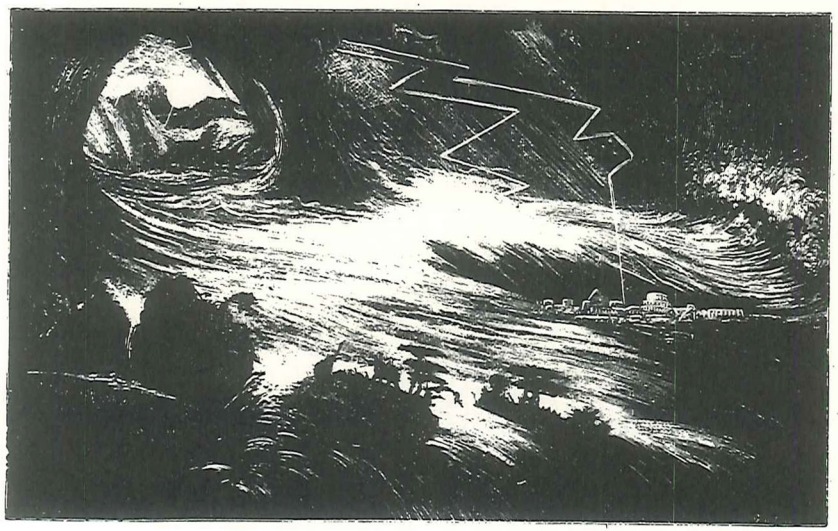
Bortset fra, at Davis kan opgive sammenstødstidspunktet til omkring kl. 6 om aftenen, kan han også tidsfæste det nærmere i år, idet der ved Two-Creeks i Wisconsin er fundet en række væltede træstammer, der netop kunne være væltet af trykbølgen. De væltede træer er kulstof-14 dateret til omkring 11.200 før nu, så derfor mener Davis, at kollisionen fandt sted på dette tidspunkt !



Figur 2. "Den asiatiske Syndflod" efter Figuier (1867).

I forbindelse med de glaciale aflejringers dannelse og landskabsformer kunne man også tænke tilbage på en anden, men tidligere katastrofeteori, nemlig den såkaldte "Syndflodsteori", der er arvet fra Det Gamle Testamente. På fig. 2 er vist et billede fra Figuier's bog: *Jordkloden førend Syndfloden* (1867), der netop viser den Asiatiske Syndflod, datidens mest troværdige katastrofeteori.

VARV

NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1984



BILLEDET AF SVOVLKRYSTALLERNE ER ET AF MANGE BILLEDER I EN NY DANSK BOG, SOM VARV HAR SET I. VARV FORTÆLLER OGSÅ OM DA EUROPA GIK MIDT OVER FOR CA. 800 MILLIONER ÅR SIDEN, OG VI HAR HAFT RØNTGENBRILLERNE PÅ FOR AT SE, HVORMEGET DET HAR KRIBLET OG KRABLET I BUNDEN AF DET TERTIÆRE HODE HAV. NU VI ER PÅ BUNDEN, SÅ HAR VARV AFPRØVET SEISMISK UDSTYR FOR AT FINDE RÅSTOFFER. DANMARK HAR VÆRET LEVERANDØR AF FORSTENEDE BRØD TIL DEN RUSSISKE ZAR, EN SPÆNDENDE BERETNING, OG VARV FORTÆLLER OGSÅ OM, HVORDAN DE "BAGES". FRA FLORIDA I USA SENDES OFTE LEGEMER UD I RUMMET, - ER FLORIDA DANNET VED HJÆLP AF EN KOMETKOLLISION ?

ISSN 0105 - 6301 1984 - 03 - 15

NU GÅR PETER OVER ÅEN EFTER VARV !



Med dette nummer påbegyndes 21. årgang af **VARV** og et nyt teknisk samarbejde med Rosendahls Bogtrykkeri i Esbjerg.
Peter (og den ulønnede redaktion) er blevet fundet af Rosendahls Bogtrykkeri, der er fuldt på højde med nutidens krav, og som i forvejen trykker det udmærkede tidsskrift **BYGD**, der har **SKALK** og **VARV** som forbillede.

Samtidig har Peter skelet til pengepungen ! Abonnementsprisen er steget, men var vi ikke gået over Bælterne efter tryk, var den blevet endnu højere.

RETTELSE RETTELSE RETTELSE RETTELSE RETTELSE RETTELSE

Redaktionen beklager dybt, at der er byttet rundt på billederne i artiklen om Markasit & Pyrit i VARV 1983-4, side 122 og side 123. Billederne på side 122 hører til teksten på side 123 og omvendt, men de to billeder på side 123 er også byttet om! Den nemmeste måde at rette fejlen på vil være at læseren indføjer numre på billederne. Som de er trykt på siderne nu, vil den rigtige rækkefølge være: 4A og 4B på side 122 og 3B og 3A på side 123. Undskyld !

VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K. Telefon: 01 - 11 22 32
Kontor: Mandage 9-16, Anita Ege, andre dage Steen Sjørring

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Steen Sjørring og Sven Laufeld (Sverige)

Renskrift: Gitte Sjørring

Montage: Steen Sjørring

Repro & tryk: Rosendahls Bogtrykkeri, Esbjerg

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 56 kr. i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, Postgiro 9 06 88 80 eller 46 Skr. til VARVs svenske postgiro 4388-5.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet.

© 1984 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

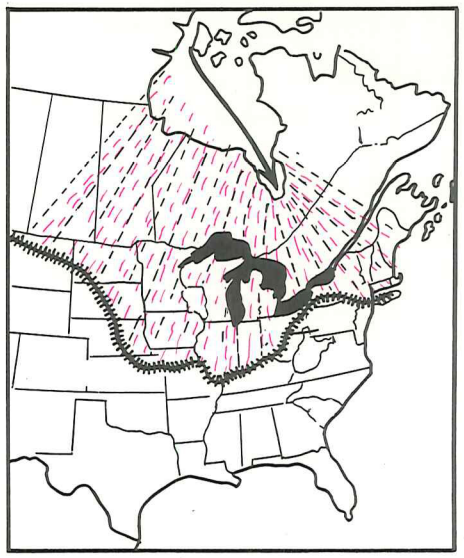
En Senglacial Komet?

af Steen Sjørring

Inden for de seneste år har VARV flere gange behandlet katastrofeteorier, specielt i forbindelse med Kridt/Tertiær-grænsen. Katastrofeteorier er altid interessante, og de taler til fantasien.

Et af de seneste skud på stammen er at finde i et amerikansk "tidsskrift" (på eget forlag), hvor *Chester A. Davis* fra Ohio giver en ny forklaring på udbredelsen af de glaciale aflejringer i Nordamerika. Efter Davis' opfattelse og udsagn, er de glaciale dannelser ikke glaciale, men dannet i forbindelse med en kollision mellem Jorden og en komet, "the Noramcan Comet". Davis har beregnet, at kometen har haft en diameter på ca. 30 km, hvilket skulle give den et rumfang på ca. 14.000 km^3 , den skulle have nærmet sig Jorden med en hastighed på 42 km/sek, og tidspunktet skulle være omkring kl. 6 om aftenen.

Efter først at have været i kontakt med ismasserne i det arktiske område, fortsatte kometen ned gennem Hudson Bay. Her har trykbølgen presset de mange løse sedimenter op foran sig og "pustet" dem ud i en spredningsvifte foran sig, fig. 1. Det omtales også, at større stykker af "jord" kunne flyttes ved processen, således finder Davis, at formen af Florida og formen af James Bay i den sydlige del af Hudson Bay er så ens, at det kan anses for sandsynligt, at Florida netop er et stykke "jord", der er kastet fra nord mod syd. Davis har ganske vist ikke set nærmere efter, om bjergarterne i James Bay - og i Florida er de samme, men han anser det for sandsynligt.



Figur 1. Davis' kort (lettere omredigeret) viser udbredelsen af de sedimenter, der blev "sprøjtet" mod syd ved meteorkollisionen. Det er omtrent det samme kort, der bruges til at vise den maksimale isudbredelse i Kvartærtid.

ter forsteninger og rester af de dyr, som levede i det kambriske og ordoviciske alunskiferhav.

De trilobit- og brachiopodrester, som blev indlejret i lerslammet, der hvor konkretionerne senere voksede og kalkcementerede slammet, blev nemlig ikke trykket så flade, som hvis de havde ligget i den omgivende skifer.



Figur 3. Et brudstykke af en antrakonitkonkretion fra Læså på Bornholm. Konkretionen er opbygget af krystllinsk bitumenholdig kalkspat. Ved konkretionens yderside (nederst i billedet) er krystallerne små, mens de er væsentligt større i konkretionens indre dele (midt i billedet). Konkretionen, hvorfra brudstykket er taget, har været omkring 100 cm i diameter og vel omkring 30-40 cm tyk (høj). Foto: Ole Bang Berthelsen.

Selv om der er forskel på denne forklaring og den, som nogle af de gamle folkesagn om de forstenede brød indebærer, så er der alligevel elementer af sund logik i den gamle myte. I udgaven af sagnet, hvor den dovne pige træder på brødet for at komme tørskoet over åen, forudsættes f.eks. at brødet/antrakonitbollen anbringes i dyndet/sedimentet efter dyndet/sedimentets dannelse, og den skrækkelige historie om, at pigen synker i mudderet og drukner, passer egentlig godt sammen med det geologerne nu omtaler som kompaktion eller "sætning" af lerslammet som følge af en senere belastning!



DA EUROPA GIK MIDT OVER

af Asger Berthelsen

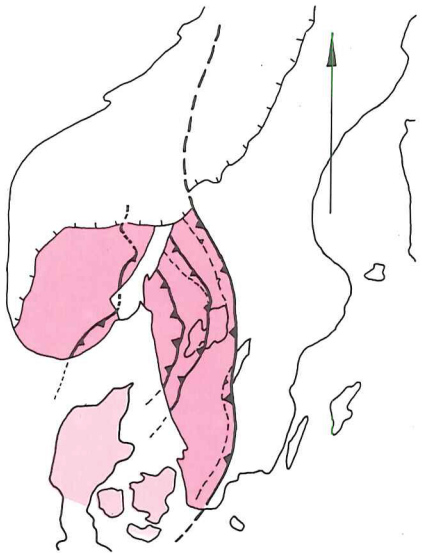
Hvem skulle have troet, at Europa - bedst som det var ved at vokse sig stort - gik midt over ?

Tanken lyder ret fantastisk, og da den for nogle år siden først blev fremsat af nogle polske geologer, rystede mange lidt på hovedet. Men ideen var mere holdbar end som så, og den har nu fået fornyet aktualitet i forbindelse med realiseringen af Det Europæiske Geotravers (EGT). EGT er, som omtalt i VARV nr. 3, 1983, et stort internationalt geovidenskabeligt forskningsprojekt, der har til formål at udrede strukturen og sammensætningen af jordskorpen og den øvre kappe (lithosfæren) langs et bredt N - S profil gennem Europa. Geotraversen går fra Nord Kap i nord til det sydlige Middelhav og Tunis i syd.

Der er de seneste år fra både geologisk og geofysisk hold gjort en række iagttagelser, som, når de sammenstilles, tyder stærkt på, at Gammel-Europa for omkring 800 mill. år siden så at sige blev klippet midt over ved anlægget af en Transeuropæisk Forkastning.
Men først et par ord om, hvordan Gammel-Europa blev dannet.

Som berettet i to tidligere VARV artikler (1980 - 4 og 1981 - 1) er den ældste skorpe i den nordøstlige del af det Baltiske Skjold af betydelig ælde. Den er over 2500 mill. år gammel. I den efterfølgende Prækambriske tid, hvor pladetektoniske processer af mere moderne type var aktive, fortsatte væksten af det europæiske kontinent. Den Arkæiske kerne voksede sig større, da der for ca. 2000, 1900, 1700 og 1500 mill. år siden dannedes nye områder med kontinentskorpe sydvest for kernen.

Men Gammel-Europa blev først klippet over, da det var blevet udsat for endnu en kraftig bjergkædefoldning. Den indtraf for mellem 1200 og 850 mill. år siden, og den påvirkede ikke alene de sydvestligste dele af Gammel-Europa, men ramte også dele af det dengang nærliggende Nordamerika og Nordafrika. Foldningen førte til dannelsen af det såkaldte Grenville foldestrøg. I Skandinavien benyttes dog oftest benævnelsen det Svekonorvegiske (svensk-norske) foldebælte for den del af foldestrøget, som er blottet i det sydlige Sverige og Norge, fig. 1.

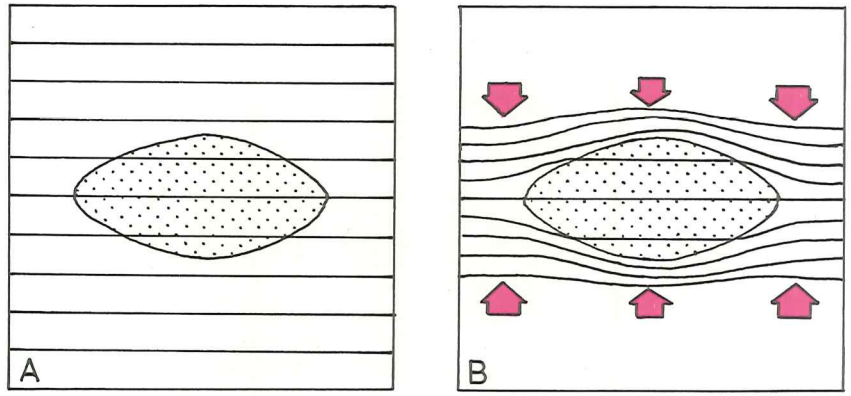


Figur 1. Skitsekort over det Svekonorvegiske foldebælte og dets begravede fortsættelse under Danmark, hvor 1-9 km tykke sedimentlag overlejrer den svekonorvegiske foldede sokkel.

Der er næppe tvivl om, at Gammel-Europa for ca. 850 mill. år siden havde en betydelig større udstrækning end nu. Den prækambriske jordskorpe og det unge Svekonorvegiske foldebælte strakte sig sandsynligvis sydpå helt ned i det centrale og sydvestlige Europa. Der er imidlertid ingen spor her sydpå efter denne ældre skorpe. Sydgrænsen for Nordeuropas ældre jordskorpe og det Svekonorvegiske foldebælte angives dog ikke af Törnquist-Teisseyre linien, som tidligere antaget. Den går langs en svagt buet linie mellem England og Skotland, syd om Ringkøbing-Fyn højderyggen og skråt gennem Polen. Denne grænselinie mellem gammel og ung skorpe er interessant nok sammenfaldende med den store forkastning, som efter de polske geologers mening må have gennemsat Europa. Når denne forkastning her kaldes den Transeuropæiske Forkastning, antages det samtidigt, at den blev anlagt ret sent i Prækambrisk tid, for ca. 800 mill. år siden, og ikke for ca. 450 mill. år siden i Ordovicisk tid, som hævdet fra polsk side, fig. 2.

Den gamle Transeuropæiske Forkastning blev imidlertid ikke anlagt som en almindelig forkastning, hvor blokkene blev forskudt i en bestemt retning i forhold til hinanden. Det var en såkaldt transform forkastning, der var knyttet til

Kalkkonkretioner træffes især i sedimenter, der oprindelig aflejredes som lerslam med et underordnet kalkindhold. En særlig form for kalkkonkretioner er de såkaldte antrakonitboller, som bl.a. findes i den bornholmske alunskifer. De er fin- til grovkrystallinske, og de opbygges af mineralet kalkspat, men kalkspat'en indeholder/omslutter fintfordelte kulstofforbindelser (bitumen), som gør antrakoniten sort, og får den til at stinke, når man slår på den med en hammer. Deraf også navnet stinksten. Konkretionerne har arvet deres bitumenindhold fra lerslammet, den omgivende alunskifer er jo også sort og bitumenholdig.



Figur 2. I A er der dannet en antrakonitkonkretion i nyaflejret sort lerslam. Under sammenpresningen (B), hvorved lerslammet bliver til alunskifer, presses vandet ud af slammet. Da konkretionen er mere kompakt, kommer lag-skifrigheden til at smyge sig uden om bollen (konkretionen). Lerslam kan sammenpresses på grund af vægten af ovenliggende lag, så det mister 50-80 % af sin oprindelige tykkelse.

I nogle antrakonitboller kan der skelnes en tydelig lagdeling. Det er tilfældet, hvor konkretionsvæksten ikke har udslettet det oprindelige sediments lagdeling. Men langs konkretionernes ydergrænse ses lagdelingen ligesom at være blevet presset sammen, og ude i den omgivende skifer løber lagene næsten helt sammen - eller skjules i skiferens spaltelighed. Hvor det oprindelige lerslam ikke blev forstærket ved kalkcementering og konkretionsvækst, har lerslammet under vandafgivelse og ved sammenpresning under vægten af de ovenliggende lag "sat sig" og mistet i mægtighed - samtidigt med at det er blevet til finbladet skifer.

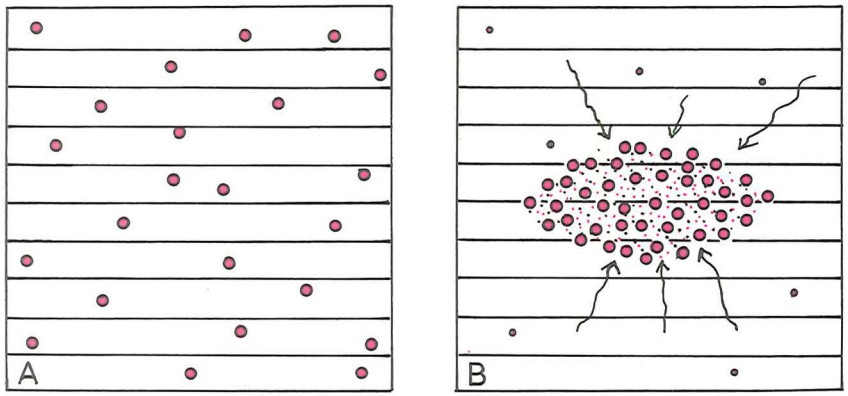
Væksten af antrakonitbollerne må derfor være indtruffet ret kort efter alunlerslammets aflejring - og førend lerslammet blev presset sammen og hærdnet til alunskifer. Derfor er antrakonitbollerne også det ideelle sted til at lede ef-

Om konkretioner

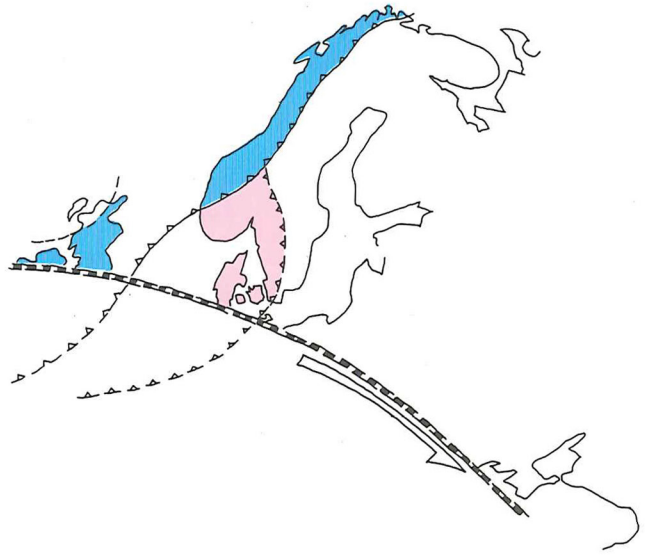
af Asger Berthelsen

Konkretioner optræder i sedimenter, hvor et oprindeligt spredt og fordelt "anderledes" materiale er blevet kemisk opløst i porevandet og senere er blevet genudfældet som enkelte, større linser eller klumper. Konkretioner dannes således under de diagenetiske processer, der begynder efter et sediments aflejring, og konkretionernes mineralogiske sammensætning afviger fra det omgivende sediments.....den er "anderledes". Den enkelte konkretion består hovedsageligt af et bestemt mineral. Den kan være tæt, fin- eller grovkrystallin, radiært strålet eller koncentrisk opbygget. De mest almindelige konkretioner herhjemme er de kisel-holdige flintknolde, som findes i Danien-kalken og i skrivekridtet. Når de er så almindelige, skyldes det, at de ikke blot optræder, hvor kalken og kridtet "går i dagen", men også udgør en let genkendelig bestanddel af istidsaflejringernes grus-, sten-, og blokmateriale.

Fra skrivekridtet kendes også svovlkis- og cølestinkonkretioner. I et og samme sediment kan der således optræde konkretioner med forskellig sammensætning, men hver konkretionstype har en "anderledes" sammensætning end sedimentets grundbestanddel, der for skrivekridtets vedkommende jo hovedsagelig udgøres af mineralet kalkspat.



Figur 1. Princippet i konkretionsdannelse. I A er materialet (cirkler) til konkretionen finfordelt i sedimentet. I B er materialet ved opløsning, transport og genudfældning blevet koncentreret i et område af sedimentet - en konkretion er dannet.

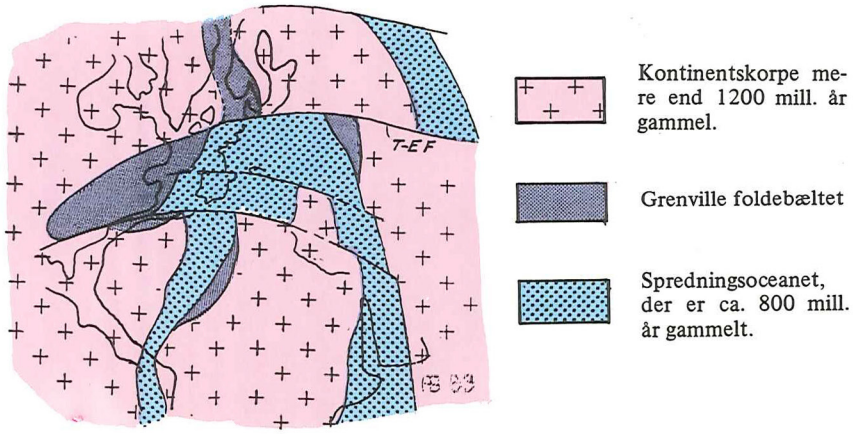


Figur 2. Efter polske geologers opfattelse dannedes den Transeuropæiske Forkastning først efter den ældste Kaledoniske foldning, og Mellemeuropa blev derved flyttet ca. 2000 km mod ØSØ (i pilens retning). Her vises situationen, før forskydningen indtraf.

oceanbunds-spredning i den sydlige del af Gammel-Europa, Gammel-Afrika og Gammel-Amerika, fig. 3.

Gammel-Europa syd for forkastningen tvedeltes af en N - S-lig rift. Hvad der lå vest for denne rift, blev forskudt mod vest, og hvad der lå øst for riften blev skudt mod øst og sydøst, mens der samtidig ved åbning af riften dannedes et nyt ocean, der dækkede størstedelen af det nuværende centrale og sydlige Europa. I dette unge, ca. 800 mill. år gamle ocean optrådte ganske vist et par enkelte mikro-kontinenter, men deres skorpealder (ca. 2000 mill. år) tyder mest på, at de blev flækket af fra Nordafrika, dengang oceanbunds-spredningen indledtes, fig. 4.

En transform forkastning fungerer imidlertid altid som en transformer. Den overfører spredningsbevægelserne fra en spredningsakse på den ene side af forkastningen til en anden spredningsakse på den anden side af forkastningen. Teorien om en transform Transeuropæisk Forkastning fordrer derfor, at der også blev udviklet et jævnaldrende ocean nord for forkastningen. Det dannedes øst for den Østeuropæiske Platform, hvor Uralbjergene ligger i dag.



Figur 3. Skitsekort visende den formodede udbredelse af de ca. 800 mill. år gamle spredningsoceaner, der dannedes i forbindelse med udviklingen af den Transeuropæiske Forkastning. Ved oceanbunds-spredningen blev det lidt ældre Grenville foldebælte delt op i flere adskilte "stumper", blandt andet det Svekonorvegiske foldebælte i SV-Skandinavien.

Syd for den Transeuropæiske Forkastning har østeuropæiske forskere nu tilmed i området vest for Sortehavet fundet resterne after det Svekonorvegiske foldestrøgs sydlige fortsættelse - forskudt næsten 2000 km mod øst og sydøst. Der er således meget, som taler for, at Europa virkelig gik "midt over" for ca. 800 mill. år siden.

Men, kunne det indvendes, hvad er der så blevet af det unge ocean, som dannedes syd for forkastningen ? I dag findes der jo en kontinental jordskorpe i det centrale og sydlige Europa !

Det er rigtigt, at så at sige alle rester af det ca. 800 mill. år gamle ocean er gået tabt. Det skete først og fremmest under den Cadomiske bjergkædefoldning for mellem 650 og 550 mill. år siden, hvor en del af oceanet blev subduceret (neddykket) og brugt til dannelsen af en ny kontinental jordskorpe (fig. 4). Og hvad den Cadomiske foldning ikke ødelagde, gik til under den efterfølgende Kaledoniske foldning, da de Nordtyske-Polske Kaledonider dannedes. Endelig blev den Cadomiske og dele af den Kaledoniske skorpe intensivt genbrugt og ændret i forbindelse med den Hercyniske foldning (fig. 5). Derfor fremtræder Europa i dag, som om der - uden på det Nordeuropæiske område med Prækambrisk sokkel - findes bælter af yngre og yngre foldestrøg. Først de Nordtyske-Polske Kaledonider, så det Hercyniske foldebælte, og sydligst omkring Middelhavet, det Alpine foldebælte (se VARV 1983-3). Der gemmer sig bare en betydelig mere kompliceret udviklingshistorie, end man umiddelbart skulle tro, bag denne tilsyneladende "enkle" opbygning.



Kobbermineralerne Azurit (blå) og Malachit (grøn) fra Bisbee, Arizona, U.S.A. ca. 3 x naturlig størrelse. Billedet er (som forsidebilledet) hentet fra Ole Johnsen's bog: Mineraler, form og farve.

Bogen kan på det varmeste anbefales til alle, der føler sig spontant tiltrukket af mineralers former og farver og som virkelig ønsker at vide noget om de naturens mesterværker, som man kan føle sig umiddelbart tiltrukket af.

P.S. Et godt råd til potentielle læsere: Læs først afsnittene om krystalformer, mineralernes farve og glans osv. i den sidste del af bogen, og gå først derefter igang med beskrivelserne af de enkelte mineraler i første del af bogen.

Ole V. Petersen

NY BOG

Ole Johnsen: "Mineraler, form og farve". Forlaget Rhodos, København, 1984.

Bogen er på 66 sider og indeholder ca. 80 farvebilleder. Det er den første helt igennem danske af sin art, opbygget i lighed med talrige lignende fra det store udland, med en beskrivelse af udvalgte mineraler ledsaget af gode farvebilleder.

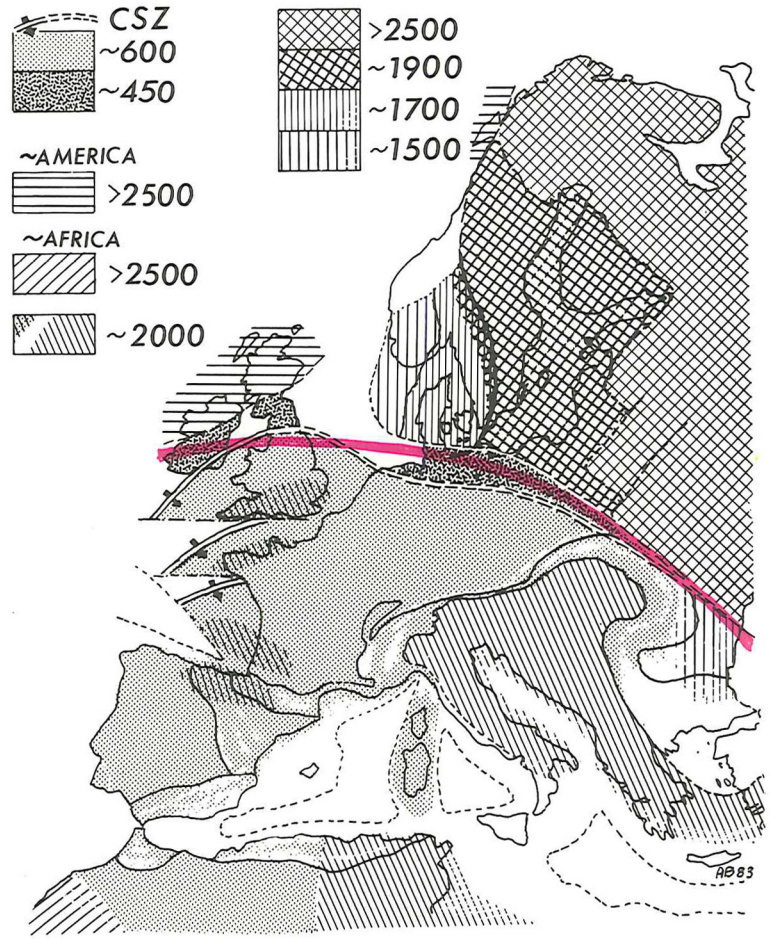
Bogen er opbygget systematisk, først beskrives enkelte udvalgte mineraler fra gruppen grundstoffer, dernæst fra gruppen sulfider, fra gruppen halogenider, osv., denne, den største del af af bogen, slutter med beskrivelser af enkelte mineraler fra grupperne zeoliter og organiske mineraler. Den sidste del af bogen er helliget mineralers fysiske egenskaber, deres krystalformer, deres farve og glans, deres hårdhed, spaltelighed og vægtfylde.

Beskrivelserne af de enkelte mineraler indledes med en kort historisk redegørelse - blandt andet for navnets oprindelse og betydning - efterfulgt af en beskrivelse af mineralets krystalformer. Dernæst følger en omtale af mineralets fysiske egenskaber, specielt sådanne der har betydning ved identifikationen, og der afsluttes med en gennemgang af forekomsttyper og berømte forekomster, specielt de, der har givet fine mineralstykker, samt en gennemgang af mineralets anvendelse.

I en bog af denne type er billedernes kvalitet naturligvis af stor betydning for den spontane glæde ved bogen. Samtlige afbillede mineralstykker tilhører Mineralsamlingen ved Geologisk Museum i København, og samtlige fotografier er taget af forfatteren selv. Med undtagelse af, at et enkelt mineral har fået en helt forkert farve (hvilket nok skal lægges bogtrykkeren til last) og at to af fotografierne af pyrit endnu engang beviser, at dette mineral er et af de vanskeligste at fotografere, da er der tale om meget fine billeder, der på fremragende vis supplerer teksten.

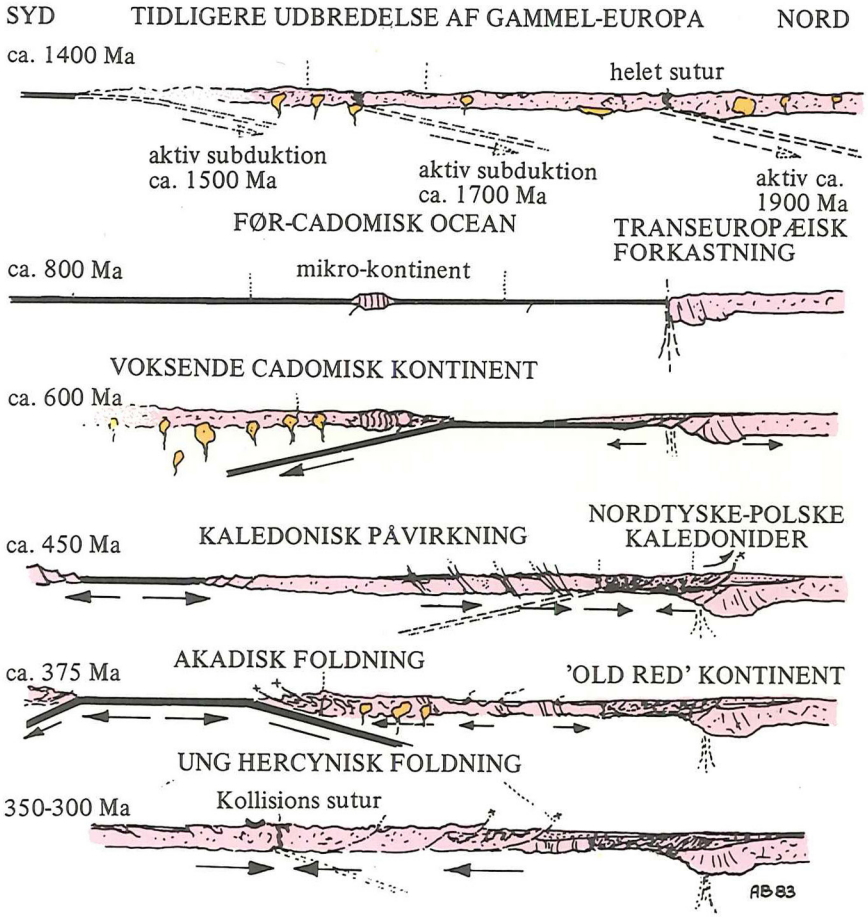
Ligemeget hvor gode farvebillederne er, så er det, der hæver bogen godt op over hovedparten af tilsvarende bøger, den i enhver henseende fremragende tekst. Forfatteren forstår til fulde kunsten at popularisere - uden at gå på kompromis med sandheden. Den meget letløbende tekst, med en passende brug af fagudtryk, viser sig at være propfyldt med nyttige og spændende oplysninger. Af de få indvendinger mod teksten, som undertegnede har, skal nævnes, at forfatteren bruger de gamle danske mineralnavne, som f.eks. blyglans, zinkblende og svovlkis i stedet for de internationale anerkendte: galena, sphalerit og pyrit.

Når det har været muligt at spore dette, skyldes det ikke mindst, at isotopforskerne er i stand til at udregne omtrent, hvornår et materiale, der indgår i en skorpebjergart, havde sin "premiere" i skorpen - og det helt uanset, om "premieren" udspillede sig i form af oceanbunds-spredning. Bortset fra skorpen i de ca. 2000 mill. år gamle isolerede mikre-kontinenter, er den maksimale alder

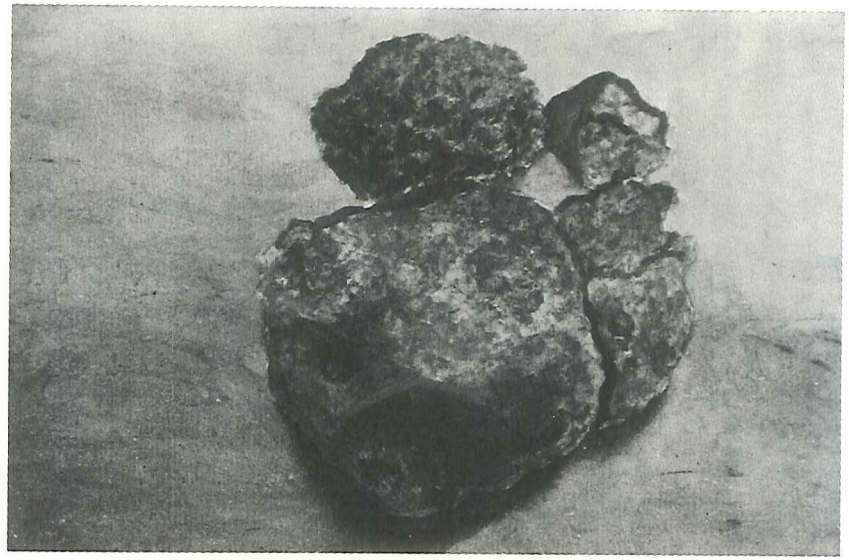


Figur 4. Kort der viser, hvor gammel den ældste kontinentale jordskorpe er/formodes at være i forskellige dele af Europa. Det ses, at grænserne mellem skorpealdersprovinserne i Nordeuropa afskæres af den Transeuropæiske Forkastning (tyk rød streg), og at skorpen er meget yngre i Mellem- og Sydeuropa. Tallene angiver aldre i millioner år.

(ældst mulige) skorpealder for skorpebejrgarterne i det centrale og sydlige Europa (uden for Alperne) beregnet til at være ca. 800 mill. år. Havde dette ikke kunnet spores, uanset at de samme bjergarter havde været med i Cadomiske, Kaledoniske og Hercyniske "repriser", var Europas meget sammensatte skorpehistorie og den Transeuropæiske Forkastnings transforme natur nok ikke blevet afsløret.



Figur 5. Pladetektonisk model for kontinentskorpens udvikling i Europa (1900-300 millioner år). Efter dannelsen af den Transeuropæiske Forkastning (ca. 800 mill. år), opbygges en ny kontinentskorpe i Mellemeuropa i forbindelse med den Cadomiske, Kaledoniske og Gammel (=Akadisk) og Ung Hercyniske foldning.



Figur 3. Fotografi af den gamle akvarel, der gengiver det forstenede brød i Kunstkammeret i St. Petersborg. Foto: I. Schafranovsky.

de "Uber die Schätze der Kunstkammer nach den Zeichnungen vom XVIII Jahrhundert", hvor hun oplyser, at kunstkammeret 1747 var udsat for en større brand. Mange exponater forsvandt ved den lejlighed - vi kender til det, fordi den danske professor C.G.Kratzenstein (1723-95), der dengang virkede i St. Petersborg, da var med til at restaurere den ved lejligheden ødelagte berømte Gottorpske globus. Også det forstenede brød gik tabt, men i Akademiets arkiv findes en gammel akvarel (fig. 3), der gengiver stenbrødet. I følge professor Schafranovsky (maj 1982) er stenbrødet i Kunstkammerakvarellen 28 cm i diameter - det danske brød var før halveringen "25 cm i bredden" - og stenens farve er rødlig-brun.

Er de forstenede brød korporligt forsvundne, så findes de dog gengivne kunstnerisk i såvel Leningrad som i København. Cand.art. *Steen Jensen* ved Nationalmuseets Møntsamling har endvidere i breve fra skaberen af Det kgl. danske Selskab til den nordiske Histories og Sprogs Forbedring, Geheimearkivar Jacob Langebek (1710-75), fundet beskrivelse af nogle stenbrød, denne så under sin rejse i Rusland, Livland og Polen i 1754. Brevene findes i Nationalmuseet og afventer trykt udgivelse.

For venlig hjælp ved udarbejdelsen af denne lille kurositet takkes cand.art. J. Steen Jensen, København, professor I. Schafranovsky, Leningrad, og arkivar A.-L. Thomasen, København.



Figur 2. A. Kornerup's farvestifttegning af antrakonitboller i alunskiferen ved Læsø. Tegningen er udført 9. juli 1877 og opbevares på Geologisk Museum i København. Foto: Preben Nielsen.

Brot" overbringe til Zaren. Det "Frappierte den nicht eben aber - gläubischen Zaren", som Erik Pontoppidan anfører det i sin "Kirkehistorie" fra 1761.

Nu var håbet jo, at russerne havde passet bedre på en sådan rarietet! Ved fru Thomasens initiativ lykkedes det fra geologen, professor I. Schafranovsky, der er kendt for sine studier over Niels Stensens krystallografiske arbejde, at få oplysning om Zar Peter's eksemplars skæbne i det af Zaren oprettede prægtige kunstkammer i St. Petersborg (nu Leningrad). Det blev i følge en fortegnelse over kunstkammerets sager (1862) anbragt sammen med "en slags træsko, som laplændingene bar". Til gengæld udbad Zaren sig, at det københavnske Rarietetskammer opbevarede "russiske boldtræer (eller boldspil ?)".

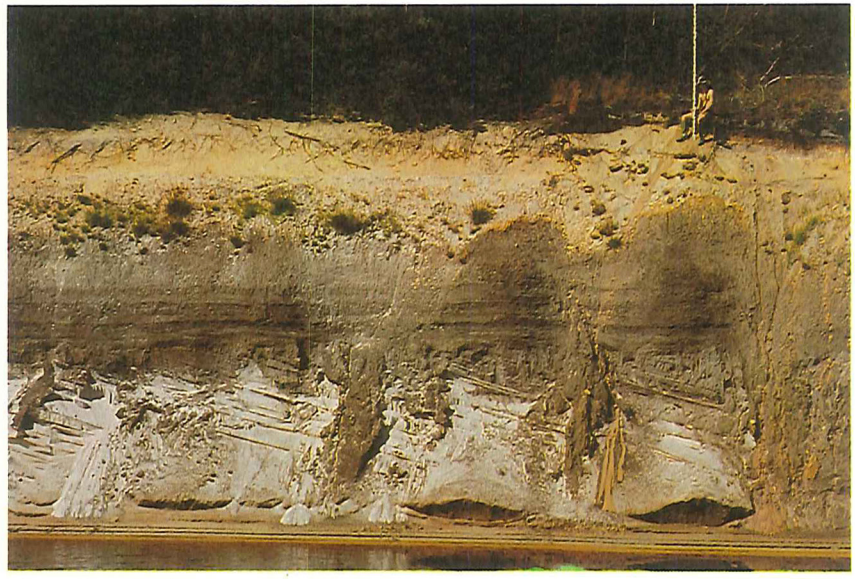
I 1965 publicerede Schafranovsky's niece, fru Tamara Schafranovsky, der er ansat ved Kunstkammeret i det russiske Videnskabernes Akademi, et større arbej-

SET MED RØNTGENØJNE

af Søren Bo Andersen og Erling Fulgsang Nielsen

Geologer har i mange år benyttet røntgenfotografering til at afsløre ellers usynlige strukturer i hærdnede sedimenter som skifre og kalksten, og også til at bestemme stenorienteringens retning i moræneler. Røntgenfotografering har afsløret fine detaljer på blandt andet pyritiserede forsteninger. I denne artikel skal der fortælles om, hvordan det, takket være omhyggelig prøvetagning, er lykkedes at få nye oplysninger om det uhærdnede Hodde Ler, en ung-Tertiær aflejring fra Midt- og Sydjylland.

Til røntgenfotografering bruges cm-tynde sedimentskiver. Vi valgte en tykkelse på 2 cm, idet vi ville undersøge gravegange og deres forløb. For at kunne vurdere gravegangene nøjere, blev røntgenbillederne optaget til stereoskopisk betragtning. Såvel prøveudtagningen som røntgenfotograferingen beskrives i det følgende, og til sidst fortælles om de nye resultater, der kom frem ved undersøgelserne af Hodde Leret.

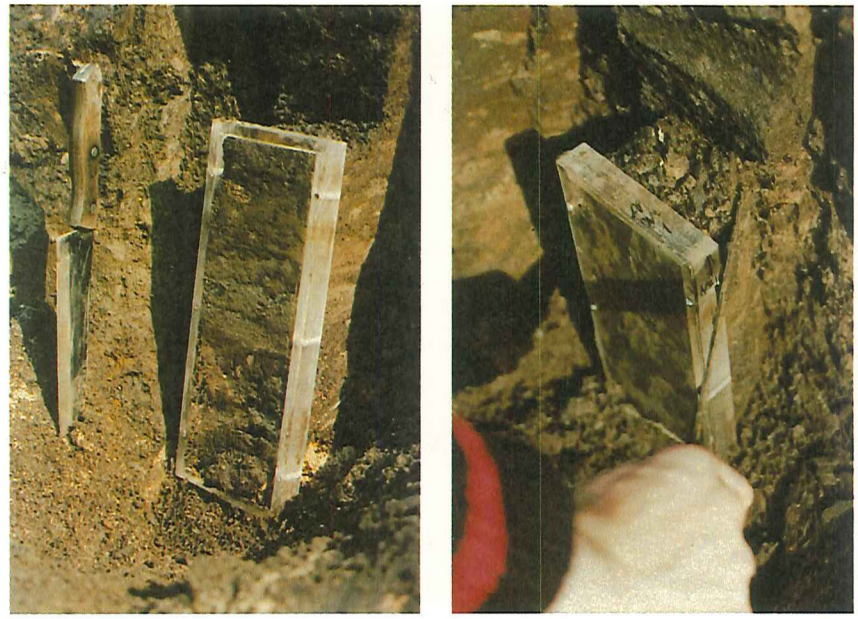


Figur 1. Profilet ved Klynholt i Søby-Fasterholt området i Midtjylland. Under det øvre, lyse gulbrune moræneler ses det mørke, gråbrune Hodde Ler. Under Hodde Leret ses lyst ferskvandssand fra den brunkulsførende miocæne Odderup Formation.

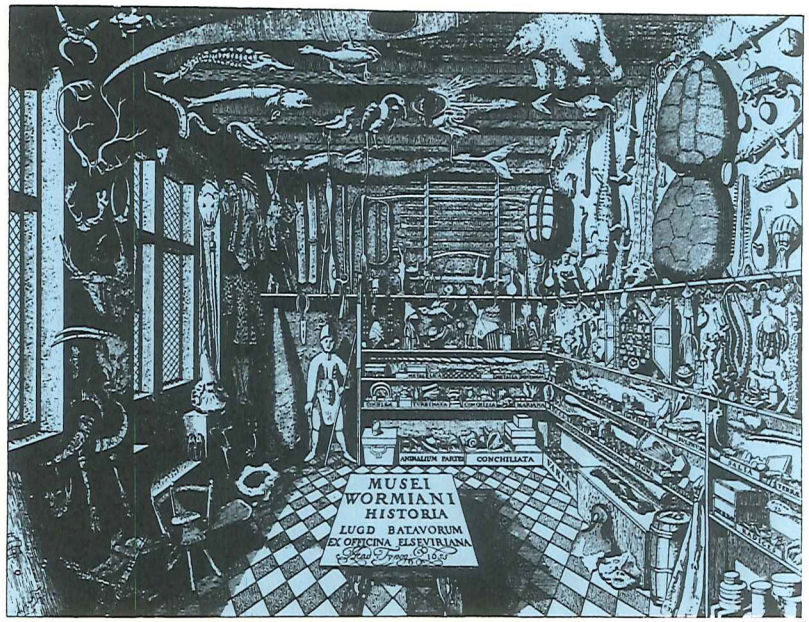
Prøvekasse og prøvetagning

Sedimentprøven, der skal røntgenfotograferes, skal være ensartet i tykkelse og skal være uforstyrret. For faste, hærdnede aflejringer er det naturligvis ikke noget problem, for der kan man save prøven ud i passende tykkelse, men ved bløde lerprøver kræves en anden metode.Vi måtte derfor konstruere nogle kasser, vi kunne putte prøven i, transportere den i og røntgenfotografere den i. Kasserne blev fremstillet af plexiglas med 1 cm tykke sider og låg og bund af 2 mm tykt plexiglas. Man kan naturligvis benytte andre materialer end plexiglas, men det er vigtigt, at låg og bund er "gennemsigtige" både for almindeligt lys og for røntgenstråler.

Når prøven skal udtages, renses profilvæggen for forvitrede sedimenter, og prøvekassens indre mål indridses i et lodret snit. Sedimentklodsen friskæres nu inden for det indridsede område og friskæres med forsigtighed med en skarp kniv. Snittene lægges først - forsigtigt - i siderne, så for oven og til sidst for neden, hvorefter plexiglasrammen presses på plads ind over sedimentklodsen. Det er vigtigt, at tilskæringen er så nøjagtig, at klodsen ikke kan forskubbe sig i ram-



Figur 2. To trin i prøveudtagningen. Til venstre er prøvens omrids friskåret og prøvekassen netop påsat. Til højre er udskæringen fortsat, og prøvens bagside er næsten frigjort.



Figur 1. Ole Worm's museum, som det er afbildet i titelkobberstikket til bogen Museum Wormianum *fra 1655. På anden nederste hylde til højre ses* Lapides. *Her kan de forstenede brød have været placeret.*

I alt nåede Frederik III at samle syv sådanne forstenede brød på kunstkammeret, hvor de var genstand for det besøgende publikums undren endnu i 1804, men lærde videnskabsmænds vankundighed underkendte interessen for slige kuriøse overleveringer - og efter overflytningen i 1826 til Det kgl. naturhistoriske Museum synes de at være blevet kasserede. Som dr. Galster i sit arbejde fra 1941 anfører, "vi blev et lille Folkeminde fattigere".

Hvad er da forstenede brød ? Det har ved nærmere undersøgelser vist sig at være antrakonitboller inlejrede i alunskifer. På Geologisk Museum i København har den lærde medicinhistoriker fru *Anne-Liese Thomasen* fremdraget en meget smuk farvestifttegning (fig. 2) af sådanne "antrakonitboller" i alunskifer fundet ved Læsaa i Bornholms Sønderherred. Kunstneren var den for Grønlandsekspeditioner kendte geolog Andreas Nicolaus Kornerup (1857-81).

Men endnu en majestæt fattede interesse for slige forstenede brød. Under sit besøg i København i 1716 udbad Zar Peter den Store sig et eksemplar. Det ordnedes ved, at den danske konge lod sit fine bornholmske eksemplar dele (midt ?) over og ved sin kammertjener Mons Hoffmann lod det "petrificierte

cinsk Forum (1983 nr. 5), og VARVs redaktion er taknemlig for, at forfatteren, professor E. Snorrason, har givet tilladelse til, at den også bringes i VARV, som når en større læserskare.

(a.b., red.)

STENE FOR BRØD

af E. Snorrason

Et gammelt vandresagn fortæller om brød forvandlet til sten. Forvandlingen kunne ske, når gerrige personer på anfordring nægtede at skænke fattige slægtninge nybagt brød, eller når brød vanhelligedes ved, at småpiger trådte på det for at bevare deres pæne sko, når de skulle passere dyndede vadesteder.

"Thieles Folkesagn" (1843) omtaler sådanne sagn, H.C.Andersen har i sine Eventyr digtet om "Pigen med brødet" - og dr. phil. *Georg Galster* har i 1941 i "Festskriftet til Hugo Mathiessen" skrevet en strålende oversigtsartikel om den kulturhistoriske baggrund for "De forstenede brød".

De forstenede brød er omtalt allerede i Snorra Sturlason's "Kongesagaer", hvor en norsk tjenestekvindes nybagte brød blev til sten, da hendes herre, greven, bød hende at bage brød på Hellig Olavs Højtidsdag.

Den danske oltidsforsker *Ole Worm* (1588-1654) havde et par forstenede brød i sit museum. Et af dem fik han forærende af sognepræsten ved Holmens Kirke. Præsten havde under sin tid ved Noseby Kirke i Skåne set adskillige sådanne brød placerede ved skånske kirkealtre. Worm anfører i sit berømte katalogværk *Museum Wormianum* (1655), at "disse Brød aldrig har været virkelige Brød, men et Naturspil i Sten".

Worms samling i hans bolig på Frue Plads inlemmedes efter hans død i Det kongelige Kunst- og Rarietetskammer på Københavns Slot, hvor kong Frederik III, Danmarks vel nok lærdeste majestæt, sikrede sig flere til, bl.a. fra kirker på Bornholm. I 1660 modtog han således et fra Aakirke, hvor det henlå efter enke Margreta Claus Kams, der havde nægtet en tigger et stykke brød. Det findes afbildet i kielerprofessoren Johann Daniel Majors beskrivelse af en autokratisk rejse til Norden i 1693. Det var 25 cm i bredden og 16 cm i højden.
Rejsebeskrivelsen er desværre ikke trykt, men foreligger i manuskript i Det kgl. Bibliotek (Ny kgl. Samling Nr. 365 Fol.).

men. Herefter skrues bundpladen på. (Der er i forvejen boret huller i siderammen og i bund og låg). Prøven løsnes fra profilvæggen med et skråt snit. Den frigjorte prøves bagside skæres ned i plan med prøverammen, og plexiglaslåget skrues på. Hele processen tager mellem en halv time og tre kvarter. Efter hjembringning kan prøven opbevares indpakket i plasticpose i køleskab i mindst en uge, uden at tage skade, hvis man ikke kan røntgenfotografere den straks efter hjemkomsten.

Røntgenfotografering

Prøvekassens mål er valgt således, at der bliver plads til to optagelser på hver røntgenfilm, der måler 24 cm x 30 cm. Det betyder, at der kan tages et sæt stereo-optagelser (et højre- og et venstrebillede) på hver film. Stereo-optagelser giver et rumligt indtryk af strukturer i en prøve. Det bliver muligt at se, hvad der ligger øverst og hvad der ligger nederst, når billederne betragtes under stereoskop.

Ved stereo-optagelser anbringes kassen med prøveskiven først oven på den ene halvdel af røntgenfilmen, mens den anden halvdel afskærmes med en blyplade. Dernæst belyses film og prøve med røntgenstråler. Strålerne udsendes i et kegleformigt bundt fra røntgenrøret, og prøveskiven, der ligger på filmens ene halvdel belyses skævt af strålebundtet. Når den næste optagelse foregår på filmens anden halvdel, udnyttes den anden side af røntgen-strålebundtet. Ved den anden optagelse dækkes ligeledes den øvrige del af filmen med blypladen. Belysningstiden er meget afhængig af prøveskivens tykkelse og sammensætning.

Efter fremkaldelsen er filmen blevet til et negativ (et radiografi), som kan betragtes umiddelbart. Men røntgenbillederne i denne artikel er vendt om til positive billeder med mindre kontrast ved hjælp af en speciel fotografisk teknik. Det virker mere naturligt at materialet i prøveskiven, som har skygget mest for røntgenstrålerne, også er mørkt på billedet.

Hodde Leret set med røntgenøjne

Hvad har røntgen-optagelserne så afsløret om Hodde Leret ? Hodde Leret består mest af silt- og lerpartikler. Lerets mørke farve skyldes et stort indhold af organisk materiale (humus og bitumen). Mineralogisk set består leret af lermineraler, kvarts og lys glimmer, samt svovlkis (pyrit). Disse bestanddele er ikke alle lige gennemtrængelige for røntgenstråler, nogle har større skyggeeffekt and andre: Ler og organisk materiale har ringe skyggeeffekt, mens pyrit og silt har stor skyggeeffekt.

Røntgen-optagelserne afslører derfor dels kornstørrelsesvariationer, såsom vekslen mellem ler- og siltholdige finlag, og dels pyritholdige sporfossiler (tidligere gravegange), se fig. 3 og 4.

Hodde Lerets store organiske indhold tyder på, at det blev aflejret i et iltfattigt miljø. Et iltfattigt miljø er ikke gunstigt for de fleste højere organismer, og det er måske forklaringen på, at det nyaflejrede sediment ikke blev gennemrodet i

særlig høj grad. Det forklarer, at det liv, der trods alt eksisterede i bunden af Hodde havet, har efterladt sig "synlige" spor. De gravende organismer efterlod både slim og afføring i gravegangene, og ved forrådnelse af disse organiske bestanddele skabtes et lokalt, svovlrigt miljø, hvor der udvikledes svovlbrinte. Når svovlbrinten kom i kontakt med opløst jern, dannedes pyrit, og derved blev pyriten koncentreret i gravegangene.



Figur 3. Røntgenoptagelse af Hodde Ler. Der ses mange svovlkis-udfyldte (mørke) gravegange, både af den fine trådede og af den tykkere stænglede type. Lagdelingen (næsten vandret) kan også skelnes.

BOLLER OP BOLLER NED

Tilsyneladende umotiveret anbragt som brødlignende klumper, stikker antrakonitbollerne i alunskiferen på Bornholm klart af fra omgivelserne. Intet under, at mennesket tidligt begyndte at fundere over, hvordan disse boller kunne være blevet dannet, og hvorfor de nu sad, som de sad, i skiferen i åbrinken.

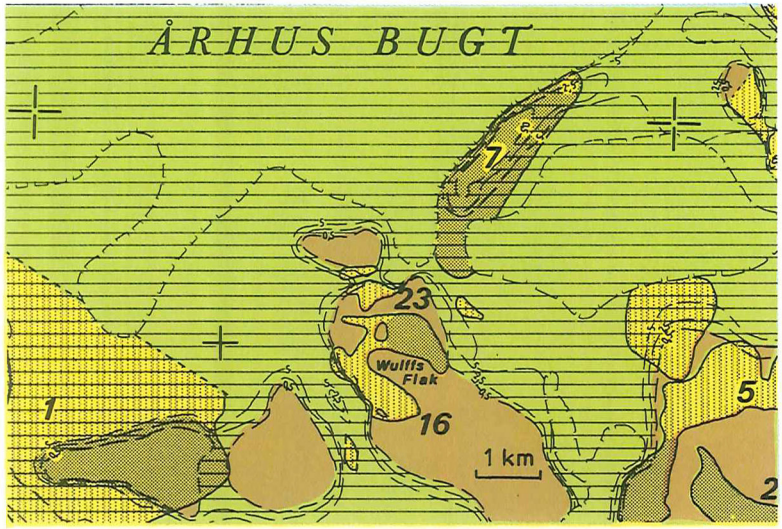


Antrakonitbolle i alunskiferprofilet ved Læså, Bornholm. Foto: V. Poulsen.

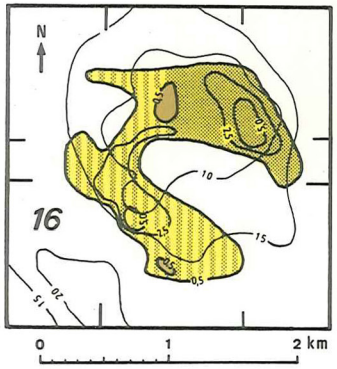
En af forklaringerne gives i det danske folkesagn om pigen, der skulle bringe brød fra sin madmoder til sine fattige forældre. Da hun lagde brødet i dyndet ved et vadested for at komme tørskoet frem, forvandledes brødet til sten, og både stenen og pigen sank til bunds i mudderet.

Også flintestenen af form som to sammenhængende rundstykker er blevet opfattet som forstenede brød "af den almindelige slags finere Hvedebrød". Men som det anføres i den efterfølgende artikel, delte den danske oltidsforsker Ole Worm (1588-1654) ikke denne opfattelse. Hvedebrødet var - ligesom Natteravnen i VARV sidste sommer - et "Naturspil i sten". – Men hvilken skæbne fik de forstenede brød, som fra Ole Worm's Museum overgik til Frederik den Tredies "Kongelige Kunst- og Rarietetskammer" på Københavns Slot - og der blev suppleret med nogle "nybagte" eksemplarer ?

Den følgende artikel om de forstenede brød har tidligere været trykt i *Medi-*



Figur 9. Udsnit af ressourcekort fra Århus Bugt. Vandret skraveret er dynd og kurverne angiver dyndtykkelser. Tætte raster er detailundersøgte råstofområder (sand/grus/sten). Lodrette raster viser registrerede interesseområder. Arealer uden signaturer er fortrinsvis moræneler.



Figur 10. Detailudsnit af råstofområdet Wulffs Flak på fig. 9 (med samme signaturer). Kurverne angiver her vanddybder og råstoftykkelser.

De seismiske data samt boreresultaterne indeholder talrige informationer om de undersøgte områders alder og dannelsesforhold. I en kommende artikel vil den geologiske opbygning af området mellem Hesselø og Nordsjællands kyst blive beskrevet på basis af undersøgelser udført i sommeren 1983. Området har som bekendt i anden sammenhæng været genstand for en del interesse, og de kvartærgeologiske aspekter er ikke mindre spændende. De foreløbige resultater tyder bl.a. på, at der findes Yoldialer ret tæt på den nordsjællandske kyst.

Der findes mindst to typer sporstrukturer i Hodde Leret. Den ene (en tynd trådet form) er mere eller mindre lodret, mens den anden (en stænglet form) er stort set vandret orienteret (fig. 3).

Fine sporstrukturer optræder almindeligt i de tynde lerede finlag i Hodde Leret, men er ikke så hyppige i de siltede finlag, der må formodes at være aflejret hurtigere. I de mere sandede lag træffes kraftigere gravegange, fig. 4.



Figur 4. Røntgenoptagelse af et mere sandet lag i Hodde Leret, hvor gravegangene er kraftigere udviklet.

Røntgen-metoden udgør derfor et værdifuldt supplement til de øvrige sedimentologiske undersøgelsesmetoder. Uden "røntgenøjne" ville vi ikke have opdaget, hvordan det har kriblet og krablet i bunden af Hodde havet.

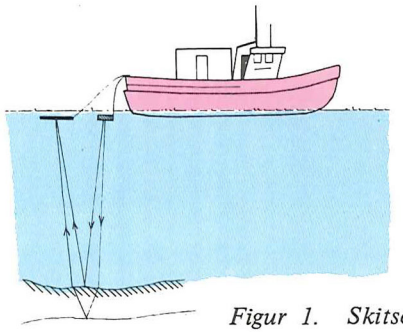
KORTLÆGNING AF RÅSTOFFER PÅ HAVBUNDEN

af Poul Erik Nielsen og Torsten Christensen

Mængden af let tilgængelige råstoffer, som f.eks. sand og grus blev i mange år anset for at være næsten uendelig stor. Det store råstofforbrug i forbindelse med de omfattende bygge- og anlægsarbejder i 1960'erne gav dog et fingerpeg om, at visse materialer kunne blive en mangelvare, og landet kunne blive afhængig af import også på dette område, hvis forbruget fortsatte uhæmmet. I forbindelse med vedtagelsen af råstofloven i 1977 blev det derfor besluttet, at Danmarks råstoffer skulle kortlægges efter art, mængde, kvalitet og beliggenhed. Kortlægningen skal danne baggrund for administrationen og planlægningen af råstofindvinding og -anvendelse.

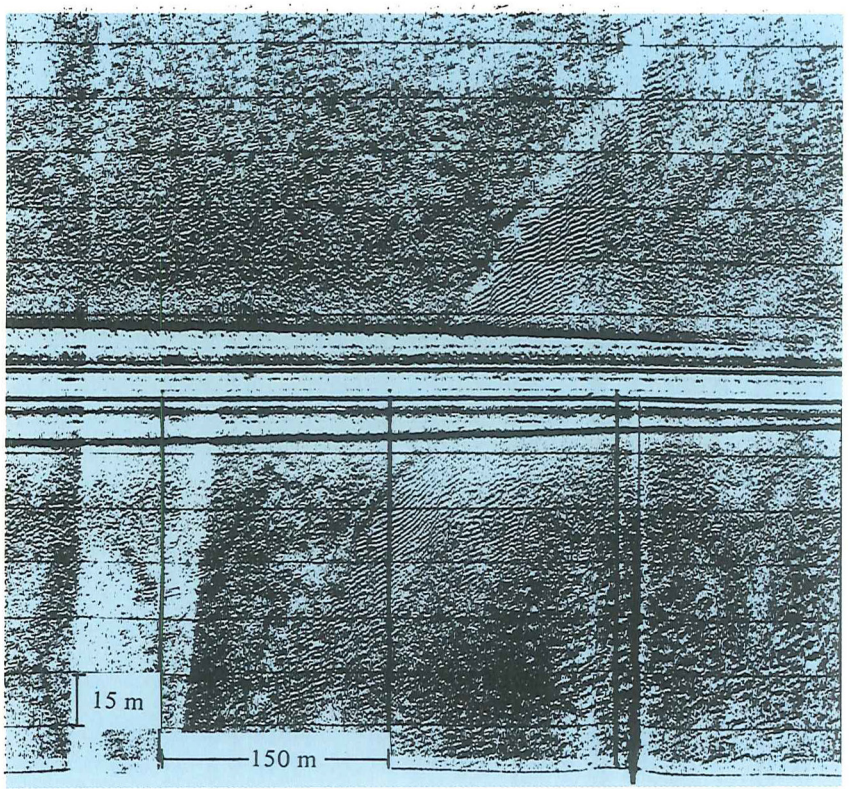
På land varetages råstofkortlægningen af amtsrådene/Hovedstadsrådet. Kortlægningen af råstoffer på havbunden forestås af fredningsstyrelsen. Til søs er det foreløbigt planlagte undersøgelsesareal på ca. 40.000 km^2, og udgør de indre danske farvande og visse områder i Nordsøen. Kortlægningen udføres i etaper, hvor et enkelt undersøgelsesområde typisk er af størrelsesordenen 500-1000 km^2. Undersøgelserne er opdelt i flere faser, således der først laves en oversigtskortlægning, herefter undersøges de mest interessante råstofområder i detaljer, og endelig bearbejdes resultaterne og publiceres. Undersøgelserne udføres dels af rekvirerede firmaer og dels af fredningsstyrelsen selv med eget personale og udstyr.

Feltundersøgelserne udføres ved at kombinere reflektionsseismiske opmålinger med prøveoptagninger og prøveboringer. I det følgende vil der blive set nærmere på metoder og principper for reflektionsseismik.



Figur 1. Skitse visende princippet i reflektionsseismik.

ninger og boreprøver. Derved opnår man en rimelig sikker vurdering af materialesammensætningen i de enkelte lag.
Sammen med det almene kendskab til områdets geologiske opbygning giver resultaterne fra de seismiske undersøgelser et grundlag for fremstilling af forskellige typer tematiske kort.

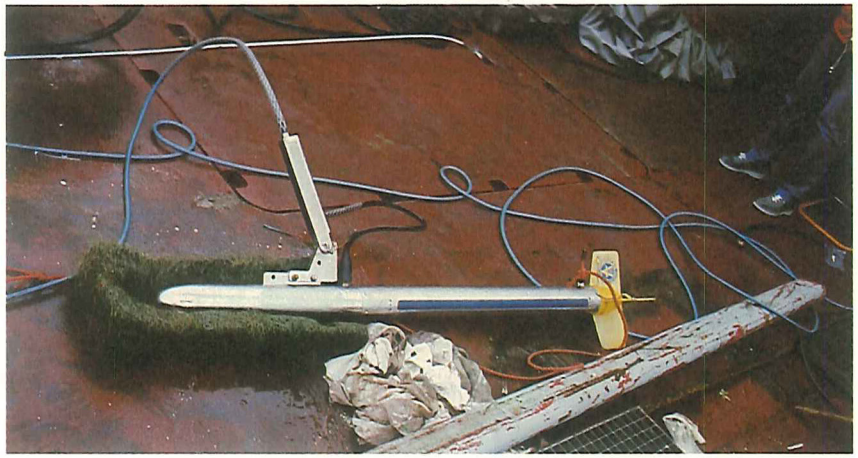


Figur 8. Side scan sonar billede fra området mellem Sjællands Odde og Djursland. Til venstre ses et område med hård bund (moræneler), og til højre et område med småribbet sand.

Som led i råstofkortlægningen udarbejdes kort over sand- og grusforekomsternes placering og tilgængelighed. På fig. 9 ses et udsnit af et ressourcekort fra Århus Bugt. Kortet giver en oversigt over sedimentfordelingen samt angiver områder med råstofmæssig interesse. Et detaljeret kort over Wulffs Flak er vist på fig. 10.

Side scan sonar

Side scan sonar består af en "fisk" (transducer), fig. 7, som slæbes i en bestemt dybde efter skibet. "Fisken" udsender lydbølger i 2 vifteformede stråler, der er meget smalle i det vandrette plan og meget brede i det lodrette plan vinkelret på sejlretningen. Lydbølgerne reflekteres fra havbundens overflade og signalerne overføres til en skriver, der udtegner et "lydbillede" af havbundens overflade, hvor hårde og opragende områder reflekterer kraftigt og tegnes mørkt på papiret, mens blødere aflejringer og lavninger i havbunden aftegnes som lyse partier (fig. 8).



Figur 7. Side scan sonar. Lydkilden er placeret i det aflange mørke felt på "fiskens" side. Foto: Birte K. Marker.

TOLKNING AF REFLEKTIONSSEISMIK

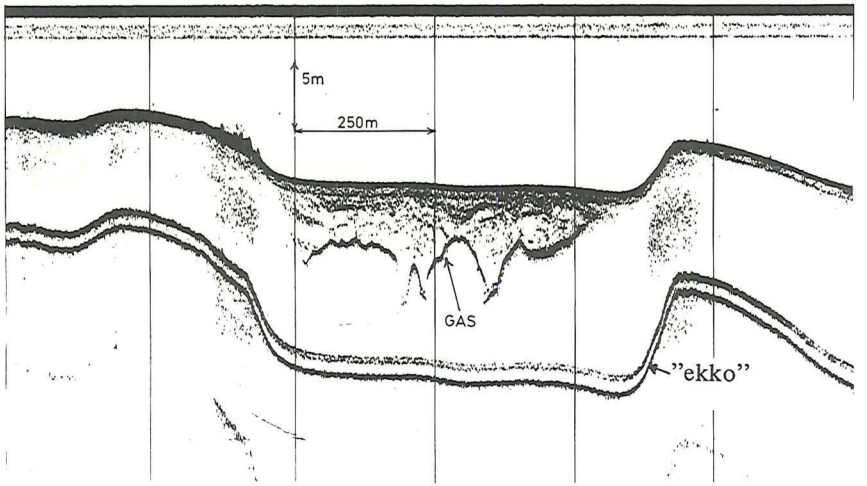
De forskellige typer af seismisk udstyr har hver deres karakteristiske egenskaber, og ved at kombinere resultaterne af de enkelte undersøgelser kan et samlet billede af lagene på og under havbunden findes.

Ved tolkning af reflektionsseismik anvendes der viden om akustiske bølgers udbredelse i forskellige materialetyper. For eksempel kan seismisk udstyr have en god gennemtrængning i aflejringer som gytje, silt og ler, mens nedtrængningen i sand, grus og moræneler er væsentlig ringere (se fig. 6). På samme måde vil variationer i aflejringernes tæthed, porøsitet og vandindhold påvirke resultaterne. Eventuelle forekomster af gas vil absorbere praktisk taget al akustisk energi, hvorfor underliggende lag ikke registreres.

Det seismiske profil fortæller ikke entydigt, hvad de enkelte lag består af. Informationerne kan derfor kun bruges sammen med oplysninger fra prøvetag-

Reflektionsseismik

Reflektionsseismiske registreringer forudsætter, at lydbølger (trykbølger) med korte mellemrum udsendes fra en lydgiver (fig. 1). Lydbølgerne reflekteres fra havbunden, men trænger også ned i denne (penetrerer) og reflekteres fra grænserne mellem forskellige lag. De reflekterede lydbølger opfanges af en undervandsmikrofon (hydrefon), hvorfra signalet overføres til skibets elektroniske styr, der forstærker og filtrerer signalerne. På en skriver registreres udsendelsen af en enkelt lydbølge og modtagelsen af de reflekterede lydbølger. Der udtegnes derved et tolkbart billede af strukturerne under havbunden, hvor udtegningen viser afstande mellem laggrænser udtrykt ved den tid, lydbølgen bruger for at passere gennem lagene mellem laggrænserne. Lydhastigheden er forskellig i vand og i jord, og er også forskellig i de forskellige jordartstyper. Derfor kan de seismiske diagrammer ikke umiddelbart anvendes, men må omregnes til samme målestok.



Figur 2. Ekkolodsbillede fra Århus Bugt. Diagrammet viser god gennemtrængning i et dyndudfyldt bassin. I dyndet findes gas, som forhindrer videre nedtrængning af lydbølgerne.

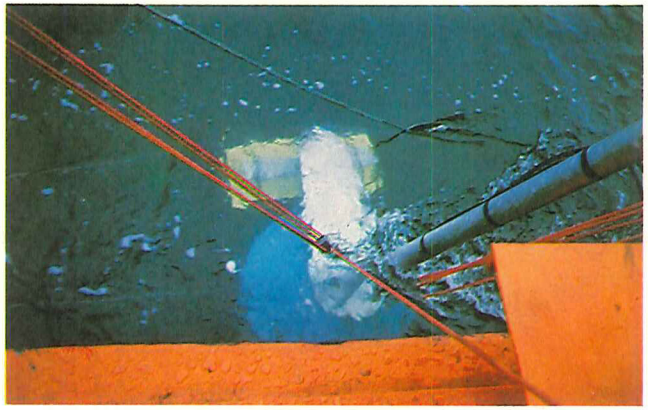
SEISMISK UDSTYR

Ekkolod

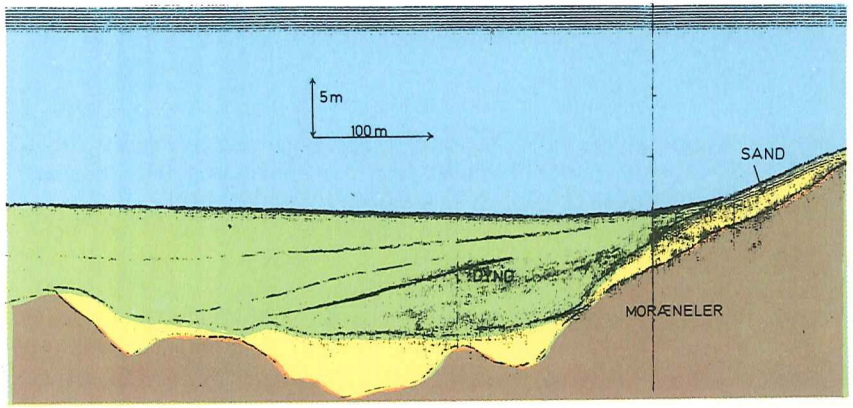
Til nøjagtig dybdebestemmelse anvendes ekkolod. Udstyret udsender højfrekvente lydbølger i området 18-200 kHz. Lydbølgerne har en meget ringe gennemtrængningsevne, men en fin opløsning. Lavfrekvente ekkolod med f. eks. en frekvens på 30 kHz kan trænge gennem dyndaflejringer, og denne type ekkolod anvendes derfor ved råstofkortlægningen til at måle dyndtykkelser med, fig. 2.

Pinger

For at få yderligere oplysninger om de øvre jordlag anvendes pingersystemet (penetrations-ekkolod), der udsender lydbølger med en frekvens omkring 3.5 kHz. Sender og modtager er oftest bygget sammen og monteret på siden af skibet (fig. 3). Pingeren kan nå ned i 5 - 20 meter i havbunden og adskille lagtykkelser på omkring 1 meter. Registreringen sker dels på papir (fig. 4), dels på magnetbånd. Registreringen på magnetbånd er dels en ekstra sikkerhedskopi, men samtidig får man mulighed for at "genafspille" informationerne med andre filtre, hvis de oprindelige resultater ikke er helt "klare".



Figur 3. Pingersystem monteret på miljøstyrelsens skib "Marie Miljø". På den tragtformede pinger er der monteret en ekstra undervandsmikrofon (hydrofon), den gule cylinder, midt i billedet. Foto: Birte H. Marker.



Figur 4. Pingerbillede fra Århus Bugt. Nedtrængningen i dynd og sand er god, mens der kun er ringe nedtrængning i moræneleret.

Boomer

Boomeren (fig. 5) udsender lavfrekvente lydbølger (0.3 - 16 kHz), og de reflekterede bølger modtages via en "streamer" (et system bestående af flere hydrofoner), som sammen med boomeren slæbes bag efter skibet. De lavfrekvente bølger trænger dybt ned i havbunden, typisk ned til 30-50 meter med en opløsning (udskillelse af lagenheder) på ca. 2 meter (fig. 6).

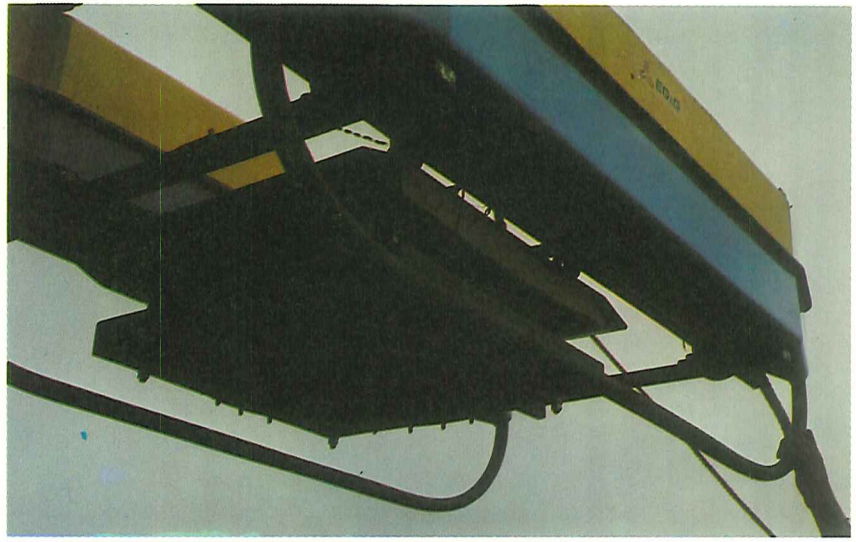


Fig. 5. Boomer. Lydkilden (transduceren) er en stor elektromagnet monteret mellem pontoner.

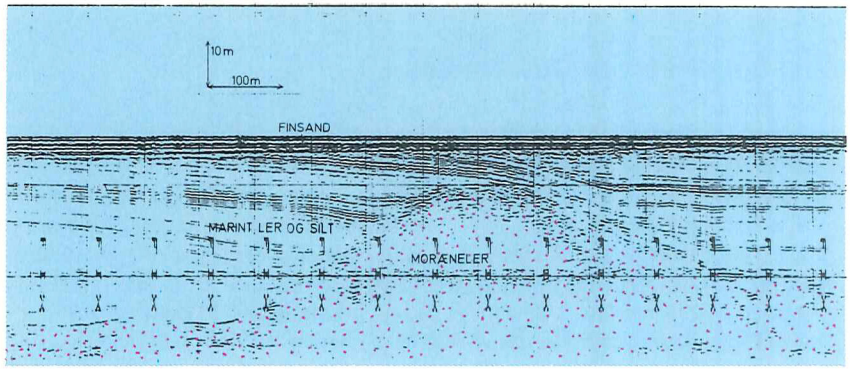


Fig. 6. Boomerbillede fra området mellem Lysegrund og Gilleleje. Vanddybden er ca. 28 meter. Nedtrængningen i de lerede og siltede sedimeneter er god, mens der kun er moderat nedtrængning i moræneler.