fra EDA Electronics, Canada. Prisen på utstyret er ca. 3000\$ og erfaringene med det er gode. Radonmålinger i prospekteringen er ansett som en god metode, selv om flere vanskelig kontrollbare faktorer er involvert og må vurderes i hvert tilfelle.

Geokjemi som prospekteringsmetode er av stor betydning i finsk type terreng. For generell prospektering og uranprospektering anvendes det prøvetakning av "dy" (torv) i bekkeløpene på samme måte som svenskene gjør. "Dyen" fra bekkeløpet som ligger under vann prøvetas. Analysering gjøres på en rekke elementer. Siden uran bindes sterkt til humus, vil denne prøvetype ha relativt høyt uraninnhold. Det er dog tvilsomt om prøvetakning av "dy" er like hensiktsmessig i Norge, som har slik topografi at "dy" opptrer sjelden i bekkeløpene.

Innsjøsedimentprøvetakning gjøres også i Finland og de første kartblad er allerede dekket med denne typen prøvetakning. Metoden må anses som en god regional prospekteringsmetode. Prøvene tas fra båt på sommeren eller med snøscooter som framkomstmiddel på vinteren. Prøvene som tas analyseres på en rekke elementer og blandt dem uran. Det er funnet uran i

såpass høye konsentrasjoner som 2000 ppm i innsjøsedimenter.

Kart over uraninnhold i innsjøsedimenter viste regionale mønstre som hadde klar sammenheng med den regionale geologi. Uraninnholdet i innsjøsedimenter burde derfor kunne brukes ikke bare for å finne nye uranforekomster, men også for å finne uranførende bergarter.

I FGU drives det en aksjon folkemalmleting med premiering av innsendte prøver som er av interesse økonomisk. For uran arrangeres det egen premiering med den gjeveste premie på 5000 Fmk. Til folkemalmletingen har FGU 100 geiger-tellere som lånes ut til folk som er interessert. Hver lånetaker får bruke instrumentet i en 14 dagers periode.

BESØK HOS OUTOKUMPU OY.

Kontaktmann som fulgte oss på rundturen ved hovedkontoret var Saarikkola som er den som har ledet selskapets prosjekt og den som i Finland har mest erfaring med uranprospektering.

Outokumpu Oy har ca. 240 personer i sin prospekteringsavdeling, herav 20 geologer. Selskapet har utenom hovedkontoret 4 lokalkontorer, i Rovaniemi, i Outokumpu, i Kokkola og i Espoo.

Outokumpu Oy startet sin uranprospektering i 1958, men i perioden 58-68 var innsatsen beskjedent. Fra 1968 ble det imidlertid satset mer penger. Innsatsen har vært på ca. 1 mill. Fmk. og i 1975 1,5 mill. Fmk. Før 1973 ble halvparten av Outokumpus uranbudsjett betalt av staten. Det er også drevet folkemalmleting i Outokumpus regi. Det ble opplyst at også selskapet Suomen Malmi har noe erfaring med uranprospektering.

Metodikk som er brukt ved uranprospektering er blokkleting, bilmåling, snøscooter-måling og geokjemi. Saarikkola kunne opplyse at resultatene fra bilmålingene ikke har gitt noe særlig. Selskapet har ikke opparbeidet erfaring av betydning med snøscootermålinger (2 x 5 " krystall). Det er

også gjort radonmålinger i og uranalyser av bekkevann, men resultatene er vanskelig å tolke.

Også Outokumpu Oy har utviklet sine egne håndinstrumenter, et totalstråleinstrument med $1 \times 1\frac{1}{2}$ " stor krystall. Utviklingen av instrumentene skjer ved selskapets elektronikklaboratorium i Espoo.

URANANOMALIER I FINLAND.

Det ble informert om en del uranmineraliseringer som finnene kjenner, men hvor lokaliseringen ikke ble omtalt i detalj.

Det ble opplyst at en kjenner til forekomster i kvartsitter og kvartsittiske konglomerater. Det er funnet mineralisering i splitter og grafittholdige bergarter. En forekomst er assosiert med Cu-Ni og p.g.a. disse mineralene kan forekomsten kartlegges med IP-målinger. Der er også kjent et konglomerat som holder 6 ppm Au og 0,2 % U. Også en fosfat-holdig forekomst er kjent med eksempelvis 400 ppm U og 5 % PO_4 .

NGU - URANPROSJEKTET

NOTAT nr. 7.

Bærbare scintillometres temperaturavhengighet.

Trondheim, den 2. juni 1975.

Chr. D. Thorkildsen
statsgeolog

BÆRBARE SCINTILLOMETRES TEMPERATURAVHENGIGHET

I tiden januar-mars 1975 ble det ved NGU utført målinger med forskjellige typer scintillometre ved varierende temperaturer for å se hvilken innflytelse temperaturen har på de enkelte instrumenter.

Følgende instrumenter ble testet:

- 2 stk. Laboratorium Prof. Dr. Berthold (tysk). Krystall 25 mm x 25 mm.
- 1 " Harmell 1413 A (I. D. L.) (engelsk). Krystall 1.5" x 1".
- 1 " S.R.A.T. (fransk). Krystall 1.5" x 1".

Scintillometrene ble koblet til en skriver, de tre første måtte ha en likestrømsforsterker scintillometer og skriver.

Samme radioaktive kilde ble benyttet ved alle forsøk. Kilden ble plassert slik at både ratemeterutslaget og viserutslaget på skriveren var midtveis på skalaen.

Instrumentene ble først testet ved ca. 25°C, deretter plassert i et rom hvor temperaturen gradvis ble senket til ca. 3-4°C. I siste del av forsøket ble scintillometret plassert i et kjøleskap hvor den laveste temperatur var -5°C.

Konklusjon:

Ingen forandring i utslaget mellom 25°C og 0°C.

Ved -5°C en økning på 1 % i utslaget.

Praktisk vil dette si at ved temperaturer ned til -5°C ikke har noen innvirkning på utslaget for en og samme prøve.

oo0oo

NGU - URANPROSJEKT

NOTAT nr. 8.

Resultater fra målinger med bærbare scintillometre i laboratoriet (våren 1975) og i feltet (21. -23. 5. 1975), samt forsøk med utstyr for bilmålinger (21. -23. 5. 1975).

Trondheim 10. 6. 1975.

Chr. Dick Thorkildsen
Statsgeolog

Ingvar Lindahl
Statsgeolog

INNLEDNING

Laboratoriemålingene med de bærbare scintillometre er utført i løpet av våren 1975 av Chr. D. Thorkildsen. Forsøksmålingene med bærbare scintillometre og instrumenter som tenkes anvendt ved bilmåling er gjort i Stavernområdet i Oslo-feltets sydlige del i tiden 21. - 23. 5. 1975. Deltakere ved disse forsøksmålingene var:

Prosjektleder	Ingvar Lindahl
Statsgeolog	Jens Hysingjord
Statsgeolog	Chr. Dick Thorkildsen
Ingeniør	Harald Hatling
Laborant	Leif Furuhaug

Hensikten med måleforsøkene med bærbare instrumenter er å komme fram til en standard måleskala for klassifisering av anomalier, slik at strålingsaktiviteten fra en anomal bergart alltid oppgis i samme måleskala uansett hvilket instrument som benyttes ved selve målingen.

Hensikten med bilmålingene er å komme fram til en optimal kjørehastighet med forskjellige forhold tatt i betraktning, samt plassering av instrumentet.

Sammenstillingen av resultatene er gjort av Chr. D. Thorkildsen og Ingvar Lindahl.

LABORATORIEMÅLINGER UTFØRT MED BÆRBARE SCINTILLOMETRE

Ved NGU finnes det pr. våren 1975 følgende bærbare scintillometre:

3 stk.	Laboratorium Prof. Dr. Berthold. (Tysk)	Krystall 25 x 25 mm.
1 -"-	Harwell 1413 A (Engelsk)	Krystall 1.5 x 1"
1 -"-	Saphymo SRAT (Fransk)	Krystall 1.5 x 1"

I tillegg til disse har NGU for feltsesongen leid tre scintillometre fra Gewerkschaft Brunhilde, Hannover, Tyskland.

Scintillometre har forskjellige benvnninger på avlesningsskalaene. For å sammenligne målinger med de forskjellige instrumenter er det nødvendig å komme frem til overgangs-faktorene mellom de forskjellige typer.

Det ble derfor i løpet av våren 1975 utført endel målinger i laboratoriet med forskjellige radioaktive prøver og radioaktive kilder.

Ved disse målingene ble NGU's egne instrumenter benyttet foruten et scintillometer av engelsk fabrikat, "Yellow Box", NE 148, med krystall 1.5 x 1". Instrumentet tilhører A/S Sydvaranger.

Scintillometrene har følgende følsomhetsområder:

Yellow Box: 0-30, 0-300, 0-3000, enhet μ R/time

Harwell 1413 A: 0-15, 0-60, 0-300, 0-1500, enhet μ R/time

Saphymo SRAT: 0-150, 0-500, 0-1500, 0-5000, 0-15000, enhet imp/s

Dr. Berthold: 0-30, 0-100, 0-300, 0-1000, 0-3000, 0-10000, enhet imp/s

De to første instrumenter har tilnærmet logaritmisk skala, mens de to siste har en lineær skalainndeling.

Målingene ble utført i et laboratorium med relativt lav radioaktiv bakgrunnstråling.

Scintillometrene hadde samme plassering under målingene og de radioaktive kilder ble holdt inn mot samme sted på detektoren, det vil si i samme avstand fra krystallen. (Ved feltmålinger skal detektoren plasseres helt ned på en plan flate).

De benyttede radioaktive kilder er beskrevet i tabell I, angitt med nummer.

Resultatet av målingene er plottet på dobbelt-logaritmisk papir. Målingene fra SRAT er avsatt langs ordinataksen, fra de andre instrumenter langs abcisse-aksen.

I diagram I er måleresultatene fra de tre Berthold-instrumentene plottet. Skalaverdien for abcisse-aksen gjelder for Berthold I. For Berthold II er skalaen forskjøvet 1 dekadisk enhet, for Berthold III er den forskjøvet 2 dekadiske enheter. Dette for å vise hvordan de enkelte måleresultater ligger i forhold til hverandre.

I diagram II er måleresultatene fra alle laboratorie-målinger med samtlige instrumenter tegnet inn.

Diagrammene viser at det er en viss spredning. Dette skyldes delvis at for enkelte av kildene er det radioaktive område lite i forhold til krystallens størrelse.

Spredning vil bli mindre hvis den radioaktive plane flate er stor i forhold til krystallen.

FELTMÅLINGER MED BÆRBARE SCINTILLOMETRE

I tiden 21. -23. mai 1975 ble de foran-nevnte instrumenter testet under feltforhold, med unntak av "Yellow Box", NE 148 (som eies av A/S Sydvaranger).

Det utvalgte området for feltmålingene var lagt til Stavern i den sydlige del av Oslo-feltet, på grunn av at det her er kjent en rekke anomalier.

Den første dagen hadde vi bare NGU's instrumenter, men etter at instrumenter som leies av Gewerkschaft Brunhilde ankom, kunne vi de to siste dagene også utprøve disse.

Instrumentene til Gewerkschaft Brunhilde har følgende måleområder og krystall størrelser:

Knirps GB-H62-serie 700: 0-3k, 0-10k, 0-30k, 0-100k, 0-300k, 25 x 25 mm.

Knirps GB-H75-serie 1500: Digital utlesning, 100-999k, 25 x 25 mm.

GB-H. Serie 1300G: 0-5k, 0-10k, 0-20k, 0-30k, 0-50k, 0-100k, 0-500k, 0-1 M. k står her for 1000, M står for 1 000 000, benevning er imp/min.

Målingene ute i felt ble foretatt såvidt mulig på en plan flate. Detektoren eller krystallen ble plassert over det utvalgte sted hver gang på samme måte med detektoren helt nede på fjelloverflaten.

I tabell III er alle måleresultatene fra feltmålingene oppstilt. I diagram III er måleverdien fra SRAT avsatt langs ordinaten og verdiene fra Harwell og Berthold langs abcissen. Alle måleresultater er plottet. For oversiktens skyld er kun resultat-linjer for Dr. Berthold nr. II og Harwell trukket opp.

I diagram IV er måleresultatene fra Berthold II avsatt som ordinat, og med instrumentene fra Gewerkschaft Brunhilde som abcisse. (Dette er gjort fordi Berthold II ble benyttet ved samtlige målepunkter.)

KONKLUSJON FRA MÅLINGER MED DE BÆRBARE SCINTILLOMETRE SOM ER TILGJENGELIG I 1975

1. Det er meget god innbyrdes overensstemmelse mellom de forskjellige instrument -typer. Vinkel-koeffisienten til linjene er tilnærmet 45° i alle diagram framstillingene, dvs. en lineær korrelasjon. Resultatene fra felt-målinger og målinger i laboratoriet gir nær identiske kurver.
2. Ved det videre arbeidet i Uranprosjektet velges det å benytte SRAT- skalaen som referanse-skala. Dette er fordi det er liten forskjell mellom denne og skalaene til Dr. Berthold-instrumentene.

Av diagrammene tas ut følgende forhold:

1000 imp/s ved SRAT	svarer til	800 imp/s ved Berthold.
" " " "	" " "	45k imp/min ved Knirpsene.
" " " "	" " "	300k imp/min ved 1300G.
" " " "	" " "	210 μ R/time ved Harwell.
" " " "	" " "	170 μ R/time ved NE 148.

Svenskene har funnet at ca. 1000 imp/s med SRAT tilsvarer ca. 200 μ R/time med Yellow Box-NE 148. Som tommelfinger-regel brukes det at 1 μ R/time på Yellow Box tilsvarer 1 ppm uran under forutsetning av intet thorium er tilstede. Disse erfaringer vil vi bruke og omregner da til at 5 imp/s på SRAT tilsvarer 1 ppm uran. En forutsetning er også at uran er i radiometrisk likevekt med sin datterprodukter.

3. De leide instrumenter fra Gewerkschaft Brunhilde er enkle å betjene i felt og har sammenliknet med de andre meget liten vekt. Et umiddelbart handikap er at verdiene måles i imp/min mens de andre går på imp/s.
4. Målinger utføres med at instrumentet settes på en mest mulig (horisontal) flate og det er denne verdien som oppgis på radioaktive anomalier.

FORSØK MED RADIOMETRISKE BILMÅLINGER

Foruten å prøve de bærbare scintillometre i felt ble det i prøveuken gjort forsøk med målinger fra bil med forskjellige instrumenter.

Følgende instrumenter ble utprøvet:

- 1.) NGU's flyutstyr fra 1956.
- 2.) Laboratorium Prof. Dr. Berthold. (Berthold I.)
- 3.) 1300G, fra Gewerkschaft Brunhilde.

Instrumentene under 1) og 2) har tidligere vært nyttet til bilmålinger.

Flyutstyret har en krystall 7 x 4" og er koblet til ratemeter og skriver. Squealer kan tilkobles.

Berthold I har krystall 25 x 25 mm og er koblet til en skriver gjennom en likestrømsforsterker. Squealer kan tilkobles.

Instrumentet under 3) har krystall 75 x 35 mm og har innebygget squealer. Instrumentet kan kobles til skriver direkte uten forsterker.

Detektorene er ved alle forsøk plassert i høyre side på bilen i vindushøyde.

Instrumentene under 1) og 3) var under forsøkene i en VW-varebil, instrumentet under 2) i en jeep.

To forskjellige veistrekninger med forskjellig målegeometri ble kjørt i begge retninger. På begge steder er det veistrekninger med klart avgrensede radioaktive anomalier.

Ved forsøkene skulle følgende faktorer utprøves:

- a) Hastighet på bilen.
- b) Detektorens stilling i bilen.
- c) Avstand fra kilde til detektor.

Den første veistrekning som ble målt er ved Herkelås, Tjøme, (vei nr. 308), en vei som er relativt lite trafikkert. Det var her mulig å gjøre forsøkene uten sjenanse for den øvrige trafikk.

I tabell IV er resultatene fra måling med instrumentene 1) og 3) ført opp. I den første del av tabellen peker flydetektoren ned 45° mot veibanen, 1300G står loddrett. I den siste del av tabellen ligger begge detektorene horisontalt. Krystallen ligger lengst ut mot høyre side.

I tabellen er ført opp de maksimale utslag fra 5 forskjellige topper som fremkommer ved å kjøre fra nord til syd.

Flyinstrumentet har samme skalainstilling ved alle disse målingene. For 1300G er skalainstillingen satt ned til det halve når den ligger horisontalt. Ved den siste hastighet for 40 km var bilen midt i veien, ved de øvrige mot høyre side i vanlig kjøreavstand.

Resultatene er plottet inn på diagram V og VI.

Resultatet fra målingene med Dr. Berthold-instrumentet viser også at utslagene avtar markert med økende avstand fra strålingskilden. Instillingen av detektor-enhetengir høyeste verdier med krystallen pekende ut mot grøftkantens vinkelrett på kjøreretningen. Helningen på detektorenheten har ikke særlig stor betydning for måleresultatet mellom 45° og horisontal.

Den andre veistrekning som ble undersøkt ligger på E 18 i oppkjøringen fra Langangen, ca. 15 km vest for Larvik.

Veien her er smal med en steil skjæring på den ene side, og stup ned mot sjøen på den andre.

Kjøring med varierende hastighet er her ikke mulig på grunn av den sterke trafikken, heller ikke kjøring med forskjellig avstand fra veiskjæringen. Ved å kjøre denne strekning begge veier, får en imidlertid et godt bilde av hva målegeometrien betyr ved radiometriske målinger.

Kjøring med detektor pekende inn mot skjæring 95 imp/min

Kjøring med detektor mot stup 38 imp/min

Tallene referer til instrument GB-H serie 1300G.

KONKLUSJON FOR BILMÅLINGENE

1) Målehastigheten har stor betydning for utslagene på apparatene, spesielt ved strålingskilder med lite areal. Det ble etter forsøkene besluttet at de radiometriske bilmålingene gjøres med en hastighet på 45 km/t.

2) Geometrien ved målingene er svært viktig. Avstanden fra detektoren til strålingskilden er av stor betydning for utslaget, og som det går fram av

tabell IV er også detektorens stilling av betydning. Det er derfor besluttet at det ved målinger kjøres begge veier. Detektoren til flyscintillometeret legges horisontalt pekende ut mot grøftekanten. Instrumentet 1300G legges horisontalt pekende ut mot grøftekanten. Det samme gjelder Dr. Berthold detektoren. For alle instrumenter er det viktig at de plasseres i vindushøyde og helt ut mot høyre side i bilen. For å beskytte mot vibrasjon legges detektoren gjerne på skumgummi eller lignende.

Tabell I: Beskrivelse av de radioaktive kilder som er brukt ved laboratorie-
målingene.

Kilde nr.	1.	Bakgrunn.
"	2.	Porfyr fra Hotagen, Sverige.
"	3.	45 g NBL 79 (1% Th).
"	4.	50 g " " " "
"	5.	Alvitt, Rømteland, Norge.
"	6.	Porfyr fra Hotagen, Sverige.
"	7.	Pegmatitt, Laksådal.
"	8.	Radioaktiv kalibrerings kilde III.
"	9.	" " " " " I.
"	10.	50 g NBL 42-3 (1.0% U).
"	11.	Uranmalm fra New Quirke Mine, Elliot Lake, Canada.
"	12.	Radioaktiv kalibrerings kilde II.
"	13.	" " " " " for flyscintillometer.
"	14.	Cs ¹³⁷ standard, i blykappe.
"	15.	Prøve fra Oslo-feltet, OF 443.
"	16.	Na ²² standard, i blykappe.
"	17.	Euxenitt, Tiltvik.
"	18.	Uraninitt, Rømteland.
"	19.	Na ²² standard.

Tabell II: Resultater fra laboratoriemålinger med forskjellige scintillometre.

Aktiv kilde nr.	SRAT imp/s	Berth. I imp/s	Berth. II imp/s	Berth. III imp/s	Harwell μ R/time	NE 148 μ R/time
1	70	45	50		2	1
2	280	220	150	130	60	3
3	290	230	180	150	60	6
4	310	270	220	200	60	6
5	340	340	270	260	70	8
6	380	250	270	270	80	6
7	450	440	400	370	180	5
8	450	440	400	390	90	8
9	600	500	440	440	220	10
10	600	920	750	750	150	12
11	1000	720	660	660	230	16
12	1300	1400	1100	1200	210	22
13	2700	2400	1700	1900	800	100
14	4200	3200	2500	2900	950	60
15	4200	4000	3600	3600	950	35
16	5000	5900	3500	4200	1100	60
17	6000	9400	6200	8000	> 1500	200
18	7000	8900	6600	8500	> 1500	200
19	10000	>10000	7200	9000	>1500	95

Tabell III. Resultat fra feltmålinger med forskjellige bærbar scintillometre.

SRAT	Berthold I imp/s	Berthold II imp/s	Berthold III imp/s	Harwell R/time	Knirps Serie 700 imp/min X 1000	Knirps Serie 1500 imp/min X 1000	GB-H Serie 1300G imp/min X 1000
110	-	60	65	-	3.5	3.5	23
170	-	95	90	-	5.0	5.0	30
200	130	120	120	40	-	-	-
420	-	410	400	-	24	22	170
450	280	260	240	90	-	-	-
650	400	400	420	130	-	-	-
700	-	425	450	-	24	24	190
750	480	480	470	150	-	-	-
4000	2700	2400	2300	650	-	-	-
7500	5500	4200	4000	1500	-	-	-
-	-	170	-	-	9.5	10.2	59
-	-	360	-	-	20	20	125
-	-	360	-	-	20	18	120
-	-	480	-	-	27	27	170
-	-	560	-	-	30	31	180
-	-	750	-	-	47	41	300
-	-	2000	-	-	120	127	860

Tabell IV. Resultater fra bilmålinger med gammelt flyutstyr og 1300G

a) Flyutstyret med detektoren pekende 45° ut og ned mot veikantens høyre side. 1300G detektor pekende ned mot veibanens høyre side (tall i parantes, instilling 50k). Kjøreretning er nord-syd.

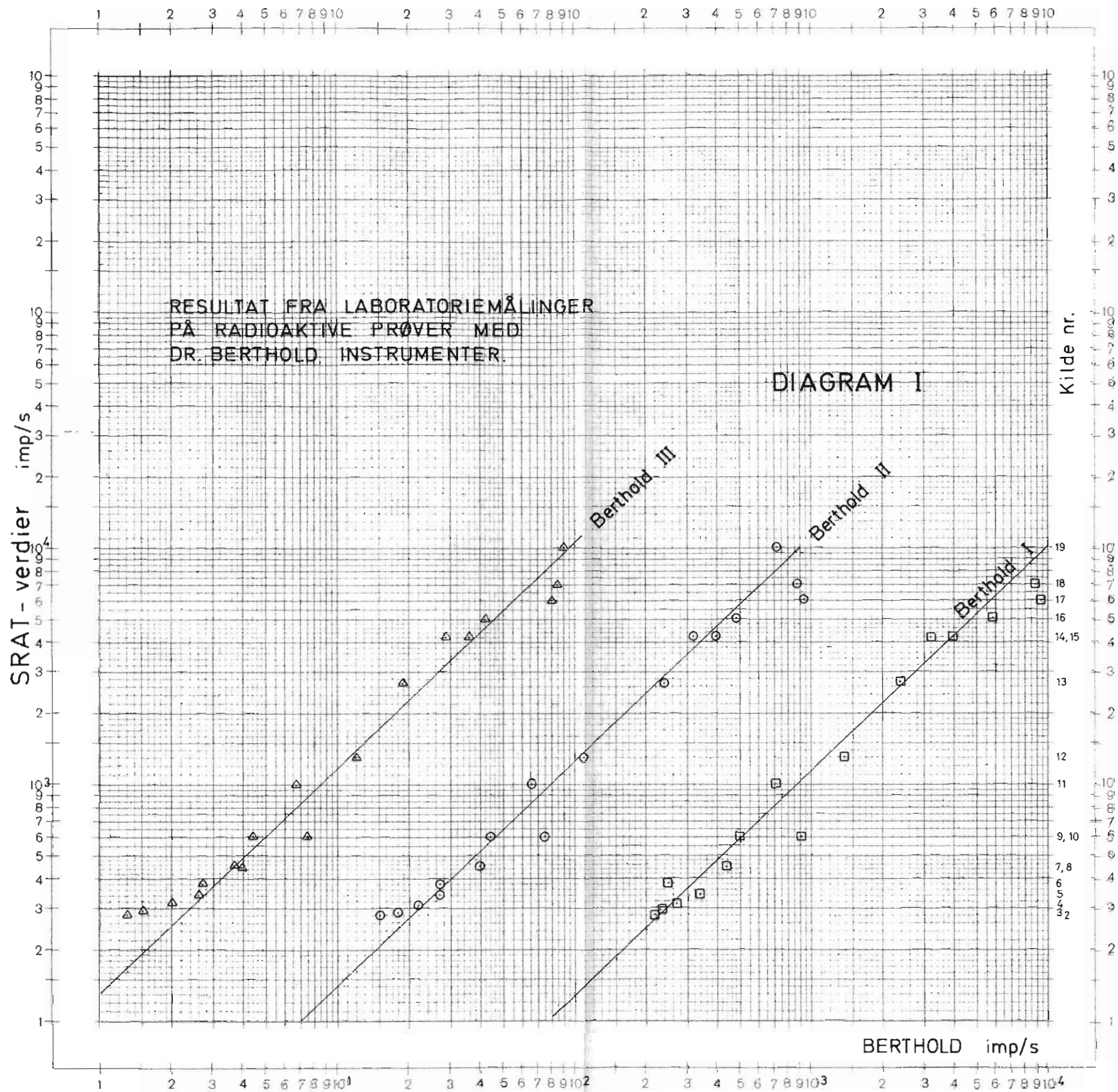
Hastighet km/t	Skjæring/utslag nr.				
	1	2	3	4	5
30	50 ^{xx}	45	56	76	73
40	48(70)	43	60(94)	72(>100)	73(>100)
50	47(65)	43	57(90)	70(>100)	72(>100)
60	46(58)	41	52(78)	65(98)	68(>100)
70	44(60)	40	50(74)	68(90)	68(99)
40 ^x	40(58)	38	52(76)	58(82)	61(86)

b) Flyutstyret med detektor pekende horisontalt utover. 1300G detektor også pekende horisontalt utover. (Tall i parantes, instilling 100k). Kjøreretning er nord-syd.

Hastighet km/t	Skjæring/utslag nr.				
	1	2	3	4	5
30	54 ^{xx} (37)	47(34)	68(55)	86(68)	81(65)
40	52(36)	46(33)	60(50)	75(58)	78(60)
50	50(32)	44(30)	58(44)	77(58)	77(60)
60	50(33)	44(29)	56(43)	72(52)	76(60)
40 ^x	50(32)	42(27)	57(42)	72(50)	72(53)

^x Bilen kjøres midt på veien ca. 2 m lengre avstand fra kilden enn den andre kjøring med 40 km/t.

^{xx} Utslag på skiver.

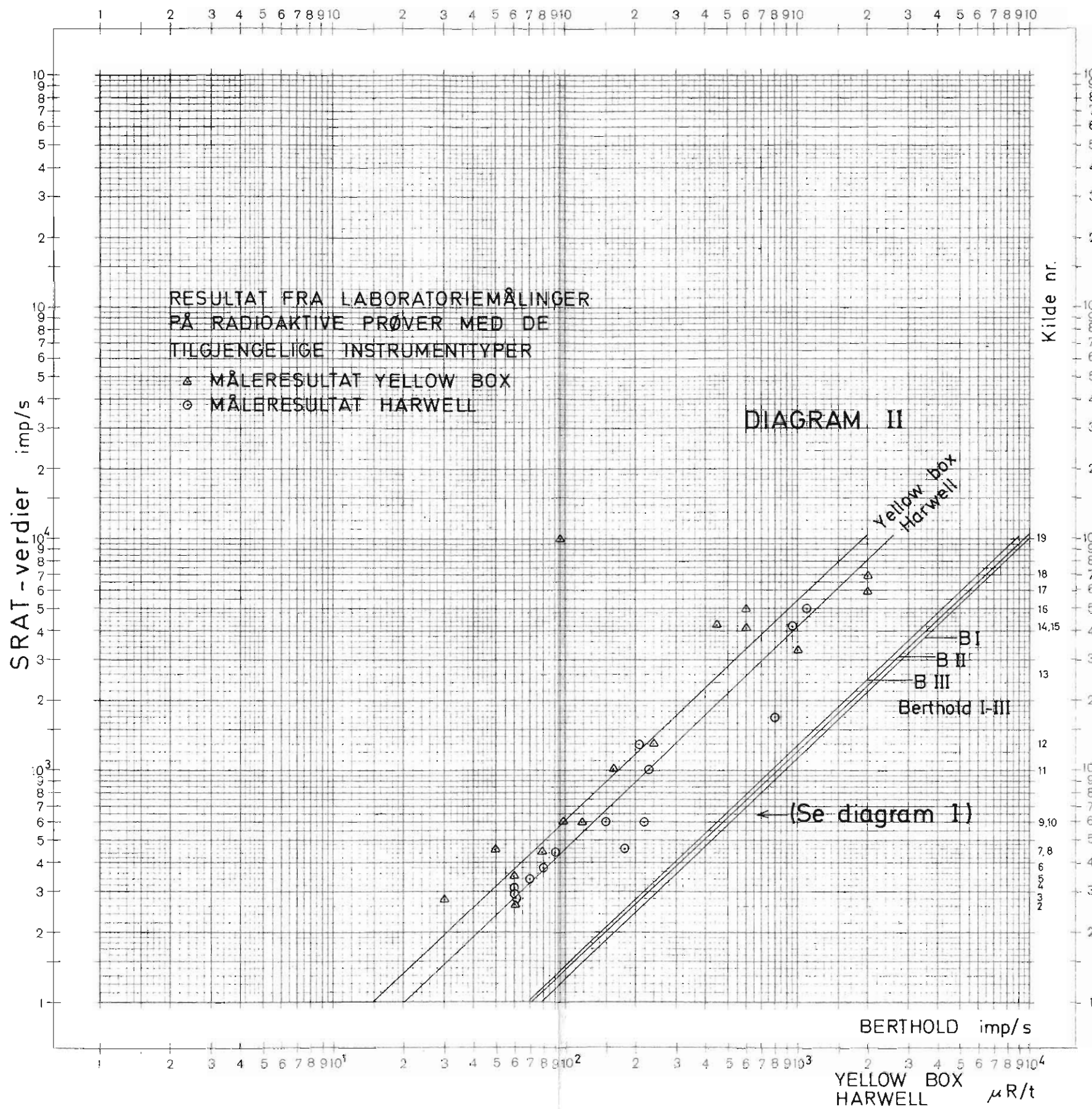


NGU
URANPROSJEKTET
Notat nr. 8

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	C.D.T.	
	TEGN	C.D.T.	
	TRAC	B.E	NOV 1975
	KFR		

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
Notat 8-01	



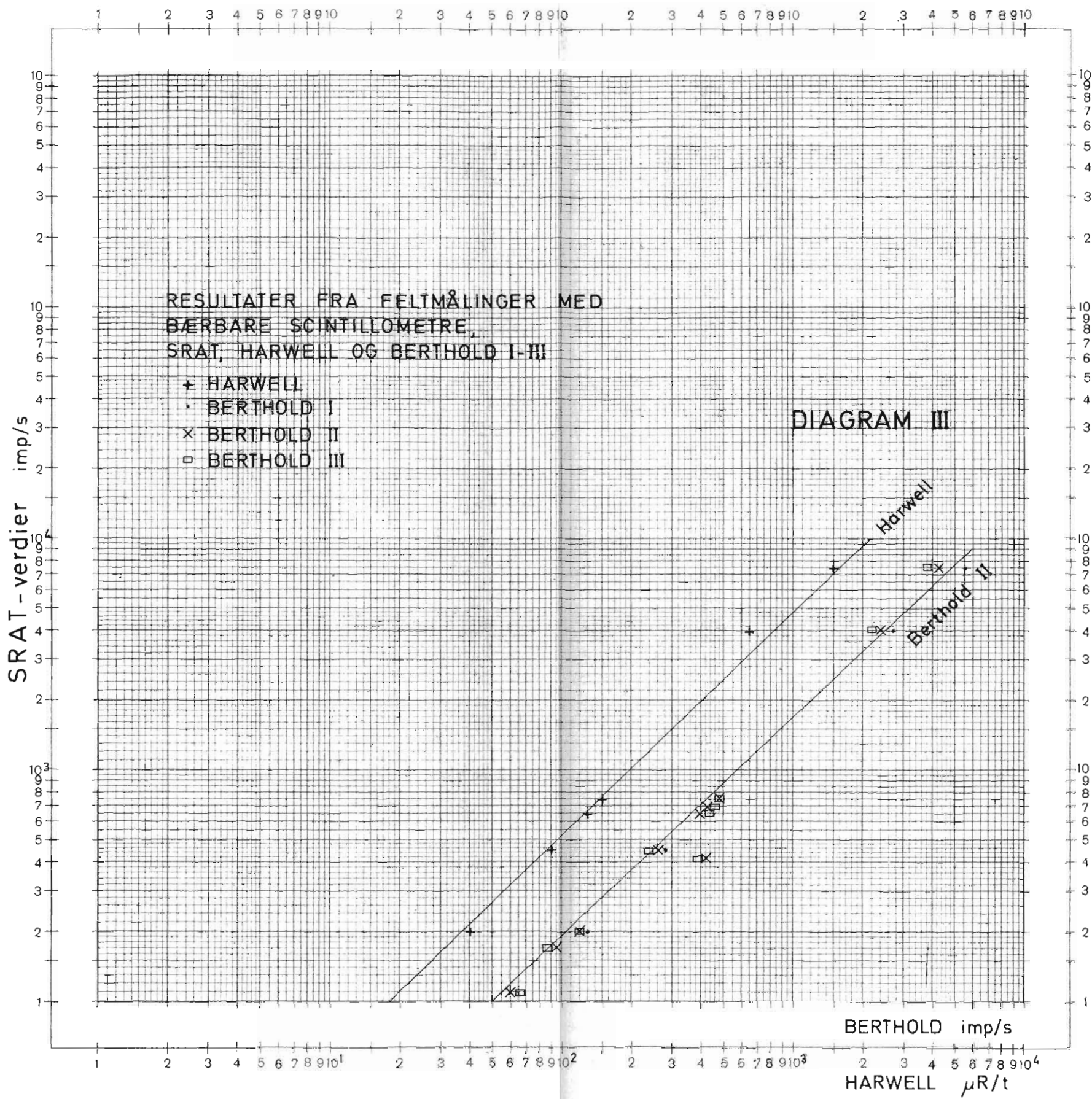
NGU
URANPROSJEKTET
Notat nr. 8

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	C.D.T.	
	TEGN	C.D.T.	
	TRAC	B.E.	NOV 1975
	KFR		

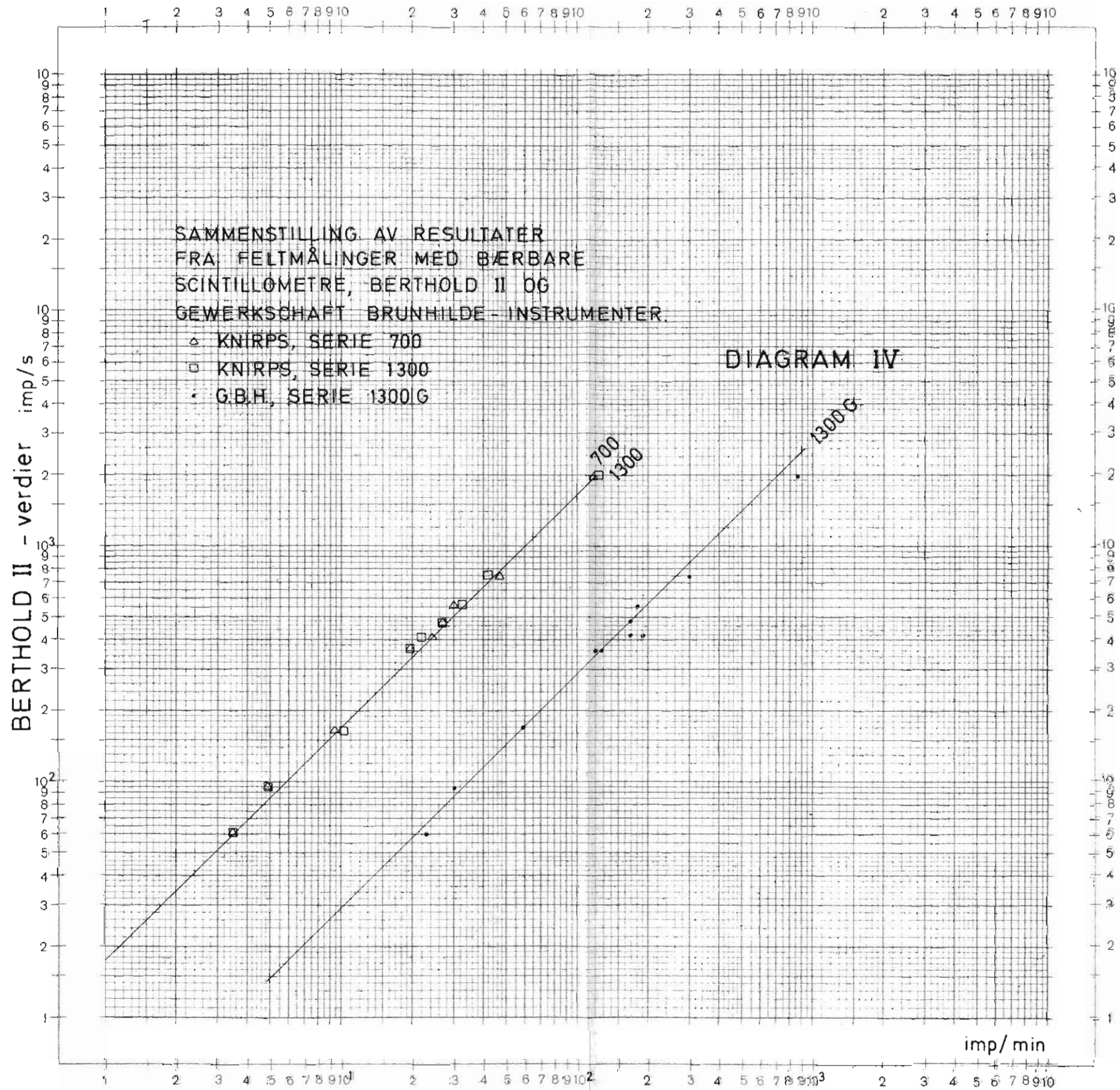
TEGNING NR
Notat 8-02

KARTBLAD (AMS)



MADE IN GERMANY

NGU URANPROSJEKTET Notat nr. 8	MÅLESTOKK	MÅLT	JH, IL, CDT
		TEGN	CDT
		TRAC	BE NOV 1975
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
	Notat 8-03		



NGU
 URANPROSJEKTET
 Notat nr. 8

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	JH, IL, CDT
	TEGN	CDT
	TRAC	BE NOV 1975
	KFR	

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
Notat 8-04	

DIAGRAM V

FLY-SCINTILLOMETER PEKENDE MOT HØYRE GRØFTEKANT.
 1300 G PEKENDE NED MOT VEIBANEN.
 △ FLY-SCINTILLOMETER MIDT PÅ VEIEN
 ○ 1300 G MIDT PÅ VEIEN
 (FRA TABELL IVA)

Fly-scint.
skala

1300 G
skala

50

70

UTSLAG 1

40

60

50

UTSLAG 2

40

30

60

90

UTSLAG 3

50

80

80

100

UTSLAG 4

70

90

60

80

80

100

UTSLAG 5

70

60

30

40

50

60

70 km/t

DIAGRAM VI

FLY-SCINTILLOMETER PEKENDE MOT HØYRE GRØFTEKANT.
 1300 G PEKENDE NED MOT VEIBANEN.
 △ FLY-SCINTILLOMETER MIDT PÅ VEIEN.
 ○ 1300 G MIDT PÅ VEIEN.
 (FRA TABELL IV B)

Fly-scint.
skala

1300 G
skala

60

40

UTSLAG 1

50

30

50

40

UTSLAG 2

40

30

70

60

UTSLAG 3

60

50

50

40

90

70

UTSLAG 4

80

60

70

50

90

70

UTSLAG 5

80

60

70

50

30

40

50

60

70 km/t