

Jagten på URAN

af Agnete Steenfelt og Bjarne Leth Nielsen

En del specielle fagudtryk anvendes i teksten. Deres betydning fremgår af nedenstående ordliste.

Alfa- og beta-stråling: Kortrækkende radioaktiv partikelstråling.

Gammastråling: Langtrækkende radioaktiv elektromagnetisk stråling. Ligner røntgenstråling, men har kortere bølgelængde.

Gammaspæktrometer: Instrument med scintillationstæller til bestemmelse af energifordelingen af gammastråling. Gammastråling fra isotoperne i de radioaktive henfaldsrækker (se artiklen) udsendes med forskellig energi.

Geigertæller: Instrument til måling af radioaktiv stråling ved ioniserings-effekt. Er mindre følsom end scintillationstælleren.

Isotoper: Atomkerner med samme atomnummer, altså hørende til samme grundstof, men med forskellig vægt.

Radiometri: Måling af radioaktiv stråling.

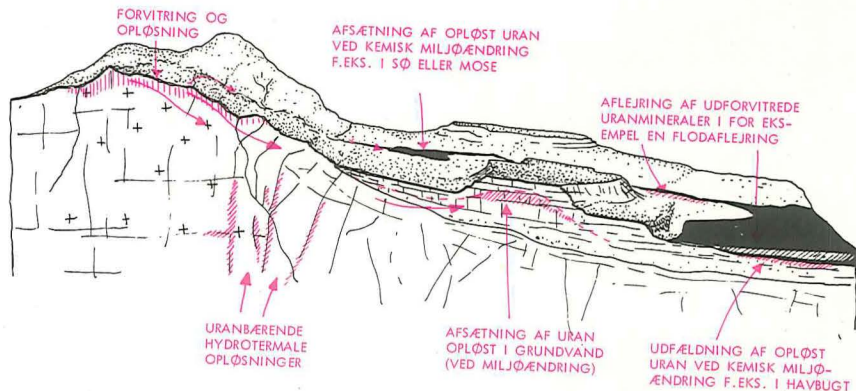
Scintillationstæller: Instrument til måling af gammastråling. Gammastråler fremkalder scintillationer (udsendelse af lysglimt) ved passage og anslag af atomerne i visse stoffer. Disse stoffer anvendes i detektorkrystaller.

Den nuværende oliekrise viser, hvor afhængig mange landes energiproduktion er af tilførslen af olie udefra. Situationen har derfor forstærket interessen for at finde energiråstoffer inden for landenes egne grænser. I Danmark arbejder man således på at undersøge mulighederne for at skaffe olie dels fra Nordsøen, dels fra et område ud for Grønlands vestkyst, og desuden er en fornyet uraneftersøgning i Grønland påbegyndt. Mens olieeftersøgningen foretages af private selskaber på koncessionsbasis, varetages uraneftersøgningen af Grønlands Geologiske Undersøgelse, idet al prospektering og udnyttelse af radioaktive grundstoffer unddrages koncessionerne til private selskaber.

Vi vil her beskæftige os med denne uraneftersøgning, og først se på, hvordan og hvor en uranforekomst kan dannes, og dernæst komme nærmere ind på, hvordan uraneftersøgningen foregår.

HVORDAN DANNES URANFOREKOMSTER ?

Uran findes i naturen i ganske ringe mængde i alle bjergarter. For eksempel indeholder den vulkanske bjergart basalt gennemsnitlig 0,5 gram pr. ton bjergart og en granit gennemsnitlig 5 gram pr. ton. Under specielle betingelser kan uranet koncentreret ved indvirkning af fysiske og kemiske processer og danne en uranforekomst med uranrige mineraler, hvoraf de vigtigste er uraninit UO_2 og uranbegblende U_3O_8 . Herunder er vist hvordan dannelsen af sådanne uranforekomster kan foregå.



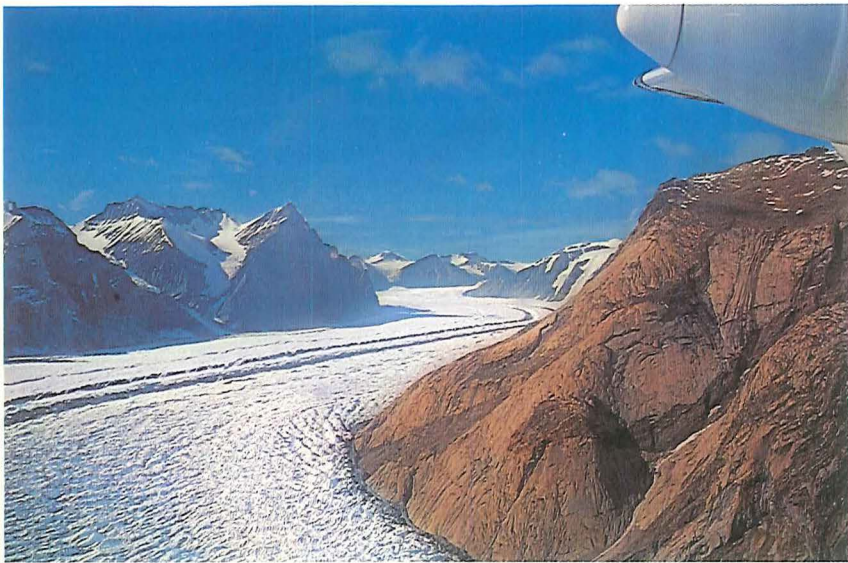
Udgangsbjergarten vil ofte være granit, syenit, vulkansk materiale eller uranbærende sedimenter. Et vigtigt udgangsmateriale er også de varme vandige opløsninger, der dannes i slutningen af et magmas størkning. Opløsningerne indeholder ofte uran og andre økonomisk vigtige metaller. Metallerne og uran udfældes som mineraler på gange og i sprækkezoner (hydrothermale forekomster).

Når en uranholdig bjergart forvitrer, transporteres forvittringsmaterialet væk og under transporten sker der en sortering af det transporterede materiale, hvorved uranmineraler ved aflejringen kan koncentreret på bestemte steder.

De fleste uranmineraler er forholdsvis letopløselige og opløsning og genudfældning af uranmineraler er en vigtig proces i dannelsen af uranforekomster. Udfældningen vil for eksempel finde sted, hvor der sker en pludselig ændring i det fysiske-kemiske miljø, som ændring i temperatur, iltforhold eller surhedsgrad. I sedimenter kan udfældningen af uranmineraler være afhængig af sedimenternes struktur og deres gennemtrængelighed for vand - deres permeabilitet. De største uranreserver i verden findes i sandsten og konglomerater, blandt andet i Canada og USA. Et eksempel på en uranforekomst i sandsten er vist på figur 2.



Figur 1. Uranbrydning i sandstensforekomster i USA. Lucky McMine i Wyoming.



Figur 2. Måling af radioaktivitet fra fly i grundfjeldsområde i det centrale Østgrønland. Områdets topografi kan i høj grad besværliggøre sådanne målinger.

Næsten lige så vigtige er de forekomster, hvor uranen findes i årer og på sprækkeflader for eksempel i en forkastningszone. Denne forekomsttype har normalt et højt indhold af uran, men har til gengæld sjældent stor udstrækning.

De uranforekomster, der er påvist i kulbjergarter, sorte skifre og i havbundssedimenter (især fosforit) har sjældent særlig stor lødlighed, og mange udnyttes ikke. De kan dog få stor betydning i fremtiden, når de rigeste forekomster er udtømt.

Et grundigt kendskab til geologi og geologiske processer er nødvendigt for at kunne vurdere, hvor de ovennævnte processer kan have ført til en koncentration af uran. Især er viden om kendte forekomsters geologi og dannelseshistorie vigtig når man skal udpege nye områder, hvor en uraneftersøgning med fordel kan iværksættes.

Under en uraneftersøgning vil man ofte først prøve at finde egnede udgangsbjergarter, og derefter fortsætte med detaljerede undersøgelser af bjergarternes omgivelser. Hertil har man stor hjælp af instrumenter, der måler radioaktiv stråling - geigertællere.

HVAD ER RADIOAKTIVITET ?

Uran er et ustabil grundstof. Det omdannes spontant til et nyt og lettere grundstof, der igen omdannes til et nyt og lettere grundstof og så videre, indtil serien ender med en stabil blyisotop. Halveringstiden er det tidsrum, der forløber, indtil den halve mængde af et af grundstofferne i serien er omdannet til det næst følgende. Halveringstiderne mellem de enkelte led varierer fra brøkdele af et sekund til mange millioner år. Hvis ingen af seriens grundstoffer fjernes (det kan ske for eksempel ved opløsning eller afgasning), vil man efter et helt gennemløb af serien have et konstant mængdeforhold mellem de indgående grundstoffer - serien er i radioaktiv ligevægt. Man kan derfor ved at bestemme mængden af et vilkårligt grundstof i serien, teoretisk udregne mængden af alle de øvrige, blandt dem også uran.

Ved omdannelsen af hver enkelt af seriens grundstoffer til det efterfølgende frigøres energi, der udsendes som radioaktiv stråling. Det kan enten være alfa-, beta- eller gammastråling. Ved at måle strålingsintensiteten kan man således bestemme koncentrationen af uran i den bjergart, man måler på. Ved bestemmelser af en bjergarts indhold af uran og thorium benytter man ofte gammastrålingen fra de radioaktive isotoper bismuth (Bi-214) og thallium (Tl-208).

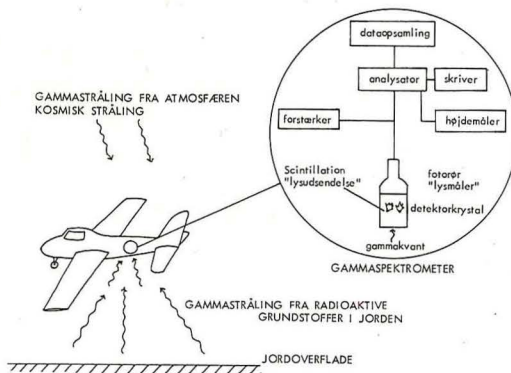
URANEFTERSØGNING I GRØNLAND

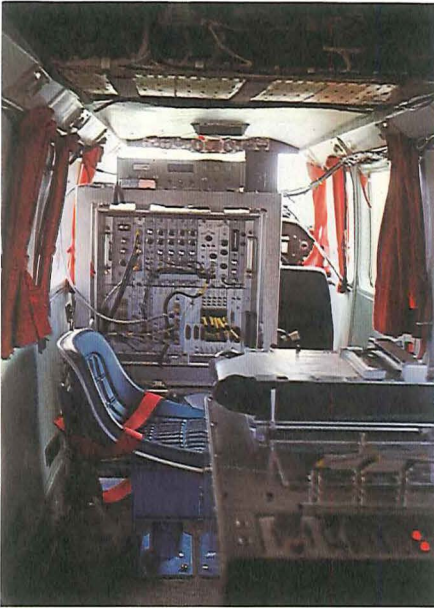
Siden 1971 har Grønlands Geologiske Undersøgelse foretaget en eftersøgning af radioaktive grundstoffer i det centrale Østgrønland. Før dette projekt begyndte, havde man sammen med Petrologisk Institut ved Kø-

benhavns Universitet arbejdet med de snart længe kendte uranforekomster ved Narssaq i Sydgrønland (se Varv 1967,2). Undersøgelsen af disse forekomster er foreløbig afsluttet fra geologisk side, og alt tyder på, at forekomsterne ikke vil kunne udnyttes rentabelt med de nugældende priser på uran.

I Østgrønland er man herefter begyndt på en rekognosceringsundersøgelse efter uran i et meget stort landområde, der strækker sig fra 70° til 76° nordlig bredde. Østgrønland blev valgt, fordi mange af de betingelser som uranforekomster andre steder i verden er dannet under, er til stede her. Geologien inden for området dækker et vidt spektrum både med hensyn til bjergartstyper og deres aldre. Sammensætningen varierer fra graniter og gnejsr via krystallinske skifre og svagt omdannede sedimenter til helt uomdannede sandsten og lersten. Hvis man ser på "tidsneglen" side 31, får man indtryk af det store spænd i alder af bjergarterne. De repræsenterer de fleste perioder fra Prækambrium helt op til Tertiær- og Kvartærtiden. Inden for dette tidsrum er bjergarterne blevet præget af mange geologiske begivenheder, der kan have betydning for dannelsen af en uranforekomst. Den kaledoniske foldning, dannelse af graniter, senere jordskorpebrud (forkastninger) og nedbrydning og aflejring i sedimentationsbassiner, er eksempler på processer, som kan være kontrollerende for en malm-dannelse.

Det udvalgte områdes størrelse gør det til en næsten uoverkommelig opgave at gennemsnøge det med geigertællere til fods. Dette var den klassiske metode, dengang uran begyndte at få økonomisk betydning, først af militære årsager og senere som brændsel i atomkraftværker. Som følge af den hurtige teknologiske udvikling er det nu blevet muligt at eftersøge uran fra luften. Den gammastråling, der udsendes ved nedbrydningen af uran, absorberes kun delvist i atmosfæren, og med store scintillationskrystaller, der er langt mere følsomme end geigertællere, er det muligt ved langsom flyvning i lav højde at kortlægge fordelingen af de radioaktive grundstoffer i de bjergarter, der overflyves (se figur 4). Figur 3 viser det gammaspektrometer, som GGU anvender ved uraneftersøgningen i Grøn-

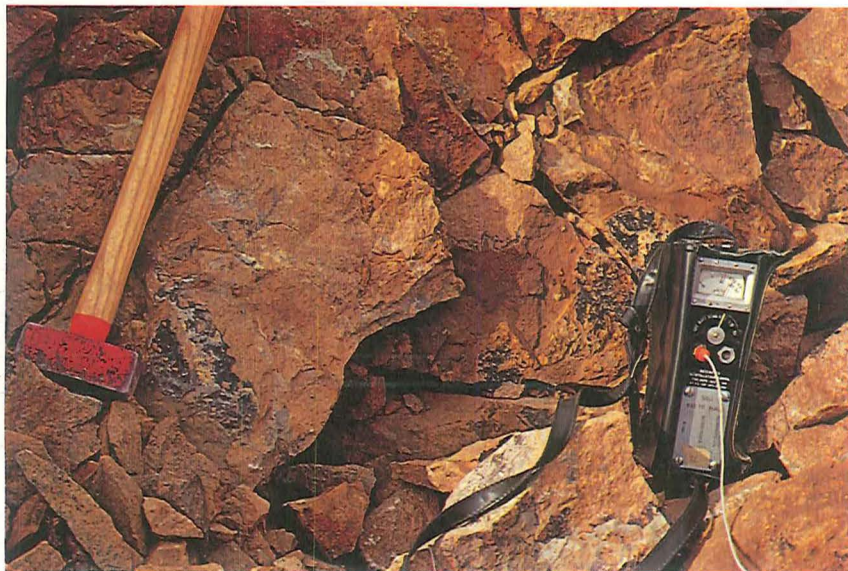




Figur 3. Gammasppektrometeret, der anvendes i Østgrønland, er installeret i et fly af typen Britten-Norman Islander. Detektor-krytallerne er monterede i den grå kasse i forgrunden.



Figur 4. Ved flymåling af jordens radioaktivitet flyves der langsomt i lav højde over terrænet. Bemærk moskusokserne på jorden foran flyet. I den lange bom bagest i flyet sidder sensoren ("føleren") til magnetiske målinger, der udføres samtidig med de radiometriske.



Figur 5. Uranmineraliseret flussspat-åre syd for Mesters Vig. Flusspaten er mørkviolet på grund af den radioaktive bestråling. Instrumentet er en af de typer feltscintillometre, GGU anvender.



Figur 6. Rhyolit- og tuffbjergarter omgivet af Devone sandsten. Rhyoliten, der er beriget på radioaktive grundstoffer, er stærkt rødfarvet på grund af iltning.

land. Instrumentet er konstrueret af fysikere på atomforsøgsstationen, Risø, og på regnemaskinerne samme sted behandles de radiometriske data, der under flyvningen bliver opsamlet på hulstrimmel.

Det primære formål med rekognosceringsflyvningerne er at finde frem til områder, hvor bjergarternes indhold af radioaktive stoffer er højere end det gennemsnitsindhold, der er normalt for tilsvarende bjergartstyper. Når det er gjort for hele området, kan en mere systematisk eftersøgning begynde i de nu stærkt begrænsede landområder. Det kan foregå ved detailmåleflyvninger med helikopter og scintillometermålinger direkte på bjergarterne i felten. Også geokemiske undersøgelser og en detaljeret geologisk kortlægning kan tages i anvendelse på dette trin af eftersøgningen.

De foreløbige resultater fra Østgrønland har peget på flere geologiske formationer, hvor en nøjere eftersøgning er berettiget. Syd for Mesters Vig er der i en nord-syd gående hovedforkastningszone, der har været aktiv i et langt tidsrum efter den kaledoniske foldning, enkelte steder konstateret en markant stigning i radioaktiviteten. Feltarbejdet har været koncentreret om en uranmineralisering i denne zone. Mineraliseringen omfatter flussspat og uranbegblende udfældet i sprækker (se skemaet). Mellem Mesters Vig og Daneborg er der konstateret forøget gammastråling over rhyolit- og tufbjergarter (se figur 6). I begge områder knytter interessen sig yderligere til de omgivende sedimentområder, hvor uran kan være udfældet, eventuelt i forhøjede koncentrationer.

Ud over disse to eksempler er der under flyvningerne påvist områder med overskud af radioaktiv stråling i flere andre geologiske miljøer, blandt andet inden for det kaledoniske krystallinske bjergartskompleks. Alle disse områder skal undersøges nærmere i de kommende somre. De fleste steder vil anomalierne utvivlsomt vise sig at være uden økonomisk interesse - enten ved at være for ubetydelige eller ved at være domineret af thorium. Først når området er færdigundersøgt efter de her skitserede linier, vil en samlet bedømmelse af uranmineraliseringerne være afgørende for en fortsat og mere intensiv økonomisk geologisk virksomhed i Østgrønland.

Agnede Steenfeldt

Bjarne Leth Nielsen

GEOLOGIEN OG MENNESKET er titlen på en bog, der ved nytårstid udkom i Norge på Gyldendal Norsk Forlag. På 293 sider og med 164 illustrationer hvoraf 20 er i farve behandler bogens otte forfattere alle geologiens discipliner på en fortræffelig måde. Bogen er skrevet på et sprog, der er let læseligt og forståeligt også for danske interesserede, som den kan anbefales til. Bogen vil blive anmeldt i næste nummer af Varv.