

VARV

NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1981



VERDENS TAG LIGGER I DAG I HIMALAYA, HVORFRA DETTE BILLEDE ER HENTET, MEN FOR 900 MILLIONER ÅR SIDEN LÅ VERDENS TAG I SYDSKANDINAVIEN. DET KAN DER LÆSES OM I ANDEN DEL AF BERETNINGEN OM DET BALTISKE SKJOLDS UDVIKLING. DESUDEN FORTÆLLES DER OM ET TABT, MEN GENFUNDET HOVED OG OM EUROPAS PARADIS FOR SMYKKESTENSAMLERE. VARV TAGER DIG OGSÅ MED PÅ EN EKSPEDITION TIL DET INDISKE OCEAN.

POPULÆRE GEOLOGISKE AKTIVITETER

I foråret 1981 fortsætter de populære geologiske aktiviteter for alle interesserede med følgende program:

- Lørdag 4. april kl. 13.15: Meteoriter i Geologisk Museum. Omvisning. Mødested: Øster Voldgade 7.
- Lørdag 25. april kl. 13.15: Krystaller. Mini-kursus. Mødested: Øster Voldgade 7.
- Lørdag 9. maj kl. 10.00: Bygningssten og geologi. Vandretur i det indre København. Mødested oplyses ved tilmelding.
- Lørdag 23. maj kl. 10.00: Den geologiske udvikling siden istiden. Ekskursion til Åmosen. Mødested oplyses ved tilmelding.

Af pladshensyn er deltagerantallet begrænset. Tilmelding kan finde sted tidligst 2 uger før mødedagen på tlf. 01-13 50 01.

Et detaljeret program kan fås på Geologisk Museum.



VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K. Tlf. 01-11 22 32

Kontor: Anita Thøfner (mandage, tirsdage og torsdage kl. 13-16)

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Erling Bondesen, Asger Berthelsen, Erik Stenestad, Steen Sjørring og Sven Laufeld

Renskrift: Gitte Sjørring

Repro: Scan-Lith ApS, København og C.A. Backhausen A/S, København

Tryk: Fair-Print A/S, Roskilde

VARV udkommer 4 gange om året. Prisen er 42 kr. i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meldt til postvæsenet.

© 1981 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.



Brædderne i det Baltiske Skjold

af Asger Berthelsen

Find et gammelt bræt med et søm i, studer det nøje, og du har grundfjeldsgeologiens vigtigste arbejdsprincipper og problemer i en nøddeskal.

Fordi sømmet gennemskærer strukturen, som årringene tegner i træet, er du ikke i tvivl om, at sømmet blev hamret i, EFTER at træet dannedes. Du kan også slutte, at det først blev slået i, EFTER at træet var blevet fældet og skåret ud i brædder - ellers ville sømmet have været savet over.

Hvis du kan aldersbestemme træet i brættet, kan du slutte, at sømmet blev slået i EFTER det tidspunkt, dateringen angiver. - Eller hvis du kan datere sømmet ja, så vil du måske tro, at brættet er ældre? Men det kan du ikke være sikker på. Nok tager det længere tid at vokse et træ end at lave et søm, men du kan ikke udelukke, at sømmet i sig selv kan være ældre end brættets træ. Sømmet kunne jo være blevet hamret i på et meget senere tidspunkt end det, hvor det blev fremstillet.

Denne problematik er hverdagskost for grundfjeldsgeologerne. For selv om mennesket har været længe om at opdage genbrugsprincippet, har naturen kendt og brugt det i årmil-liarder. Bjergarter, som blev dannet ved en hændelse, er ofte blevet "genbrugt" og delvis omformet ved senere tildragelser. De dannelsesaldrer, som kan bestemmes ved hjælp af visse radiometriske dateringsmetoder, giver derfor ikke nødvendigvis nogen anvisning på, hvornår de senere tildragelser (f.eks. en bjergkædefoldning) indtraf. Vi ved blot, at foldningen må være indtruffet EFTER, at den yngste blandt de foldede (genbrugte) bjergarter blev dannet.

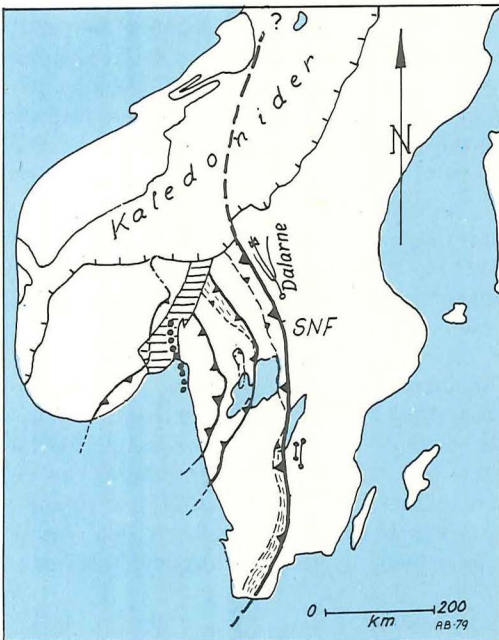


Dateringer af bjergarter, der ikke har været genbrugt og som afskærer foldestrukturene, giver på den anden side aldrer, som må være yngre end genbrugs-

tildragelserne. Ved ikke alene at bruge sine øjne, men også sin "næse", kan geologen udpege de yngste genbrugte og de ældste ikke-genbrugte bjergarter, og herved kan dateringsarbejdet gøres mere rationelt.

Efter disse principper er grundfjeldsgeologerne nået frem til, at den sidste store Prækambriske bjergkædefoldning, som påvirkede det Baltiske skjold, indtraf mellem ca. 1200 og 850 millioner år før nu. Denne bjergkædefoldning skabte det Svekonorvegiske (svensk-norske) foldestrøg, og den var en udpræget genbrugsfoldning. Den påvirkede ikke blot nydannede sedimenter og vulkanske bjergarter, men også disses underlag, en sokkel af ældre kontinent-bjergarter. Dette forhold blev allerede erkendt i slutningen af forrige århundrede af den svenske VARV-forsker Gerard De Geer (se VARVs blå bog, nr. 4, 1980). Når senere svenske geologer ikke umiddelbart godtog De Geers ideer, skyldtes det nok, at de foretrak at slå nye søm i, fremfor at bruge brugte.

Den Svekonorvegiske bjergkæde afviger tilsyneladende i sin opbygning fra de yngre bjergkæder, som er dannet ved pladetektoniske processer. Foldestrøget er, som vi ser det i dag, ca. 500 km bredt, og inden for hele denne bredde træffer vi rester af ældre sokkel-bjergarter, figur 1. Mod vest (i Syd-Norge) viser de ældre op til 1550 millioner år, og i strøgets østlige dele (SØ-Norge og SV-Sverige) er de op til 1700 millioner år gamle, lokalt måske endda lidt ældre (? 1800 millioner år).

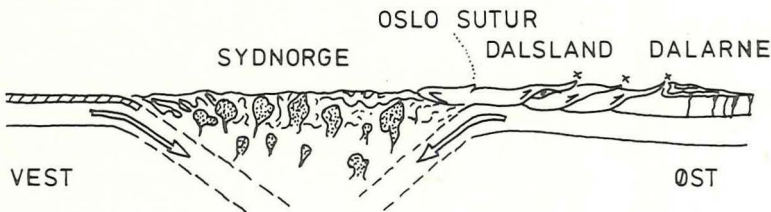


Figur 1. Skitse af Sydskan-dinavien visende de vigtigste forskydningszoner i det Svekonorvegiske foldestrøg. SNF står for den Svekonorvegiske front mod ældre grundfjeld i Syd- og Mellemsverige. Det Permiske Oslo-felt er vandret skraveret.

Denne aldersfordeling tyder på at jordskorpen, som blev inddraget i den Svekonorvegiske foldning, blev dannet, ikke under en men TO, forudgående bjergkædefoldninger, der kun i begrænset omfang var genbrugsfoldninger. For at rekonstruere disse ældre foldestrøg, er det nødvendigt at klarlægge, hvilke strukturer og omdannelser den Svekonorvegiske foldning var ansvarlig for - og hvilke, der skyldes ældre hændelser.

Gøres dette, når vi til det overraskende resultat, at den Svekonorvegiske foldning alligevel ikke afveg særlig meget fra de unge bjergkædefoldninger, der skyldes pladetektoniske processer, figur 2. En stor subduktionszone med neddykkende oceanbund må have ligget vest for Syd-Norge, og dybt under Oslo fjorden må skjule sig endnu en subduktionszone. Som følge af en afsluttende kontinent-til-kontinent kollision blev den sidste lukket og overdækket af en overskudt jordskorpeflage, så der dannedes en kryptisk sutur. Øst for denne medførte de fortsatte pladebevægelser efter kollisionen, at jordskorpen blev "skrællelet af" kappen og stablet sammen som kæmpeflager, adskilte af op til km-brede forskydningszoner. Sammenstablingen skyldtes antagelig, at kappe-delen af den østlige plade fortsat blev skudt eller trukket ned under den lukkede og tildækkende Oslo sutur.

I Dalsland er unge aflejringer fra den Svekonorvegiske foldezone endnu bevaret, og de er, ligesom noget ældre aflejringer foran foldestrøgets front i Dalarna og Småland blevet overfoldet og overredet af ældre sokkel-bjergarter, der blev fremskudt fra vest mod øst, figur 2. Det Svekonorvegiske foldestrøg har en nord-sydlig hovedretning, og dets østlige front buer mod øst - som Himalaya buer mod syd.



Figur 2. Skitse-profil gennem det Svekonorvegiske foldestrøg. Subduktion fra to sider under Syd-Norge medførte opstigning af granitiske smelter, der svejse- de ældre, genbrugt jordskorpe sammen.

Denne tilsyneladende dristige tolkning af den Svekonorvegiske udvikling bygger iøvrigt på sammenligninger med Himalaya, en bjergkæde som forfatteren kender fra flere ekspeditioner. Himalaya er det pladetektoniske type-eksempel på en kollisions-kæde, med næsten skjulte og sammenklemte subduktionszoner, jordskorpeskrælning og store overskydninger. Nogle svenske geologer holder dog fortsat på, at bevægelserne i de store sydvest-svenske forskydningszoner mere var i op-ned retning.



Himalaya kaldes i dag for VERDENS TAG, men for ca. 900 millioner år siden var det, det Svekonorvegiske foldestrøg der fortjente dette navn. Foldestrøget var da en ung himmelstræbende bjergkæde, der af og til rystedes af jordskælv. Hovedkæden må have strakt sig gennem SØ-Norge og SV-Sverige, og i en bue over Danmark, hvor den nu er skjult dybt i den danske undergrund. Syd-Norge nåede dengang sikkert lige så store højder som Karakorum og Tibet i dag.

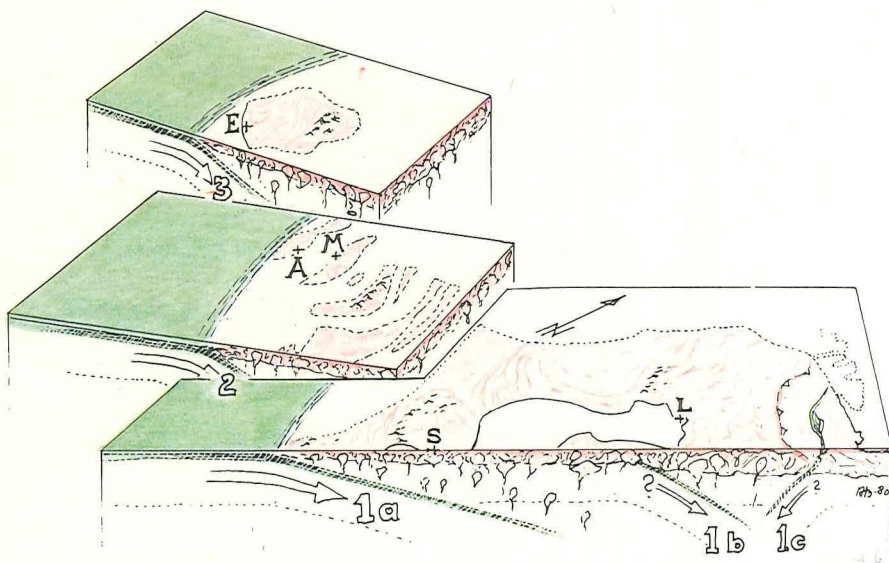
Fortsætter vi med at trævle sømmene i det Baltiske skjold op, ved at fratrække den Svekonorvegiske foldnings indvirkning og tage højde for nogle forudgående hændelser, når vi tilbage til

et tidspunkt, ca. 1550 millioner år før nu, hvor jordskorpen under Syd-Norge begyndte at dannes. Der lå da en subduktionszone "et sted" vest/sydvest for det nuværende Syd-Norge, og sure smeltmasser steg op og størknede som ny kontinentalskorpe. Herved blev der føjet et flere hundrede kilometer bredt bælte med ny skorpe til det da eksisterende Baltiske skjold (figur 3, blokdiagram 3). HVOR nøjagtig grænsen mellem den nye bræmme, og det ældre skjold gik, er vanskeligt at bestemme i detaljer nu. Den senere Svekonorvegiske foldning medførte, at betydelige dele af de ældre segmenter blev underskudt, så de ikke kan ses i dag. Men grænsen synes at skulle trækkes et sted i dybet under Oslo fjorden, og denne beliggenhed er måske forklaringen på, at det Baltiske skjold senere revnede her under dannelse af en Permisk "rift" og Oslofeltets magma-bjergarter for ca. 270 millioner år siden.

I den østlige del af det Svekonorvegiske foldestrøg begyndte dannelsen af den kontinentale jordskorpe tidligere, for ca. 1700 millioner år siden, i forbindelse med anlægget af en subduktionszone og tilhørende magma-opstigning (figur 3, blokdiagram 2). I dag finder vi de sedimenter, der aflejredes i havet ud mod denne subduktionszone i omvandlet form i Stora Le Marstrand gnejserne, og måske kan Åmål vulkanitterne og Åmål kvartsiten tolkes som tilhørende øbue-afsætninger.

De Prækambriske bjergarter vi træffer i SV-Sverige i dag er derfor af meget forskellig alder og oprindelse. De kan være udviklet i tilknytning til den ene eller anden af de to nævnte ældre skorpe-nydannende subduktionszoner, de kan være dannet ved andre processer i tidsrummet før, imellem og efter disse zoners funktion - eller i forbindelse med, og efter, den Svekonorvegiske bjergkædefoldning. Ikke så mærkeligt, at der skulle slås mange søm i, før det bræt sad fast i skjoldet !

Det Svekonorvegiske foldestrøgs østlige front afskærer tydeligt strukturerne i det ældre grundfjeld i det centrale og syd-østlige Sverige. Her blev den kontinentale jordskorpe udviklet i forbindelse med den Svekofenniske (svensk-finske) bjergkædefoldning for ca. 2050-1700 millioner år siden - ligesom i Nord-Sverige og Finland, hvor der dog længst mod nord og øst indgår genbrugte dele af det urgamle Laplandskontinent. Det Svekofenniske foldestrøg opnåede her ved en bredde på ca. 1500 km, og det fortsætter, dækket af Kambriske og yngre aflejringer, i soklen i den Russiske Platform.



Figur 3. Blokdiagram visende tre stadier i det Baltiske skjolds vækst. Den forreste blok viser situationen for ca. 1750 millioner år siden under den Svekofenniske foldning. 1 a, 1 b og 1 c er formodede subduktionszoner. Den mellemste blok viser udviklingen omkring 1650 millioner år før nu - efter anlægget af en ny subduktionszone, der medførte at endnu et bælte oceanisk skorpe blev omdannet til kontinent-skorpe. Det bagerste diagram viser situationen for ca. 1500 millioner år siden, hvor endnu en ny jordskorpe-bræmme på samme måde var blevet føjet til skjoldet. Det mellemste og bagerste diagram viser udviklingsstadier, der senere blev ændret under den Svekonorvegiske foldning, som medførte kraftig jordskorpe-forkortelse. E: Egersund, A: Arendal, M: Moss, S: Stockholm, L:Luleå. Oceanisk skorpe er grøn, kontinent-skorpe rød.

Den finsk-fødte geolog, Anna Hietanen fremsatte i 1975 den tanke, at den egentlige årsag til den Svekofenniske foldning var anlægget af en stor subduktionszone vest/sydvest for Småland-Blekinge (figur 3, 1 a). Fra subduktionszonen blev en oceanisk plade skubbet eller trukket fladt ind under den svenske,

oprindelig oceaniske plade syd for Laplandskontinentet. På Laplandskontinentets sydrand og i fladsøen og oceanet syd for, herskede livlig vulkansk virksomhed og udstrakte sedimentlag afsattes. Smeltmasser, især sure og halv-sure, steg op fra den neddykkede oceanplade og svejsede nydannet Svekofenniske jordskorpe sammen.

Anna Hietanens teori er blevet "genbrugt" i forskellige variationer. Nogle svenske og finske geologer anser det for sandsynligt, at der foruden den store subduktionszone ud for Blekinge har været endnu en subduktionszone, der måske var lidt ældre, nær Laplandskontinentets sydrand (figur 3, 1 b). I sidste VARV nummer (nr. 4, 1980) blev det endvidere foreslået, at der skjuler sig en (syddykkende) 2200-1900 millioner år gammel subduktionszone i Kola suturen, der nu adskiller det Svekofennisk-genbrugte Laplandskontinent fra det nordliggende intakte Murmansk kontinent (figur 3, 1 c).

Det er interessant at notere sig, at selv om Laplandskontinentet blev kraftigt omformet under den Svekofenniske foldning, så adskiller det sig stadig tydeligt fra de mere sydvestlige dele af det Svekofenniske foldestrøg, hvor den kontinentale jordskorpe nydannedes mellem ca. 2050 og 1700 millioner år siden. Både tyngdemålinger og seismiske undersøgelser viser, at Jordkappens overgrænse, Moho, skifter højde ved det genbrugte Laplandskontinentets sydvestlige rand. Jordskorpen er fortsat væsentligt tykkere, hvor dens alder er størst og dens historie er mest sammensat. Gamle rustne søm kan holde længe !



Figur 4. Kiruna-området lag-søjle. Nedre Hauki serie er gul ligesom Kirunaporfyrene. Øvre Hauki serie er blå.

Mange vigtige malmforekomster i Sverige og Finland knytter sig til den Svekofenniske udvikling. De kvartsbåndede jern- og manganmalme og skarn- og sulfidmalme i Bergslagen anses for at være dannet i havet i et primitivt vulkansk øbue-miljø. Skellefte-feltets og Vihanti-Pyhäsalmi forekomsternes sulfidmalme, der grupperer sig syd for Laplandskontinentets sydrand kunne tænkes dannet i tilknytning til en anden vulkansk øbue bag den formodede "ekstra subduktionszone" (1 b i figur 3).

Outokumpu og Vuonos kobberforekomsterne i det sydøstlige Finland fik også deres endelige udformning under den Svekofenniske foldning. Malmdannelsen indledtes tidligere i forbindelse med undersøisk vulkanisme og sedimentation, da jordskorpen i Laplandskontinentets passive sydrand blev strakt og gjort tyndere.

En vigtig malmforekomst volder imidlertid problemer. Det er Kiruna - eller rettere sagt Kiruna-området apatit-rige jernmalmsforekomster. Kiruna-området ligger inden for den del af det Svekofenniske foldestrøg, hvor der indgår rester fra Laplandskontinentet. Som vist i figur 4 omfatter lagfølgen en nedre sokkel af gnejsgranit. Den overlejres af et konglomerat og Kiruna grønstenene, der omfatter basisk pudelava og halvsure porfyre. Efter en tydelig afbrydelse markeret af Kurravaara konglomeratet, følger Kiruna porfyre og den Nedre Hauki serie. Derover optræder efter en ny afbrydelse den Øvre Hauki serie, der indledes med et konglomerat og i øvrigt omfatter sandsten, skifre og gråvækker.

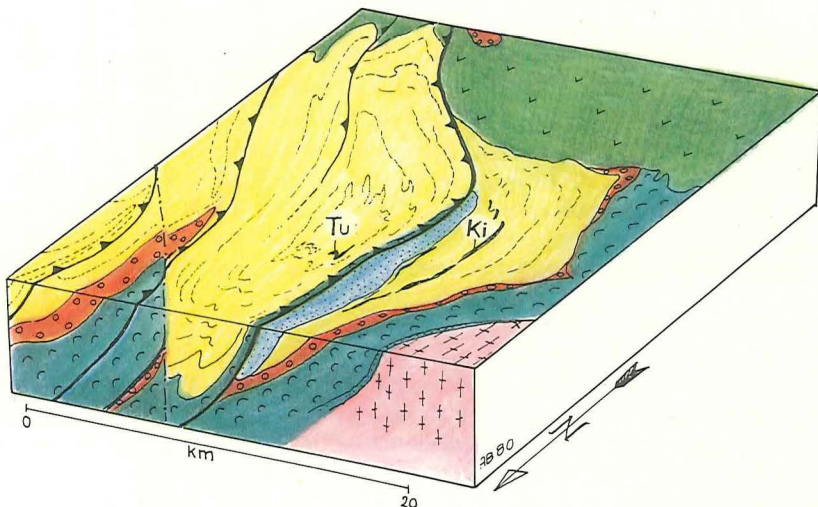
Det var længe god tro på Malmberget, at Kiruna porfyre var jævnaldrende med de mellemsvenske vulkanske bjergarter i det såkaldte Leptit formation, som anses for at være omkring 2000 millioner år gammel. Men i 1972 påviste den svenske mineralog og dateringsekspert Eric Welin, at Kiruna porfyre "kun" er ca. 1600-1570 millioner år gamle - at dømme efter rubidium-strontium isokron dateringer. Nu har det imidlertid vist sig, at dateringer efter denne metode ikke altid angiver tidspunktet for en vulkansk bjergartsfødsel, især hvis bjergarterne har været udsat for senere omdannelser. Og det har Kiruna porfyre været. De er sammen med den Nedre og Øvre Hauki serie foldede og omdannede. En gennemskærende "ung" Lina granit, som er trængt frem efter denne foldning, er af Welin dateret til 1505 millioner år.

Lagserien i Kiruna-området kan derfor sammenlignes med tre tykke brædder, som er tømret sammen med 1505 millioner år gamle søm. Det nederste bræt, gnejsgraniten, er sikkert mere end 2500 millioner år, det mellemste, Kiruna grønstenen, noget yngre. Det øverste yngste bræt er sammensat. Det består af tre lag: Kiruna porfyre, den Nedre Hauki serie og den Øvre Hauki serie. De to nederste lag er limet bedre sammen end de to øverste.

Da supplerende uran-bly dateringer af Kiruna porfyre er undervejs, er det nok bedst ikke at gisne om deres dannelses-alder. Men uanset, hvad udfaldet af de nye dateringer bliver, ved vi, at det øverste bræt udsattes for foldning og om-

dannelse mellem ca. 1570 til 1510 millioner år før nu. Foldningen af Kirunas porfyre og Hauki serierne må derfor tidsmæssigt jævnføres med den yngste af de foldninger, som for ca. 1550 millioner år siden forårsagede dannelsen af Syd-Norges første kontinentale jordskorpe.

Der tegner sig således følgende billede af det Baltiske skjolds udvikling fra 2000 til 850 millioner år: Ved hver bjergkædefoldning blev en ny bræmme kontinent-skorpe sømmet på den ældre kerne i skjoldet, og hver gang et nyt bredt bræt blev føjet til, ragede det ind over skjoldets ældre dele, som gav sig og slog nye forskydningsrevner.

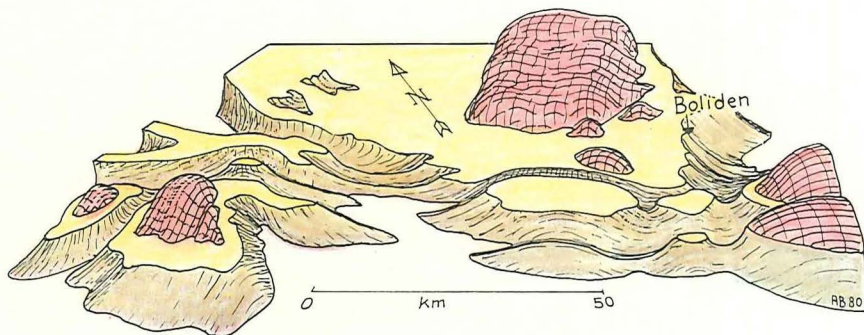


Figur 5. Blokdigram af Kiruna-feltets strukturer. Farverne er som i figur 4. Ki: Kiirunavaara, Tu: Tuolluvaara.

I blokdigrammet i figur 5 er Kiruna-feltets strukturelle opbygning skitseret, således som den kan aflæses af de geologiske kortblade og aero-magnetiske kort, som Sveriges geologiske Undersøgelse har publiceret i 1976. Kiruna-feltets bjergarter og malme ses at være påvirket af den unge, ca. 1550 millioner år gamle foldning. Først dannedes oprette folder, senere gennemsattes disse af overskydninger. Denne strukturelle opbygning tyder på, at den nutidige overflade ikke ligger særligt dybt under den 1550 millioner år gamle jordoverflade.

Det ældre Svekofenniske foldemønster er præget meget mere af granitmassiver. Dette ses bl.a. i Skellefte-feltet, hvis opbygning er skitseret i figur 6. Her (ligesom i figur 5) er de yngre, gennemsættende magmabjergarter udeladt - for at foldestrukturene kan ses tydeligere.

Skellefte-feltet præges af nordvest-sydøstgående folderygge, der buler op og ned. Foldeakserne hvælves op over Jörn granit-massiverne, som om det var graniternes opstigning, der havde løftet folderne. Tyngde-betinget opstigning af bjergarter, der er lettere end omgivelserne, kaldes diapirisme.



Figur 6. Blokdiagram af Skellefte-feltets strukturer (før Revsund granitens fremtrængning). Vulkanske bjergarter er gule, bunden af fyllitterne (som er tænkt fjernet) er brun, Jörn graniten rød.

Der er ingen tvivl om, at granit-diapirisme har påvirket og ændret foldestrukturene i store dele af det Svekofenniske foldestrøg. Allerede i 1930 påviste den svejtsiske geolog Eugene Wegmann, at grundfjeldet i Sydfinland præges af granit-diapirisme.

Det diskuteres imidlertid fortsat, om diapirisme var den egentlige årsag til foldningen, eller om foldningen og dispirismen skyldtes forskellige mekanismer.

I den Kaledoniske bjergkæde og andre endnu yngre bjergkæder, som skyldes pladetektoniske processer, dannedes de store overskydningsdækker og store folder, før lokal granit-diapirisme satte ind. Det er derfor fristende at tro, at lignende forhold også gjorde sig gældende under de Prækambriske foldninger. Men selv om det er meget sandsynligt, at pladetektoniske processer spillede en afgørende rolle i det Baltiske skjolds udvikling, kan det ikke udelukkes, at den døde, fysiske Jord har undergået en udvikling siden sit "baby-stadium", sådan at forstå, at processerne gradvist ændrede karakter igennem geologisk tid. At ville benægte det, er næsten som at benægte, at man selv kan blive klogere med tiden !

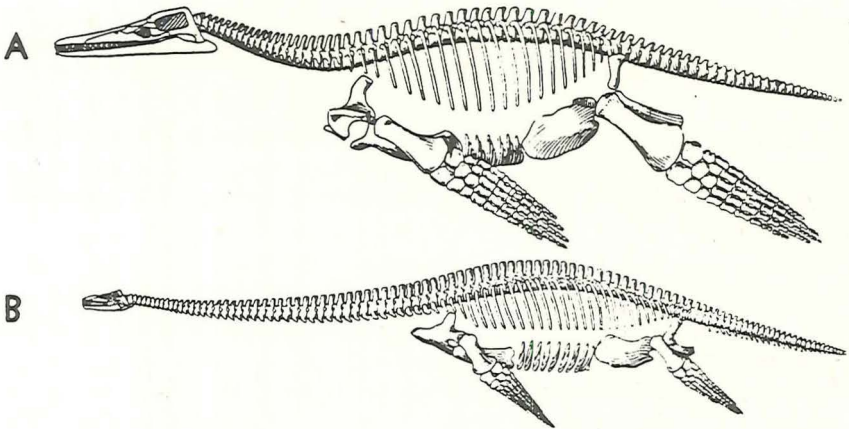
Et Svaneøgleskranium



af Claus Koch Clausen

I den Mesozoiske Æra, der omfatter Trias, Jura og Kridt, forlod flere grupper af krybdyr land for igen at leve i havet.

Blandt de mest kendte er nok svaneøgler som *Plesiosaurus* (se figur 1).



Figur 1. Rekonstruktion af en pliosaur (A) og plesiosaur (B). Bemærk de store luffer. Efter Andrews.

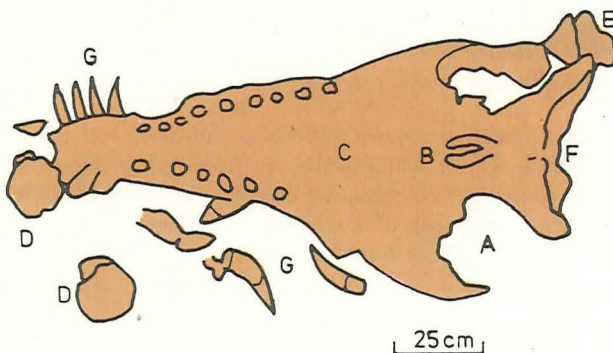
Svaneøgler havde meget stor succes, hvilket kan ses ud fra det store antal fund, der er gjort mange steder i verden, for det meste i havaflejringer.

Under feltarbejde i aflejringer af ler fra sen Juratid i Sydengland fandt en gruppe geologistuderende og lærere fra Københavns Universitet et kranie af en *Pliosaurus*, der er en korthalset slægtning til svaneøglerne, se figur 2, 3 og 4.

Som det ses af figur 2 og 4 blev både kraniet og underkæben fundet, med ca. 2 m afstand. Ved siden af kraniet ses tænderne, der alle er meget velbevarede, de længste var over 20 cm lange.



Figur 2. Kranie af Pliosaurus, Sydengland. Kraniet, som er delvis udgravet af Juraleret, ses fra undersiden. Til venstre ses to halshvirvler. Bemærk også tænderne ved kniven, der er 25 cm lang.



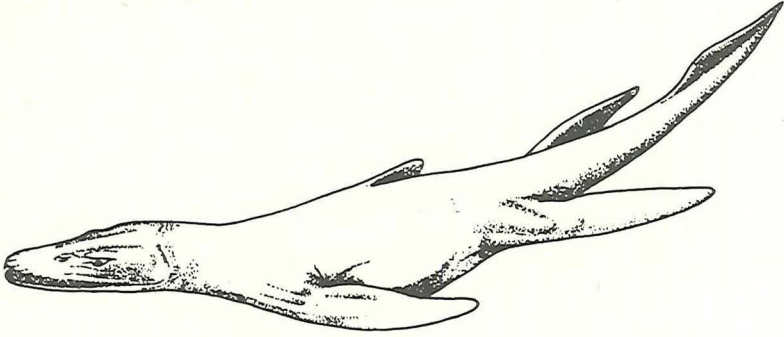
Figur 3. Det nyfundne Pliosaurkranium tegnet fra undersiden. A: passage for tyggemuskel. B: indre næsebor. C: gane. D: halshvirvler. E: kæbeled. F: nakkeregion. G: tænder.



Figur 4. Underkæbe af Pliosaurus, hørende til kraniet i figur 2.

Kraniet er ca. 1.5 m langt. Øverst ses to store hulrum, hvorigennem kæbemusklerne har passeret ned til underkæben (se figur 3). De indre næseåbninger er placeret midt imellem disse muskler. Desuden ses to halshvirvler til venstre i billedet. Imellem kraniet og underkæberne blev fundet et ribben, og desuden brudstykker af en luffe. Hele dyret har formodentlig været over 7 m langt.

Fra sen Triastid og frem til de uddøde i slutningen af Kridt fulgte plesiosaurerne to udviklingslinier. I den ene linie har vi de meget langhalsede former (se figur 1). De var tilpasset til livet i vandet og kunne udnytte den lange hals til lettere at fange byttet, som var blæksprutter og fisk. Sådanne svaneøgler har været et populært bud på Loch Ness uhyret !



Figur 5. Den største pliosaur, en lang og bredsnudet form fra tidlig Kridttid, blev over 13 m lang.

I den anden linie udvikledes de korthalsede svaneøgler, bl.a. *Pliosaurus* (se figur 5). Deres hals var kort, til gengæld blev kraniet meget længere - især gennem forlængelsen af kæberne. De svømmede på samme måde som havskildpadder ved hjælp af deres enorme luffer, hvoraf baglufferne var størst.

Pliosaurernes form er hydrodynamisk meget bedre tilpasset til vandliv end de langhalsede former.

Fundet blev gjort i en lerbjergart fra Øvre Jura, dvs aflejret for godt 140 millioner år siden. Det er bl.a. fra denne bjergart, at olien i Nordsøen tænkes at stamme.

I den øverste del af lergraven, hvor kraniet blev fundet, går lerskiferen i stykker i papirstynde flager. Hvis man slår et stykke af, lugter det af olie, og ved Englands sydkyst er flere klinger brændt ved selvantændelse. Olien i leret kan være en af grundene til at kraniet er så velbevaret.

Havdybden er ud fra den øvrige fauna af bl.a. muslinger, snegle og skalbærende blæksprutter (ammoniter) bedømt til at være 10-15 m.

Det har således været et ret lavvandet hav, som dyret dengang svømmede rundt i.

Kraniet og underkæberne er nu udstillet på Bristol Museum.

Idar-Oberstein, Europacentrum for Smykkesten



af Aage Jensen

I Rheinland-Pfalz 75 km vestsydvest for Mainz ligger tvillingebyen Idar-Oberstein. Det er ca. 1000 km kørsel fra København, så afsætter man 1 1/2 dag til turen derned vil man fra størstedelen af Danmark kunne klare køreturen, og endda have tid til at køre en enkelt gang rundt om Kølns domkirke samt nyde turen langs Rhinen forbi Loreley klippen, men man bør nok holde sig for øje, at har man blot den mindste smule interesse for sten, så kan man tilbringe ubegrænset med tid i Idar-Oberstein.

Det der især præger Idar-Oberstein er, at størstedelen af husene bærer tydelige tegn på, at man beskæftiger sig med sten: der er utroligt mange guldsmede, flest i Oberstein, og det er ikke så meget guld og sølv som indfattede smykkesten af alle mulige slags der ses i udstillingsvinduerne. Der findes store varehuse i Idar-Oberstein, og man kan finde butikker, der udelukkende handler med fødevarer eller tøj, men størstedelen af de forretninger der ikke er guldsmede handler udelukkende med sten: smykkesten og andre mineraler, rå såvel som slebne, og mange af disse forretninger har eget sliberi. Selv hoteller og værtshuse har praktisk taget altid en eller flere store montrer med udstillinger af smykkesten til salg.

Det er sten fra hele verden der nu forhandles i Idar-Oberstein, men Idar-Obersteinernes store interesse for sten skyldes forekomster af især agat og jaspis i og omkring Idar-Oberstein.

Agatsliberier drevet af vandmøller ved Idar-floden har været kendt siden 1548. I 1774 fandtes der 26 agatsliberier der beskæftigede 190 mand. I begyndelsen af det 19. århundrede ebbede agatforekomsterne ved Idar langsomt ud, idet de fundne agater blev mere og mere farveløse, men efter at man i 1813 havde fundet ud af at farve agaterne kunstigt kom der et opsving i agatslibningen.

Allerede inden var man i Idar også begyndt at slibe udenlandsk materiale. Det første udenlandske råmateriale til slibning i Idar var indisk karneol, indført fra England i 1802.



Efter at man var begyndt at farve agaterne, tjente en sliber mere end 10 gange så meget som en guldsmed (den første guldsmed kom omkring år 1700). Dette forhold holdt sig i over 100 år, og skabte en social forskel mellem Idar hvor sliberierne lå, og Oberstein hvor guldsmedene boede.

Man skelner i dag mellem tre forskellige slags slibere: agatslibere, smykkekestenslibere og diamantslibere. Agatslibning foretages på store sandstenshjul (diametere kan være over en meter), der roterer om en vandret akse. Der slibes flade skiver til dekorationsformål, eller man forarbejder agaten som håndtag til spisebestik, brevåbnere og lignende. Agatskiverne kan også udhules til askebægre.

Smykkekestenslibning udføres på mindre skiver (ofte af metal), der roterer om en lodret akse. Der er to væsensforskellige former for smykkekestenslibning: cabochonslibning hvor stenene forsynes med en mere eller mindre hvælvet overflade, og facetslibning hvor stenene slibes med et større eller mindre antal plane flader: facetter. Eksempler på facetslibning er brillantslibning og smaragdslibning.

Diamantslibning er også facetslibning, men diamantslibning bliver en kunst helt for sig selv, fordi diamant er det hårdeste mineral man kender og derfor kun kan slibes med sit eget pulver.

Smykkekestenslibning og diamantslibning foretages i siddende stilling, medens agatslibning kan foretages såvel i siddende stilling som i liggende (på maven).

Agatudvindingen i Idar-området har været betydningsløs efter 1850, og idag slibes der af hjemligt materiale kun grå jaspis fra Nunkirchen i Saarland. Denne jaspis blåfarves og sælges som 'tysk lapis'.

Allerede i 1834 var man imidlertid begyndt at indføre agat fra Brasilien, og siden er der i Idar især slebet brasiliansk agat. De brasilianske forekomster af

agat er fundet af udvandrere fra Idar. I begyndelsen af 1860erne begyndte man også at indføre ametyst og bjergkrystal fra Brasilien, og i forbindelse hermed begyndte man med facetslibning på sandstenshjulene, men det var dog først i 1871 at egentlig smykkestenslibning på horisontale metalskiver blev indført. Den første diamantsliber nedsatte sig i Idar 1886.



Udsigt fra stenbruddet Juchem. Bygningerne er vandmøllesliberiet Geracher Wasserschleife, ved vandløbet Fischbach, og bilerne på parkeringspladsen tilhører stensamlere på besøg i Juchem. Foto Rosa Steffens, 1980.

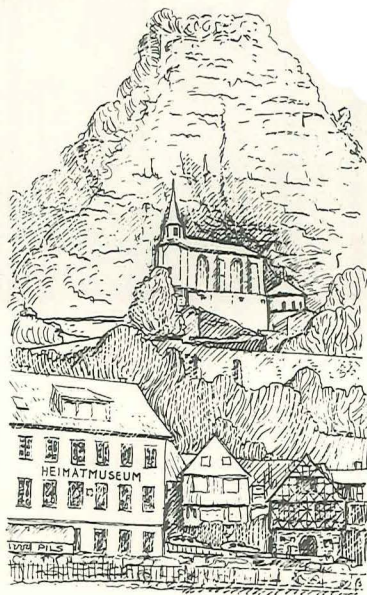
Efter 1884 er der ikke bygget flere vandmøllesliberier. Vanddrivkraften afløstes først af damp, siden af elektricitet, men i den nordlige udkant af Idar (på vejen til Tiefenstein) holdes endnu et af de gamle vandmøllesliberier i daglig drift. Dette er en stor turistattraktion, og man kan se agatslibningen udført i såvel siddende som liggende stilling. Naturligvis findes der også i tilknytning til vandmøllesliberiet et smykkestensudsalg. Noget tyder på at ikke alle turisterne i årenes løb har passet lige godt på deres indkøb af smykkesten, for når græsset omkring stien fra parkeringspladsen til vandmøllesliberiet slås, kan man opleve at der sprøjtes såvel rå som slebne smykkesten ud på stien.

Foruden vandmøllesliberiet er flere andre sliberier, bl.a. et diamantsliberi, åbne for publikum. Et af disse sliberier (Hans Peter Schleife) har på facaden indstøbt en hel smykkestenssamling med tydelig etikettering. Mange steder finder man også i indgangspartierne ved dørene indstøbt store skiver af agat.

I dag er mere end 3000 mennesker i Idar beskæftiget med slibning af sten, flest med smykkestensslibning, dernæst kommer diamantslibning, medens agatslibning beskæftiger færrest. Langt den største del af Braziliens agatproduktion slibes stadig i Idar, vel nok måske på grund af farveteknikken, men også størstedelen af Braziliens produktion af amethyst slibes i Idar, medens kun omkring halvdelen af brasiliansk aquamarin og turmalin slibes i Idar, og denne halvdel repræsenterer kun en fjerdedel efter værdi, da de bedste kvaliteter forbliver i Brasilien.

I Idar findes verdens eneste børs der handler engros med både diamanter og smykkesten. Børsen ligger midt i Idar i et højhus, der også rummer Tysk Ædelstensmuseum, hvor en imponerende samling af smykkesten fra hele verden er udstillet.

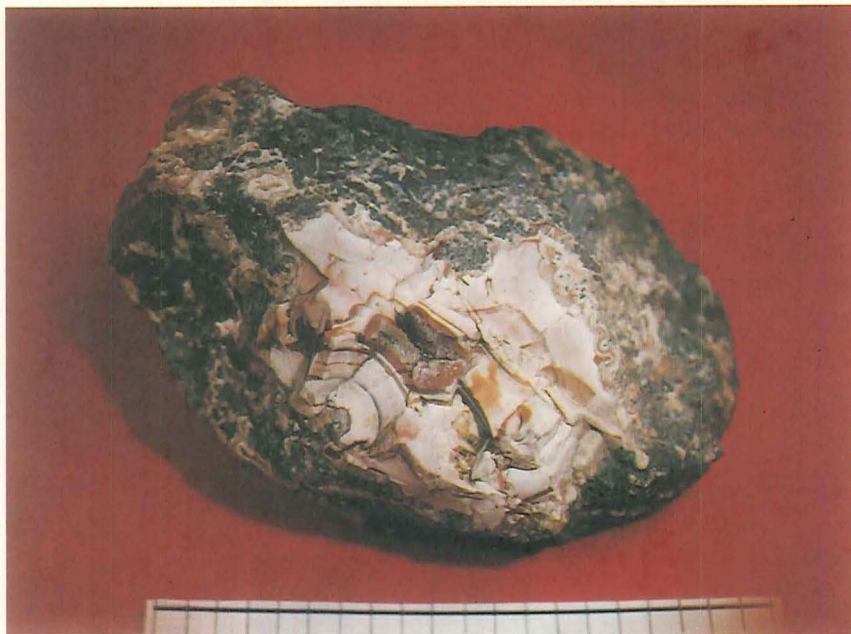
Nær børsen ligger et lille torv med springvand der er opbygget udelukkende af smykkestensmateriale, overvejende agat, calcedon, jaspis og grovkrystalline kvartsvarieteter i murstensstore stykker.



Hjemstavns museet, der ligger i Oberstein, har også en meget stor samling af smykkesten, heriblandt pragteksemplarer af meget store krystaller og druser, der overgår selv det man kan se på Tysk Ædelstensmuseum.

I Idar ligger også det Tyske Gemmologiske Uddannelsescenter der tilbyder forskellige kurser og uddanner fag-gemmologer. En fuldstændig gemmologisk uddannelse varer tre måneder (og koster 2000 DM i kursusgebyr), men uddannelsen er delt op i mindre enheder der kan tages enkeltvis, og et grundkursus

(Edelsteinkunde I) varer en uge (kursusgebyr 250 DM). Kurserne er godt besøgt (80 % af pladserne er forudbestilt et år i forvejen), og omkring en tredjedel af deltagerne er udlændige. Nærmere oplysninger kan fås ved at skrive til Deutsche Gemmologische Gesellschaft, Postfach 2260, D-6580 Idar-Oberstein.



*Agatknold fundet på markerne ved flyvepladsen. Målestokken er 10 cm.
Foto Ole Bang Berthelsen.*

Agaterne i Idar-området findes i permiske lavbjergarter: basalter, andesiter og daciter. Den mest berømte af agatforekomsterne er Steinkaulenberg der ligger i den nordvestlige udkant af Idar. Steinkaulenberg er nærmest helt gennemhullet af gamle minegange. Nogle af disse er nu restaurerede og sikrede, udgørende en besøgsmine hvor man kan komme ind og se agat, jaspis og druser af amethyst, bjergkrystal og røgvarts på deres plads i lavbjergarten. Der er mange flotte druser af de grovkrystalline kvartsvarieteteter. De blev ikke udtaget ved brydningen fordi denne fandt sted så tidligt at man kun sleb agat og jaspis.

Steinkaulenberg er nu fredet og stenjagt forbudt, men adskillige læs affald fra brydningen er kørt ud på en nærliggende skråning hvor samling er tilladt.

Selvom agatudvindingen ophørte for over 100 år siden, er der idag adskillige stenbrud i drift i lavbjergarterne i Idar-området, f.eks. Setz der ligger lige bag vandmøllesliberiet i den nordlige udkant af Idar, og Juchem der ligger

ca. 5 km nordøst for Idar. Lige overfor stenbruddet Juchem ligger også et stadig virksomt vandmølleliberi Geracher Wasserschleife, drevet af vandløbet Fischbach. I stenbruddene kan man ved hjælp af tålmodighed og en stor hammer finde pæne stykker af agat, jaspis og ametyst. Ametysterne i Idar-området er dog svagere blåfarvet end de brasilianske ametyster.



Ametystdruse fra stenbruddet Setz. Målestokken er 10 cm. Foto Ole Bang Berthelsen.

Alle stenbruddene er forsynet med skilte med formaningen: KEIN ZUTRITT FÜR UNBEFUGTEN. Dette betyder imidlertid ikke at man har noget imod at der indsamles smykkesten i bruddene, men snarere at ejeren ikke påtager sig noget ansvar for de eventuelle ulykker stensamlere kan komme ud for. Hvis man udviser de almindelige forsigtighedsregler for færden i stenbrud, skulle risikoen være til at overskue, hvis man er 'ubefugtet'. Risikoen er væsentligst nedfald fra urensede vægge, og løse bunker hvor en eller FLERE sten kan give sig til at rulle. Andre stensamlere der befinder sig højere oppe i bruddet end en selv, kan ved deres ivrige jagt efter gode stykker (undertiden endog med hjælp af store brækjern) let forårsage større og mindre stenscred.

Skiltene med adgang forbudt bør respekteres i arbejdstiden, så 'sæsonen' for stensamlere er week-ends, helligdage og hverdage efter arbejdstidens ophør. Når arbejdstids ophør nærmer sig ankommer der til parkeringspladser uden for

stenbruddene biler fra ind- og udland med ivrige stensamlere. Så snart arbejderne er kørt ud, rykker de ind i bruddene, en del med hjelme, mukkerter og brækjern.



På jagt i stenbruddet Juchem. Foto Kurt Steffens 1980.

Idar-området byder også på gode muligheder for folk der gerne vil samle smykkesten uden at løbe den risiko et ophold i et stenbrud frembyder. Man skal da tage ud til flyvepladsen ved Göttschied i den nordøstlige udkant af Idar. Her kan man blot ved at gå en tur over markerne (før tilsåning og efter høst) finde pæne knolde af agat og jaspis.

Til slut: råd om indkøb af smykkesten og smykker i Idar-Oberstein tør jeg ikke give, for den foruroligelse over nok at have brugt for mange penge til stenkøb, som man vanskeligt kan undgå at få ved afrejsern fra Idar-Oberstein, kan godt efter hjemkomsten ændre sig til ærgrelse over at man ikke købte noget mere.

Fra Djibouti til Seychellerne

af Lennart Widenfalk

I foråret 1979 var jeg så heldig at følge med det amerikanske forskningskib *Researcher* en månedstid på en forskningsrejse langs Carlsbergryggen i det Indiske Ocean. Skibet tilhører National Oceanic and Atmospheric Administration som sorterer under det amerikanske handelsministerium.



Figur 1. "RESEARCHER" ved kaj i Djibouti.

Researcher, som har hjemmehavn i Miami i Florida, er ca. 100 m lang og på ca. 3000 ton. Skibet foretog i løbet af den første del af halvåret 1979 rejsen fra USA og rundt om Afrika. I marts og april ville man passere den nordlige del af det Indiske Ocean og blandt andet gå langs den store spredningszone, som går fra Rødehavet og sydover. Denne midtoceanryg er opkaldt efter det danske Carlsberg Bryggeri, som via Carlsbergfondet bekostede den første oceanografiske ekspedition til området.

Min ekspedition startede i Djibouti, som ligger i et både politisk og geologisk uroligt hjørne af Afrika. Den lille republik ligger ved Bab-el-Mandeb strædet over for Aden og grænser til Eritrea, Etiopien og Somalia. Den politiske uro mærkedes frem for alt ved, at havnen var fyldt med franske orlogsskibe, og

inde i land fandtes store styrker fremmedlegionærer. Den geologiske uro i land kunne vi ikke studere nærmere på grund af de stridigheder, som forekommer i området, men adskillige vulkan-silhuetter tegnede sig mod horisonten.

Med ombord var blandt andre, syv geofysikere, geokemikere og geologer, hvoraf en kom fra Imperial College i London, Kurt Boström og jeg selv fra Höögskolan i Luleå, de øvrige fra Miami. Vort forskningsprogram omfattede geofysiske undersøgelser - magnetiske og gravimetriske målinger - geokemiske prøver af havvand, plankton og bundsediment samt geologiske prøver og kortlægning af undergrunden. Hensigten med vort arbejde er at få bedre kendskab til spredningszoners optræden og udvikling. Ikke alene fra et alment geologisk synspunkt, men også fra økonomisk geologisk synspunkt: malm, malmdannelse og metalomsætning ved en spredningszone.



Figur 2. Et stykke basaltisk pudelava med en sprække, der er udfyldt med et lyst kiselrigt sediment.

De bjergarter som findes i en spredningszone, plejer man at sammenfatte under navnet ophioliter, et begreb som er blevet meget kendt i løbet af de sidste ti til femten år. En ophiolit-serie består dybest nede af ultrabasiske bjergarter, som oftest er kraftigt deformerede. Længere oppe kommer olivin- og pyroxen-bjergarter, og de olivinrige, duniter, er ofte chromitførende. Derefter følger gabbro, som normalt er lagordnet. Over disse dybbjergarter ligger diabaser, som er tilførselskanaler til de ovenliggende lavaer. Da disse lavaer er havbundsdannelser er de udviklet som pudelava med glasskorper omkring de hurtigt størknede puder.

Det bedste kendskab til ophioliter har man hidtil fået ved at studere spredningszoner, som af forskellige årsager er "uddøde" og presset op mod en kontinentkant. Et af de smukkeste og måske lettest tilgængelige eksempler på en ophiolit-serie findes i Troodos-massivet på Cypern. Andre velkendte eksempler findes i Grækenland og Italien, men af størst interesse for os nordboer er, at selv i Skandinavien, i Vestnorge, findes ophioliter.

Hvad kan nu få en økonomisk geolog til at interessere sig for ophioliter? Jo - malm! Som bekendt stammer ordet kobber fra navnet på øen Cypern, hvor kobber har været brudt siden Antikken, og hvor man endnu i dag kan se spor efter romernes minedrift. Kobberkis og svovlkis og undertiden ædle metaller er knyttede til spredningszoner og ophioliter, og som tidligere nævnt gælder dette også chrommalm. En bedre forståelse af disse maldannelsesprocesser er af største betydning for en fremgangsrig prospektering efter disse metaller, f.eks. i den Skandinaviske fjeldkæde.

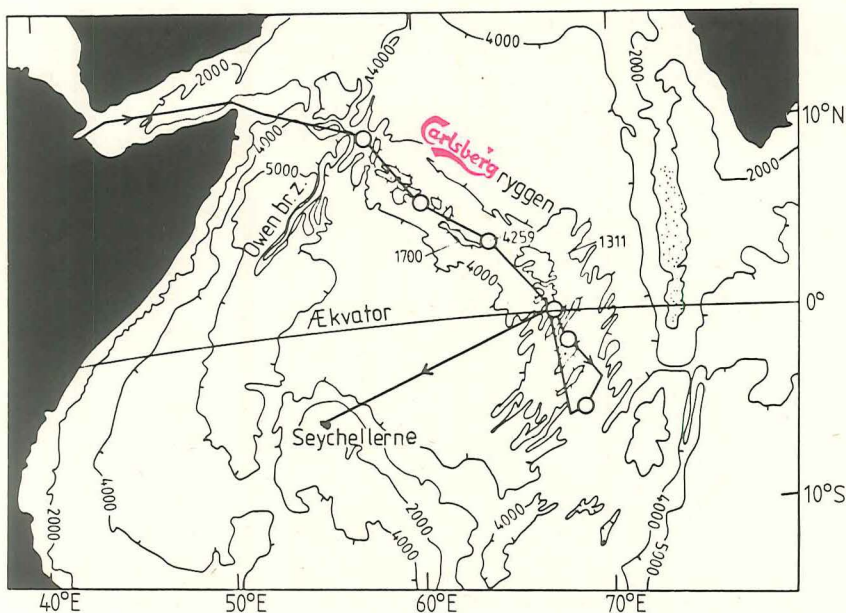
Kobbermalmsdannelsen i en spredningszone sker oftest i tilslutning til kraftige sprækker, fracture zones, som skærer tværs over den store ryg. I disse sprækkezoner kan varme opløsninger cirkulere i længere perioder og "få tid" til at danne malm. I den centrale sprækkedal forhindrer vulkanisme og bevægelser opståen af større malmkoncentrationer. De maldannende opløsninger kommer fra havvandet som trænger ned i basaltbjergarterne som en slags grundvand. Under spredningsryggen findes varmt magma, som varmer vandet og får det til at cirkulere opåder. I passende sprækker afsættes metallerne som sulfidmineraliseringer nær og på havbunden.

Chromitmalmene dannes på store dybder i magmalegernerne. Efterhånden som chromiten udkrystalliseres, synker de tunge krystaller til bunds i magmakammeret. Denne type maldannelse er svært at studere ved undersøgelser foretaget fra et skib, og hensigten med vort arbejde på Researcher var først og fremmest at studere de overfladenære dannelser: varme kilder og sulfidmaldannelse, samt andre processer, f.eks. afsætning af jern- og manganrige sedimenter - endnu en maldannelsesproces.

Carlsberg ryggen ligner den Midtatlantiske ryg ved at begge har en markant og dyb midterdal, hvorimod den Østpacifiske ryg mangler en sådan. Havbunds-spredningen over Carlsberg ryggen er i gennemsnit 2-3 cm/år sammenlignet med Atlantens 1 cm om året og den Østpacifiske rygs 4-10 cm om året.

Rejsen

Fredag 16. marts afgang Researcher fra Djibouti. Til trods for at vi befandt os i en tør del af verden, så regnede det. Rejsens første del gik gennem Bugten ved Aden og rundt om Afrikas Horn, og efter et par døgn passeredes Owen-sprækkezonen, som kan siges at udgøre Carlsberg ryggens nordlige ende. Dagene anvendtes til at gennemgå og kontrollere udrustningen: bundskraberne til stenkrabning, stødlod til bundprøver, planktonnet, udrustning til mikropræparering, mikroskop, vandflasker, fotoudstyr osv.



Figur 3. Kort over den nordlige del af det Indiske Ocean med indtegnet sejl-rute. Havdybden er angivet i meter.

Fra tidligere undersøgelser kendes Carlsberg ryggen's beliggenhed og form relativt godt. Fem passende strukturer var udvalgt i forvejen til nærmere undersøgelser. Ekspeditionens program i almindelighed omfattede nogle dages rejse mellem undersøgelsesstederne og derefter et par døgn's intensivt arbejde på hver undersøgelsesstation.

Døgnet blev inddelt i otte firetimers vagter, og alle fik en dagvagt og en nattevagt, og desuden så meget arbejde man orkede og nåede. Mellem hver station blev der dog tid til at hvile og sove og solbade på "metal-stranden" - broens tag.

Når skibet nærmede sig en station, indledtes undersøgelserne med, at man krydsede frem og tilbage et par gange tværs over ryggen. Hver passage kunne tage mellem fire til fem timer. Det var altid lige spændende at stå foran ekkoloddet og se ryggen skyde op til 1500-2000 m dybde, for derefter at se selve dalen dykke ned til 3500-4000 m. Undertiden kunne man se havbunden sænke sig 3000 m i løbet af en times tid - med en fart af tolv knob. Efter at have passeret midtersprækken rejser forkastningsskrænterne sig hurtigt igen, og man får atter toppe på 1000 til 2000 m dybde. På spredningszonens flanker falder bunden ganske langsomt mod dybhavssletterne på 4000-5000 m dybde. En normal arbejdsdag bestod ofte af mange timers venten foran ekkoloddet til den bedste

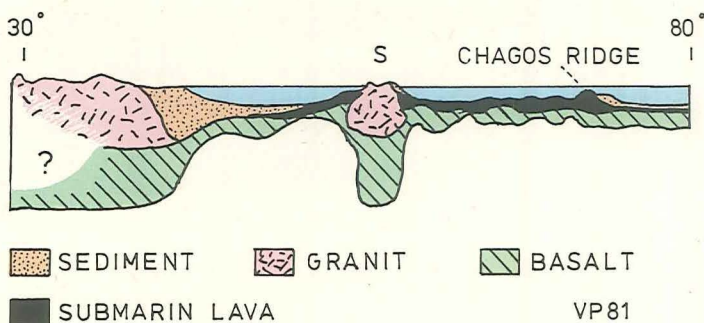
plads for skrabning og prøvetagning var udvalgt. Da skrabning af stenprøver indebar meget arbejde på dækket med wirer, spil og tunge bundskrabere, måtte dette arbejde ske i dagslys. Aftener og nætter gik med optagning af vandprøver, plankton og sedimentprøver. Det gjalt om at udnytte tiden til søs maksimalt.

For at udnytte skibet bedst muligt krævedes også en øjeblikkelig og omfattende bearbejdning af prøverne på stedet. Dette skete for hurtigt at kunne tage beslutning om yderligere prøvetagning eller om et nyt sted skulle findes.

HavbundsfotoGRAFERING

En vigtig del af moderne havbunds forskning er fotoGRAFERING, fra geologisk synspunkt først og fremmest for at opdage kilder - eventuelt med malmdannelse, mangan-noduler og forskellige andre strukturer. Ombord fandtes avanceret udrustning til stereofotoGRAFERING af bunden, og på vor første station sattes den raskt ud og sænkedes ned mod bunden. I nærheden af kameraerne fandtes også en lyd giver - pinger - monteret, så at man kunne følge den på ekkoloddet. Da udstyret nærmede sig bunden og fotoGRAFERINGEN skulle begynde forsvandt det pludselig. Ekkoloddet viste intet ! Da vi langt om længe havde fået halet 4000 m wire ind, kunne vi se, at hele udrustningen var borte (\$ 100 000). Men der fandtes ingen spor efter defekte eller afbrækkede bolte eller wirer, end ikke de ringeste mærker på den nederste sjækkel. Det virkede som om kong Neptun selv havde været ude med skiftenøglen og i ro og mag løsnet boltene.

Dette tab illustrerer et ikke ukendt fænomen inden for havforskningen: udrustning går tabt. Muligheden for at få den igen er udelukket, reserveudrustning må altid være parat.



Figur 4. Forenklet VNV-ØSØ profil fra Østafrika over Seychellerne (S), visende jordskorpens opbygning.

Stenskrabning

De bundskrabere, som anvendes til stenskrabning, bestod af en stålramme, en meter bred og en halv meter høj og dyb. Bag denne var en pose af kæder, hvor stenmaterialet samledes. Det hele vejede ca. 300 kg. Denne type viste sig så anvendelig ved vore skrabningen i det Indiske Ocean, at samme type blev anvendt af Ymer-80 ved ekspeditionen til Ishavet.

Som allerede nævnt blev skrabningerne foretaget om dagen, men ofte blev det sen nat, inden skraberne kunne tages op. Mens skrabningen var igang måtte man omhyggeligt holde øje med wiren for at se om der "var bid". Undertiden kunne der gå flere timer, hvor skibet måtte gå frem med en til to knops fart før kraftige ryk kunne mærkes. Det skete mere end en gang, at bundskraberen satte sig fast på bunden, og forsøgene på at få den fri kunne tage hele natten.



Figur 5. Bundskrabere med fangst af basaltblokke.

Vore første skrabninger resulterede i én sten. Det var en bid af en pude fra temmelig frisk pudelava. Puderne sprækker op i kegleformede stykker med et ydre glaslag, som ofte er dækket af et tyndt lag jern- og manganoxid. Under de følgende skrabninger fik vi betydelig mere materiale, og ofte kom bundskraberen op fyldt med flere hundrede kilo sten.

De sten, vi fik op, var næsten udelukkende stykker af frisk pudelava, den største lignede en kotelet på hundrede kilo! Enkelte steder gav dog prøver fra dybere dele af undergrunden. Det var forskellige typer gabbro og andre lignende

bjergarter med store olivin- og feldspatkrystaller. Disse bjergarter er kommet op til havbunden på grund af de forkastninger og store jordskorpebevægelser, som finder sted ved den midtoceane ryg.

Det skete endogså, at vi fik omdannede bjergarter op, og dette var af største vigtighed. Vi ville jo sammenligne friske og omdannede bjergarter for at se, hvad der var sket under omdannelsen, hvilke grundstoffer der var forsvundet og hvilke der var blevet koncentreret. I det omdannede materiale fandt vi også malmminerale: kobberkis og svovlkis. Ved at finde malmmineraliseringer lidt syd for Ækvator havde vi nået vort mål: friske bjergarter, omdannede bjergarter og malm. Vi er nu igang med at undersøge vore prøver i Luleå. Om der findes store (eller små) malmforekomster nede på bunden, kan vi ikke afgøre med vort materiale. Men selv en forekomst på flere millioner ton vil være økonomisk uinteressant, når den ligger på 3000 meters dyb.

Plankton

Vore bundskrabere kom også op med andet end sten. En gang fik vi en rigtig styg fisk, en typisk dybhavsfisk, ca. 30 cm lang og med stort hoved og gab, mens kroppen var lille og tynd. Den mest spændende fisk var dog den hvidtipede haj, som opvartede os, så snart skibet stoppede. Hajen var meget nysgerrig, og den bed og smagte på alt, som blev kastet i vandet. Vi måtte altid holde ud-kig om den angreb vore plankton-net. Skibet gik altid for fuld fart nogle sømil for at ryste hajerne af sig, inden nettene blev sat ud.



Figur 6. En dybhavsfisk fanget med bundskrabere.

Plankton-fangsten skete efter mørkets frembrud, når den store planktonmasse steg op mod overfladen. Et fænomen, som kunne iagttages godt på ekkoloddet. Årsagen til vor interesse for plankton skyldes plankton'ets meget aktive del i metalomsætningen i havene. Dødt plankton og plankton-afføring yder store bidrag til bundsedimenterne.

Bundprøver

For at tage prøver af de løse sedimenter anvendtes et traditionelt stødlod med en vægt på ca. 100 kg. Rørene var 10 cm i diameter og kun 1 m lange. Trods den ringe længde fik vi aldrig et fyldt rør. Normalt var propperne to til tre decimeter. Årsagen til dette er ganske enkelt, at havbunden ved ryggen er så nydannet, at der ikke findes større sedimentmægtigheder. Propperne bestod overvejende af lyse, kiselrige sedimenter, og dette tyder på, at vi desværre ikke fik sedimentprøver fra aktive hydrotermale områder. I disse får sedimenterne ofte en mørkebrun farve af jern- og manganudfældninger.

Hjemad

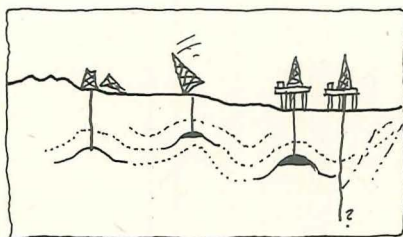
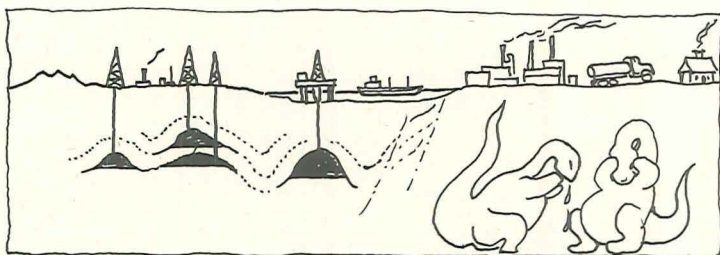
Da alle stationer var klarert med et vellykket indsamlingsresultat, og vi havde fået vor ækvatordåb, stævnedes vi mod Seychellerne, hvor vi forlod fartøjet.

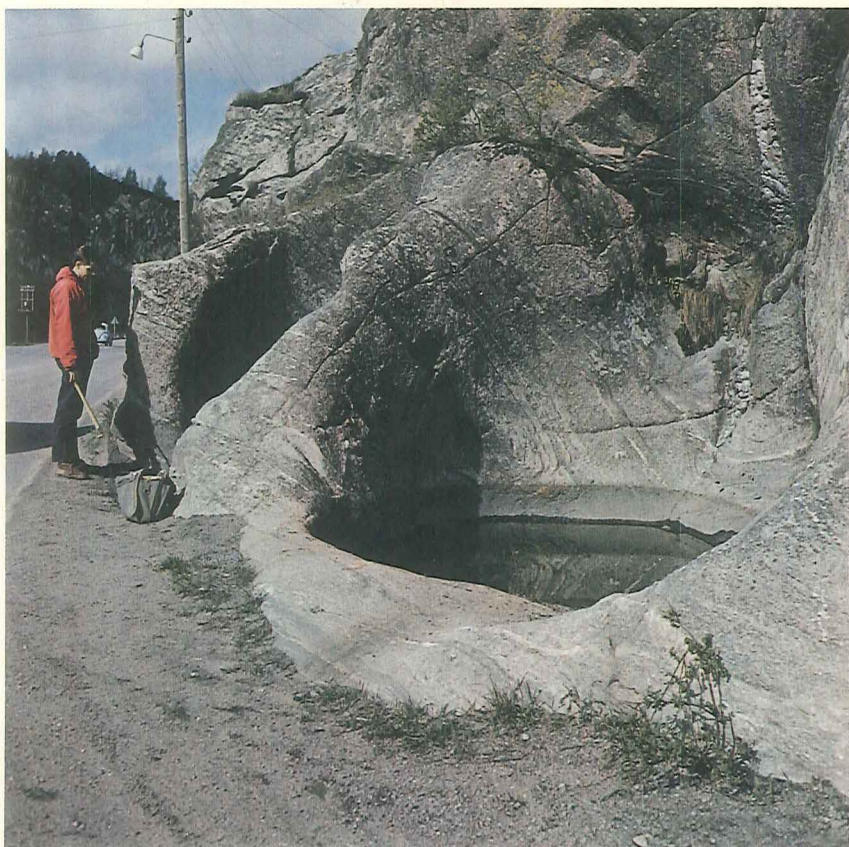
Som rygten fortæller, er Seychellerne et varmt og venligt ø-rige. Geologisk er ø-gruppen interessant, fordi den danner et mini-kontinent midt ude i det Indiske Ocean. Skarpe og uregelmæssige granitklipper rejser sig næsten 1000 m over havet. Hvor den nøgne og rene granit ikke stikker frem, findes lateritjord dækket af tropiske vækster.



Figur 7. Granitklipper på Seychellernes hovedø, Mahé.

Uden Ord





Nu da sæsonen for udendørs badning nærmer sig, bringer vi dette billede af et stort naturligt badekar. Skulle de rejsende, der kommer ad landevejen østfra til Uddevalla, føle lyst til en dukkert, findes chancen her.

Badekarret er skabt i en granitisk dybbjergart, som dannedes for ca. 1650 millioner år siden, da jordskorpen i denne del af Skandinavien svejsedes sammen. Selve badekarret blev udformet under sidste istid, hvor vand under tryk i en smeltevandstunnel har spulet hulheden ud. Denne type JÆTTEGRYDER findes mange steder i Skandinavien, både i større og mindre udgaver. Vore forfædre troede, de var jætternes værk.