

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1973



ATTER HAR VI ET STYKKE DANSK NATUR I FORGRUNDEN - SKARREKLIT VED BULBJERG. STRANDPILLEN BESTÅR AF BRYOZOKALK AFLEJRET I HAVET FOR 65 MILLIONER ÅR SIDEN. HVIS LÆSEREN, SOM FORESLÅET INDE I BLADET, TAGER EN SØNDAGSTUR UD TIL BULBJERG, VIL DET VÆRE MULIGT AT FINDE FORSTENEDE RESTER AF DEN GAMLE HAVDYREVERDEN, MEN SENERE BEGIVENHEDER UNDER ISTIDEN OG EFTER ISTIDEN HAR OGSÅ SAT SIG I ØJNEFALDENDE SPOR.

APROPOS SPOR BRINGER DETTE NUMMER AF VARV OGSÅ EN ARTIKEL OM DYRESPOR, DER ER ET PALÆONTOLOGISK FELT UNDER HASTIG UDVIKLING. SOM MODVÆGT VIL MAN KUNNE FINDE EN JERNHÅRD ARTIKEL OM MALME OG MALMEFTERSØGNING I FINLAND, OG EFTER EN MELLEMRÆT AF "BLÅ FISK" KAN LÆSEREN DYKKE NED PÅ HAVBUNDEN OG SE PÅ BØLGEFORMEDE STRUKTURER ELLER LUNE SIG VED EN OMTALE AF PRO-CESSE I VULKANERNES DYB.

Vore læsere har nu opdaget, at VARV har måttet hæve abonnementsprisen, mens plakater, postkort og så videre stadig kan fås til gammel pris - se ivotrigt side 2 i nummer 1.

VARV har nu fremstillet to ekskursionsf6rere - og en tredje (om Limfjords-området) er p6 vej. Desuden sysler VARV med en ny serie temahefter, som vil udkomme med uregelmæssige mellemrum. Det f6rste hefte, der handler om Ghana, er under udarbejdelse. I n6ste nummer af VARV kan vi forh6bentlig give n6rmere besked om de nye publikationer.

En gymnasiel6rer har haft 6jnene med sig og har i en stendynge fundet en knogle af et n6sehorn fra Kvart6rtiden, se side 57. Vi h6rer meget gerne fra andre læsere om fund eller iagttagelser - skriv ind, gerne med ledsagende fotos. Varv har tidligere bragt artikler forfattet af amatørgeologer ude i landet, og redaktionen vil gerne hj6lpe til for at f6 mere lokalt stof frem i bladet.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, 6ster Voldgade 5-7, 1350 K6benhavn K. (tlf. (01) 135001).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, S6ren Floris.

VARV udkommer fire gange om 6ret. Prisen er 18.00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af bel6bet til VARV, postgiro 68880.

VARV's plakater (10 kr), postkort i farver (8 for 7 kr), ekskursionsf6rere (Bornholm 14 kr, Stevns-Fakse-M6n 20 kr) og samlekasetter (til 6 6rgange 8 kr) f6s ved at indsende bel6bet p6 postgiro 68880.

Alle henvendelser vedr6rende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postv6senet.

© 1973 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

DE TUSINDE MALMES LAND

af Niels Dahl

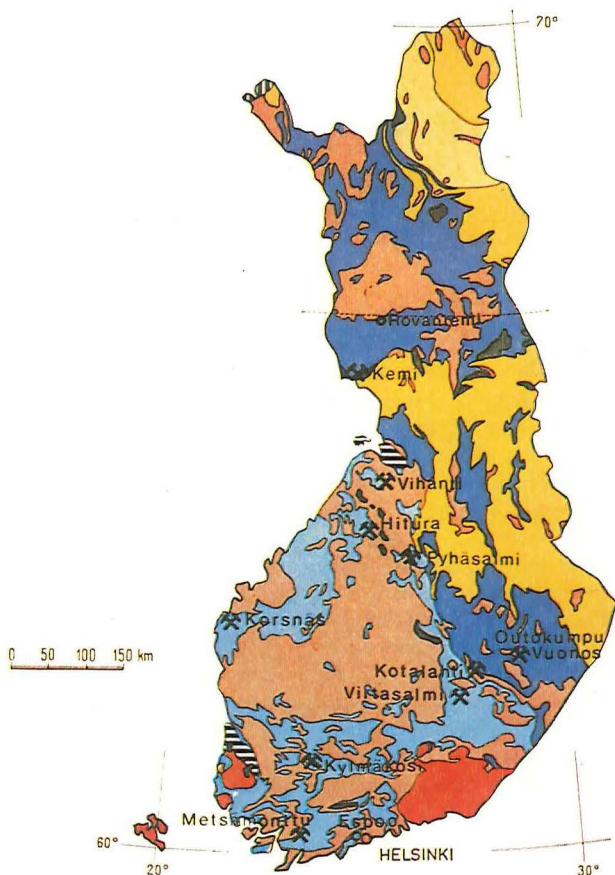
Den finske undergrund rummer malme af mange forskellige grundstoffer, men ikke nær alle udnyttes, da de kendte forekomster som regel er for små. Sølv, guld, kobolt, krom kobber, jern, mangan, molybdæn, nikkel, fosfor, bly, sjældne jordarter = lanthanider, antimon, selen, titan, uran, vanadium, wolfram og zink kendes tilstedeværelsen af. Mangan, molybdæn, fosfor, antimon og uran udvindes ikke for tiden, og sølv, guld, kobolt, sjældne jordarter, selen, titan, og vanadium tages som biprodukter ved brydning af andre stoffer.

Farverne i det geologiske kort, figur 1, viser, at landets undergrund kan opdeles i tre hovedgrupper - det gule, blå og røde - samt lidt småterti af andet. Bjergarterne angivet med gul farve er underlaget for de karelske skifre. Blå farve viser suprakrustalbjergerter, som er gamle aflejringer, der nu findes i foldet og metamorfoseret (omkrystalliseret) tilstand.

Malmene ligger hovedsagelig i de foldede og omkrystalliserede bjergarter (blå farve på kortet) og danner derved malmzoner - det vil sige geografiske regioner med malme i større antal end naboregionerne. Malmzonerne deles op i såkaldte metallogenetiske provinser, der er områder, hvor malmene er af samme type, eller beslægtede med hinanden, figur 2. Beslægtede malme er for eksempel en kobberforekomst og en blyforekomst stammende fra samme magma, eller malme fra forskellige magmaer der er udviklet fra hinanden.

En sovjetisk geolog mener, at malmzone III tilhører en cirka 200 km bred zone, der forløber fra Sortehavet via den store jernforekomst Krivoi Rog, Kursk og Ladoga-søen, til nordlige del af Botniske Bugt til Nordsverige med blandt andet Kiruna- og Gällivaaramalmene. Zonens hovedmetaller er kobolt, kobber, jern, nikkel og uran, og den afslører sig ved, at indholdet af metallerne i de overlejrende bjergarter er højere end normalt.

I Sverige er det i bjergarter af svecofennisk alder, hovedparten af landets malme findes, og det viser sig også at være en vigtig periode for maldannelse i Canada og Australien - en verdensomspændende metallogenetisk epoke. Ved hjælp af radiometriske aldersbestemmelser på blyglanskrystaller (PbS) fra finske malme er påvist 4 metallogenetiske epoker.



Figur 1. Forenklet geologisk kort over Finland efter Simonen. De indtegnede forekomster tilhører alle mineselskabet Outokumpu Co. Navnet svecofennisk kommer af, at denne gruppe bjergarter forekommer i store dele af både Sverige og Finland. Gule farver viser gnejs- og granitbjergarter, som danner underlaget for de senere karelske og svecofenniske krystallinske skifre (blå farver), mens senere graniter og kisel syreriige intrusioner er vist med røde farver. Grønne farver angiver basiske intrusioner.

Tidligere artikler i VARV om økonomisk geologi:

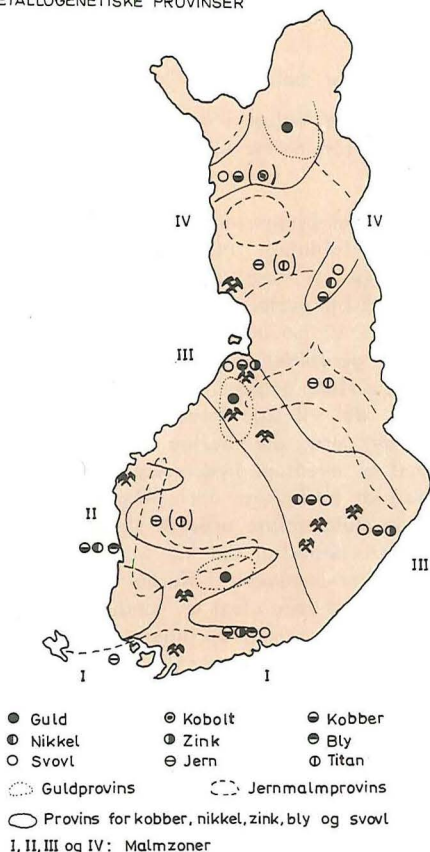
om Ivgitut i nr. 3, 1964

om kromit på Fiskensæset i nr. 1, 1966 og nr. 3, 1967

om guld i Ghana i nr. 1, 1967

om Ilimaussaqa i nr. 2, 1967

MALMZONER OG METALLOGENETISKE PROVINSER



Figur 2. Hvor der lokalt er angivet flere grundstoffer, kan der forekomme et eller flere af de nævnte stoffer. Det gælder dog ikke bly og nikkel, som ikke følges ad ved maldannelse, hvorimod bly og nikkel hver for sig kan ledsage kobber. Kun i zone IV danner guld selvstændige malme. Efter Mikkola og Niini.

om Lake Superior i nr. 3, 1967
 om Pííbram i nr. 4, 1968
 om vaskning i elve i nr. 3, 1970
 om kvartsbådede jernmalme i nr. 1, 1972
 om sølv i nr. 2, 1972

lidt om radiometriske aldersbestemmelser i nr. 2, 1966 og nr. 4, 1970

1. 3000-2600 millioner år
2. 2500-2300 millioner år for malme i de "gule" bjergarter
3. 2100-2200 millioner år for malme i de "mørkeblå" bjergarter
4. 1800 ± 100 millioner år for malme i de "lyseblå og røde" bjergarter

De karelske suprakrustal-bjergarter er foldet før og samtidig med de svecofenniske suprakrustalers foldning. Når et aflejringsstrug med sedimentter foldes sker det almindeligvis i flere tempi, som hver især varer millioner af år. Det betyder, at bjergarterne, og hvad der måtte findes i dem kan blive foldet flere gange. Vi må altså tænke os, at malmene i de svecofenniske suprakrustaler er genfoldet mindst 1 gang og de karelske skifres malme med de højere aldre flere gange. Sulfidminerale (sulfider = metal + svovl) er meget mobile, det vil sige foldede og genfoldede sulfidmalme remobiliseredes og mistede deres oprindelige strukturer til fordel for nye metamorfe strukturer samt en eventuel nydannelse af mineraler. Malme af forskellig oprindelse med vidt forskellige oprindelige strukturer vil altså på grund af den medfølgende metamorfose arbejde sig hen mod at se ens ud.

Et eksempel på, hvor vanskeligt det kan være at tolke dannelsen af en malm, er Outokumpu kobber-forekomst i Karelen, en af Europas største. Den blev af nogle anset for at være afsat af vandige opløsninger fra magmaer - såkaldt magmatisk hydrotermal oprindelse, af andre for metamorft betinget - men sidste år fandt man i en ny del af minen nydeligt foldede mm-tynde lag af meget finkornet svovlkis i skifer og kvartsit med sedimentære strukturer, tilsammen et stærkt indicium for, at metallerne kom op i varme vandige opløsninger gennem sprækker i havbunden og udfældedes ad kemisk og/eller biokemisk vej, samtidig med at normale lerede og sandede sedimentter aflejreredes på havbunden.

Malme kan dannes magmatisk, sedimentært eller metamorft. Hovedparten af Finlands sulfidforekomster menes dannet magmatisk, men bortset fra de, der direkte ligger i størknede magmaer som Kotalahti, Kylmäkoski og Hiture, eller er sikre hydrotermale dannelser i sprækker som Korsnäs, tilhører de fleste en gruppe, hvis oprindelse ikke er afklaret tilfredsstillende, blandt andet Pyhäsalmi, Vihanti og Virtasalmi.

Forekomsternes feltforhold viser ikke nogen tydelig tilknytning til modernagmaer. For at få en videre indsigt i dannelsesforholdene foretages omfattende kortlægning af bjergarter og sprækker både i felten og på luftfotografier samt geofysiske undersøgelser af forskellig art og kortlægning af bevægelseszoner i jordskorpen. Sprækker og bevægelseszoner er nemlig gode vandringsveje for magmaer og hydrotermale opløsninger, og da tætheden af sprækker er størst langs bevægelseszoner, skal man her forvente at finde de fleste intrusiver eller tegn på sådanne. Mange finske geologer mener da også at kunne se en koncentration af de omstridte malme i bevægelses-

gelseszonerne og opfatter det som et stærkt bevis for malmenes magmatiske oprindelse. Det indebærer, at malmene må være dannet efter sprækkernes tilblivelse. Disse kunne dannes tidligt under bjergarternes foldning, det vil sige, at disse malme må være dannet, mens foldebevægelserne fandt sted eller dannet i yngre sprækker efter foldebevægelsernes ophør. Viser det sig, at de er dannet før foldebevægelserne, kan de nugældende tanker om oprindelsen ikke være holdbare.

Senere jordskorpebevægelser finder ofte sted i ældre svaghedszoner. Man kan således argumentere den modsatte vej og sige, at vi ved de karlelsk-svecofenniske suprakrustalbjerger aflejedes i metallogenetiske epoker, at de blev foldet og metamorfoseret og der skabtes derved nye svaghedszoner i jordskorpen, hvor senere bevægelser og sprækkedannelse kunne finde sted, det vil sige, at disse bevægelser kan have overpræget tidligere malme og kan således ikke være en betingelse for deres dannelse.

Man har endnu ikke trods ihærdig søgen fundet det afgørende bevis for den ene eller anden teori.

Det er meget vigtigt at nå til en forståelse af malmenes oprindelse. Det har stor økonomisk betydning for et mineselskab at vide, hvor man skal søge et malmlegemes fortsættelse. Skal det være langs laggrænser? Hvis der for eksempel er tale om sedimentære malme, eller skal det være langs sprækker? som for eksempel ved hydrotermale spalteudfyldninger. Der berettes mange fantastiske historier fra hele verden om mineselskabers held eller uheld.

Et australsk selskab var ved at gå fallit. Man var så langt ude, at medarbejderne ikke fik løn, men værdiløse aktier. Det kunne naturligvis ikke gå i længden, men lige inden det måtte ophøre fandt man en af kontinentets største nikkel forekomster - en af verdens helt store.

Investeringerne ved anlæggelsen af en rentabel mine er af størrelsesordenen 100.000.000 kroner, men varierer stærkt efter mængden af de færdige produkter.

I det meste af Norge og Sverige kendes så at sige hver en sten i fjeldet, og "nye malme" vil her være gammel kendte steder med malmineraliseringer, det ikke tidligere lønnede sig at udnytte. En prospekterende geologs arbejde i disse lande består i, først at genopstøve gamle undersøgelsessteder og grubehuller, læse beskrivelser over lokaliteterne og vurdere om deres malme med vore dages værdinormer kan brydes, inden geofysiske undersøgelsesmetoder tages i brug (geomagnetiske, geoelektriske, tyngdemålinger, målinger af radioaktivitet og infrarød stråling).



Figur 3. Nikkelmalm fra Kylmäkoski. Man ser, at sulfiderne (kobberkis, nikkelholdig magnetkis og svovlkis) er grundmassen, hvori er indlejret pyroxen- og serpentiniserede olivinminerale, der er hovedbestanddelene i denne feldspatfrie, ultrabasiske bjergart (peridotit), som altså har et relativt lavt indhold af kiseltsyre (SiO_2).



Figur 4. Malprøve fra Outokumpu. De gule striber er lag med sulfidminerale kobberkis og svovlkis.

I Finland, derimod, er 99% af fjeldet dækket af istidsaflejringer, søer og moser, så en prospektering må fra starten foregå ved hjælp af geofysiske metoder. Hvor målingerne antyder chancer for at finde noget, følges de op af geokemisk prospektering, der går ud på at samle jord- og planteprovver med få meters mellemrum. Grundvandet opløser grundstoffer i undergrunden og bringer dem op til jordoverfladen, hvor de suges op af vegetationen. Er der malmkoncentrationer i overfladen af det faste fjeld vil dæklagene med dets planter have et unormalt højt indhold af de pågældende metaller. Viser de geokemiske undersøgelser ikke noget, kunne der være tale om et dybere liggende malmlegeme. Efter geokemi kommer borer, som er dyre og kun giver snævert lokale oplysninger.

Ofte begyndes geofysiske undersøgelser som følge af "blokledning", det vil sige søgning efter malmholdige sten i istidsaflejringerne - først og fremmest morænen. Adskillige brydeværdige forekomster er fundet på denne måde, således Outokumpu. I 1909 blev der sendt en sulfidholdig løs blok fra det nordlige Karelen til Helsingfors. I første omgang måtte man nøjes med at konstatere, hvilken bjergart malmen sad i. Der blev indsendt flere blokke fra området, og derfor påbegyndtes en nærmere geologisk undersøgelse. Det medførte, at man fik øjnene op for isbevægelsernes betydning i prospekteringsøjemed. Ved at sammenligne dem over hele området og følge dem tilbage så man, at de dannede en vifteform, som malmprøvernes fundsteder passede ind i. Viften havde udgangspunkt cirka 50 km nordvest for de første prøvelokaliteter, og her kendte man i forvejen til bjergarter af samme slags som de fundne. Hermed var malmbeforekomsten i realiteten opdaget.

Alle, både geologer og private, sender hvert år mange blokke fra morænerne til analyse på laboratorier, og nu tager man yderligere hunde til hjælp. De kan trænes til at lugte forvitrende sulfider ned til 1 meters dybde, hvor intet øje kan se dem.

Vaskning af flodsand på guldgravervis er også en geokemisk prospekteringsmetode, men kan ikke benyttes i det meste af landet, fordi sand fra morænerne, som består af fjerntransporteret materiale, blandes med sand, der kommer fra det faste fjeld i nærheden og vil derfor give et falsk billede af chancerne for at finde malm i det område, flodsystemet gennemløber. Kun nordligst i Lapland er morænen så ringe udbredt, at vaskning kan udføres. Her kan man blandt andet vaske guld, fordi der i et område ved Inarisøen findes guldførende kvarts/feldspatårer i fjeldet. Selv i vore dage lever i norsk og finsk Lapland ganske enkelte af jagt, fiskeri og guldvaskning.

Prospekteringsaktiviteten i Finland er efter krigen steget enormt, og de fleste gruber, der er i drift er åbnet efter 1945. Outokumpu, der blev åbnet i 1913, er en af landets ældste gruber. I modsætning hertil fra Norge og Sverige haft stor minedrift i flere århundreder, Sverige helt fra vikingetiden eller før.

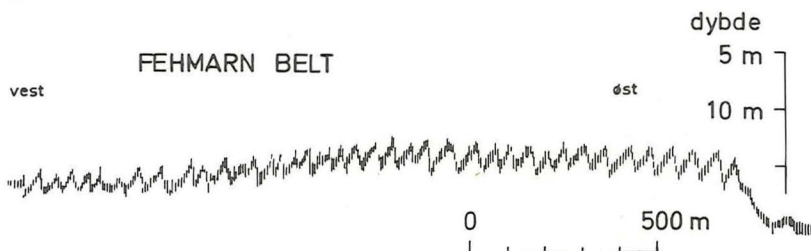
Niels Dahl

BØLGER på havbunden

af Birger Larsen

Bølgeribber er de små sandvolde, der får strandsandet til at ligne et vaskebrædt. På stranden er bølgeribberne sjældent højere end et par centimeter og afstanden fra bølgekam til bølgekam overstiger sjældent 10 centimeter.

På dybere vand på steder med stærk strøm kan man træffe væsentlig større bølgeribber eller sandbølger som man foretrækker at kalde dem. De viser sig på ekkoloddets strimmel som en mærkelig savtakket linie, se figur 1. Helt så savtakket er bunden nu ikke i virkeligheden. For eksem-



Figur 1. Ekkolod-strimmel visende sandbølger i Fehmarn Belt.
Frit efter Werner og Newton.

pel er afstanden mellem bølgetoppene (bølgelængden) i naturen 60 - 70 m og højden kun 1 - 2 m. Det er tydeligt at sandbølgerne er usymmetriske i tværsnit. Den svagt hældende side vender mod strømmen, medens den stejle side ligger i læ. Når strømmen er kraftig nok vandrer sandbølgerne ganske langsomt ved at sand fra forsiden ryger op over toppen og rucher ned på bagsiden næsten på samme måde som en flyvesandsklit flytter sig.

Så vidt jeg ved er sandbølger ikke særlig almindelige i danske farvande. Sandbølgerne vist i figur 1 er fundet i sydsiden af Fehmarn bælt på cirka 15 m vand. Figur 2 viser små sandbølger med en bølgelængde på cirka en halv meter fotograferet af zoologen Jan Fabricius i Øresund ud for Helsingør. De skal også være set lige øst for Als og i Jammerbugten.

De virkelig store sandbølger findes næppe i danske farvande. For at finde dem må man ud på ret dybt vand på steder med en tidevandsstrøm på omkring 1 knob (1,85 km i timen). Ved udmundingen af den Engelske Kanal i Atlanterhavet har man fundet op til 20 m høje og en snes km lange sandbølger. De ligger på tværs af tidevandsstrømmen. Som bekendt skifter tidevandsstrømmen retning flere gange i døgnet, men blot der er en forskel på 0,1 knob i flod og ebbestrømmens hastighed udvikles der strøm- og læsider på sandbølgerne. Sandbølger der ligger parallelt med strømme- ne er ganske almindelige i den sydlige Nordsø. Nogen steder er de kombineret med tværgående sandbølger, så der undersøisk opstår strukturer, der ligner de parabelklitter, som vi kender fra den jyske vestkyst (se siderne 51 og 59).



Figur 2. Sandbølger i Øresund ud for Helsingør. Afstanden mellem bølgetoppene er omkring 50 cm. J.Fabricius foto.

Hvis strømmen har en hastighed op mod 1,75 knob (cirka 3,5 km i timen) afløses sandbølgerne af cirka 1 m høje halvmåneformede sanddyn-ger, der ligesom ørkenens barkaner (side 60), vender hornene i strømmens retning. Ved strømhastigheder over 2 knob (4 km i timen) flyttes sandet bogstaveligt afsted i lange baner. I roligere perioder kan man på sådanne steder se at sandet ligger hen over grusbunden i meget lange, smalle bånd, der kun er et par cm tykke. Det længste sandbånd har man fulgt over 15 km selvom bredden kun var 200 m. Mere almindelige er længder på et par km og en bredde på 10 m - altså som en almindelig landevej.

Helt gigantiske bølger på havbunden har man fundet på over 5000 m dybde i Atlanterhavet ud for Argentina. De største er ikke mindre end 60 m høje og med bølgelængder på 7-8 km. De består af dybhavsslam - så sandbølger kan man vel ikke kalde dem. Det mest besynderlige er måske, at 500 m dybhavsslam gennem årmillioner er blevet aflejret lag på lag således, at der hele tiden har været bølger på havbunden. Den enkelte gigantribbe er altså vokset 500 m opefter samtidig med, at den er vandret to-tre bølgelængder i strømmens retning i løbet af Tertiærperiodens 60 millioner år.

Bjergt Larsen

BUNDFALD

i vulkanens dyb

af Kent Brooks

Der kendes mange eksempler på intrusioner, hvor basaltisk magma er størknet under rolige forhold, således at de udfældede krystaller er dannet på en sådan måde, at udviklingen af magmaet og de opdelingsprocesser, der foregår kan studeres.

Nogle af de bedst kendte af disse intrusioner er Bushveld i Sydafrika (verdens største), Stillwater i Montana, Musk Ox i det nordlige Canada og Skærgård i Østgrønland, sandsynligvis den, der er mest detaljeret undersøgt.

I disse intrusioner finder man samme strukturer som i vandaflejrede sedimenter, for eksempel lagdeling, krydslejring, en art varvig lagdeling, spor efter strømrosion og strukturer, der minder om slamstrømme. Disse er naturligvis dannet ved cirka 1000° C og er et bevis for konvektionsstrømme i magmaet.

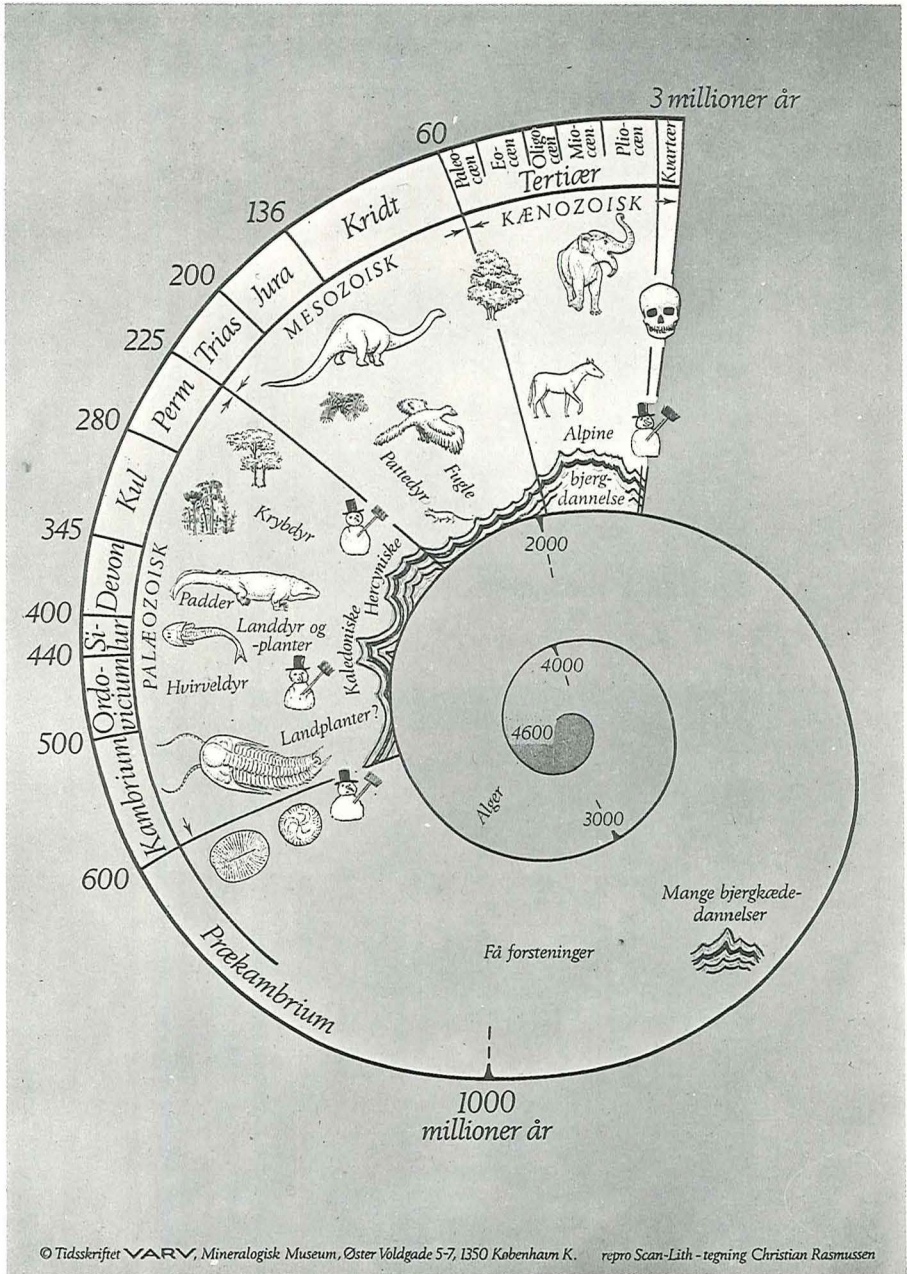
På øen Rhum i Hebriderne findes en usædvanlig lagdelt intrusion med op til 15 lagenheder. Hver enkelt enhed består nederst af tunge mineraler, der opefter giver plads for de letteste mineraler. Denne lagserie menes at være dannet under en vulkan og hver enhed blev dannet efter et nyt tilskud af magma med efterfølgende krystallisation og sortering af krystaller efter synkningshastighed. Senere blev serien hævet langs forkastninger og derved blottet.

Billederne viser et tyndslib af grænsen mellem to enheder. (Det første billede med normalt lys, det andet med særlige optiske filtre). Nederst ses toppen af enhed 11 som er cirka 50 m tyk. Bjergarten består næsten udelukkende af plagioklas, og kan som bjergart betegnes anorthosit. Det tynde, sorte lag består af chromit krystaller, som andre steder kan være en økonomisk meget vigtig bestanddel i denne type intrusioner. Her er det dog kun cirka 2 mm tykt. Chromiten danner på grund af dens meget høje vægtfylde bunden af enhed 12. Selv om chromit krystallerne er små synker de hurtigere igennem det flydende magma end de større olivinkorn, som er det næste mineral opefter. Det danner bjergarten peridotit. Højere op i enhed 12 indeholder bjergarten mørke mineraler af pyroxen-gruppen og til sidst igen plagioklas (anorthosit) ligesom i toppen af enhed 11 på billederne.

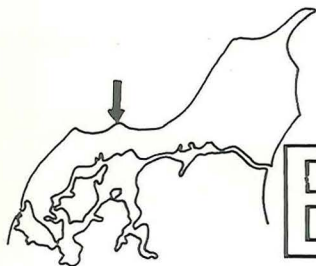
På billederne ses tydeligt de oprindeligt udfældede krystaller (som kaldes for "cumulus krystaller" (cumulus = en hob) omgivet af senere dannede krystaller ofte af et andet mineral, som danner "intercumulus" materiale. Disse bjergarter kaldes ofte for "cumulater".

C. Kent Brooks





© Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. repro Scan-Lith - tegning Christian Rasmussen



TUREN GÅR TIL BULBJERG

På "Dagens tur" inviteres læserne ud til Bulbjerg, som kan fortælle om tilstandene i det hav, som dækkede Danmark for 65 millioner år siden. Den senere udformning af området og dannelsen af Skarreklit skyldes processer under og efter istiden, som iøvrigt har efterladt sig karakteriske aflejringer. Husk at tage VARV med på turen.

Bulbjergknuden består af bryozokalk - den geologiske betegnelse for limsten - som angiver, at bjergarten overvejende er opbygget af bryozo-fragmenter. Disse sammenskyllede og ofte gredede kalkfossiler (mosdyr) kan næsten ses uden forstørrelsesglas.

Bryozoen har dannet bølgede banker på havbunden lige efter Kridt-tiden. Disse bankestrukturer kan endnu tydelig ses i klinten, hvor de er fremhævet af de mellemliggende flintlag.

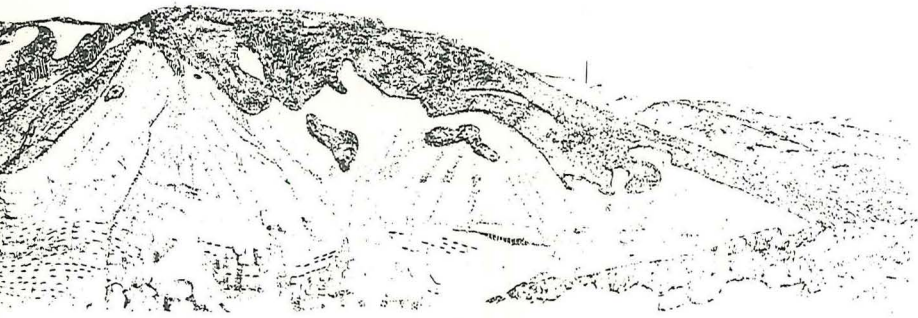
Mange andre uddøde dyr end bryozoen kan findes i kalken som fossiler. Kølleformede pigge fra søpindsvin (slægten Tylocidaris) bruges af geologer til relativ aldersbestemmelse af lagene - gennem sammenligning med andre aflejringer. Alderen af "limstenen" er 65 millioner år og fra et tidsafsnit i Jordens historie, man med et internationalt ord har opkaldt efter Danmark - Danien-etagen. Tilsvarende dannelser findes også i Stevns klint på Sjælland over "skrivekridtet".

Under Danien-etagens dannelser af bryozokalk finder vi også skrivekridt under Bulbjerg. Skrivekridtet "går i dagen" for eksempel ved Svinkløv.

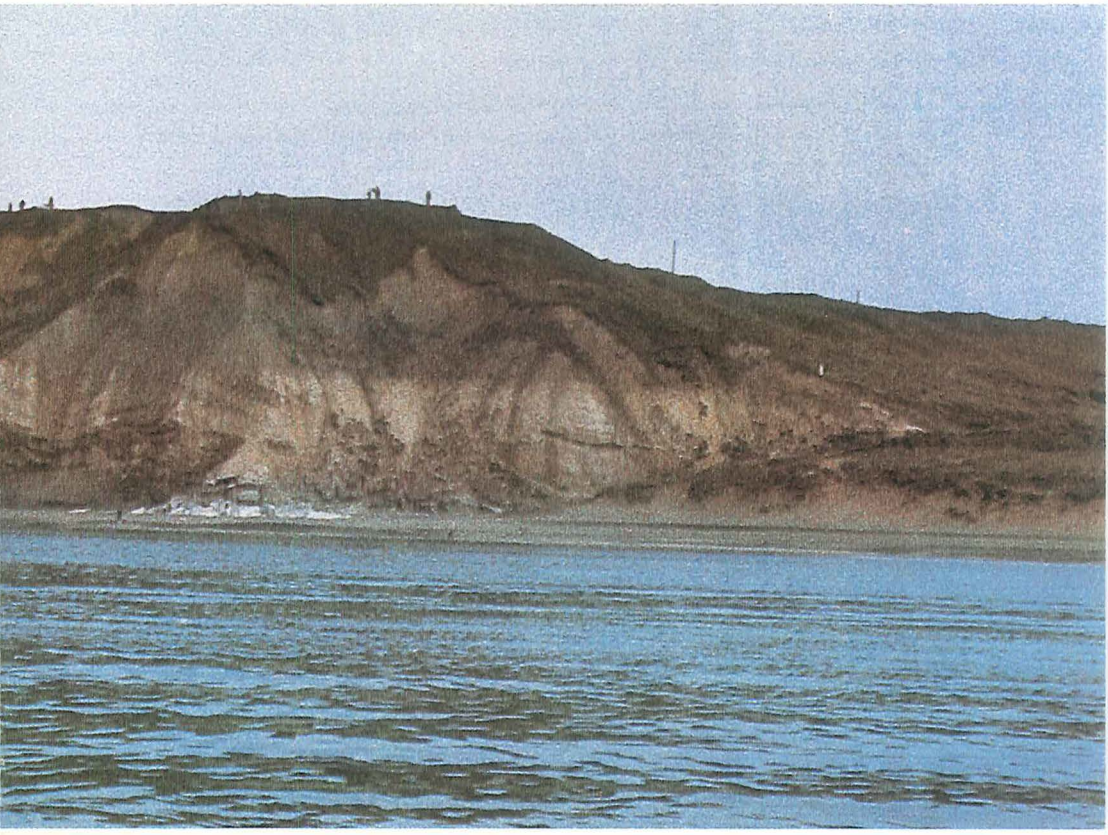
Dybdeboringer efter olie og gas har vist, hvad der gemmer sig under skrivekridtet i Nordjylland. Skrivekridtet er næsten 300 meter tykt ved Fjerritslev, hvor der har været foretaget et par af disse boringer. Under skrivekridtet følger lag på lag af forskellige lerskifre og sandsten, saltaflejringer og kalksten, tykke lavaer fra næsten 400 millioner år gamle vulkaner og meget mere. Først i 5-6 kilometers dybde på dette sted kommer vi ned til grundfjeldet eller urbjerg - som vi kender det i Norge og Sverige, og som består af gnejs- og granitbjergarter.

Mange kirker i Danmark er bygget af "limsten". I denne egn af landet blev kalkstenen overvejende udhugget eller udsavet af klinten som bygningssten til huse og gårde. På mange af klintfladerne ses krumme mærker efter hakkens hug i kalken eller lige savespor. Generationer af besøgende har sat deres spor med navnetræk og årstal - mange langt tilbage i sidste århundrede.



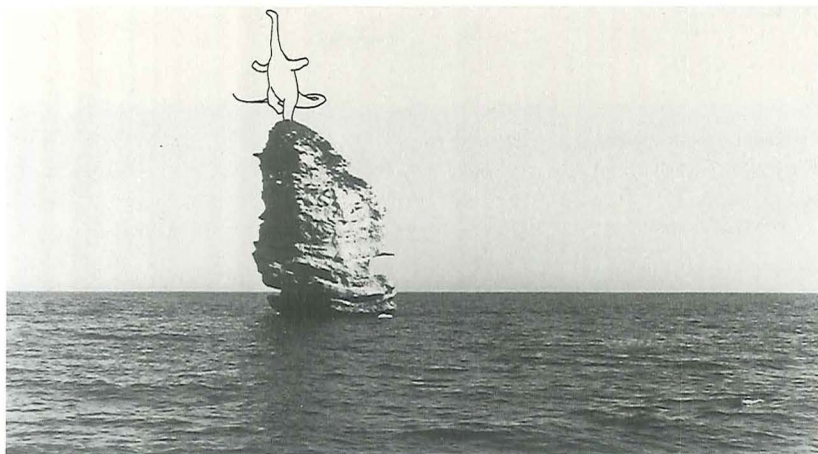


C. BR. A. CHRISTENSEN



I klinten ses store revnedannelser, som kan være opstået på forskellig måde til forskellig tid. Indlandsisen kan med sin enorme vægt have øvet et tryk mod Bulbjerg. Det er også sandsynligt, at revnedannelserne er ældre og måske skyldes tryk fra neden – idet områdets mange saltaflejringer i dybet yderst langsomt er på vej opad som salthorste. Thy er i øvrigt den del af Danmark, hvor der forekommer flest jordskælv, som kunne vise manglende stabilitet i undergrunden her.

Længst mod øst i klinten viser en stor plan flade ud mod havet sig at være den ene side af en gammel lodret spalte. Den anden side af spalten og de tilhørende kalksten herfra er nedbrudt ved havets erosion.



Skarreklit er en næsten 18 meter høj strandpille 100 meter ude i Skagerrak. Den består af ganske det samme materiale som klinten og har engang været en del af denne – før havet og strandens materialer af sand og grus havde slidt klinten tilbage. Nu er den lille ø tilholdssted for søfugle, og Skarreklit har sit navn efter skarverne, som ofte ses derude.

At Skarreklit står tilbage som en sidste rest af fastlandet må skyldes et sammentræf af tilfældigheder. I havniveau ligger et flintlag, der var modstandsdygtigt overfor bølgeslagets grus og sten, da brændingen nedbrød den øvrige del af klinten, hvor der ikke fandtes et beskyttende flintlag i det rette niveau. Nu er der så dybt omkring øen, at brændingen ikke er i stand til at få rejst havbundens stenmaterialer til at slide nævneværdigt.

Flyvesand dækker store dele af Bulbjergområdet som et tyndt lag eller som klitter. Kun langs klinterne eller hvor menneskene har gravet kommer kalken "frem i dagen". Den specielle jordbund giver ophav til en interessant plantevækst ved Bulbjergknuden.

Klitterne kan dannes ved stranden ved sammenblæsning af fine sandskorn, som afrundes derved. Disse "hvide klitter" var især i ældre tid en plåge på egnen. Ved indvandring af plantevækst eller ved beplantning opstår den "grå klit", men "vindbrud" og "vindkuler" kan stadig opstå, hvor plantevæksten er svagest.

Klitterne kan have mange former. De mest interessante er vel de gamle, hesteskoformede "parabelklitter". (Se side 52 og tegninger side 59). De kan også ses fra høje udsigtspunkter ovenover den gamle stenalderhavbund både øst og vest for Bulbjergknuden. Parabelklitterne vandrede med et højt forparti af sand og med to ofte kilometerlange "rimmer" efter sig ind over disse flade strækninger - fra Lild Strand mod Bulbjerg og fra Thorup strand over Klim Strand mod Svinkløv.

Under flyvesand med gamle muldhorisonter og menneskenes mangeartede "roderi" ses istidsaflejringeres vekslende lag af stenet ler i forskellige farver (moræneler) og sand (smeltevandssand) dannet af istidens indlandsis og smeltevandsfloder, da den smeltede bort. Indlandsisen har dækket Bulbjergknuden flere gange i istidens koldeste perioder. I de mellem-liggende varmere perioder har havet været udbredt i dette område og havaflejringer kan da også findes mellem indlandsisens morænedannelser.

Geologiske strukturer i de øverste lag af Bulbjerg viser meget om indlandsisens aktiviteter, da den dækkede Skandinavien for mere end 12000 år siden.

"Flamme"-strukturer mellem to lag fortæller, at indlandsisen har bevæget sig henover det nederste lag, side 52 fra venstre mod højre (det vil sige mod sydvest over Bulbjerg).

Mange af disse strukturer finder vi ofte i området i mere end hundrede gange større målestok, nemlig hvor tykke lag ved indlandsisens bevægelse fremad er blevet trykket sammen og foldet op i hinanden. Ældre lag af moler og plastisk ler fra Tertiærtiden for godt 50 millioner år siden er på den måde skubbet op under istidsdannelserne under bakken "Bjerget", ved Lild kirke umiddelbart syd for Bulbjergknuden.

På de flade strækninger kan man også finde gamle strandvolde, hvoraf de ældste svarer til stenalder-havets kystlinier. De ældste strandvolde helt inde under de gamle kystklinter ligger nu langt inde i landet (Bjerget med Lild kirke, ved Tømmerby kirke mod Lild Fjord eller ved Gøttrup). Denne gamle havbund er blevet tørlagt ved at den nordlige del af Jylland langsomt hæver sig af havet.

Strandvoldenes indhold af grus er et nyttigt og kostbart råstof. Grusmaterialerne vandrer langsomt langs kysten fra de kystklinter i vest, hvor det udvaskes af istidsaflejringerne. Materialet udligner kystlinien på stenalderhavets gamle havbund mellem de nuværende kystklinter - fjernes der mere end der tilføres langs kysten et sted - så vil havet påny begynde at nedbryde kystklinterne - indtil ligevægt igen tilvejebringes.



Flyvesand på Bulbjergknuden.



"Flamme"-strukturer.

JEG —

EN SPORDANNER!

af Richard Bromley

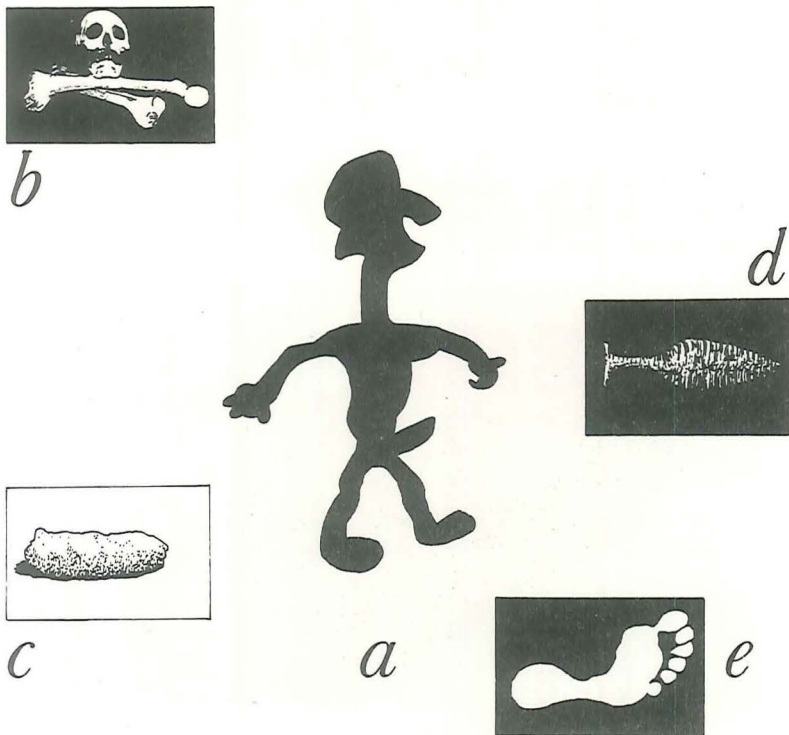
En af murstenene i geologiens opbygning er palæoichnologi (figur 1). Dette fagområde ligger mellem palæontologi, palæoøkologi og sedimentologi og vedrører "sporfossiler".



Figur 1. Hundefodspor på en munkesten fra Esum Kloster

Studiet af sporfossiler er gået stærkt frem inden for de sidste 20 år og repræsenterer nu et væsentligt forskningsfelt inden for det palæontologiske område, især som et redskab for tolkning af palæomiljøer. Denne vækst af palæoichnologi har ikke været tilsvarende afspejlet i Varv. Imidlertid er der mange emner indenfor studiet af sporfossiler, som godt kunne interessere Varvs læsere, og i håbet om, at flere sådanne artikler vil dukke op, bliver dette bidrag præsenteret som indledning.

Hvad er et sporfossil? Kort sagt: "sedimentstrukturer opstået som resultat af organismers aktivitet". Men undtagelserne er så mange, at det er bedre at give eksempler på hvad der er - og ikke er - sporfossiler. Lad os starte med et dyr af en art, vi alle kender godt: Homo sapiens (figur 2). Dets livsaktiviteter producerer en række objekter, som har en vis chance for at blive bevaret fossilt.



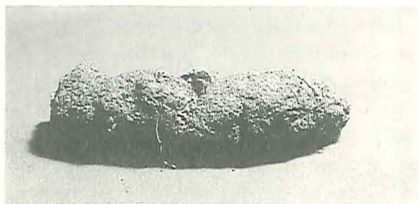
Figur 2. Homo sapiens

- a: selvportræt af arten fra en dansk helleristning
- b: kropfossil
- c: en koprolit
- d: en dolk
- e: et fodspor



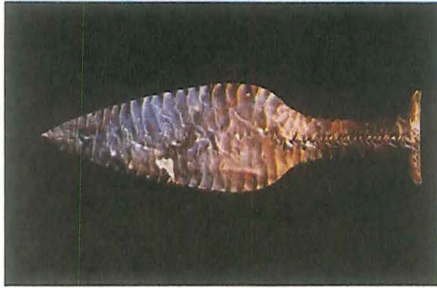
Figur 2b. kropfossil

For det første danner Homo ved organiske processer knogler, og de kan forstenes enten som et helt skelet eller som mere end 200 adskilte knogler og tænder eller som utallige benstumper. De kan blive bevaret uforandrede, eller skeletmaterialet kan blive erstattet af andre mineraler, eller skelettet kan blive opløst og danne et hulrum i sedimentet. Dette hulrum kan senere blive udfyldt med andet materiale, der ved en efterfølgende hærkning giver en naturlig afstøbning af det oprindelige skelet. Alle disse former for forsteninger kaldes "kropfossiler", og det er de "rigtige" forsteninger, som palæontologen normalt beskæftiger sig med.



Figur 2c. en koprolit

Gennem hele deres forbrugertilværelse laver dyr ekskrementer. En enkelt lort - bevaret fossilt - kaldes en koprolit - og klassificeres - som tegn på livsaktivitet - som et sporfossil. Mange dyr æder sediment (havbunden, søbunden, jord) og deres koproliter kan være meget fint bevaret. Men selv ikke helt forstenede koproliter af Homo sapiens er blevet beskrevet, for eksempel af Troels Smith, som på grundlag af de indeholdte jordbær- og hindbærkerner kunne bestemme på hvilken årstid en bestemt boplads blev benyttet. Koproliter fortæller os i stor detalje, hvad dyret åd og - i de fleste tilfælde - hvor. Kun få koproliter har dog en så karakteristisk form, at man kan sige hvilken dyreart de tilhører.



Figur 2d. Hindgavldolken gengivet med tilladelse fra Nationalmuseet.



Figur 2e. et fodspor

Homo sapiens er et af de få dyr, der laver redskaber. Den dejlige danske dolk i figur 2d er lavet af et stykke naturligt flint. Flinten er udgangsmaterialet, men dolkens flotte form og detaljerne i flækningen er spor efter håndværkerens kunst - de er sporfossiler.

Hver gang vores mand løber, går, kryber eller sidder på et passende underlag (blødt sand), laver han spor - fodspor, håndspor, røvspor - som varierer med hans adfærd. Disse sedimentstrukturer, efter et dyrs bevægelser, udgør i fossil tilstand de mest typiske sporfossiler og afspejler en af sporfossilernes mere poetiske definitioner "fossile adfærdsmønstre". Og igen - og det er karakteristisk for sporfossiler - fortæller de os en masse om hvordan, hvorfor og hvor dyret bevægede sig. Men i de fleste tilfælde lader sporene os i tvivl om, hvad det var for en dyreart, der lavede dem. For eksempel, når et uventet og voldsomt vulkanudbrud begraver og brænder en by, plejer fodsporene, bevarede i det vulkanske støv, at pege bort fra farens kilde og give indtrykket af løbende - ikke gående - fødder. Men om det var fødder af mænd eller kvinder eller begge dele ved vi ikke.

I tilfældet afbildet i figur 2e, kan man tolke noget om mandens anatomi og adfærd. Sporet antyder et usædvanligt antal tæer. Men det er klart, at manden ikke løb eller gik hurtigt. Han stod bare. Er det ikke også sandsynligt, at han skiftede stilling, medens han stod der? Skiftede een tås afstand og plantede foden ned igen og lavede et sammensat spor? Han havde måske kun fem tæer - eller fire? Havde vi haft skelettet i stedet for, kunne vi tælle tæerne, men da kunne vi ikke være helt klar over, om de blev brugt og hvordan. Vi kan således få helt forskellige informationer fra kropsfossiler og deres spor.

Flere eksempler følger i et senere nummer af Varv.

R. Granville Brander



NÆSEHORN

Sidste år var lektor Johannes Hjort på udflygt med en gymnasieklasse fra Kolding til en grusgrav ved Seest. Som i så mange andre grusgrave lå der her store bunker af sten. På lang afstand så man, at en af stenene adskilte sig fra de andre. Det viste sig, at den var et stykke af en stor knogle. Den var slidt og afrundet ligesom de "rigtige sten". Den blev fotograferet og bjerget.

En mistanke om dens oprindelse blev bekræftet ved indsendelse til Zoologisk Museum i København. Her svarede præparator Ulrik Møhl, at der var tale om et stykke af højre spoleben (fra et forben) af et udvokset næsehorn. Det er sandsynligt, at dyret har tilhørt arten "Det Merck'ske næsehorn", der var ret varmekrævende.

Efter al sandsynlighed levede dyret i sidste mellemistid. Knoglen er så under sidste istid blevet rodet frem og taget med af en af de skandinaviske gletschere, der fragtede den frem mod findstedet. Den sidste del af rejsen foretog den som rullende og hoppende sten på bunden af en rivende smeltevand selv. Hvor elven omsider tabte kraft, aflejredes den slidte, ødelagte knogle i det, som nu hedder Seest.

I grusgravene ved Seest er der også tidligere fundet rester af store mellemistids pattedyr, også af næsehorn. Man kan derfor vente sig endnu flere fund i fremtiden, så alle besøgende bør have øjnene åbne.

S.F.

Tom Fenchel: Almen økologi. Akademisk Forlag 1972. 211 sider. Pris: 58 kr.

Ord som økologi og økosystemer dukker stedse hyppigere op i miljø- og forureningsdebatten, og desværre må man konstatere, at mange udtalelser er følelsesladede og ikke baseret på et dybere kendskab til økologi. Man må håbe, at Fenchels bog kan afhjælpe en del af dette savn - men når det er sagt må også tilføjes, at bogen er skrevet som lærebog på universitetsniveau, og at det matematiske islæt givetvis vil gøre betydelige dele af bogen utilgængelig for flertallet af VARV's læsere. Økologi beskriver egenskaber hos naturlige plante- eller dyresamfund og deres indbyrdes relationer, og overvejelser over begrænsende faktorer i konkurrerende, populationsvækst, fødekæder med mere belyses ved matematisk behandlede modeller, som for en dels vedkommende kan eftervises i naturen eller i laboratorieforsøg. For det meste er eksemplerne taget fra nutiden, og fortiden, som må være af særlig betydning for geologiinteresserede, er kun berørt i mindre omfang.

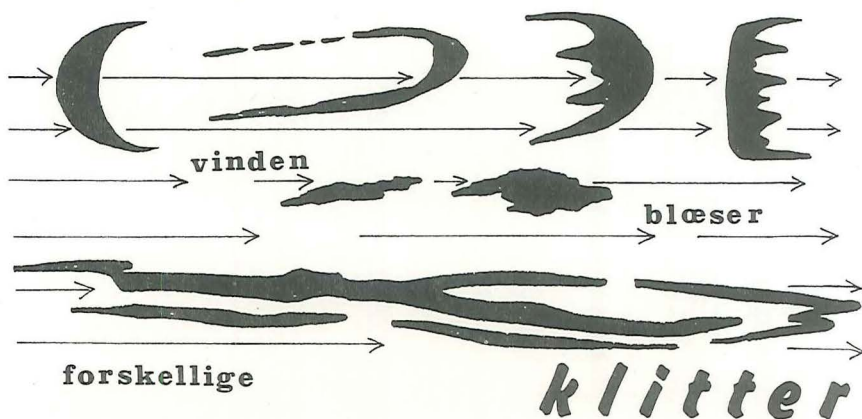
Tage Nilsson: Pleistocen. Esselte Studium (Scandinavian University Books) 1972. 508 sider. Pris indbundet cirka 53 svenske kroner.

Undertitlen - Den geologiska och biologiska utvecklingen under istidsåldern siger klart, at bogen omhandler istiden med mellemliggende varmeperioder, hvorimod udviklingen i postglaciertid efter isens endelige bortsmeltning ikke får nogen speciel omtale. Nilsson gør i forordet opmærksom på, at bogen er skrevet med henblik på universitetsundervisning, men at en bredere læserskare skulle kunne læse den med udbytte uden alt for stort besvær. Anmelderen er af samme mening, og hertil hjælper at teksten er forfattet på et flydende, letlæseligt svensk, og mange illustrationer lyser op i teksten.

Vi betragter almindeligvis istiden som et rent "skandinavisk anliggende", og det er derfor rart at se en bog, som omtaler istiden ikke alene i Europa, men også Asien, Afrika, Nordamerika, Sydamerika, Australien, Oceanien, Antarktis og i verdenshavene. Den geologiske udvikling, afspejlet i klimabetingede isfremstød og tilbagesmeltning, står ikke alene, men ledsages af en fyldig omtale af pattedyrfaunaerne (herunder også fortidsmenneskene).

Hovedvægten er lagt på en skildring af rækkefølgen i begivenheder i de enkelte områder, og følgelig har aldersbestemmelsesmetoder og den tidsmæssige placering af dannelserne fået en fremtrædende plads. Derimod kan man savne en detaljeret omtale af den dynamiske side af istidsgeologien - såsom periglaciale fænomener, det mekaniske grundlag for glaciale forstyrrelser af lagserierne og så videre. Bogen kan først og fremmest anbefales som opslagsværk (fyldigt register). Kender De forresten oprindelsen til udtrykkene Günz, Mindel, Riss og Würm, som herhjemme tidligere var betegnelsen på de fire istider ?

V.P.

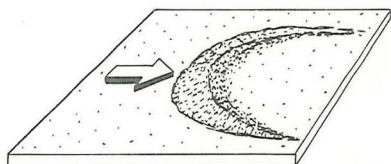


Forskellige typer klitter set fra oven. Pilene angiver vindretningen.

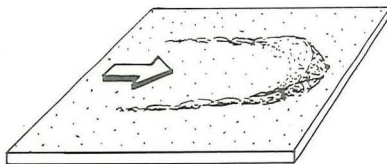
Vinden som geologisk kraft har ikke i Varv været ofret samme opmærksomhed som vandet og isen. Det til trods for at vi alle i langt højere grad til daglig mærker vinden. I nogle områder findes der helt overvældende vidnesbyrd om vindens geologiske aktivitet - det gælder de arktiske ørkner, som for eksempel Peary Land, og de varme ørkner som Sahara og Saudi Arabiens Reb al Khali. Også ved den jyske vestkyst - som nævnt andetsteds i dette nummer - er vindgeologien iøjnespringende.

Alle har sikkert i en storm følt sandkornene piske mod ansigtet. Det er de mindste partikler, der således direkte flyver i luften. Større partikler hopper hen over overfladen og endnu større ruller. Alt efter vindhastighed og terrænejvnheder dannes forskellige former for sanddriver og klitter. Hvilket materiale, vinden kan få fat i og i hvor rigelige mængder, der er af det, spiller også en rolle.

På fuldstændig fladt terræn, hvor vindhastigheden kan være meget konstant og uden hvirvelstrømme, vil det materiale som vinden transporterer være sand af meget ens kornstørrelse. Også de klitstrukturer, der dannes sådanne steder, er meget regelmæssige - perfekte halvmåneformede sanddriver, de såkaldte barkaner. Klittens hulhed vender her bort fra vinden. I vindsiden hælder skråningen $5-10^\circ$, mens den i læsiden, hvor sandkornene triller ned, hælder cirka 35° . Som andre klitter vandrer barkaner - i visse ørkenegne med hastigheder på op til en kilometer om året og de kan blive op mod et halvt hundrede meter høje.



Barkan.



Parabelklit.



Barkaner i den sydlige del af Qatarhalvøen i Den Persiske Golf. De er cirka 10 meter høje. Barkanerne bevæger sig hen over nogle kørespor i den helt flade stenørken. Den hvide overflade er en saltskorpe på en saltsump.

Der findes også klitter af mange andre former, og de dannes alle, hvor vindens ensformige pres af en eller anden grund brydes, således at en hvirveeffekt opstår. Parabelklitter, der er den almindeligste form ved den jyske vestkyst, vender modsat barkanerne med "benene" mod vinden. En parabelklit kan blive op til en snes meter høj, og dens ben kilometerlange. I ørkenegne som for eksempel Sahara ligger sanddrifter parallelt med vindretningen over snesevis af kilometre og i op over 100 meters højde.

Vindens geologiske virksomhed har store samfundsmæssige konsekvenser. Ørkenboeren flytter sit telt, når sandmasserne truer, men herhjemme har adskillige gårde og landsbyer måttet rømmes efterhånden som klitterne er blæst hen over dem. Skagens tilsandede kirke og klitvæsenets omfattende tilplantninger viser alvoren. Inde i landet er jordfygningen et frygtet fænomen, hvor afblæsningen af muldlagets mere værdifulde bestanddele hvert år koster landbruget millioner.

E. B.



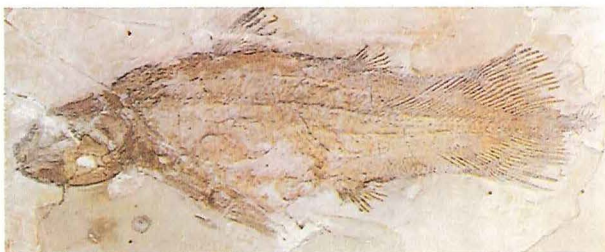
DEN BLÅ FISK

ET LEVENDE FOSSIL

af S.E.Bendix-Almgreen



Latimeria. Her i den kgl. porcelænsfabriks pragtfuldt, men overdrevet, blå model.



Undina fra slutningen af Juratiden.

Der var engang Eventyrets klassiske indledningsord passer godt for nærværende tema, der for palæontologien i mangt og meget er som de gamle lykkefortællingers opfyldelse af drømme.

"Engang" kan imidlertid her konkretiseres til året 1822, da verden for første gang stiftede nærmere bekendtskab med en af coelacanthiderne, den fiskegruppe, som den blå fisk, Latimeria, tilhører. Den engelske læge Gideon Mantell beskrev, som den første, fossile eksemplarer af coelacanthider fra Englands kridttidslag. Det var iøvrigt også Mantell, som "opdagede" dinosaurierne, men den historie skal fortælles en anden gang.

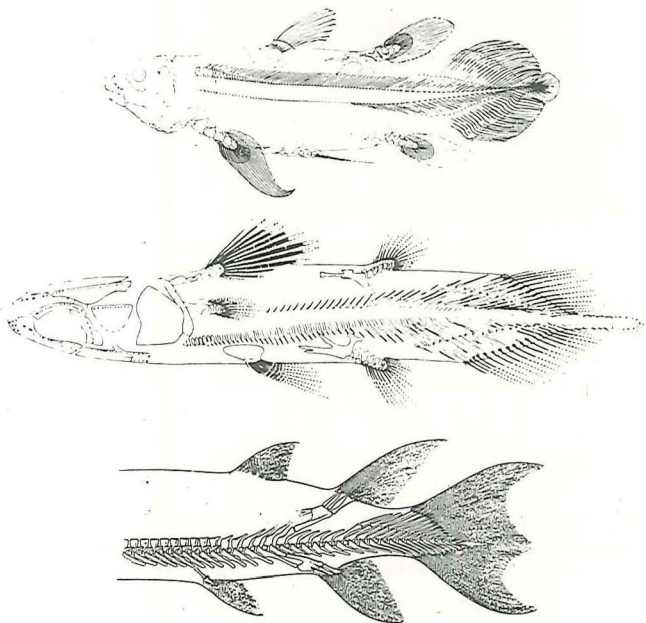
Gennem 116 år anså skiftende generationer af palæontologer coelacanthiderne for uddøde. Alligevel havde man fået en ret så detaljeret viden om disse fisks struktur. Undersøgelserne af de mange, ofte særdeles velbevarede fund, gjorde, at man i 1930'erne havde indsigt i skelettets strukturelle detaljer, og vigtige bløddels karaktertræk, for eksempel hjernens, var også i nogen grad kendt.

Gruppen var gennem fossilfundene sporet tilbage til Devontiden. Øjensynligt havde det gennem lange tider været en fiskegruppe med næsten verdensomspændende udbredelse, og den spillede en vis rolle frem til slutningen af Kridttiden. Ingen fossil coelacanthid kendes fra Tertiærtiden.

Da gjorde en lyslevende coelacanthid - Latimeria - sin entre på verdensscenen. Det skete ved juletid 1938. Palæontologerne fik med dette "levende fossil" en enestående chance til "krydsrevision" af deres undersøgelsesmetoders og resultatets pålidelighed, da det i slutningen af 1940'erne lykkedes at finde Latimeria's egentlige tilholdssted, kystfarvandede ved Comor Øerne. Men samtidig: hvilken udfordring var det ikke, denne eventyrlige opfyldelse af enhver palæontologs drøm.

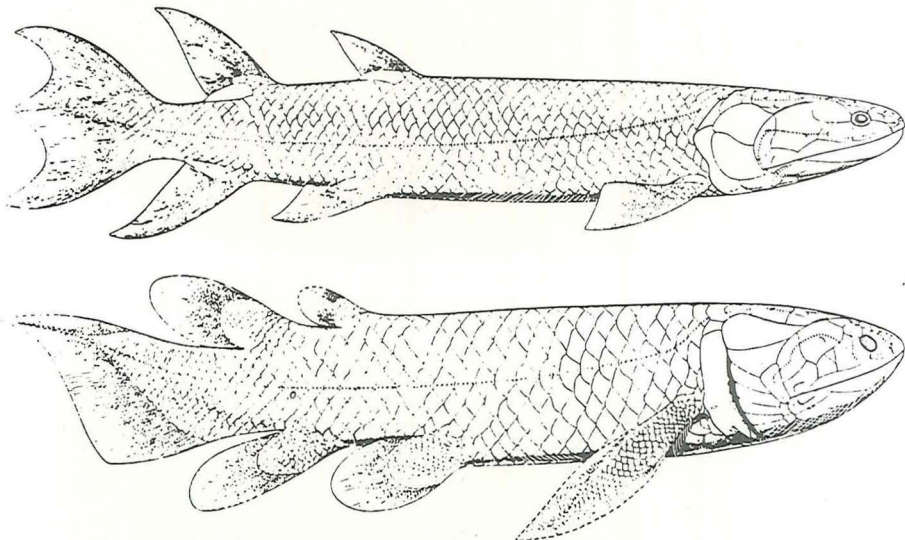
Man kunne nu dissekere, hvor man tidligere møjsommeligt måtte præparere stenmasse bort. Det viste sig, at i alt væsentligt holdt palæontologernes tydingen stik. Alene dette var et resultat af enorm betydning.

Indtil nu er der fanget over 70 eksemplarer af Latimeria. Mange er, som det på vort Zoologiske Museum, udstillet til glæde for enhver. Alle eksemplarer med undtagelse af det sidst fangne har været døde, når de nåede forskerne.



Latimeria (øverst) og Laugia (i midten). Små 200 millioner år udgør aldersforskellen. Bemærk skelettet i rygfinne nr. 2 og gatfinnen og sammenlign med skeletbilledet af Eusthenopteron (nederst).

I marts 1972 havde en britisk-fransk-amerikansk ekspedition held til at iagttage og filme en levende *Latimeria*. En af de nyheder, som filmen afslører, føler jeg mig fristet til at omtale her: *Latimerias* bevægelsesmåde. Ved langsom fremadsvømning benytter dyret sig ikke af sin kraftige halefinne, men af rygfinne nummer 2 og gatfinnen, der begge er veludviklede og "skaftede". De to finner bevæges synkront fra side til side. Den enkelte finnes bevægelse kan bedst sammenlignes med den, som årebladet foretager, når en båd "vrikkes" frem. Halefinnen er givetvis ikke overflødig. Det afslører dens størrelse og form, men anvendelsen indskrænkes vel til hurtigsvømning og til overraskende aggression mod byttedyr eller fjender.



Eusthenopteron (øverst) og *Holoptychius*, to kvastfinnede fra Devontid. Fra disse fiskegrupper udvikledes de højere hvirveldyr.

Forholdet med finnernes bevægelsesmåde ved langsomsvømning er tankevækkende. Det kaster lys over "brugsnyttens" af de pågældende finners særlige indre skelet. Et lignende skeletmønster er tilstede i rygfinne nummer 2 og gatfinnen hos de øvrige grupper af kvastfinnede fisk, nemlig dem hvorfra de højere hvirveldyr (padder, krybdyr og så videre) nedstammer. Det er derfor ikke umuligt, at disse vore "fiske-forfædre", når de i Devontiden var ude på en ren fornøjelsestur, økonomiserede med finnearbejdet på samme vis som *Latimeria*. Hvis det er rigtigt, kan man måske vove den påstand, at magelighed er en arv, som stammer helt tilbage til fiskestadiet.



Laugia og andre coelacanthider er almindelige i Østgrønlands havaflejringer fra Triastid. Deres slægtskab med Latimeria (den Blå Fisk) er utvivlsomt.



Disse havaflejringer fra Trias danner mange steder i Østgrønlands fjelde markante former som for eksempel i egnen omkring Godthaab Gulf (figuren), hvor man i 1929 fandt de første coelacanthider fra Triastiden i Grønland. Blandt de talrige velbevarede rester af gamle havdyr her er også hvirvelløse dyr, strålefinnede fisk og hajer samt noget så sjældent som havgående urpadder.

Svend E. Bludvig - Aftenavisen