

VARV

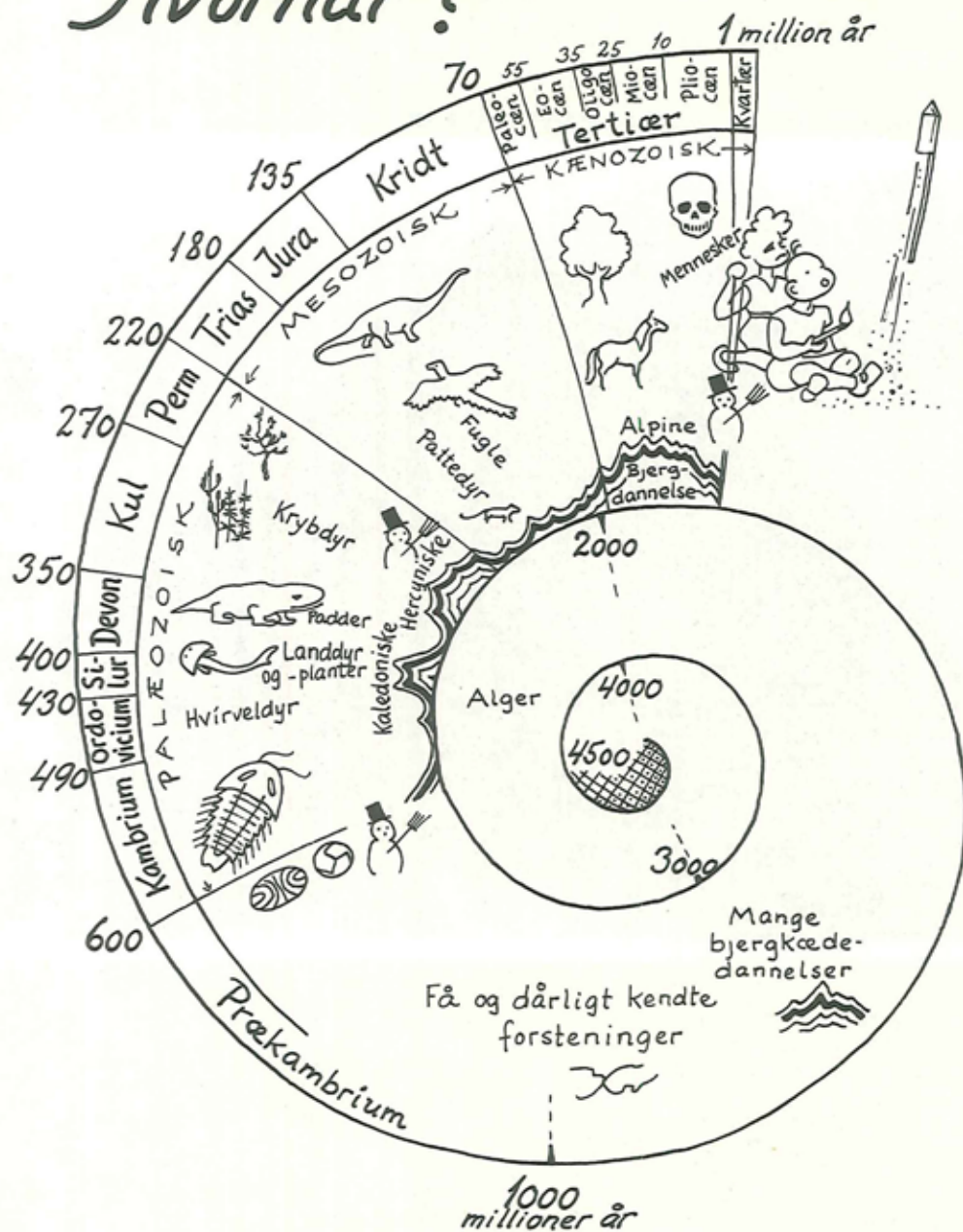
NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1971

En situation fra august 1967, da meteoriten Agpalilik blev indladet i Melville Bugten i Nordgrønland. M/S Edith Nielsen ligger for anker, mens kaptajn J.E.Leo eftergår slæden og dens transportwirer. Ved hjælp af skibets spil blev slæden trukket ad en rampe ned i landgangsbåden. Landgangsbåden sejlede derpå ud til Edith Nielsen, som med sin 25 ton bom svingede slæden om bord. Fotografiet er taget af ingeniør Thue Andersen, som i flere somre forestod det praktiske arbejde med at bjerge og hjemtage meteoriten.



"HVAD KAN PYRAMIDER DOG HAVE MED GEOLOGI AT GØRE" - VAR DET IKKE DERES FØRSTE TANKE? I NÆSTE OMGANG MÅ VI TÆNKE OS, AT PYRAMIDERNE JO ER OPBYGGET AF NATURSTEN, OG VI KAN PÅ GRUNDLAG AF FORSTENINGERNE I DE KALKSTEN, SOM ER BYGGEMATERIALET SE, AT DER ER BENYTTET KALKSTEN FRA DEN ÆLDRE DEL AF TERTIÆRTIDEN. MEN HELT ANDRE PERSPEKTIVER KOMMER IND I BILLEDET, NÅR PYRAMIDERNES ORIENTERING OVERVEJES: VAR DE GAMLE ÆGYPTERE IKKE NÆR SÅ GODE INGENIØRER, SOM VI TROEDE - ELLER KAN UNØJAGTIGHEDER I ORIENTERINGEN HAVE EN ANDEN ÅRSAG? EN ARTIKEL INDE I BLADET GIVER ET OVERRASKENDE SVAR. I ØVRIGT RUMMER BLADET "GRØNLANDSK OLIE OG GAS" - "NYT OM METEORITER" - SAMT ET GEOLOGISK PLUK I HENRIK PONTOPPIDAN'S ERINDRINGER.

Hvornår?



interesserede i at finde mere af dette sjældne, ja i hele Verden næsten enestaaende Mineral. For at sikre sig nøjagtige Kortoptagelser skulde Steenstrup denne Gang ledsages af en Geodæt, og desuden var det Meningen at medgive ham en ung polyteknisk Studerende, der kunde gaa ham til Haande ved de mineralogiske Undersøgelser. Johnstrup opfordrede derfor de Examinander, der kunde tænke sig at deltage i Expeditionen og sad inde med de fornødne Betingelser, deriblandt navnlig et fejlfrit Helbred, snarest muligt at indsende Ansøgning til den nedsatte Regeringskommission.

Den Nat, der fulgte, blev en af de uroligste, jeg havde oplevet. Først henad Morgenstunden faldt jeg i Søvn, men ogsaa i Drømme jog jeg bjørneskindsklædt og højt raabende hen over den grønlandske Indlandsis med fjorten halsende Hunde foran Slæden. Straks den næste Dag søgte jeg Steenstrup i Museet og bad ham sige mig ganske oprigtigt, hvad han mente om mine Udsigter til at komme i Betragtning som hans Ledsager paa den Rejse. Han saa' mig længe an uden at sige noget, forklarede saa, at det var Kommissionens Mening at foretrække en Examinand med speciel kemisk Uddannelse. Desuden var jeg vel ogsaa lovlig ung til det Job. Rimeligvis har han kunnet se paa mig hvor skuffet jeg blev, for bagefter slog han mig opmuntrende paa Skuldren og sagde:

"Lad os nu se, hvem der ellers byder sig til. De sagde en Gang paa Bornholm, at De plejede at have Lykken med Dem. Maaske kan De ogsaa faa det i dette Tilfælde."

I den følgende Tid fortalte det om flere af mine Studiefæller, at de havde meldt sig som Ansøgere, deriblandt en begavet Kemiker af en lidt ældre Aargang, Andreas Kornerup. Foruden sin Duelighed som Mineralog havde han det Fortrin at sidde inde med kunstneriske Evner, være en ypperlig Tegner og Akvarellist, hvad der var af Betydning, fordi Friluftsfotograferingen endnu paa den Tid var ret uudviklet. Naar jeg ikke desto mindre bevarede Haabet, var det, fordi jeg havde hørt, at hans Helbredsattest ikke var helt tilfredsstillende. Det havde ved Lægeundersøgelsen vist sig, at der var lidt i Vejen med Hjertet, medens jeg selv var bleven erklæret for "fejlfri". En Dag forløb det paa Lærestalten, at Valget nu stod mellem ham og mig, - og Steenstrup mod-sagde det ikke, bekræftede det iøvrigt heller ikke. Endelig efter flere Ugers pinagtig Spænding kom Afgørelsen. Kornerup var bleven den foretrukne.

Hin solfyldte Formiddag et Par Maaneder senere, da jeg i Morgenavisen havde læst, at Grønlands-Expeditionen om Formiddagen skulde afsejle, blev jeg siddende hjemme i min Stue og havde ikke Lyst til at gaa ud. Nedtrykt som en forsmaaet Bejler paa den Elskedes Bryllupsdag fulgte jeg i Tankerne Skibet paa dets Vej op gennem Sundet og videre nordpaa. Den Dag gik Kornerup ind til et ærefuldt men kortvarigt Liv som en af Grønlandsforskningens Pionerer. Efter to Sommertogter til Vestlandet og Indlandsisen døde han af Overanstrengelse kun 24 Aar gammel. Der staar et eller andet Sted om Kunsthistorikeren Julius Lange, at et Kys af den græske Muse tidligt havde indviet ham til et beskuende Liv i Skønhedens sommerlige Rige. Det samme kan vel i Grunden siges om Størstedelen af hin Tids førende Aander - Goethespinnerne. Med Folk som Andreas Kornerup indlededes den Række af unge danske Mænd - Mylius Erichsen, Hagen, Brønlund, den elskelige John Tutein o.s.v. - hvem et trolddomsagtigt Kærtegn af Isørkenens vilde Huldre signede til et Liv i Eventyr og Farer og til en tidlig, ensom Død.

Skuffelsen over ikke at komme med paa Grønlands-ekspeditionen 1876 førte til, at Pontoppidan et par år senere fuldstændig opgav ingeniørstudiet, ("Det Fantasiliv, jeg nu saa længe havde tumlet mig i, lod sig ikke paa en Gang spærre inde bag Logaritmetabellens Gitterværk af Tal"). Den geologi-interesserede polytekniker blev en kort tid højskolelærer og senere nobelprisbelønnet forfatter.

Afsnittet stammer fra Henrik Pontoppidans 2. erindringsbog "Ham-skifte". (Gyldendal 1936, her gengivet efter Henrik Pontoppidans "Erindringer", Gyldendal 1962.) Henrik Pontoppidans "fantasier" om Grønland kom iøvrigt til litterært udtryk i fortællingen "Isbjørnen".

Henrik Pontoppidan

Dette uendeligt lange Tilbageblik over vor Klodes Udviklingshistorie

Erindringer om geologistudiet for en ung polytekniker i midten af
1870'erne - Henrik Pontoppidan.

"Det Fag, der næsteften Matematik og Fysik havde optaget mig mest i disse Aar, var Geologien. Dette uendeligt lange Tilbageblik over vor Klodes Udviklingshistorie fra Fostertilstanden i Urtaagen til de seneste Istidsaflejringer vendte jo grundigt op og ned paa alle nedarvede Forestillinger om Jordens og de levende Væsners Tilblivelse. Naar var ypperlige Lærer i Faget, Professor Johnstrup, viste os et Stykke Lerskifer med tydelige Fodspor af et forhistorisk Dyr, der for et Par Millioner Aar siden var gaaet hen deraf paa en vaad og blød Strandbred, eller naar han til Forklaring af Kullagenes Oprindelse og Udstrækning oprullede Billedet af et Urtidslandskab med dets uhyre Skovstrækninger og store Sumpe, hvorfra fantastiske Kæmpeøgler vraltede op for at sole sig og parres, følte man sig som samtidig med den hele Skabelsesproces, et Øjeblik.

I Tilslutning til sine Forelæsninger foretog Johnstrup af og til Udflugter med os til Steder paa Sjælland af geologisk Interesse, f. Ex. til Lellinge Aa ved Køge og til Mogenstrup med den høje, sydsjællandske Aas. I den sidste Pinseferie havde han paa Statens Regning ført os helt over til Bornholm, der er et enestaaende geologisk Friluftsmuseum. Dersom man kunde skære Øen igennem fra Nord til Syd, vilde Snitfladen fremvise et næsten fuldkomment Anskuelsesbillede af Jordens Udvikling fra vulkansk Granit gennem neptunske Lagdannelser til Glacialperiodens allersidste Aflejringer. Et Par af Sydlandets vandrige Afløb har paa enkelte Steder delvis foretaget en saadan Gennemskæring og afdækket Sandstens- og Kalkformationer, hvor det vrirler med Forsteninger af forlængst uddøde Dyrearter, saaledes af den spydformede Nautil Orthoceratiten, et af Verdens ældste Skaldyr, hvis ejendommelige Aftryk vil kendes af københavnske Teatergængere fra det kongelige Teaters indvendige Stentrapper, hvortil Materialet i sin Tid blev hentet derfra.

Paa denne Bornholmsrejse ledsagedes Johnstrup af sin Assistent ved det mineralogiske Museum, Grønlandsforskeren Knud Steenstrup. Han var en Mand i Begyndelsen af Trediveerne, en haandfast Skikkelse, ret kort for Hovedet overfor dem, han af en eller anden Grund ikke kunde lide, men til Gengæld kammeratlig ligefrem i Forholdet til alle, der faldt i hans Smag. Jeg var saa heldig at høre til de sidste og kom derfor altid med blandt dem, han om Aftenen samlede omkring en Bolle Punsch i de Kroer eller Smaa-hoteller, hvor vi overnattede. Det var festlige Timer. Med stort Lune kunde han i en saadan snever Kreds fortælle om sine Oplevelser i Grønland, om de lange Slæderejser og sit Samliv med de Indfødte, som han til Tider havde maattet overnatte hos i deres Vinterhuler og Sommertelte. Endnu længe efter min Tilbagekomst til København vedblev det hvide Eventyrrige deroppe i det høje Nord at sysselsætte mig. En Morgen, da min gamle Nyboder-Værtinde som sædvanlig kom ind for at vække mig, standsede hun i Forskrækkelse ved at se, at Lampen endnu brændte paa mit Bord, og at jeg selv sad bøjet over en Bog og slet ikke havde været i Seng. Og den Bog, der saaledes havde faaet mig til helt at glemme Tiden, var Rinks berømte Værk om "Grønland og dets Beboere", som jeg havde skaffet mig til Laans fra et af Bibliotekerne. Den Gamle skændte dygtigt paa mig, fordi jeg saadan pødslede med den dyre Petroleum, og jeg var selv helt skamfuld over at have ladet mig saa ganske besnære af en Bog af den Art.

Den lange Række Begivenheder, som skulde ende med at omstyrte alle mine Fremtidsforhaabninger, saa der i Stedet for en Ingeniør blev en Skribent af mig, begyndte iøvrigt med, at Johnstrup under en Forelæsning kort efter Jul meddelte os, at Regeringen havde besluttet at udsende en ny Expedition til Grønland under Steenstrups Ledelse. I Modsætning til de tidligere, der væsentlig havde holdt sig til Kystlandet, skulde Formålet med denne være at undersøge nogle Fjeldpartier, de saakaldte Nunatakker, der hist og her ragede op over Indlandsisen. Siden det havde vist sig, at Kryolitbrudene ved Ivigtut var bleven til en saa rig Indtægtskilde baade for Staten og for det Selskab, der havde faaet dem i Forpagtning, var Myndighederne naturligt nok bleven stærkt

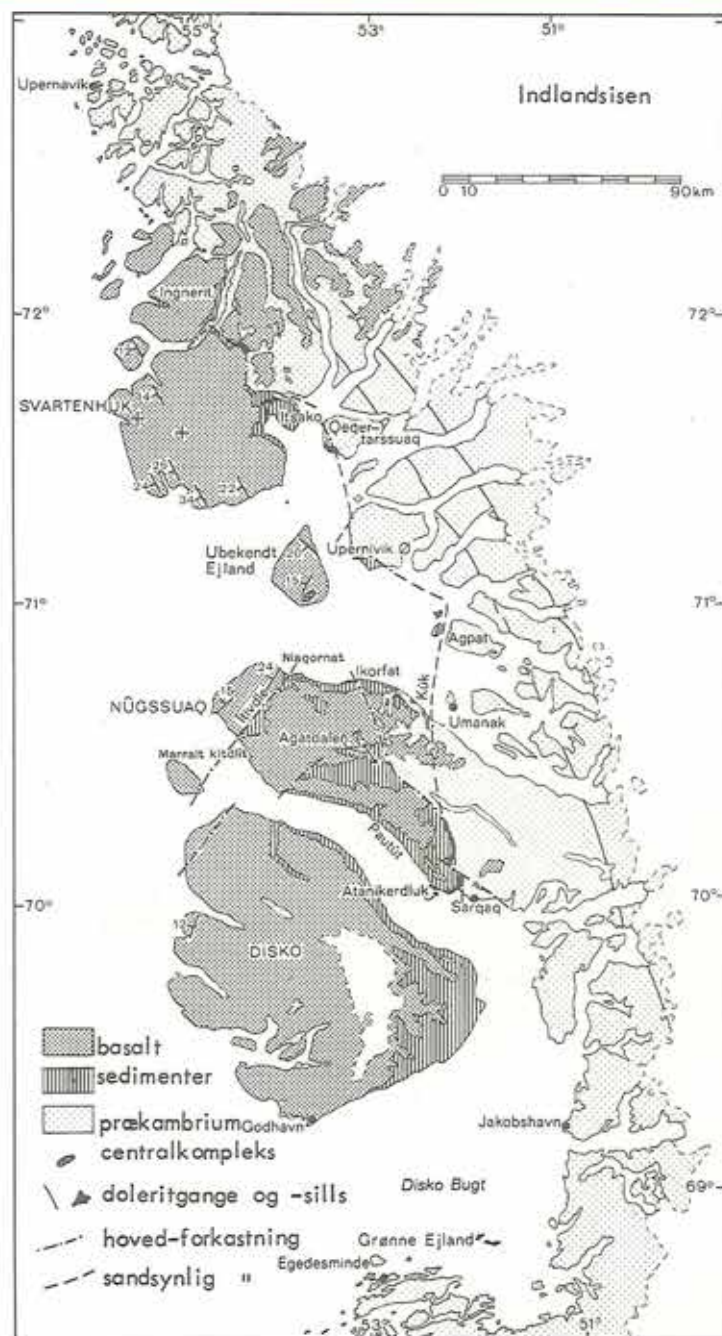
Grønlandsk Olie og Gas ?

af Gilroy Henderson

Den stærkt forøgede interesse for muligheden af at finde olie og/eller gas i mængder, der kan udnyttes kommercielt i og ved Grønland, bliver flittigt kommenteret i dagspressen og har sikkert foranlediget mange til at spørge, hvad årsagerne er til, at en række selskaber og grupper af selskaber, deriblandt flere af verdens største, har søgt om og fået tilladelse til forundersøgelser vedrørende olie og gas deroppe.

Den primære forklaring er, at man i disse selskaber har foretaget en vurdering af områdets geologi, og derved fundet den nødvendige opmuntring til at ofre de ret store beløb, der skal til, for at udføre selve forundersøgelserarbejdet. Desuden er der flere andre faktorer, der har spillet en rolle i disse selskabers overvejelser. De seneste års udvikling i de arktiske områder - blandt andet Alaska - har vist, at det kan lade sig gøre at søge efter olie og gas i disse klimatisk relativt ugunstige områder, og at man kan udnytte sådanne forekomster, blot de er store nok til at blive rentable. Hvis man beslutter sig til at bore efter kulbrinter på land i Grønland, eller på den grønlandske fastlandssokkel, bliver udgifterne dertil betydeligt større, end i de fleste andre verdensdele. Da en boring i Nordsøen i øjeblikket koster 15 millioner kroner eller mere, afhængig af vanddybden, kan man deraf slutte, at der står mange penge på spil, hvis man borer på den grønlandske sokkel, hvor klimaet er barsk og isen giver store problemer af ny slags. Selv på land vil en boring blive dyr, da man er langt fra sine forsyningscentre. Derfor skal forekomsterne være store, for at det skal kunne betale sig at udnytte dem.

Man kan også som faktor nævne det hurtigt stigende forbrug af olie og gas verden over, der stimulerer undersøgelser uden for de traditionelle områder, noget man er tvunget til i kapløbet om at dække behovet. Man skal for eksempel blot tænke på de for tiden kraftige prisstigninger på brændselsolie, der viser, hvor følsomt markedet er over for påvirkninger af en streng vinter i Europa kombineret med forsyningsvanskeligheder i områderne i Mellemøsten. Det fører tankerne hen på noget, der vejer tungt i olieselskabernes overvejelser, når først Grønland er bedømt som gunstig, geologisk set - nemlig politisk stabilitet. Når man i de traditionelle forsyningsområder i Mellemøsten ustandselig er udsat for forsyningsafbrydelser, for eksempel at Suezkanalen lukkes, en olieledning afbrydes, et land sætter restriktioner på olieeksport - er det en lettelse at arbejde i et område, hvor man ikke skal kæmpe med problemer af denne art.



Figur 1. Fordeling af kridt-tertiære bjergarter i Vestgrønland. (Efter afhandling af A. Rosenkrantz og T.C.R. Pulvertaft). Sedimenterne tilhører det vestgrønlandske bassin.

finde og bjerge det, og det er næppe nødvendigt at bjerge mere. Takket være en helhjertet støtte fra Carlsbergfondet, Grønlands Tekniske Organisation og Mineralogisk Museum er det nu lykkedes at bjerge og neddele et af de største enkeltstykker. Undersøgelserne vil vare flere år, og bytematerialet vil bidrage til at udbygge Københavns Universitets i forvejen fornemme meteoritsamling.

Litteratur:

O.B. Bøggild: Meddelelser om Grønland 1927 (74) 11-30

V.F. Buchwald: Naturhistorisk Tidende 1963, side 3-7

Naturens Verden 1964, februar.

V.F. Buchwald & Sole Munck: Catalogue of Meteorites.
Analecta Geologica 1965.

S. Floris: Varv 1967, nr 4.

V.F. Buchwald



VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervold-gade 5-7, 1350 København K. (Tlf. Mi 5001).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Søren Floris, Erling Bondesen.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 15.00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880. (Moms inkluderet).

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

CAPE YORKS sammensætning:

Hovedkomponenter: 89,4% Fe, 7,85% Ni, 0,50% Co, 0,15% P, 2,0% S.

Sporstoffer i ppm: 200 C, 15 N, 50 Cr, 160 Cu, 19 Ga, 36 Ge, 5 Ir

Massefylde: $7,8 \text{ g/cm}^3$.

Hårdhed: 200 - 250 Vickers (= Brinell)



Den slæde, som blev bygget under Agpalilik i 1965, har fulgt meteoriten lige siden og i høj grad lettet håndteringen ved indskibning, flytning og savning. Her ses en situation fra Mineralogisk Museum, hvor Bjergningskompagniet er ved at indlade meteoriten på en af hærens blokvogne.

I lærebøgerne omtales et klorid-mineral lawrencit, FeCl_2 , som stammende fra meteoriter. Undersøgelserne viser, at dette ikke eksisterer, hverken i Agpalilik eller andre jernmeteoriter. Kloret stammer fra jordbunden og er langsomt, under meteoritens korrosion, sivet ind i meteoriten. Men det har kun nået de yderste overfladelag. Mens lawrencit således må opgives som kosmisk mineral, kommer et nyt til i stedet for. Det er en forbindelse af krom og kvælstof, et kromnitrid, CrN . Det foreligger kun som mikroskopiske plader, men disse er jævnt fordelte og til stede i betydeligt antal i metallet.

Agpalilik-meteoriten er kemisk og strukturelt identisk med de andre 5 jernmeteoriter, der er indsamlet i Cape York distriktet. De er alle dele af samme masse, som sprængtes i stumper og stykker, da den ramte atmosfæren. Hovedparten af meteoritmaterialet må endnu ligge i Melville Bugten og på, eller rettere i, indlandsisen. Det er vel teoretisk muligt at lokalisere mere materiale, men det vil stille enorme økonomiske krav, at

Da Grønlands Geologiske Undersøgelse i forsommeren 1969 udgav en optimistisk rapport om det såkaldte vestgrønlandske bassin (figur 1) og om mulighederne for tilstedeværelsen i Vestgrønland af olie og/eller gas i mængder, der kunne udnyttes kommercielt, vakte rapporten stor interesse rundt om i verden, og ikke færre end 200 henvendelser kom til GGU i de efterfølgende måneder, både fra store som små selskaber samt enkeltpersoner.

Som noget helt nyt indeholdt rapporten resultaterne af specialanalyser udført på skiferprøver fra Nûgssuaqområdet indsamlet i sommeren 1968. Bituminøse skifre findes mange steder indenfor bassinet, og deres tilstedeværelse har været kendt i en årrække. Flere steder på Nûgssuaq, blandt andet ved Pujôrtoq på Nûgssuaqs nordkyst (figur 2), opstår der efter skred selvantændelse i disse skifre.

Bituminøse skifre er skifre med indhold af bitumen = kulbrinter fra rødnede organismer



Figur 2. Brændte bituminøse skifre ved Pujôrtoq, Nûgssuaqs nordkyst (foto GGU).

Formålet med analyserne var at finde ud af, om disse bituminøse skifre omfattede "moderbjergarter", det vil sige bjergarter, hvori fri olie eller gas har kunnet dannes af organisk materiale aflejret sammen med sedimenterne på havbunden. Der findes bituminøse skifre af anden art, nemlig "olieskifre", der undertiden bliver brugt til fremstilling af olie ved destillation. Tilstedeværelsen af "moderbjergarter" er en af de nødvendige forudsætninger for, at man kan sige, at et område er en potentiel olie- eller gas-provins.

De indsamlede prøver blev sendt til GGU's konsulent i Haag for "moderbjergarts-analyse". Af de 23 prøver blev 2 bedømt som "moderbjergarter", 11 som mulige "moderbjergarter", mens 10 blev karakteriseret som negative. I betragtning af, at alle prøver blev samlet nær overfladen, hvor skifrene er blevet påvirket af permafrost og forvitring, må resultaterne betegnes som opmuntrende.

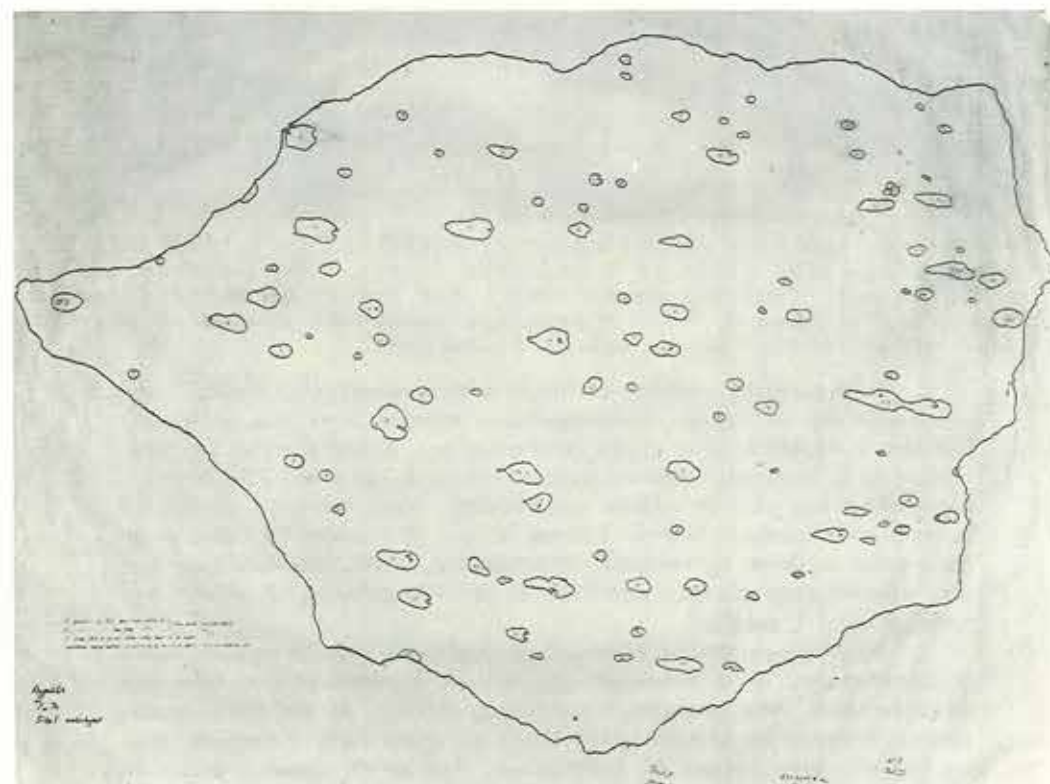
De andre geologiske forudsætninger for, at et område kan betegnes som en potentiel olie- eller gasprovins er:

- 1) tilstedeværelsen af reservoirstrukturer, det vil sige bjergarter med hulrum, der kan indeholde olie eller gas, og med forbindelse mellem disse hulrum, således at kulbrinterne kan passere igennem bjergarten,
- 2) muligheder for fælder, så eventuel olie eller gas i reservoirstrukturerne ikke kan forsvinde fra disse bjergarter og
- 3) bevis på at kulbrinte har kunnet bevæge sig fra "moderbjergarterne" ind i reservoirstrukturerne. Som nævnt i rapporten opfylder det vestgrønlandske bassin også disse betingelser.

Her spiller vort kendskab til området som helhed ind. Man har efterhånden indsamlet megen viden om det vestgrønlandske bassin som resultat af mange års arbejde deroppe i de forskellige ekspeditioner under ledelse af professor A. Rosenkrantz, Københavns Universitet, og nu kommer denne viden Grønland til gode i økonomisk henseende. I rapporten nævnes, at der mange steder findes porøse sandsten inden for bassinet, som skulle være gode reservoirstrukturer. Tilstedeværelsen af "skævheder" ved forskellige niveauer viser, at sedimentaflejringen har været afbrudt i perioder, hvor sedimenterne har været påvirket af tektoniske bevægelser med efterfølgende erosion, før der påny blev aflejret sediment overpå. Under disse omstændigheder er det muligt, at porøse sandstenslag i skifre er blevet skråtstillet og skåret over af en erosionsflade, som selv er dækket af nye lag - for eksempel tætte skifre - således at man derved får en fælde. Da sandstenslagene veksler med skifre og på steder går gradvis sideværts over i skifre, kan "sandstenslinser" også danne fælder. Til sidst kan nævnes, at man allerede har bevis på kulbrintebevægelse i området. Flere steder findes dyndvulkaner (figur 3), der producerer eller har produceret gas, der har metan som hovedbestanddel, og det er sandsynligt, at gassen stammer fra bituminøse skifre, selv om det ikke kan udelukkes, at den stammer fra kullag, hvilke findes i ferskvandsaflejringer i en del af om-

DE TI STØRSTE METEORITER ER ALLE AF JERNTYPEN:

Navn	Findested	Vægt	% Ni
Hoba	Sydvest Afrika	50 t ?	16
Ahnighito	Grønland	31 t	8
Armanty	Kina	30 t ?	9 ?
Bacubirito	Mexico	22 t ?	10
Agpalilik	Grønland	20.1 t	8
Mbosi	Tanzania	16 t ?	9
Chupaderos I	Mexico	14.1 t	10
Willamette	U.S.A.	14 t	8
Campo del Cielo	Argentina	12 t ?	7
Morito	Mexico	10.1 t	8



For det tredje viste det sig, at meteoriten kun havde en millimeter tyk forvittringsskorpe og ellers bestod af sundt, tæt jern lige til kernen. Ingen revner eller porøsiteter observeredes. Dette tyder på, at metallet dannedes på stor dybde med måske en kilometer andre "bjergarter" ovenpå.

For det fjerde kan der mange steder langs meteoritens nuværende overflade konstateres rester af smelter og af kortvarigt opvarmede metal-faser, se figuren. Fra studiet af andre meteoriter vides det, at sådanne varmepåvirkede stoffer skyldes passagen gennem atmosfæren. Da passagen varer mindre end et minut, er varmeindtrængningen ubetydelig. Under 1 cm dybde er der ingen tegn på genopvarmning. Når disse påvirkede lag endnu forefindes på Agpalilik, kan vi slutte, at den ikke har mistet mere end nogle få mm ved jordisk korrosion. Derved kan vi indirekte slutte noget om, hvor længe den har ligget på Jorden.

Imidlertid kan det kun blive meget omtrentligt, da vi ikke kender korrosionshastigheden for jern i Nordgrønland. Den må være lav, da årsmiddeltemperaturen er under 0° C, og da nedbøren er ringe. Måske Agpalilik er faldet for 1000 - 2000 år siden? Kommende undersøgelser vil blandt andet sætte ind på dette punkt.

Måske det mest overraskende ved snittene er den store mængde troilit. Troilit er et jernsulfid, FeS, som er beslægtet med svovlkis, men ukendt fra jordiske bjergarter. Troilit er vidt udbredt i alle slags meteoriter, men ikke før set i så stor mængde. Cirka 7 volumenprocent er troilit, hvilket svarer til cirka 2 % S i meteoriten. Troilit blander sig ikke med jern og nikkel, og det udskilles derfor i veldefinerede klumper. De største er 18 x 5 x 4 cm og af violinkasseform. Andre er pølse- eller ægformede. Ejendommeligt nok er de alle ensrettede, som det ses på figuren → Nu ved vi, at størkningen af smeltet metal sker på den måde, at det faste metal vokser ud fra kølefladen i parallelle fingre med enkelte forgreninger (dendritter). Vi ved også, at tilstedeværende uopløselige stoffer koncentrerer i restsmelten og størkner sidst. De vil derfor foreligge som uregelmæssige pølser imellem de først størknede metaldendritter. Den blanding af jern og parallelle troilitpølser, som ses på Agpaliliks store snitflader, kan netop tænkes at være fremkommet ved meget langsom størkning (måned?) af en smelte, hvis hovedkomponenter var jern, nikkel og svovl. Hvis dette bekræftes af fortsatte undersøgelser, står vi for første gang med et uomstødeligt bevis for, at denne jernmeteorit - og dermed næsten alle andre jernmeteoriter - engang har været smeltet. Tidligere teorier har været ganske uklare på dette punkt.

Mens der således findes meget sulfid i Agpalilik, er det endnu ikke lykkedes at finde noget silikat, cohenit eller grafit. Disse mineraler er knyttet til en særlig gruppe jernmeteoriter, hvoraf Canyon Diablo er den fornemste repræsentant.

rådet (for eksempel ved Qutdligssat på Disko, hvor der har været brudt kul i en årrække, og i sydøst Nûgssuaq). Selv om det skulle vise sig, at gassen stammer fra kullag, er dette langt fra uden økonomisk interesse: man kan bare tænke på, at gassen i Nordsøen betragtes som stammende fra kultids kullag. Desuden er der tegn på, at andre kulbrinter har kunnet bevæge sig. På øen Qeqertarsuaq nord for Nûgssuaq findes en forekomst af knust sandsten, der er kommet til at indeholde bitumen, og bitumen er også blevet observeret blandt produkterne fra en af dyndvulkanerne på Nûgssuaq.

Alt dette er blevet sagt, uden at der endnu er givet læseren nogen forklaring på, hvad det vestgrønlandske bassin egentlig er - og med vilje - fordi bassinets geologi har betydning langt ud over det område på kortet, hvor dets bjergarter kan ses på land, og når man først betragter bassinet som helhed, skal man også tænke regionalt.

I området - vist i figur 1 - blev der aflejret en tyk serie blandede sedimentter i tiden mellem nedre Kridt og øvre Danien, dog har man ikke fundet havsedimenter ældre end Cenoman. På nordkysten af Nûgssuaq kan man se en cirka 1500 meter tyk serie af marine kridt-tertiære sedimentter, uden at man har den naturlige bund af disse marine lag blottet, så totalmægtigheden er endnu større. I et forsøg på at undersøge, hvor tykke sedimentterne virkelig er i det ydre Nûgssuaq, sendte GGU i sommeren 1969 en ekspedition under ledelse af dr. P.V.Sharma fra Københavns Universitet til stedet.

TERTIÆR	DANIEN (først regnet til kridt, men regnes nu af mange til tertiærtid)	
ØVRE KRIDT		MAASTRICHTIEN
	SENON	
	TURON CENOMAN	
NEDRE KRIDT		

I en dalbund kun ganske få hundrede meter over havet i det nordvestlige Nûgssuaq, hvor sedimentter danner underlaget, blev det påvist ved hjælp af magnetiske og gravimetrisk målinger, at grundfjeldet ligger cirka 2200 meter under overfladen. Derved har man for første gang påvist, at der ligger betydelige mægtigheder af sedimentter under havniveau.



Figur 3. Dyndvulkanen Qapiortoq kitdleq, Nûgssuaq (foto Kr. Skou).

Oven på sedimenterne hviler der mange steder en basaltserie, der i den vestlige del af området, hvor basalterne er skrånstillet og hælder ud mod Baffin Bugt, opnår flere kilometers mægtighed. Disse basalter udgør en del af den brito-arktiske basaltprovins, der strækker sig over Nordatlanten til Østgrønland, Vestgrønland og til sidst Kap Dyer området i den sydøstlige del af Baffin Land.

De områder på land, hvor sedimenterne enten er blottet ved overfladen eller kan forventes at ligge under et basaltlag, der ikke er alt for tykt, udgør ialt 6000 km², og disse områder må betragtes som værende af interesse for selskaberne. Men som kendt fra dagspressen er der betydelig interesse fra selskabernes side i soklen ud for Grønlands vestkyst. Soklen her er bred, og afstanden fra kysten til 200 m dybdekurven varierer fra cirka 50 km ved Kap Farvel til cirka 100 km ved Egedesminde, det vil sige, at soklens samlede areal er omtrent lige så stort som arealet af isfrit land på dette stykke af vestkysten. Da selskaberne ved forundersøgelsernes begyndelse håbede på at finde en fortsættelse af sedimentserien af det vestgrønlandske bassin sydover i sokkelområdet, må man her prøve at forstå deres tankegang. Hvis det hele var baseret på forhåbninger alene, ville disse selskaber næppe have været parate til at investere forholdsvis store beløb på ren spekulation.



Da pladen var savet ud blev den målt op og kalkeret af. Der blev også taget kalker af de øvrige snitflader med henblik på at bestemme mængden og formen af de store troilitinklusioner (se også side 27).



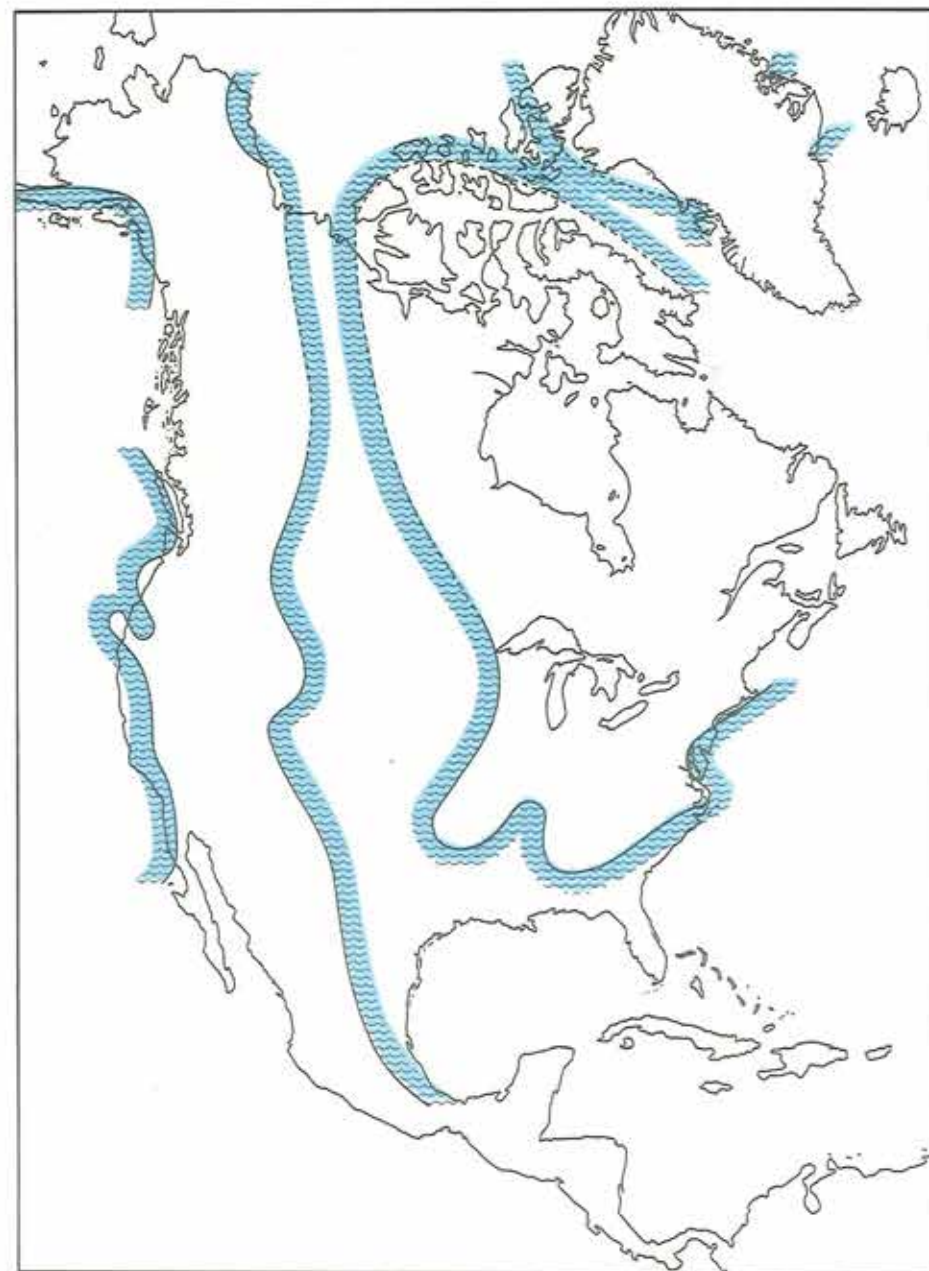
Pladen blev derefter maskinpoleret. Stenhuggermester A. Batzlaff ses til højre.



Oversigt over Agpalilik under savningen i Gråsten. Endestykket på $4\frac{1}{2}$ tons er skåret af og fjernet, og den 5 cm tykke plade er netop friskåret og forskudt lidt, så at man tydeligt ser snittets placering.



Nærbillede af savningen. Den endeløse, snoede tråd trækkes af forskellige drivhjul, hvoraf eet ses til højre. Den 5 cm tykke plade er næsten frisavet.



Figur 4. Palæogeografisk kort over Nordamerika og Grønland med grænserne for havet i den yngre del af kridtperioden. (Efter afhandling af T. Birkelund).

Ved undersøgelserne af fossilindholdet i sedimenterne på land har man tidligere påvist, at der i tiden øvre Turon til og med Maastrichtien og muligvis Danien fandtes en havforbindelse mellem den centrale del af Nordamerika og det vestgrønlandske bassin. Forbindelsen gik over Sverdrupbassinet i de canadisk-arktiske øer (se figur 4). I Sverdrupbassinet blev der aflejret en tyk serie sedimenter næsten uafbrudt i tiden fra kultiden (mellem Pennsylvanian) til tidlig tertiærtid og det er lidet sandsynligt, at forbindelsen kun har eksisteret i perioden, hvor man har kunnet påvise den ud fra undersøgelserne af fossilerne fra det vestgrønlandske bassin. Alene kortet i figur 4 tyder på en fortsættelse af denne forbindelse sydover.

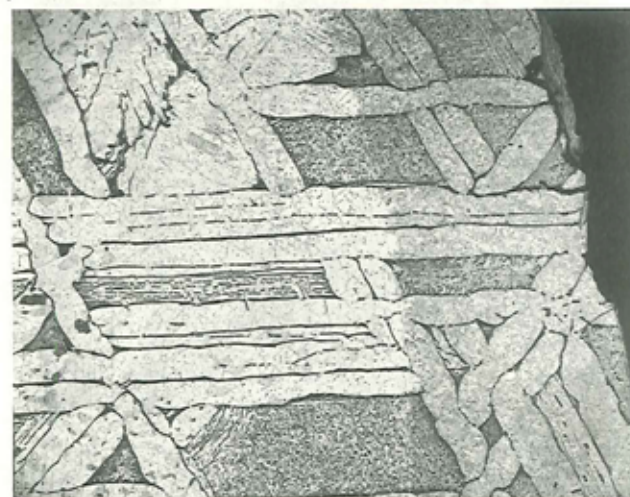
Tilstedeværelsen af denne havforbindelse må ses i lyset af de seneste årtiers ideer om kontinentforskydning, især må man betragte de seneste undersøgelser af relationerne mellem Grønland og Canada. Det er blandt de fleste geologer nu accepteret, at Grønland og Canada engang har hørt sammen, og at de to lande i en længere periode (især omkring øvre Kridt og nedre Tertiær efter hvad nordamerikanske geofysikere mener) har bevæget sig væk fra hinanden, men at bevægelsen er næsten gået i stå for omkring 38 millioner år siden. Spørgsmålet er, hvornår bevægelsen kan tænkes at være begyndt. Noget der viser, at der var bevægelser på et forholdsvis tidligt tidspunkt, er tilstedeværelsen i Sydvestgrønland af en sværm kystparallelle doleritgange, der er blevet dateret til Jura. Oplysningerne stammer fra GGU's arbejde i Frederikshåbsområdet, og disse gange repræsenterer lokalt 3,6 % udvidelse af jordskorpen.

Ved en vurdering af sokkelområdet må man også tage Labradorsoklen i betragtning, da man under kontinentforskydningshypotesen ville forvente, at Labradorsoklen på mange måder kunne danne et spejlvendt billede af soklen ud for Grønlands vestkyst. Geological Survey of Canada har påvist gennem aeromagnetiske målinger, at der visse steder under den ydre del af Labradorsoklen er over 6000 meter sediment, og ifølge et af olietidsskrifterne skulle man have hentet havbundsprøver af juraaalder derfra. Hvis man ser bort fra kvartæraflejringerne, består hele Labradors kyst af prækambriske bjergarter, men ikke desto mindre findes der ud for kysten en tyk serie sedimenter. Derfor kan man godt forstå, at perspektiverne i den vestgrønlandske sokkel er spændende. Kystområdet mellem Kap Farvel og Egedesminde består altovervejende af prækambriske bjergarter, lige som Labradors kyst. Undtagelserne herfra er de ovenomtalte gange og ganske få andre små intrusioner, samt kvartære aflejringer. Som et kuriosum bør nævnes en sedimentær breccie af nedre palæozoisk alder, der blev fundet i en sprækkezone ved Sukkertoppen. Denne forekomst er beskrevet af dr. V. Paulsen, Københavns Universitet, i en GGU-rapport. Men hvad med den vestgrønlandske sokkel? Her kan nævnes, at en repræsentant for et af selskaberne offentligt har sagt, at undersøgelser i sokkelområdet udført i sommerens løb har overbevist selskabet om, at der findes sedimentære aflejringsområder ud for Vestgrønlands kyst.

under et forbrug på 2400 m tråd. Til sammenligning kan anføres, at et lignende snit på cirka 1.5 m^2 gennem en granitblok varer 6 timer og forbruger 100 m tråd. Tråden er en snoet, patenteret ståltråd, 3.7 mm tyk, som med cirka 10 m/sek. trækkes forbi meteoriten. Det er ikke tråden selv, der skærer, men derimod de karborundumkorn, som til stadighed tilføres i en vandig opslemning. Karborundum-kornene kiler sig kortvarigt fast mellem tråd og jern og sliber derved en vej gennem jernet.

Ved savningen opdelttes den store blok i en 15 tons ende, en 550 kg skive og en række uregelmæssige stumper af 500 - 1000 kg vægt. 550 kg skiven måler 180 gange 130 cm og er 5 cm tyk. Den er sandsynligvis den største skive, der nogensinde er skåret ud af et massivt stykke jern. Den vil blive poleret og ætset og efter endt undersøgelse opstillet på Mineralogisk Museum i København.

Skønt undersøgelsen af det udkårne materiale kun lige er påbegyndt, har der allerede vist sig spændende ting. For det første kan det siges med sikkerhed, at meteoriten i sin tidlige historie har været over 1200°C i en meget lang periode. Derved er den homogeniseret til en kæmpemæssig austenitkrystal på flere meter i diameter. (Austenit kender vi også fra jern og stål, men krystallerne er her normalt kun 1 mm i diameter). For det andet har meteoriten brugt tusinder af år til at køle af til "stuetemperatur". Herved er der ved cirka 600°C dannet en grov Widmanstättensstruktur, se figuren. Sådanne grove strukturer er almindelige i jernmeteoriter, men de kan ikke efterlaves i laboratoriet, fordi de kræver så umådelig lang tid.



Poleret og ætset snit vinkelret på overfladen af en jernmeteorit med Widmanstättensstruktur. De lyse lameller består af jern med 7% nikkel, mens de mørkere mellemrum har mere nikkel, normalt mellem 10 og 40%. - Yderst til højre er strukturen grå. Denne 2 mm brede zone blev opvarmet til over 750°C , da meteoriten passerede atmosfæren.

Siden Cape York meteoriten Agpalilik i 1967 takket været godt sømandsskab fra kaptajn J.E.Leo og hans medhjælperes side kom til København, har det været et stort ønske at få denne meget store meteorit skåret itu for nærmere at undersøge den. Det var ganske klart, at der skulle foretages kemiske, fysiske og metallografiske undersøgelser, hvad der vel i og for sig havde kunnet gennemføres på nogle få kilogram savet af et fremspringende hjørne. Men der var også en stor nysgerrighed efter at se hvordan en så stor, massiv jernklump så ud indei. Var den en stor krystal eller sammensat af mange små krystaller, der lå tilfældigt orienteret? Mon den udviste støbestruktur med dendritter og sejring? Mon den indeholdt fremmede mineraler som silikater og sulfider? Mon den var fuld af revner? Der var jo fundet andre store meteoriter i nærheden, som oprindeligt hang sammen med Agpalilik, men var sprængt fra i atmosfæren. Mon der var tegn på opvarmning fra passagen gennem atmosfæren? Hvor dybt mon korrosionen gik? Udvendig fra så meteoriten jo voldsomt rusten ud. Hvordan varierede struktur og sammensætning ind gennem massen.

Selv om der findes adskillige andre store meteoriter, hvoraf fire er større, se skemaet, så er ingen af dem nogensinde skåret itu. Efterhånden som problemerne i forbindelse med skæringen analyseredes, blev det også klart, hvorfor en sådan skæring aldrig før var forsøgt. Den metalforarbejdende industri har simpelthen ikke behov for at kunne skære så store massive emner og råder ikke over apparatur egnet hertil. Hvis man absolut skal skære metertykke dødhoveder af, sker det enten ved ilt-acetylen skærebrenning eller i forbindelse med smedning, hvor tampen skæres af ved hjælp af en mejsel monteret på en enorm smedepresse. I begge tilfælde opvarmes jernet, og det ville ikke kunne tolereres for meteoritens vedkommende. For så ville meteoritens struktur og øvrige egenskaber ændres radikalt.

Efter langvarig søgning kom jeg i forbindelse med stenhuggermester Batzlaff i Gråsten, som foreslog at udføre skæringen på en trådsav af den type, der benyttes til deling af facadesten og gravsten. Han demonstrerede, at han var i stand til at oversave en lille jernmeteorit, som udlåntes af Mineralogisk Museum. Han skønnede på grundlag af prøveskæringen, at en oversavning ville vare cirka 100 timer, og det besluttedes derefter at gøre forsøget. I oktober flyttede en gruppe af Sjællandske Trænregiment, som var vant til at flytte kampvogne, den 20 tons tunge meteorit fra København til Gråsten, og i løbet af oktober og november gennemførtes savningen.

Denne helt utraditionelle metode at skære jern på er fra et konserveringsteknisk synspunkt ideel, for den opvarmer ikke materialet, den efterlader en helt plan flade, og der tabes ikke andet jern end de cirka 5 mm, som tråden fylder. Imidlertid er processen meget tidsrøvende. Det viste sig, at hvert af de to parallelle snit gennem meteoriten tog 200 timer

Man kan også forstå, at landområdet i det vestgrønlandske bassin bliver et nøgleområde, når data fra soklen skal fortolkes. Endvidere viser det, der her er skrevet, hvor umuligt det er at prøve at trække en linie mellem arbejde af akademisk art og arbejde af økonomisk art. Det, der først kunne tænkes at være af akademisk interesse kan pludselig vise sig at have stor økonomisk betydning.

Indtil nu har selskabernes interesse hovedsagelig været koncentreret om Vestgrønland, men det bør nævnes, at nogle selskaber har fået tilladelser til forundersøgelser vedrørende olie og gas i Nordgrønland, hvor en tyk serie sedimentter af nedre palæozoisk alder kan siges at have interesse.

Til sidst vil det være på sin plads at sige noget om fremtidsperspektiverne for Grønland, hvis der findes kulbrinter i mængder, der lader sig udnytte kommercielt. Man ville måske tro, at eventuel olie- eller gasudvinding i eller ved Grønland ikke kunne forventes at indebære store konsekvenser for beskæftigelse af den lokale befolkning, da man især i begyndelsen bliver nødt til at importere højt kvalificeret arbejdskraft. Der ved tager man fejl. Da forfatteren i flere år har boet på Trinidad, hvor olie er blevet udvundet i over 60 år, er det muligt for ham ud fra egen erfaring at tegne et meget mere opmuntrende billede. På Trinidad var den lokale befolkning i høj grad blevet involveret i de forskellige selskabers arbejde. Nok var der endnu mange udsendte på oliefeltene, men mange lokale folk var direkte beskæftiget af selskaberne i forskellige faser af undersøgelserne, udvindingen og raffineringen. Desuden var mange folk indirekte afhængige af olieindustrien.

Repræsentanter for et af de firmaer, der arbejder med olieeftersøgning i grønlandsk område har oplyst, at for hver mand der arbejder på en boreplatform til havs, er to mænd direkte beskæftiget med forsyningsarbejde såsom skibsforbindelser og yderligere 30 mennesker er afhængige på en eller anden måde af disse tre mænds arbejde. Dette forhold betyder, at allerede i efterforskningsfasen er der betydelige beskæftigelsesmuligheder.

Selv om artiklen er skrevet i optimistisk tone, vil det alligevel være forkert, hvis man ikke afsluttede med en advarsel mod alt for overdreven optimisme på nuværende tidspunkt. Man har endnu ikke påvist tilstedeværelsen af olie eller gas i mængder, der vil kunne udnyttes kommercielt i Grønland, og selv om det sker, vil der gå lang tid, før problemerne omkring en udnyttelse bliver løst. Man kan dog trygt karakterisere udviklingen indtil nu som gunstig for et fortsat arbejde.

Gilroy Henderson

Drejer Pyramiderne ?

af Stuart Pawley & Niels Abrahamsen



Naturvidenskaberne kan hjælpe arkæologien på mange forskellige måder, men det er sjældent, at hjælpen er rettet den modsatte vej. Dette er en skam, da den arkæologiske tidsskala falder i et interval, hvor naturforskeren traditionelt kun har få arbejdsmuligheder, idet han enten beskæftiger sig med fænomener udspillet inden for en geologisk tidsskala, der strækker sig over årmillioner, eller inden for en moderne og helt nutidig tidsskala.

En undtagelse fra denne regel er dog astronomien, idet astronomerne i visse tilfælde har kunnet hente oplysninger om planeternes og månens bevægelser i flere tusind år gamle optegnelser, lige som det ofte antages, at forhistoriske kultiske anlæg kan være dimensionerede eller anlagt ud fra astronomiske overvejelser. Takket være deres uforgængelighed ligger de stadigvæk inde med en vis skjult information, som det er op til nutiden at finde frem til. Dette gælder blandt andet Stonehenge i England og Pyramiderne i Ægypten. I det følgende skal vi betragte pyramiderne lidt nærmere.

PYRAMIDERNE VED GIZA

Under Det 4. Dynasti, for omkring 4500 år siden nåede ægypterne et højdepunkt i pyramidebygningens kunst med konstruktionen af de 3 store pyramider ved Giza, der er opkaldt efter de tre konger, der lod dem bygge, Cheops, Khefren og Mykerinos. På samme sted anlagde Khefren desuden den store Sfinx, udhugget i resterne af den bjergknold, der blev tilbage efter brydningen af stenene til hans pyramide.

Pyramiderne er så nøjagtigt anlagt og konstruerede, at de giver os mulighed for at "udføre" en måling, der er enestående i den forstand, at den er 4500 år gammel. Man bliver nemlig straks klar over, at bygnernes geografiske orientering ikke kan være tilfældig, idet deres sider er rettet ind efter verdenshjørnerne med ganske stor nøjagtighed. Troen på, at denne orientering er foretaget helt bevidst bestyrkes ved, at ægypterne havde observeret solen, månen, planeterne og stjernerne i århundreder, før deres pyramidale byggekunst nåede zenith.

På trods heraf har den nutidige holdning alligevel været lettere nedladende i al sin begejstring over de gamle bygmestres dygtighed, uden dog at undersøge nærmere, hvor stor nøjagtigheden faktisk var. Man kunne imidlertid også være mere kritisk og forsøgsvis sætte et spørgsmålstegn ved den fundne nøjagtighed. Vi mener, at bygmestrene faktisk kunne have

bundet i organiske forbindelser som paraffiner, aminosyrer og tjæreagtige stoffer. Det vakte betydelig opsigt, at meteoriten Murchison, som faldt i SØ Australien 28 september 1969, fandtes at indeholde i det mindste 16 forskellige aminosyrer. Blandt disse er fem såkaldte essentielle aminosyrer, der her på Jorden indgår som byggesten i levende cellers proteiner. Videre forskning må afgøre om meteoritens organiske stoffer er dannet under medvirkning af levende organismer, eller, hvad der er mest sandsynligt, er dannet på ren uorganisk vis - det vides, at brint, ammoniak, kuldi-oxid, vanddamp og svovlbrinte ved indbyrdes reaktion under påvirkning af elektriske udladninger kan producere formaldehyd, acetaldehyd, acetone, propionsyre, urinstof med mere. I 1955 påviste S.L. Miller, at også et betydeligt antal aminosyrer kan dannes på denne måde, og hans resultater er blevet bekræftet af mange andre forskere. Det er derfor en mulighed, at meteoritens organiske forbindelser er blevet dannet af simple uorganiske forbindelser og radikaler meget langt tilbage i tiden, under medvirkning af elektriske udladninger og ultraviolet stråling. Dannelsen fandt måske allerede sted i den urgas, hvorefter planeterne antagelig senere fremgik.

En ting er sikker: Da de organiske forbindelser har overlevet, kan stenmeteoriten aldrig have været særlig varm. Den har næppe nogensinde været over 400°C, ellers ville forbindelserne være destilleret af eller forkullet. En undersøgelse af sådanne stens tekstur bekræfter, at de ikke kan have været særlig varme, endsi-ge smeltede. De er løst sintrede og sammenskittede af tjæreagtige forbindelser.

Helt anderledes forholder det sig med jernmeteoriterne, hvorefter Cape York er en typisk repræsentant. De er massive, uden porer og helt uden organiske forbindelser. De er magnetiske og har massefylde på 7.5 - 8 g/cm³. De indeholder ofte kulstof, men da i mindre mængder (0.02 - 0.2 %) og i reglen som del af mineralet cohenit, der først blev beskrevet fra meteoriter. Det er sammensat Fe₃C og er siden identificeret som en almindelig bestanddel af stål og støbejern, hvor det under navnet cementit er kendt for at gøre jernene hårde og slidstærke.



Cape York, som er et prominent fjeld 50 km vest for findestedet for meteoriterne, bruges som samlenavn for hele faldet. Efterhånden som de enkelte blokke er blevet fundet, har de fået individuelle navne, men de adskiller sig ikke fysisk og kemisk.

NYT OM METEORITER



Civilingeniør V.F.Buchwald fandt i 1963 verdens femtestørste meteorit på Grønland og arbejdede siden på at få den ført til Danmark. Da den i 1967 efter store vanskeligheder var ført til København, var han imidlertid rejst på studie- og undervisningsophold i Amerika. Først efter hans hjemkomst i 1970 tog undersøgelsen af den store meteorit fart. I den følgende artikel beretter V.F.Buchwald først og fremmest om denne undersøgelse.

Der findes et stort antal forskellige slags meteoriter, og ingen af dem ligner vore jordiske bjergarter. For overskuelighedens skyld opdeler man gerne meteoritterne i sten-, sten/jern- og jernmeteoriter, men der er glidende overgange. Mange stenmeteoriter indeholder 10 - 20 % frit jern, fordelt som salt og peber i stenen, og mange jernmeteoriter indeholder typiske silikatminerale som for eksempel olivin, pyroxen og feldspat.

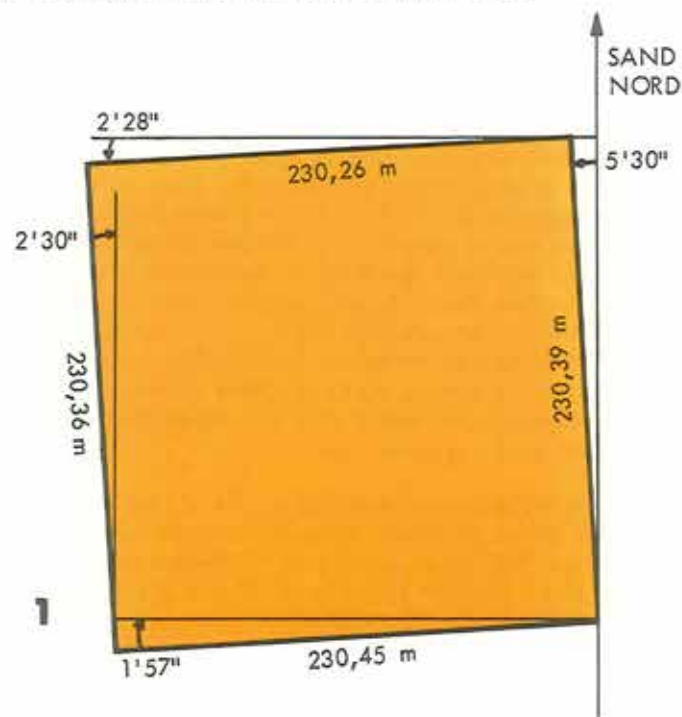
Den mest spændende stenmeteorittype er den kulholdige chondrit, som kan indeholde 1 - 4 vægtprocent kulstof. Allerede Berzelius påviste tilstedeværelsen af organiske stoffer, men først efter anden verdenskrig har man med sikkerhed kunnet vise, at kulstoffet foreligger enten amorft eller

orienteret pyramiderne endnu mere nøjagtigt, end de ligger i dag. På den anden side ville de sikkert have anlagt pyramiderne så nøjagtigt, det var dem muligt af kultiske hensyn, og det udfordrer os til at forsøge at forklare en eventuel afvigelse.

NØJAGTIGHEDEN I PYRAMIDERNES ORIENTERING

Inden vi giver os i kast med resultater fra opmålingen af pyramiderne, må vi lige gøre os klart, hvor nøjagtigt det overhovedet er muligt at foretage en orientering efter verdenshjørnerne, når man ikke er i besiddelse af moderne optiske instrumenter, men kun har det blotte øje og helt enkle sigtemidler til rådighed.

Et menneskeøjes synsskarphed eller opløsningsevne, det vil sige den mindste vinkel, hvorunder to lysende punkter kan skelnes fra hinanden, er bestemt dels af øjets opbygning og dels af lysets farve og bølgeegenskaber. Man regner med, at øjets synsskarphed under normale forhold ligger på omkring $1/3'$ (bueminut), mens den i særligt gunstige lysforhold kan nå helt ned til $1/6'$. En synsskarphed på $1/3'$ svarer til den vinkel, man ville se to punkter under, der ligger cirka 1 cm fra hinanden i en afstand af 100 m fra iagttageren, altså som forholdet 1:10.000.



I Koonwarra har australske palæontologer fundet en forstenet loppe. Loppen blev fundet i en finkornet sandsten (siltsten), der stammer fra den ældre del af kridttiden. (De hidtil ældste kendte lopper var fra tertiærtiden og blev fundet i Østersøområdet.)

De Forenede Nationers Udviklingsprogram har indtil nu deltaget i 70 store efterforskningsprojekter efter mineralske råstoffer forskellige steder i verden. Disse projekter er blevet finansierede af FN og de enkelte landes regeringer, og projekterne har hidtil kostet 975 millioner kroner.

I Iran er der påvist 300.000.000 tons kobbermalm med et kobberindhold på 1.2 %. Værdien af denne malm er 27.000 millioner kroner efter kobberprisen på verdensmarkedet i dag.

I Malaysia er der påvist ca. 85.000.000 tons kobbermalm, og udvindingen heraf er begyndt.

I Mexico er der påvist 600.000.000 tons kobbermalm, hvis værdi anslås til tæt ved 40.000 millioner kroner.

På Rennell øen i Salomon øgruppen er der påvist 100.000.000 tons bauxit, der har en anslået værdi på 1.900 millioner kroner.

I Chile er der påvist en stor forekomst af jernmalm, der har en værdi af omkring 4.000 millioner kroner.

Under efterforskninger i Burma, Tunesien, Øvre Volta, Chile og Togo er der påvist bly-, zink, kobber- og manganmalme samt marmor. Den samlede værdi af disse forekomster anslås til over 5.000 millioner kroner.

Den samlede værdi af de brydeværdige malmforekomster, der er påvist under de Forenede Nationers Udviklingsprogram, anslås til 83.500 millioner kroner.

VARV har før, og især i 1968 (siderne 126-127), omtalt Fakes geologiske museum og dets bestræbelser for at vise de geologiske perspektiver i først og fremmest Fakse kalkbrud.

Fra slutningen af 1968 har udstillingerne som sådan manglet husly. Både de og den betydelige grundsamling har måttet magasineres.

Siden har foreningen "Faxe Geologiske Museum" dog fortsat arbejdet med at skaffe sit museum et passende hus at være i. For nylig fik man stillet en særdeles fint beliggende byggegrund til rådighed lige ved den gamle kant af kalkbrudet. Men endnu vil der gå nogen tid, før publikum fra en stor foranliggende P-plads kan gå op i en venlig og utraditionel museumsbygning som den, der her er vist i skitse



Selv uden optiske instrumenter, men med enkle sigteredskaber skulle det derfor meget vel have været muligt for ægypterne at afstikke en ønsket retning med en nøjagtighed på omkring 1'. Rent praktisk kunne fastlæggelsen af den geografiske nordretning være foretaget ved at bygge en lang, lige mur (en kunst, de mestrede godt), der var rettet omtrent øst-vest. Ved dernæst at iagttage og afmærke på muren, hvor den klare stjerne Vega, som dengang befandt sig nær ved himmelkuglens nordpol, stod op og gik ned en enkelt nat, og dernæst halvere vinklen mellem de to sigtelinier, kunne nordretningen fastlægges med den ønskede nøjagtighed i forhold til muren, uafhængigt af forstyrrelser som præcession, parallakse og andre astronomiske fejlkilder. (Metoden burde for en sikkerheds skyld efterprøves i nutiden.)

På figur 1 er vist en skitse af Cheops pyramidens grundplan, hvor gennemsnittet af siderne er 230.36 meter, mens spredningen på de fire sidelængder er ± 8 cm, hvilket ifølge det førnævnte svarer til en spredning i vinkel på $\pm 1'2$. Desuden er det vist, hvordan alle fire sider er drejet en lille vinkel mod uret i forhold til de nutidige verdenshjørner. Gennemsnittet af de fire vinkler er $3'1$, mens spredningen er $\pm 1'6$ eller lidt større end den førnævnte spredning, som kunne skyldes variationen i sidelængde alene.

Seks målinger på Cheops og Khefren pyramidens af retningen af sider og indgange giver en middelværdi på $4'$ vest for nutidig sand nord. Nøjagtigheden ved konstruktionen af de rette vinkler er tilsvarende blevet bestemt til cirka $1\frac{1}{2}'$, så begge disse værdier er i god overensstemmelse med de oven for fundne værdier for grundplanen af Cheops pyramidens alene. Da usikkerheden ved konstruktion af en ret vinkel formentlig er større end usikkerheden ved udstikning af nordretningen, fordi en ret vinkel principielt er mere kompliceret, må man forvente en usikkerhed i orienteringen, der er mindre end de nævnte $1\frac{1}{2}'$. Flinders Petrie, der var den første, som foretog en detaljeret opmåling af pyramidernes omkring 1880 (jfr. I.E.S. Edwards: The Pyramids of Egypt, London 1961, hvorfra de nævnte data alle er hentet) angav retningen til $4' \pm 1'$, idet usikkerheden blev vurderet ud fra overensstemmelsen mellem to forskellige snit i Cheops pyramidens indgang. Petrie foreslog også, at denne drejning eventuelt kunne forklares ved en flytning af Jordens pol, men denne inciterende bemærkning synes at være gået i glemmebogen.

Ud fra de foranstående overvejelser vil vi med Petrie antage, at usikkerheden ved fastlæggelsen af Cheops pyramidens orientering i forhold til verdenshjørnerne har været omkring $\pm 1'$. Holder denne antagelse om nøjagtigheden, er den nutidige afvigelse af Cheops pyramidens orientering på $3'1$ betydningsfuld, og spørgsmålet bliver da: kan vi forklare denne drejning mod uret? Vi vil forsøge at vurdere tre mulige forklaringer i det følgende.

skælvet udløses, hvilket sker ved en pludselig forskydning af jordlagene langs en forkastning. Herved svipper jordoverfladen tilbage til sin udeformerede udgangstilstand, idet de to blokke nu blot er forskubbet op til nogle få meter i forhold til hinanden. Hvis pyramiderne var bygget som vist på figuren i en periode, hvor jordskorpen var kraftigt deformeret inden et stort jordskælv, ville de derfor efter udløsningen af jordskælvet være drejet lidt mod uret sammen med underlaget.

Det er velkendt, at der finder jordskælv sted i Middelhavsområdet og langs Det Røde Hav. Man ved faktisk også (se Grimberg: Verdenshistorie, bind 1), at Ægypten i året 908 før Kristi fødsel blev hærget af et jordskælv, hvorved de hvide, polerede kalksten, som Cheops pyramiden var beklædt med, raslede ned. Pyramidens oprindelige højde var 146,50 m. Nu er den kun 137 m høj. Hvorvidt det omtalte jordskælv eller eventuelt et andet, ældre og kraftigere, har været stort nok til at bevirke drejningen af pyramiderne, er det vanskeligt at afgøre i dag.

KONKLUSION

Ud fra de kendte astronomiske og geofysiske forskydninger, der refererer til tidsskalaer, som er henholdsvis cirka 1000 gange kortere (den astronomiske) og cirka 1000 gange længere (kontinentaldrift gennem nogle millioner år) end den arkæologiske tidsskala, kan vi altså ikke i øjeblikket forklare den målte drejning af pyramiderne.

Konklusionen heraf må da blive, at enten er pyramidernes drejning ikke signifikant, men skyldes tilfældigheder, eller også har enten polbevægelsen eller kontinentaldrejningen, taget som gennemsnit over de sidste få tusind år, været væsentligt større og modsat rettet af, hvad man i øjeblikket regner med er tilfældet, idet vi anser hypotesen om drejning ved en jordskælvs mekanisme for mindre sandsynlig.

Ægypterne har vel næppe spekuleret på kontinentaldrift, da de byggede pyramiderne, men måske kunne vi tage ved lære heraf, og anlægge nogle "nordretninger" i form af betonpiller rundt omkring på kontinenterne, udover de forholdsvis få og kostbare observatorier, som findes i dag. Ved hjælp af dem, kunne vi så i løbet af nogle årtier direkte påvise eventuelle nutidige drejninger.

Man kan stille det spørgsmål, om der mon findes anlæg andre steder på Jorden, hvorfra vi kan få så nøjagtige målinger fra tidligere perioder? En mulighed er måske det sydlige Peru, hvor Nasca-folket har efterladt linier indridset i plateauets overflade. Disse linier vil hurtigt ødelægges af "kulturens" fremfærd, og burde hurtigst muligt måles op med nøjagtighed på i det mindste 1'. Pyramidernes skæbne derimod er næppe så usikker, og vi kan vel håbe, at de får lov til at dreje i fred lang tid fremover.

GEOFYSISKE OG ASTRONOMISKE OVERVEJELSER

Vi ved fra målinger af Jordens magnetfelt, såvel direkte målt gennem de sidste 400 år som indirekte bestemt ved arkæomagnetiske (palæo-magnetiske) undersøgelser af brændt ler med aldre på op til 5 - 6000 år, at den magnetiske pol har bevæget sig uregelmæssigt omkring den geografiske pol i tidens løb, med perioder på nogle hundrede år, idet de to poler har kunnet afvige op til 15° fra hinanden (i nutiden afviger de cirka 11°). Dette giver en ændring i den magnetiske misvisning på gennemsnitligt flere bueminutter årligt, en hastighed der er så stor, at det ville være et højest usandsynligt sammentræf, hvis de 3 pyramider ved Giza, der er bygget på tre forskellige tidspunkter, netop alle var stukket ud i deres grundplan på et tidspunkt, da den magnetiske misvisning var så nær ved nul. En magnetisk orientering har således næppe været benyttet, så meget mere som ægypterne ikke menes at have haft kendskab til kompasset overhovedet.

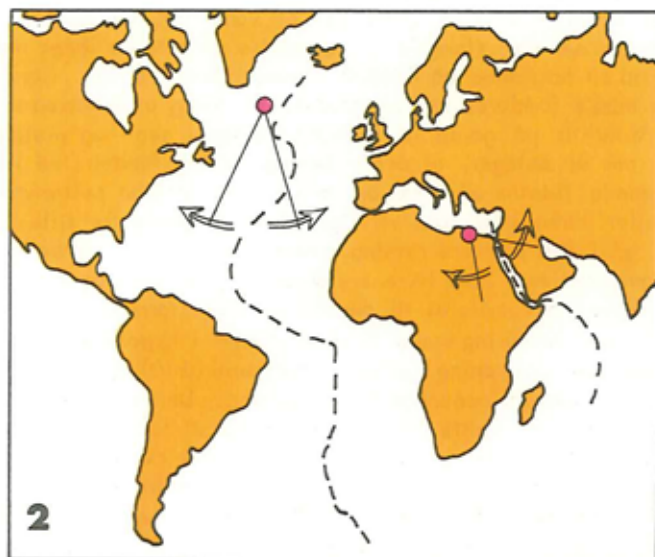
Følgelig må de have benyttet astronomiske observationer til at fastlægge nordretningen, idet Jordens øjeblikkelige rotationsakse definerer både Jordens og himmelkuglens nordpol. Dette gælder både i fortiden og nutiden, men rotationsaksen og dermed polerne kan eventuelt have flyttet sig i forhold til Jordens overflade i tidens løb. Tager vi Giza's geografiske beliggenhed i betragtning ($30^\circ \Phi$, $30^\circ N$), må vi da spørge, om den øjeblikkelige rotationsakse kan have forskudt sig omkring $3'$ langs meridianen 60° vest i løbet af de forløbne 4500 år, set ud fra Cheops pyramiden.

Fra astronomisk side synes det at være velunderbygget, at der i nutiden er en sekulær (langtids-) bevægelse af polerne langs meridianen 60° vest med en hastighed på $0.0032''$ (buesekunder) årligt. Denne bevægelse kan måske forklares ved en gradvis smeltning af ismasserne i Grønland og Antarktis på grund af klimaændringer i sen- og postglaciertid. Men selv om vi antager, at denne bevægelse har fundet sted i hele det mellemliggende tidsrum på 4500 år, bliver den samlede polbevægelse kun på $14''$ eller cirka $1/4'$, det vil sige cirka 12 gange for lille. Desuden ville den gå i den forkerte retning. Andre astronomisk kendte variationer af polen som nutationer med flere er for små og desuden periodiske, så de ville ikke kunne akkumuleres til den nødvendige størrelse.

En anden forklaring kunne muligvis findes i hypotesen om kontinenternes indbyrdes forskydning (såkaldt kontinentaldrift) og dens nyeste udformning i teorien om oceanbundens spredning. Denne sidste, der er udviklet inden for den sidste halve snes år for at forklare en lang række uafhængige geofysiske og geologiske observationer overalt på jorden, går ud på følgende: Langs de efterhånden velkendte midtoceaniske brudzoner, der gennemskærer de centrale dele af oceanerne og derved omkredser kontinenterne, finder der en stadig spredning af havbunden sted, ved at jordskorpen presses væk til begge sider af optrængende vulkanske smeltmasser.

Disse brudsystemers forløb kan erkendes på flere måder, dels ved at de danner sammenhængende undersøiske bjergkæder, der kan kortlægges ved ekkolod-målinger fra skib, og dels ved at en stor del af samtlige overfladenære jordskælv, der finder sted på Jorden, netop har deres centrum langs disse systemer, hvor der også forekommer vulkanisme. Den dybere årsag til oceanbundens spredning er endnu ikke med sikkerhed afklaret, mange geofysikere hælder til den anskuelse, at spredningen skyldes opstigende konvektionsstrømme i de plastiske dele af Jorden i nogle hundrede kilometers dybde, hvor temperaturforholdene bevirker, at der ikke er statisk ligevægt. (Vands cirkulation i en kedel, der opvarmes nedefra, er et husholdnings-eksempel på konvektionsstrømme.)

Da Jorden er omtrent kugleformet, betyder en sådan spredning af havbunden, at de to områder på hver side af brudzonen drejer sig i forhold til hinanden som om et hængsel, hvis beliggenhed har kunnet bestemmes for de enkelte kontinenter indbyrdes. Således har Nord-Sydamerika og Afrika-Europa bevæget sig væk fra hinanden (jævnfør figuren) i de sidste cirka 100 millioner år med en gennemsnitshastighed på op til 5 cm per år, svarende til at Afrika set fra Amerika i løbet af 4500 år har drejet sig en vinkel på $7''$ eller $1/9'$ mod uret. Dette er cirka 30 gange for lidt til at forklare Cheops pyramidens drejning, desuden er det næppe holdbart at antage, at det er Afrika alene, der drejer, mens Amerika er fikseret i forhold til Jordens rotationsakse.



Afrika og den Arabiske halvø drejer sig også væk fra hinanden med en lignende hastighed, idet Det Røde Hav er en brudzone, som gennem de sidste cirka 10 millioner år langsomt har åbnet sig omkring et hængsel i Nordafrika. Dette giver imidlertid en drejning af Afrika med uret set fra Arabien, altså modsat pyramidernes drejning.

En tredje mulig forklaring kunne være, at et jordskælv har bevirket en drejning af pyramiden sammen med dens underlag. Vi ved fra målinger andre steder på jorden, at der forud for udløsningen af et jordskælv finder en oplagring af elastiske spændinger sted i jordskorpen, som bevirker, at denne deformeres som skitseret på figuren. Når de oplagrede elastiske spændinger er blevet tilstrækkeligt store, indtræder der et brud, og jord-

