

Ti års regional uraneftersøgning i Grønland

Af Bjarne Leth Nielsen



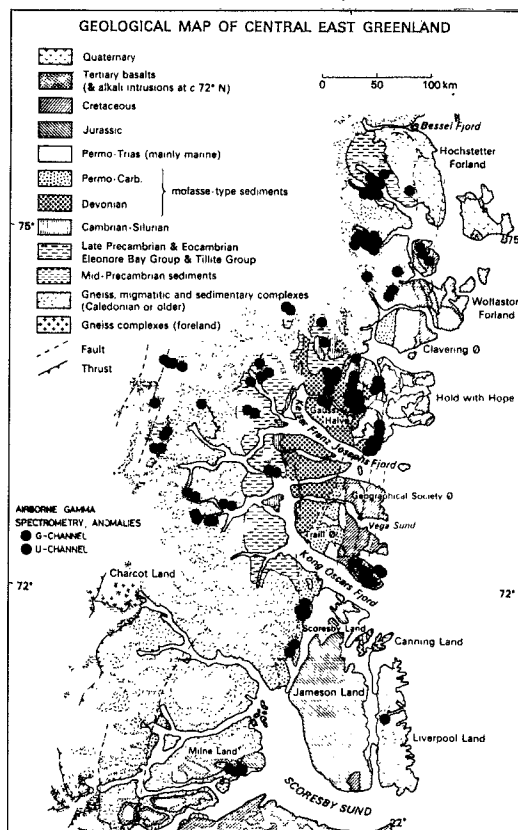
Uraneftersøgningsekspeditionens hovedkvarter i Stordal i Østgrønland, 180 km nord for Mesters Vig.

Indledning

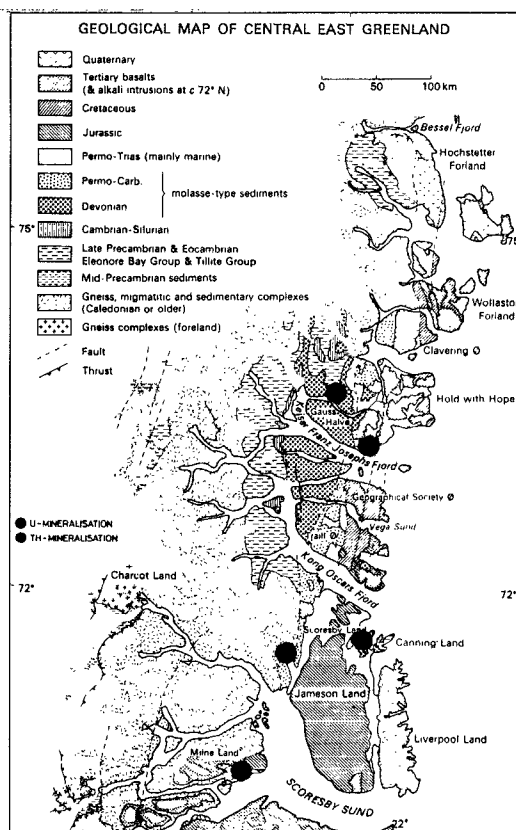
Uraneftersøgningen i Grønland efter 1970 er i væsentligst omfang udført af den danske stat i regie af Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU). Det er almindelig praksis, at radioaktive grundstoffer undtages i private selskabers koncessionsaftaler med Ministeriet for Grønland, og da Danmark som deltager i det europæiske atomenergifælles-

skab (EURATOM) årligt rapporterer til EF-Kommissionen om foretaget uraneftersøgning, har GGU forestået denne eftersøgning som sin eneste primære prospekteringsaktivitet i Sektion for Malmgeologi.

I mindre omfang er uraneftersøgning udført af Nordisk Mineselskab A/S i koncessionsområdet i det centrale



Kort 1. Geologisk kort over Østgrønland. De sorte pletter viser lokaliseringen af radioaktive anomalier, målt fra fly.



Kort 2. Mineraliseringer af uran og thorium i Østgrønland. Feltsarbejdet, der efterfulgte flymålingerne har vist, at størstedelen af anomalierne (kort 1) kunne forklares ved terræneffekter eller bjergartsmæssige forskelle.

Østgrønland, idet der i loven om Nordisk Mineselskab fra 1952 ikke lægges begrænsning på en sådan aktivitet.

Anledningen til GGU's engagement i systematisk uraneftersøgning var mødet »Uranium Exploration Geology« afholdt af Det Internationale Atomenergiagentur i Wien i 1970, hvor der blev opfordret til en global forøgelse af uraneftersøgningen til imødegåelse af en fremtidig knaphedssituation på brændsel til kernekraftværker.

GGU havde løbende, i forbindelse med den geologiske kortlægning, udført

geigermålinger, men først i 1970 blev, på ovenstående baggrund, en selvstændig aktivitet efter moderne eftersøgningsmetoder iværksat.

Uraneftersøgningen har siden starten beskæftiget fra en til nu tre fastansatte geologer, i feltsæsonen suppleret med et mindre antal geologer og teknikere fra kollegainstitutioner. Man vil således forstå, at der konstant har været tale om en meget begrænset indsats i relation, ikke kun til størrelsen af de isfri områder, men også til det potentiale for uranforekomster, der ved en førstehånds geolo-

gisk vurdering kan tilskrives Grønland. Den systematiske uraneftersøgning har derfor været af rekognosceringsmæssig art, hvor store landområder søges dækket af et relativt åbent net af observationer.

I de følgende afsnit vil eftersøgningsmetoderne og resultaterne af prospekteringen i de enkelte områder blive omtalt. Hovedvægten er lagt på det seneste eftersøgningsprogram i Sydgrønland. Til slut vil relationerne mellem GGU's uranarbejde, danske energiforskningsprojekter og EF-finansierede projekter blive belyst.

Eftersøgningsmetoder

Uran er et meget mobilt grundstof, hvis koncentration i jordskorpen typisk er 2–4 gram pr. ton bjergart. Mobiliteten skyldes, at uran er let opløseligt i vandige opløsninger under kemisk oxiderende betingelser. Under kemisk reducerede forhold vil opløst uran igen udfældes. Disse egenskaber spiller en afgørende rolle for dannelsen af mange uranforekomster, ligesom de naturligvis udnyttes i eftersøgningen af forekomsterne. En anden og velkendt egenskab er urans naturlige radioaktivitet, hvor de to isotoper U-235 og U-238 gennem en serie henfald udsender alfa-, beta- og gammastråling. Det er denne radioaktivitet, der gør uran til et værdifuldt grundstof, og denne egenskab er naturligvis også en væsentlig parameter i eftersøgningen.

Sammenholdt med andre metalliske råstoffer, kan områder med højt uranpotentiale relativt let identificeres i felten. Derimod er det betydeligt vanske-

ligere at påvise egentlige forekomster inden for disse områder, fordi de fleste typer af uranforekomster har skarp grænse mellem mineraliseret og umineraliseret bjergart. Yderligere er de fleste uranforekomster gennemgående små. Relativt betragtet svarer store uranforekomster således til mellemstore eller små forekomster af f.eks. bly, zink, kobber og jern.

Eftersøgningsmetoderne i Grønland omfatter radiometrisk opmåling, geokemisk prospektering og geologiske metoder.

Den indledende rekognoscering i eftersøgningsområderne i Nordøstgrønland, Vestgrønland og Sydgrønland har været baseret på en luftbåren gamma-spektrometrisk opmåling fra fastvinget fly og helikopter. Områdernes størrelse og antallet af opmålte liniekilometre fremgår af tabellen. Det fremgår også af tabellen, at ca. halvdelen af de isfri områder på i alt 340.000 km² er dækket indtil i dag. Flymålingerne har afsløret en række områder, hvor gammastrålingen er over gennemsnittet for tilsvarende bjergartsformationer andetsteds. Den statistiske sandsynlighed for eksistensen af uranforekomster er relativt større i disse områder. Desuden har den luftbårne opmåling påvist et meget stort antal enkeltanomalier, og gammaspektrometrien har på denne måde været retningsgivende for det mere detaljerede opfølgende arbejde på jorden. Kun ganske få af disse anomalier har kunnet forklares ved tilstedeværelsen af radioaktive mineraliseringer. Hovedparten skyldtes terræneffekter samt betydningsløse bjergartsmæssige forskelle.

Luftbåren gamma-spektrometrisk opmåling i Grønland 1970-1980

Område	Periode	Områdestørrelse km ²	Liniekilometer
Nordøstgrønland 71°-76° N	1971-1974	70.000	20.000
Vestgrønland 63°-69° N	1975-1976	90.000	30.000
Sydgrønland 59°30'-61°30' N	1979-1980	14.000	13.000

Geokemisk prospektering er udført sideløbende med flybåren gammaspektrometri. Indsamlingsmediernes har i første række været elvsedimenter og elvand, samt i anden række jordprøver og vegetation. Geokemiprøver afspejler i store træk gennemsnittet af indholdet af radioaktive grundstoffer inden for et veldefineret dræningsområde. Endvidere vil de i visse tilfælde kunne afsløre, at en transport af uran og/eller thorium fra de egentlige mineraliseringer finder sted inden for området. På baggrund af erfaringer fra orienteringsindsamlinger i Øst- og Vestgrønland er et stort geokemiprogram gennemført under prospekteringen i Sydgrønland. Der er således under feltarbejdet i 1979 og 1980 indsamlet omkring 6000 sediment- og vandprøver, svarende til en prøvetæthed på 1 prøve pr. 4 km² i hver kategori.

Både radiometri og geokemi kræver et udstrakt laboratoriarbejde efter felt-

sæsonen med hensyn til kemiske analyser, EDB-behandling, korttegning m.m. På en del af disse områder har GGU samarbejdet med Risø, der også har bistået uraneftersøgningen med instrumentudvikling og teknisk assistance.

Den geologiske vurdering er imidlertid hjørnестenen i ethvert prospekteringsprogram. Geologisk arbejde er betydningsfuldt fra planlægningsstadiet med valg af eftersøgningsområde, i udførelsesfasen, under eksplorationsfasen - ja selv efter at evt. produktion er iværksat. De geologiske arbejdsmetoder omfatter geologisk kortlægning, foto-geologi, hydrogeologi, glaciologi, mineralogi m.m. Ny teknik så som tolkning af satellitbilleder samt remote sensing finder stadig stigende anvendelse. Den geologiske metode fører, sammen med de førnævnte prospekteringshjælpemidler, frem til en indsigt i mineraliserings-typer, deres aldersmæssige, bjergarts-



Indsamling af jordprøver til geokemisk undersøgelse i området øst for Sukkertoppen.

mæssige og strukturmæssige placering. På dette grundlag føres et eftersøgningsprogram etapevist frem samtidigt med, at det indsnævres geografisk. Det geologiske arbejde udføres alene af GGU, og i laboratorierne i København behandles alle feltobservationer og indsamlet materiale.

Det er af ovenstående fremgået, at et uraneftersøgningsprogram, teknisk set er et uhyre komplekst fænomen, som kun vil kunne gennemføres gennem et nært professionelt fagligt samarbejde, også på internationalt plan. Hertil kommer, at eksploration er særdeles omkostningskrævende, det er langvarigt, logistisk besværligt, og der er ingen garanti

for, at forekomster vil blive fundet selv i områder med højt potentiale.

Lad os i det følgende se på resultaterne af de seneste ti års eftersøgningsarbejde i Grønland.

Områder og resultater

Nordøstgrønland:

Den regionale uraneftersøgning i Nordøstgrønland udførtes i perioden 1971 til 1977. Den omfattede følgende geologiske enheder:

1. Prækambriske sedimenter og krystallinske bjergarter.
2. Nedre palæozoiske marine sedimenter.
3. Kaledoniske metamorfoserede bjergarter og graniter.
4. Øvre palæozoiske kontinentale sedimenter og vulkanske bjergarter.
5. Mesozoiske marine sedimenter.
6. Tertiære alkaline intrusioner.

Undersøgelserne i de marine sedimenter var begrænsede og tjente hovedsagelig som reference for indhold og fordeling af uran i de øvrige formationer. I disse er der fundet radioaktive mineraliseringer af flere typer og aldre. Følgende bør nævnes:

1. Små uranmineraliseringer i prækambriske krystalline bjergarter.
2. Uranførende kulbrinter og uranoxider i sure vulkanske bjergarter fra Devontiden.
3. Hydrotermal åremineralisering i forkastningszone mellem kaledonisk granit og grovkornede sandsten fra Permtiden.
4. Fosfatbunden uran i horisonter i kontinentale sandsten af devon alder.

5. Placermineraliseringer på grænse mellem krystallinsk grundfjeld og overlejrende sandsten fra Jura-tiden.
6. Hæmatitassocieret uran i tertiære intrusioner.

Flere af de nævnte mineraliseringer er fundet af Nordisk Mineselskab og under fortsat vurdering af selskabet. Generelt synes mineraliseringerne imidlertid at være små og et evt. opfølgende arbejde synes kun retfærdiggjort hvad angår forannævnte hydrotermale åremineralisering. Der har i intet tilfælde været tale om tonnageberegninger. På nær i de prækambriske krystalline områder vurderes uranpotentialer derfor lavt i denne del af Grønland.

Vestgrønland:

Eftersøgningen, der blev begyndt i 1975 dækker området fra Fiskeræset til Diskobugten, som geologisk er opbygget af gamle prækambriske krystallinske bjergarter. Feltarbejdet, der har opfulgt den luftbårne radiometri, har lokaliseret radioaktive mineraliseringer i området omkring Ndr. Strømfjord og i Godthåbsfjordområdet. I begge tilfælde er der tale om lokale uran og/eller thorium berigninger i pegmatit eller granit. Denne type mineraliseringer er altid små og vurderes uden økonomisk betydning. Et mere interessant resultat af prospekteringen er fundet af karbonatit-komplekset Sarfartôq syd for Sdr. Strømfjord. Dette kompleks viser stærk radiometrisk kontrast til de omgivende gnejsler. Uranberigninger følger pyrochlor mineraliseringer hvor nio-

bium koncentrationen i zoner kan variere fra 10 til 40 %. I det sydlige Afrika og Brasilien udvindes uran bl.a. som biprodukt ved mineraludnyttelse fra karbonatit, og et tilsvarende perspektiv synes at være til stede ved Sarfartôq-komplekset.

Sydgrønland:

Uranforekomsten på Kvanefjeld blev ikke fundet som resultat af en systematisk regional eftersøgning. Eksplora-tionsarbejdet omkring denne forekomst er derfor atypisk, idet et eksisterende kendskab til radioaktive grundstoffer i Ilimaussaq intrusionen hurtigt førte frem til fundene på Kvanefjeld. Da der ikke er udført egentligt eftersøgningsarbejde i relation til Kvanefjeld siden 1970, skal denne forekomst ikke omtales nærmere i dette indlæg.

Regional eftersøgning i Sydgrønland blev først iværksat i 1979. Som i Nordøst- og Vestgrønland er programmet af rekognosceringsmæssig art, om end ind-samlings- og opmålingsnettet er noget mere finmasket. Potentialer for grønlandske uranforekomster er højest i denne del af Grønland, og når eftersøgningen i Sydgrønland er placeret som nummer tre i rækken af regionale programmer, skyldes dette, at det logistisk var en fordel først at gennemføre eftersøgningsprogrammerne i Nordøst- og Vestgrønland.

Allerede efter den første feltsæson var det klart, at flere områder indenfor den 14.000 km² store region havde baggrundsradioaktivitet over gennemsnittet. Dette gjaldt bl.a. Narssaq-Igaliko-Narssarsuaq området og området ved



»Paradisdalen« eller Sarfartoq syd for Sdr. Strømsfjord, hvor det radioaktive kalkstenskompleks »Sarfartoq« blev fundet under uraneftersøgningen.

kontinuiteten til yngre pålejrede sandsten, tilhørende Eriksfjord Formationen. Disse bjergarter er af prækambrisk alder, og dette i forbindelse med lithologien og den strukturelle kontrol, placerer mineraliseringen som en type svarende til de overordenligt vigtige uranforekomster i Saskatchewan i Canada og Northern Territory i Australien. At mineraliseringen har større udbredelse end den indtil nu lokaliserede åre, viser fundet af flere mindre forekomster af uranbegblende samt 5 løse blokke med samme mineraliseringstype inden for et område på ca. 100 km². Der er således her tale om en mineraliseringstype, der kan være

Tasermiut fjorden, nordøst for Nanortalik. Andre delområder kunne afskrives som radiometrisk uinteressante. Ligesom under de tidligere prospekteringsprogrammer, førte det opfølgende feltarbejde frem til fundet af talrige anomalier og mineraliseringer. Nogle få af disse er imidlertid af en type, som bekræfter regionens høje uranpotentiale og danner økonomisk geologisk baggrund for fortsat arbejde. Væsentligst er fundet af en 5–10 cm bred, 1/2 m lang åre med uranbegblende (U₃O₈). Denne åre er fundet i Julianehåbsgranit, associeret med et regionalt forkastningssystem, og den er yderligere beliggende nær dis-

ældre end mineraliseringer i de magmatiske komplekser af Gardar alder, hvortil f.eks. Kvanefjeldet hører. En anden væsentlig forskel ses i den mineralogiske sammensætning, idet der er tale om uranoxid, hvorfra uran let lader sig ekstrahere, i modsætning til Kvanefjeldets kemiske modstandsdygtige uranthorium holdige silikater eller fosfater, som f.eks. steenstrupin.

Også andre områder med fundne mineraliseringer i Sydgrønland bør underkastes nærmere undersøgelser, og ovenstående summariske gennemgang af resultaterne af de sidste 10 års efterfølgende arbejde peger ensidigt på Sydgrønland som et attraktivt mål for fortsat eksploration.

Finansiering og organisation af uraneftersøgningen

Indtil 1976 var den regionale uraneftersøgning i Grønland udført og finansieret af GGU med støtte fra Forsøgsanlæg Risø. Fra 1976 og frem til i dag er der i tilgift til de løbende programmer gennemført projekter med hel eller delvis eksternt finansiering. De økonomiske midler til disse er bevilget dels af EF-Kommissionen dels af Energiministeriet, og hyppigt har et projekt modtaget støtte fra begge sider. Der er grund til at understrege, at GGU's » eget « prospekteringsarbejde er blevet fortsat så godt som uberørt af de supplerende projekter. Dog har vanskeligheden ved at finde erfarne urangeologer nødvendiggjort et vist overlap i projektledelsen.

EF-Kommissionen begyndte sin delvise finansiering af uraneksploration i

1976 med baggrund i Euratomtraktatens artikel 70, der bl.a. siger, at Kommissionen kan »på betingelser, som den selv fastsætter, finansielt medvirke i prospekteringsvirksomhed på medlemsstaternes områder«. EF bevilgede således i 1976/77 2 mio. kr., svarende til 30 % af udgifterne, til et boreprogram på Kvanefjeld. I 1978 bevilgedes 3 mio. kr., dækkende 60 % af udgifterne til projektet »Syduran«, som omfatter den regionale uraneftersøgning i Sydgrønland. Et tredje projekt »Gamsaq«, der indeholdt en gamma-spektrometrisk opmåling af Ilfmaussaquintrusionen og tilgrænsende områder fik bevilget EF-støtte, men blev ikke iværksat på grund af modstand i dansk-grønlandske politisk administrative organer.

Energiministeriets, tidligere Handelsministeriets, energiforskningsprogrammer har indeholdt væsentlige bidrag, i alt 6,4 mio. kr., til de omtalte uranprojekter, hvortil kommer 36,4 mio. kr. til Risø's uranudvindingsforsøg. Det sidste forhold betyder, at en relativ høj procentdel af de samlede bevillinger på 185 mio. kr. under 2. fase (1978-82) er gået til uranaktiviteter. Det er imidlertid væsentligt her at skelne mellem eksploration og teknologisk metallurgiske aktiviteter, og fra GGU's side vil en forlængelse af det igangværende Syduranprojekt blive anbefalet ud fra en teknisk geologisk synsvinkel. Det er idag imidlertid stadig uvist i hvor høj grad modstandsgrupper i Grønland og Danmark og den fortsatte usikkerhed om indførelse af kernekraft i Danmark vil påvirke de finansielle og politiske muligheder for en fortsat uraneftersøgning.