

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1975

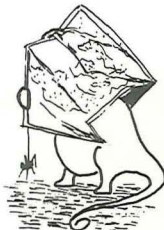


NEJ, DE KRADSE FARVER ER RIGTIGE NOK - SÅDAN SER OMGIVELSERNE AF EN VARM SALTMÆTTET KILDE UD I AFAR ØRKENEN I ÆTIOPIEN. ERITREA ER IKKE ALENE ET POLITISK UROLIGT, MEN OGSÅ ET GEOLOGISK AKTIVT OMRÅDE, SOM PÅ VIGTIGE PUNKTER UNDERSTØTTER DE NYERE TANKER OM KONTINENTDRIFT OG DANNELSE AF NYE OCEANER. DEN GEOLOGISKE AKTIVITET RESULTERER I EN HØJ JORDVARME, SOM EVENTUEL T KAN BENYTTES SOM ENERGIKILDE - DET HØRER FREMTIDEN TIL. TIL GENGÆLD GÅR VARV DENNE GANG OGSÅ TILBAGE I HISTORIEN OG FORTÆLLER I 2 ARTIKLER OM KENSINGTONSTENEN OG MINEDRIFT I MIDDELALDEREN. ENDELIG PRÆSENTERES EN MUSEUMSNYHED - OG DENS BAGGRUND.

NYHED

Fra forskellig side har der været stor interesse for Henning Sørensens artikelserie om energiråstoffer, og Varv har nu samlet de 52 sider i et energihæfte i særligt omslag. Hæftet, frit sendt, koster 15 kr (giro 68880 - mærk talonen "energi". Til undervisningsbrug kan hæftet leveres med rabat - 25 stk eller derover med 25 %.

Gemt - men ikke glemt. Kortet over Danmarks undergrund er nu færdigt. Det blev nødvendigt at bruge en dyrere tryk-
keteknik end forudset. Alligevel vil Varv fastholde prisen på 50 kr (frit tilsendt). Oplaget er øget, og er man interesseret kan nytilkomne få kortet ved at indsende beløbet på giro (mærk talonen "undergrundskort").



GEOFYSIKERE & GEOLOGER

Den geologiske videnskab trækker på mange datakilder, således vil mange geofysiske tolkninger være modeller baseret på geologisk viden fra borer og etc. - omvendt kan geologerne arbejde videre med de geofysiske data. Artiklen i sidste nummer om undergrunden ved Vejrum er et eksempel på et sådant samarbejde. Tolkningen af det seismiske profil (figur 1) skyldes geofysikeren J.C.Baartman (Danmarks Geologiske Undersøgelse), mens den videre "oversættelse" (figur 2-7) til et egentligt geologisk profil - med sande formationstykkelser og hældninger - skyldes artiklens forfatter geologen Ivan Madirazza.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. (tlf. (01) 135001).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, Finn Surlyk.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 24.00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880.

VARV's plakater (10 kr), postkort i farver (8 for 7 kr), ekskursionsførere (Bornholm 20 kr, Stevns-Fakse-Møn 20 kr) og samlekasetter (til 6 årgange 10 kr) fås ved at indsende beløbet på postgiro 68880.

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

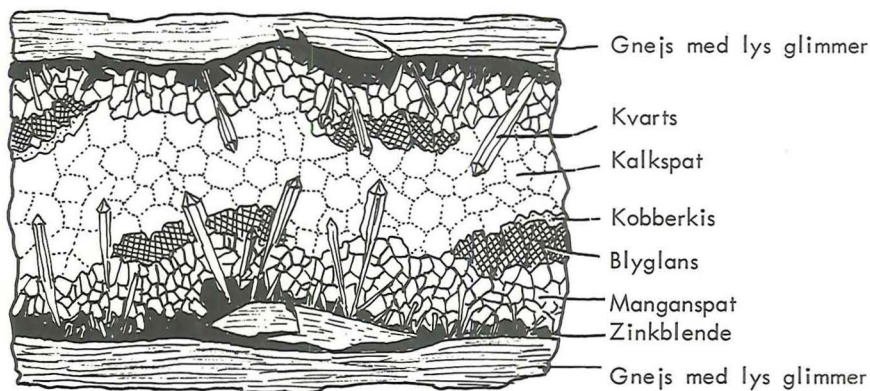
© 1975 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

MINEDRIFT I GAMLE DAGE

af Leif Carsrud

Landskabet Sachsen - i det nuværende Østtyskland - har meget længe været kendt for sine rige malmbforekomster. Bjergkæden, der danner grænsen til TjECKOSLOVAKIET, hedder Erzgebirge (malmbjerge), hvilket antyder malmrighed. På latin hedder bjergene iøvrigt Monte metallicus.

Bjergarterne dannedes i Karbontiden i forbindelse med den såkaldte variskiske bjergkædefoldning. I en sen fase trængte hydrotermale opløsninger frem gennem sprækker og hulrum, som derved udfyldtes med malmineraler. Opløsningerne indeholdt forskellige metaljoner og kemiske forbindelser, og mineralerne afsattes med en vis regelmæssighed, som også findes i tilsvarende dannelser i andre områder. Ved relativt høj temperatur og højt tryk afsattes blandt andet svovlkis og arsenkis, ved noget lavere temperatur og tryk udskiltes mere værdifulde mineraler som kobberkis, zinkblende og blyglans. Nærmest jordoverfladen afsattes sulfider af antimon, kobolt og nikkel og her kan sølv og vismut optræde gedigent.



Tværsnit gennem en malmgang, Himmelsfürst-Fundgruben ved Brand, Erzgebirge. Sidestenen er sericitiseret gnejs. I gangen er kvarts ældst, derefter følger zinkblende, manganspat, blyglans, kobberkis og kalkspat. Efter W. Maucher.

De malmdannende opløsninger antages at stamme fra et granitisk magma. Selv om man har boret til over 1800 m's dybde, har man ikke truffet den formodede Freibergsgranit, men dens eksistens synes godtgjort ved geofysiske målinger.

Allerede i 1168 fandt man sølv malm i nærheden af det nuværende Freiberg. Ifølge traditionen var det handelsmænd, der kørte med hestevogne lastet med salt, som så gedigent sølv blinke i vejens hjulspor. De rigeste forekomster af sølv lå meget nær jordoverfladen. Da malmen optræder koncentreret i gange, krævede den første brydning kun lidt udstyr. Man taler om "Rucksackbergbau". Hvis en bonde havde pengebehov, tog han en sæk på ryggen, gik ud på sine marker og gravede lidt malm op. Da man har fundet over 1300 forskellige malmgange i Freibergs grubedistrikt, må der have været rige muligheder.

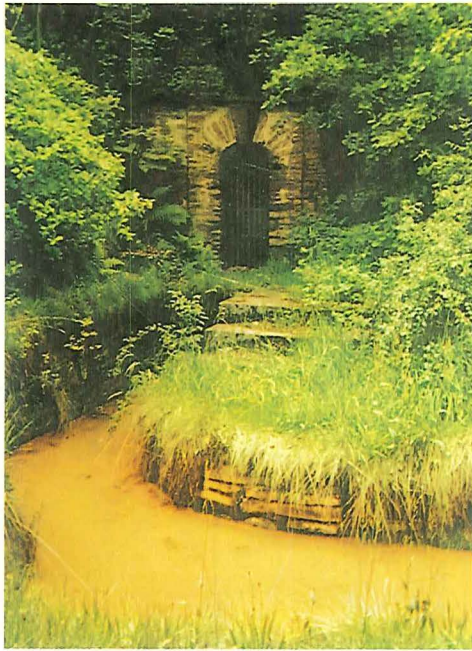
Denne lette form for bjergværksdrift kan næppe have foregået i længere tid, for så snart man kommer ned under grundvandsoverfladen opstår der besværligheder med at holde gruberne tørre. I begyndelsen fjernede man vandet i spande, men senere byggedes hestedrevne pumpeværker.

Efterhånden blev arbejdsfordelingen dog mere udpræget. Grubedriften krævede store investeringer, så konger, herremænd og kapitalstærke købmænd overtog gruberne og ansatte lønnede grubearbejdere, bjergmænd. Da bønder og bjergmændene udgjorde to meget forskellige erhvervsgrupper, opstod der ofte konflikter, der var vanskelige at løse. Bjergmændene måtte kæmpe mod vandfyldte skakter og minegange, mens bønderne klagede over at vandet forsvandt fra deres brønde og at deres vandløb blev bortledet.

Måske havde man talemåden "at drive fanden ud med Belzebub" i tankerne, da man fandt løsningen på problemet med at lede vandet bort fra gruberne. Byen Freiberg ligger cirka 60 meter over det nuværende vandløb Mulde. Ved at grave en stolle (en horisontal tunnel) fra Mulde til gruberne, fik man disse afvandede til flodens niveau. Det vand, der løb ned gennem mineskikten og videre gennem minegangene, udnyttedes til vandmøller, som drev hejseværker, spil og pumper med sindrige kraftoverføringssystemer. Dette og meget andet af middelalderens grubeteknik er beskrevet af Georgius Agricola (1494-1555), der virkede som grubelæge i Joachimsthal i Erzgebirge.

Under længere tørkeperioder løb der mindre vand ned i gruberne til vandmøllerne, og gruberne fyldtes da med indsvivende grundvand - et lille paradox. For at sikre en jævn tilgang af vand til vandhjulene byggede man derfor en mængde dæmninger og reservoirer. Alle nærliggende vandløb udnyttedes, og man gravede lange og vel planlagte kanaler for at spare så meget som muligt på vandets faldhøjde, før det skulle udnyttes i vandmøllerne.

Det var en meget vigtig opgave at vedligeholde vandkanalerne. De blev overdækket, for at vandplanter ikke skulle få tilstrækkeligt lys til at kunne trives og med sine blade bremse vandets hastighed. Man måtte ikke plante træer, da man frygtede røddernes lange forgreninger. Det var strengt forbudt at hente vand fra kanalerne og kanalopsynsmændene så med ublide øjne på dem, der skyllede vasketøj i kanalens vand.



Vandet fra minegangene er helt grumset af jernforbindelser. Foto: Carsrud.



Denne kanal, "Rösche" var før dækket af brædder for at hindre sollyset i at nå planterne. Foto: Leif Carsrud.

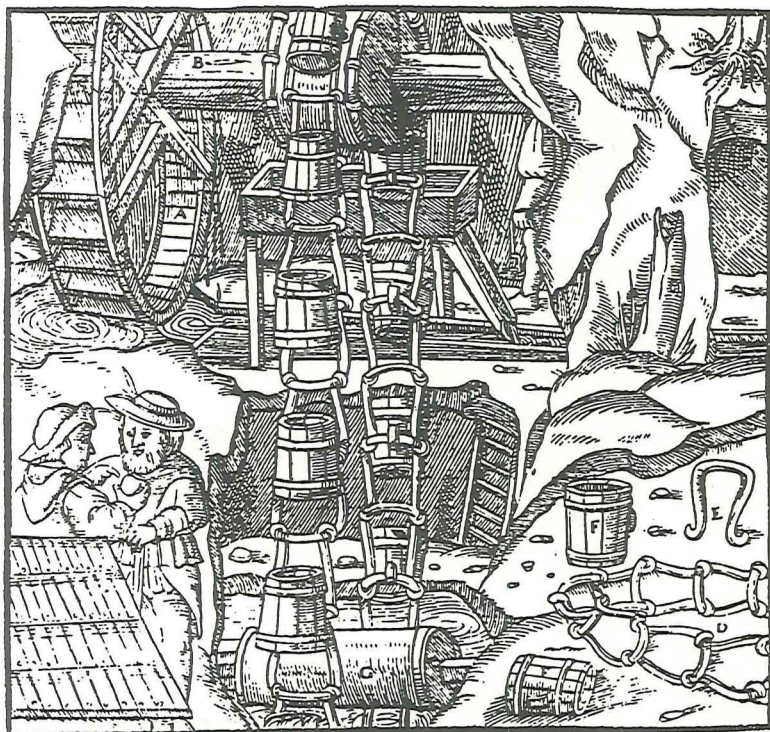


Illustration fra "De re metallica" af Agricola. Et vandhjul driver et øseværk, der tømmer vandet fra en kanal i stollens niveau.

Skakterne gjordes dybere og dybere, men trods meget besvær med at lede store vandmængder frem, forslog kraften fra de vanddrevne værker ikke. I midten af 1800-tallet lavede man derfor en lang gang fra Freibergs grubeområde til floden Triebitsch, som udmunder i Elben. Tunnelen er så bred, at den årlige inspektionsrunde kan foretages med båd, og den ligger cirka 100 meter under floden Mulde, hvorfor man fik betydelig større faldhøjde til alle vandmøllerne. Dette underjordiske dræningssystem har med alle forgreninger en sammenlagt længde på 50 km og er et af verdens mest omfattende.

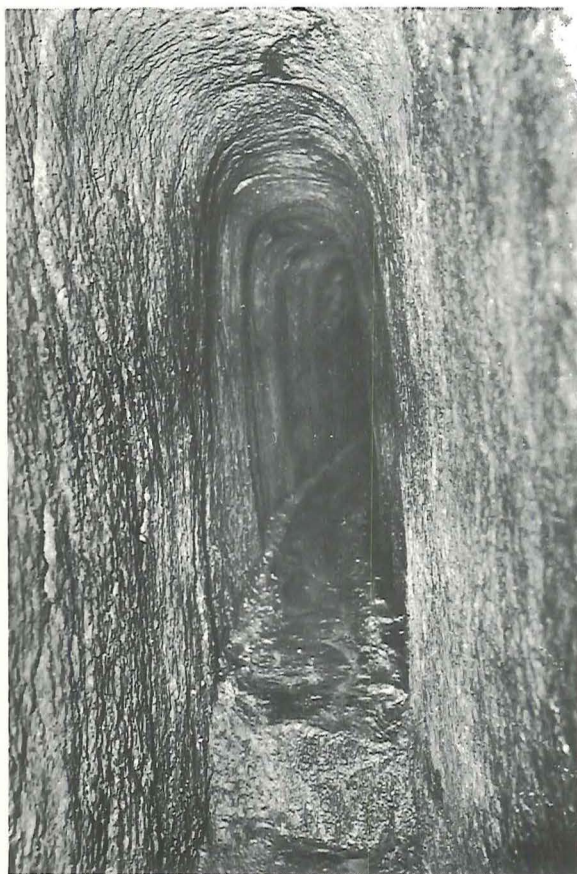
Denne storslædede indsats fik dog ikke den betydning man havde ventet på grund af dampmaskinens øgede anvendelse. Den store faldhøjde udnyttedes efter bjergværkets lukning i 1913 til at drive et el-værk, som fungerede indtil for et par år siden.

Det vand, der stadig i rigelig mængde strømmer ud fra de forskellige stollers udmundinger har så stort et indhold af opløste metaljoner, at det er lidet anvendeligt. Det er ofte helt grumset af jernforbindelser.

I mange hundrede år blev bjergværket drevet efter enkle metoder. Malmen blev brudt, stykke for stykke, med "Schlägel und Eisen", det vil sige en tung hammer og en kile på skaft. Disse to stykker værktøj har siden tit været brugt som symboler for den geologiske videnskab.



At gøre fjeldet mere let bearbejdeligt ved skiftevis at ophede og afkøle det kunne sjældent gøres. Grubegangene var for smalle til at skaffe tilstrækkelig luft til at holde bålild brændende, og malmen i fjeldet afgav "ubehagelige dunster", når sulfiderne i varmen oxideredes til svovldioxid, en stinkende gas.

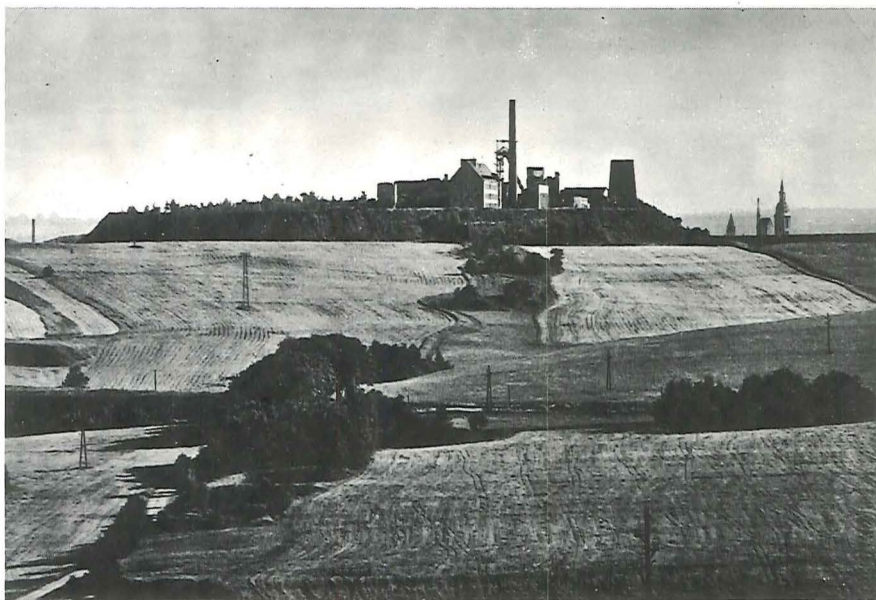


På grund af det slidssomme arbejde kunne det i middelalderen tage måneder at drive en gang én meter længere frem - gjorde man ikke gangene større end absolut nødvendigt. Det var derfor en fordel, hvis grubearbejderne var små af vækst som de 7 små grubearbejdere i det tyske folkesagn om snehvide og de syv dværge.

I 1643 begyndte man at sprænge med sortkrudt og først da kunne man tillade sig den "luksus" at arbejde i bredere gange.

Malmen rensedes og sorteret ved selve optagningsskakten. Ældre overfladenære malmgange markeredes derfor sædvanligvis af en række affaldsdynger, som om en kæmpemuldvare havde været på spil. Ved større skakter står hejseværket og andre bygninger ofte på et "muldvarpeskud", som er 5-10 meter højt, flere hundrede meter i diameter og med stejle sider.

Billedet viser en møjsommelig udhugget gang, som ikke er bredere end at en fuldvoksen mand må gå sidelæns. Foto: Bartsch.



Det sidste "muldvarpskud" er også blevet det største. Foto: B. Kuschel.

Nu om dage udnyttes materialet i nogle varphøje til vejbygning og lignende anlægsarbejder. Stenmaterialet er ikke ideelt hertil, men det er let tilgængeligt og er allerede knust.

Når malmgangen var brudt færdig, blev gange og skakter igen fyldt op med brudt fjeld og affald for at undgå sammenstyrtning og ulykker. I nogle tilfælde er der blevet fusket med dette arbejde. For at slippe for det besværlige arbejde med at fylde en måske 100 meter dyb skakt har man tømret et fast gulv 10-20 meter under jordoverfladen og derefter fyldt den øverste del af skakten. Når gulvet i århundredernes løb rådnete gav det en skønne dag pludselig efter og et skrækindjagende hul opstod på et sted, hvor syndernes efterkommere slet ikke ventede det. Da de, der fuskede og syndede normalt ikke har omtalt deres "arbejdsbesparende foranstaltninger", indebærer alle gamle skaktåbninger en indstyrtningrisiko. Bjerggrunden under Freiberg er hullet som en ost og store summer må hvert år afsættes til sikker opfyldning af skakter og overfladenære gange.

Malmen transporteres efter rensningen ned til knuseværkerne ved Mulde. Disse blev drevet med vandkraft ofte med det vand, der kom fra afvandingsstunnelerne. I knuseværket knustes malmen til grus- og sandstørrelse, og dette materiale vaskedes senere på "vaskebrætter" for at skille malmmineralerne fra gråbjerg. Det ikke malmholdige materiale kastedes bort i bunker, der for den, der ikke ved bedre kan ligne forsømte grusgrave.



Knuseværk efter Agricola.

Malmen blev videre forarbejdet i riste- og smelteovne. De store mængder træ, der brugtes som brændsel, blev flådet ned ad floden Mulde. Forureningen af knuseværkerne og smelteovnene forgiftede flodens vand og en gang i midten af 1800-tallet, drog den sidste fisk et dybt suk og flød videre med bugen i vejret. Slaggerne fra ovnene blev tippet af på høje, som efterhånden fik anselige dimensioner.

Da det var sulfidmalme, der behandlede, blev store mængder giftige gasser for eksempel svovloxid og fluorbrinte frigivet ved ristningen. Dalen, hvor anlæggene ligger, er ganske smal og dyb, og ved uheldigt vejrlig dannedes et inversionslag (springlag), som hindrede røgen i at stige op, og den lå da som en kvælende tåge, der langsomt gled ned gennem dalen. Den oprindelig frugtbare jord i dalen blev derfor så stærkt forurenet, at kun birk, lyng og anden sparsom vegetation kunne klare sig. Sted-

vis blev dalsiderne endda helt vegetationsfri. Geokemiske analyser af jorden viser fortsat stærkt forhøjet indhold af blandt andet fluor, arsenik, zink, bly og naturligvis svovl. I slutningen af 1800-tallet byggede man en 140 meter høj skorsten for at lede de giftige gasser op i højere luftlag. Senere er endnu højere skorstene blevet bygget, og forureningen er nu nærmest et internationalt problem.

Som følge af bjergværksdriften blev Freiberg en rig stad og mange konger og krigsherrer kastede sine griske øjne på den. Byen befæstedes derfor med stor grundighed. Murene og forsvarsanlæggene byggedes af de lettilgængelige sten fra gruberne. Visse partier af de endnu tilbageværende mure er kraftigt forvitrede, hvilket skyldes, at de anvendte sten ikke har været helt friske men hydrotermalt påvirkede af malmopløsningerne.

De tilbagestående befæstningsanlæg er imponerende. En del damme, som udnyttedes til grubernes vandforsyning, indgik i voldgravsanlægget uden for bymuren.

Da den svenske overgeneral Lennart Torstensson under trediveårskrigen i januar 1643 belejrede byen var dammene tilfrosne, men forsvaret var vel organiseret. Forsvarerne udnyttede de mange snoede grubegange til pludselige udfald og til undermineringer. Torstensson måtte til slut opgive belejringen.

1765 grundlagdes verdens første højere læreanstalt for bjergværk og bjergværksdrift, "Bergakademie Freiberg". En stor mængde videnskabsmænd har virket her. Den mest berømte er givetvis Abraham Gottlob Werner, (1747-1817) ærkeneptunisten. Han anså alle bjergene for at være afsatte i vand - vulkaner fandtes bare ikke. Werner var ikke vidtberejst, men han kendte bjerggrunden omkring Freiberg godt og hans teorier passede også meget godt til forholdene i hans hjemegn. Freiberg-gnejsen er en paragnejs, det vil sige, dannet ud fra vandaflejrende sedimente, og til og med malmineralerne kunne jo også tolkes som udkrystalliserede af cirkulerende grundvand i sprækker.

Freiberg malmenes værdi aftager mod dybet. Selv om store mængder metaller endnu findes tilbage, er koncentrationen alt for lille til en rentabel brydning, og bjergværket er derfor nu nedlagt. I byens højovne bearbejdes idag importerede råmalme.

Denne artikel viser, at bjergværksdrift ikke alene medfører at bjergene bliver gennemboret og udhulede. Store bunker af ikke malmholdigt materiale og slagter hobes op, vandløbene får ændrede løb, damme og kanaler bygges, der sker skred i affaldsbunkerne, og der sker indstyrtninger og sætninger over gamle skakter og gange. Det geokemiske kredsløb forstyrres. Mennesket er selv en geologisk agent.

Leif Carstedt

OCEANBUND PÅ LAND

af Erling Bondesen.

En af de væsentligste videnskabelige landvindinger indenfor geologien i 60'erne er utvivlsomt pladetektonikmodellen. Denne bekræftede og efterhånden udbyggede teori revolutionerede i virkeligheden geologien og geologisk tankegang. Jordskorpen - oceanbunden og kontinenterne - opfattes her som opbygget af et antal stive plader.

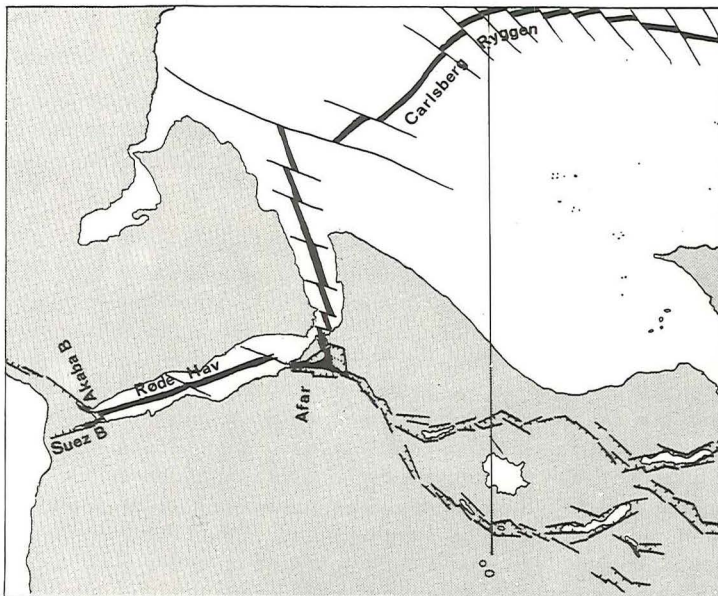
Hvor pladerne støder sammen foregår de store geologiske processer. Dette giver sig udslag i jordskælv, vulkanisme og bjergkædedannelse, der igen styrer udviklingen af større aflejringsbassiner og malmmineraliseringer. På en måde er pladetektonikmodellen grundlaget for vores geografiske verdensbillede og også for den dybere forståelse af råstoffernes fordeling.

Langs nogle pladekanter nydannes oceanbund gennem tilførsel af vulkansk materiale fra den dybereliggende jordkappe. Dette foregår for eksempel langs de midtoceaniske rygge, hvor det stadig tilførte materiale udvider oceanbunden, der således spreder sig på begge sider af ryggen. Langs andre pladerande forsvinder skorpe, idet oceanbunden i de oceaniske dybgrave skydes ned i jordkappen og forsvinder ved opsmeltning. Atter andre pladerande er passive, idet der blot foregår sideværts forskydninger til udligning af bevægelserne ved de aktive pladerande.

Atlantehavet har således stadig åbnet sig gennem tilvækst til oceanbunden langs den midtatlantiske ryg. For Sydatlantens vedkommende tog denne proces sin begyndelse i Jura-perioden, hvor Afrika og Sydamerika endnu hang sammen. Talrige geologiske vidnesbyrd langs begge kontinenters kyster tyder på, at opsplittningen begyndte med dannelsen af et sammenhængende system af gravsænkninger - et riftsystem.

Et aktivt riftsystem finder vi i dag i Østafrika fra Malawi op gennem Tanzania, Kenya og Ætiopien. Systemet fortsættes ud i det Røde Hav og splittes i nord op i Suez Golfen og Akaba Golfen. Grenen gennem Akaba Golfen bliver dog til en passiv pladerand i Dødehavsdalen, hvor der findes en forkastningszone med en sideværts forskydning på 105 km. Resten af riftsystemet repræsenterer spredningszoner, i det Røde Hav med begyndende dannelse af oceanbund, i det kontinentale miljø længere mod syd med talrige gravsænkingsstrukturer og aktive vulkaner.

Også i det Indiske Ocean finder vi en aktiv spredningszone langs den midtoceaniske Carlsberg Ryg. Denne løber mod nord op i Aden bugten og støder her til det østafrikanske riftsystem. Dette sker ikke som man skulle tro, ved at spredningszonen fortsætter direkte op i det Røde Hav, men ved at den drejer ind i Tadjoura Bugten for på land at møde det østafrikanske system.



Figur 1. De pladetektoniske forhold i Østafrika, det Røde Hav og det Indiske Ocean. Med sort er markeret de aktive spredningszoner, der forskydes langs passive pladerande, på det afrikanske kontinent ses riftdalene, der fra Afar trekanten i nord gennem den ætiopiske riftdal mod syd deler sig på begge sider af Victoria søen.

Her må altså findes en situation, hvor tre plader, alle med aktive spredningszoner støder sammen. En sådan tredobbelt sammenføjeing er naturligvis et kritisk sted, hvor spredningen enten må være særlig udpræget eller forholdene særlig komplicerede. Da situationen her ydermere forekommer på land - og dermed er tilgængelig for direkte geologiske studier er interessen for netop dette område naturligvis overmåde stor.

Området med "det tredobbelte punkt" findes i Afar ørkenen eller Danakil sækningen i Ætiopien - et stort trekantet forholdsvis lavtliggende område, hvis nordlige dele endog ligger ned til 120 meter under havniveau. Mod øst begrænses området af de forrevne, men ikke særligt høje Danakil Alper ud mod det Røde Hav og mod vest af nogle imponerende skrånninger op mod det Ætiopiske Højland i over 2500 meters højde. Fra trekantens syd-vestspids åbner den Ætiopiske Riftdal sig mod syd og fra sydøsthjørnet Tadjoura Bugten ud mod det Indiske Ocean. Afar ørkenen er i mere end én henseende et af de varmeste steder på jorden, hvor kun vildæsler, strudse og nogle få nomader frister tilværelsen.

Vi skal i det følgende se lidt nøjere på de geologiske forhold i dette område, dels fordi det i dag er genstand for en indgående udforskning af geologer og geofysikere, og dels fordi området med dets levende

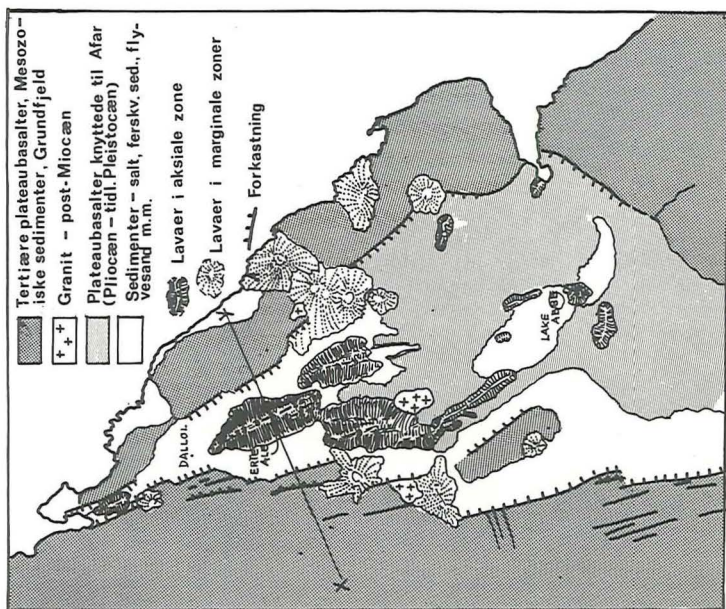
geologi illustrerer en af de mest fundamentale geologiske processer - nydannelsen af jordskorpe eller "oceanbundsdannelse på land". Det skal dog med det samme siges, at det meget forenklede pladetektoniske billede, når det kommer til de geologiske realiteter, er yderst kompliceret.

Figur 2 viser et kort over Afar området med omgivelser. Mod vest findes det højtliggende Ætiopiske plateau, der er opbygget af krystallinske bjergarter fra Prækambrium dækket af tykke masser af sedimenter fra Trias, Jura og Kridtperioden, og som igen er dækket af cirka 1200 meter basaltiske lavaer med meget stor horisontal udbredelse - såkaldte plateaubasalter. Oven på plateaubasalterne krones højlandet endelig af store enkeltvulkaner, der for de flestes vedkommende afsluttede deres aktivitet allerede i Miocæntid for cirka 25 millioner år siden. Et imponerende snit gennem hele denne lagserie ses i den Blå Nil's canyon - et landskabeligt sceneri, der ikke står tilbage for den mere berømte Grand Canyon i USA. I hele dette miljø er jordskorpen opbygget som på kontinenterne - det vil sige af sedimenter med et underlag af granitiske bjergarter.

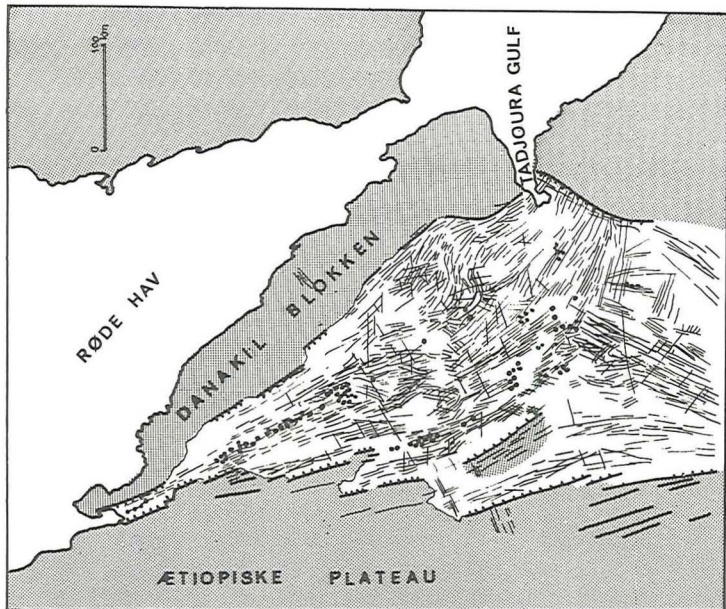
Mod øst ud mod det Røde Hav findes lignende geologiske forhold i Danakil Blokken. Her når terrænet dog ikke nær de samme højder, og vulkanismen er suppleret med nogle senere, meget store vulkancentre, hvis såkaldte rhyolitiske udbrudsprodukter har et betydeligt højere kiselisyreindhold end de forudgående basaltiske vulkaner og er af en helt anden karakter, idet der er tale om gasrige eksplosionsprodukter af sammensvejsede lavasjatter, slagger, aske og den sorte glaslava obsidian.



Den Blå Nils canyon skærer sig cirka 2000 m ned i det flade ætiopiske højland, der dannes af plateaubasalter. Disse ses i den øverste stejlvæg og under sedimenter fra Jura tiden. Midt i billedet ses floden, der skærer sig ned i sandsten fra Trias tiden.



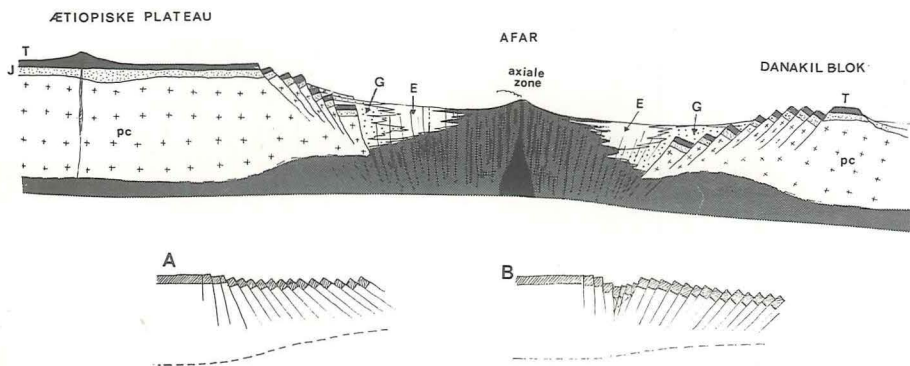
Figur 2. Geologisk kort over Afar området. X-Y er snitlinje for figuren side 47. Den nordlige del af Afar ligger under havniveau med en lav barriere ud mod det Røde Hav mod nord. Den sydlige del ligger i højden omkring 500 m. Det etiopiske plateau er over 3000 m højt, mens Damakil blokken når højder omkring 1000 m.



Figur 3. Tektonisk kort over Afar området med de vigtigste forkastningssystemer. De store riftforkastningszoner er angivet med takker i hældningsretningen. Med prikker er angivet området med termal aktivitet (vulkoner, varme kilder og gasudstrømningssteder - fumaroler).

Imellem det Ætiopiske højland og Danakil Blokken finder vi så Afar-trekanten, hvis "gulv" i den nordlige spids som nævnt ligger ned til 120 meter under havets overflade med en lav barriere ud mod det Røde Hav. Mod syd stiger "gulvets" højde til 4—500 meter over havets overflade, hvilket svarer til bunden i den Ætiopiske Riftdal i sydvesthjørnet.

Afar-trekantens begrænsninger mod det omkringliggende højland er præget af forkastninger - forskydninger langs hældende planer, der er fremkommet som et resultat af en strækning af jordskorpen.



Teoretisk snit VSV-ØNØ gennem det ætiopiske plateau og den nordlige del af Afar trekanten, hvor denne er cirka 50 km bred (se kortet figur 2). T = plateaubasalter og skjoldvulkaner, J = mesozoiske sedimenter, pc = den prækambriske sokkel. G = grusaflejringer og E = inddampningsbjergarter, salt og gips. A og B repræsenterer de to modeller for forkastningerne i randzonerne. Begge typer eksisterer og er karakteriseret ved forskellig hældning af forkastningsblokkene. I den aksiale zone er spredningen andet ved talrige intrusioner.

Forkastningszonen, der er fra 20 til 50 km bred, kan være udformet på to forskellige måder som vist i figuren ovenfor. I den ene type (A) får lagene i de enkelte forkastningsblokke en stadigt stigende hældning ind mod højlandet, mens de i den anden type (B) hælder modsat. I det sidste tilfælde forekommer der altid en såkaldt marginal gravsænkning. I forkastningszonen op mod det ætiopiske højland - Afar-trekantens vestside - finder vi en blanding af de to typer. Derfor fremtræder denne side med et uregelmæssigt forløb. Østsiden mod Danakil blokken er derimod næsten retliniet i sit forløb og udformet med type B. Denne zone er også relativt smallere, fra 10 til 20 km.



Stejlt hældende lag (Jura-tid) i en af de yderste forkastningsblokke i den store forkastningszone op mod det ætiopiske højland.



De store terrasser i Afar ørkenen er dannet af de groveste nedbrydningsprodukter fra forkastningszonerne. De lyse lag under gruset er aflejringer fra en kortvarig havdækning.

Det er kun i disse forkastningszoner Afar-trekantens ældste udvikling kan spores, idet selve "gulvets" geologi er af yngre dato. Historien synes i korthed at gå ud på, at jordskorpen i området i løbet af Tertiærtidens ældre del er svulmet op, så der i området er dannet en hvælvet kulmination samtidig med at plateaubasalterne så at sige er gydt ud på overfladen af bylden gennem store spalteudbrud. Som en foreløbig afslutning på vulkanismen er et aflangt segment af jordskorpen sunket ind langs normal-forkastninger og der er dannet en gravsænkingszone eller en rift-dal. Riftdalens to sider udgør Afar områdets begrænsninger.

Afar "gulvet" er præget af vulkanisme, højst forskellige former for sedimenter og stærk dynamisk påvirkning, sådan som det kommer frem gennem tusindvis af forkastninger og gennem landskabsformer og sedimenter. "Gulvets" overflade er ud mod kanternes højland naturligvis domineret af meget grovkornede nedbrydningsprodukter fra hovedforkastningszonerne. Store aflejringsvifter af rullesten og groft grus breder sig ud for enderne af de til tider stærkt vandførende dalstrøg. Da landet er under stadig hævnning har de yngre og nyere vandflomme gravet sig ned i de ældre og hævede aflejringskegler, der nu fremtræder som terrasseformede grus- og rullestensplateauer. At landets bevægelser nok ikke altid har været en simpel hævnning, men at havniveauet af og til har ligget højere end "gulvets" overflade (som for eksempel i dag) giver sig udslag i tynde lag af havaflejringer ind imellem grus- og rullestensaflejringerne (for eksempel revdannelse med koraller og aflejringer svarende til hvad der aflejres i dag i saltumpe i kystnære områder med blandt andet gips og kalkslam).



Ved Dallol i det nordlige Afar trænger varme kilder op gennem hævede saltaflejringer (se forsiden). På sin vej opløser vandet de næsten 100 % rene saltaflejringer og efterlader et landskab som på billedet. Den fine lagdeling er resultatet af gentagne inddampningsperioder måske af 1 års varighed.

Beslægtede aflejringer findes i den centrale del af det nordlige Afar. Her dannes i det varme og tørre klima til stadighed salt på en stor saltslette, der til tider oversvømmes af nogle få centimeter vand. At det ikke er et lokalt overfladefænomen fremgår af boreriger såvel som geofysiske undersøgelser, der antyder, at saltet danner et mindst 3.400 meter tykt lag. Ved Dallol (se side 49) danner saltfladen en cirka 50 m høj bule, op gennem hvilken der stiger varme kilder. Det 60 til 80° varme vand opløser saltet og efterlader et imponerende landskab af søjler og spir af salt. Årsagen til Dallol bulen er formodentlig en dybtliggende vulkansk struktur.

Er det nordlige Afar gennem sedimentationen præget af det nærliggende Røde Hav, er den sydlige del af området til gengæld karakteriseret ved det ferske vands aflejringsmiljø. Hermed knytter det sig til den nærliggende Ætiopiske Riftdal og det drejer sig især om grus- og sandaflejringer samt søaflejringer af og til med tykke lag af kiselalger - såkaldt diatomjord. Disse diatomæflejringer synes iøvrigt nu at skulle danne basis for en storstilet produktion af bygningssten og isoleringsmaterialer. Det kan også nævnes, at jagten på det fossile menneske (Varv 1968, 2), der hidtil har været koncentreret om det sydlige Ætiopien, Kenya og Tanzania, nu også udstrækker sig til disse aflejringer i det sydlige Afar.

Det nævntes indledningsvis, at Afar ørkenen især tiltrak sig opmærksomhed i lys af pladetektonikteorien. Spørgsmålet er nu, om større dele af Afar-trekanten virkelig repræsenterer, hvad der geologisk set svarer til oceanbund, og om kontinentet her har splittet sig så meget op, at den dybere liggende jordskorpe, som man normalt opfatter som sammensat af basaltiske bjergarter gennem stadig nydannelse kommer frem i dette område. Disse spørgsmål søger man at besvare gennem studiet af især de vulkanske foreteelser, men også gennem studiet af forkastningsmønstret og ved geofysiske målinger.

Overalt i Afar området findes vidnesbyrd om en geologisk set meget ung og intens vulkanisme. Imidlertid er vulkanerne opbygget af højst forskellige materialer og er derfor af forskellig type og oprindelse. Dette skulle man ikke vente i et "ocean" miljø. Ganske vist er helt den overvejende del af de vulkanske materialer basalter, men der er også en del rhyolitiske og traktiske - det vil sige lavaer, der i kemisk sammensætning så at sige ligger midt mellem de basiske basalter og de sure rhyolitter. (Vulkanske bjergarter kan inddeles efter kiseltsyreindhold, og således er der et stigende indhold i rækken basalt - trakt - rhyolit). Der ser imidlertid ud til at være en generel melodi i den vulkanske udviklingshistorie og i fordelingen af vulkanerne gående ud på, at de ældste og mest marginalt beliggende vulkaner er de sureste, og at de basaltiske lavaer i disse omgivelser synes at stamme fra et meget dybtliggende oprindelsessted ligesom plateaubasalterne gjorde det. I modsætning hertil ser det ud til, at de yngste lavaer og vulkaner er basaltiske og findes i et midterbælte - den såkaldte aksiale zone - ned gennem Afar-trekanten, og at disse lavaer har deres oprindelse i relativt ringe dybde. Geofysiske tyngdemålinger viser også, at den tungere jordkappe her når højt op under en tynd skorpe af samme massefylde som basalt. Skal man således tale om et "oce-

anbundsmiljø" må det blive den aksiale zone, der forløber fra trekantens nordlige ende cirka 200 km mod syd til den store saltsø Lake Giulietti. Her deler aksialzonen sig tilsyneladende i to parallelle zoner, der kan følges endnu et par hundrede kilometer til Lake Abbe, der regnes for det sted, hvor de tre spredningszoner mødes, "det tredobbelte punkt".

I den nordligste del af Afar-trekanten er den aksiale zone mest aktiv. Som nævnt er der under saltsletten ved Dallol tegn på vulkansk aktivitet i form af de varme kilder, der bryder op gennem saltet, men der er også små isolerede eksplosionskratere som direkte vidnesbyrd om spredningszonens tilstedeværelse. Syd for saltsletten hæver en flad ryg sig med lave skjoldformede basaltiske vulkaner, der er aktive den dag idag. Mest imponerende er nok vulkanen Erte Ale, der er enestående ved sine to lavasøer, der har eksisteret ihvertfald siden århundrede-skiftet. Toppen af Erte Ale er udformet som en lille caldera, det vil sige et næsten cirkulært parti, der er sunket ned i den flade bule vulkanen iøvrigt danner. Langs calderaranden forekommer en mængde revner og kanaler, hvor blandt andet svovlholdige gasser strømmer ud. De to lavasøer, der begge er cirka 300 m i diameter ligger i kraterkegler ned ad hvilke der lejlighedsvis dannes små lavastrømme, når søerne så at sige løber over kraterranden. Foruden disse kratere dannes andre, hvor åbninger med stor gasudstrømning også nu og da bringer sjætter af lava op fra dybet. Lavasjætterne klaskes op på randen, der efterhånden kan opbygges til en slags skorsten, i et par tilfælde så høje som et treetagers hus.

Foruden den levende vulkan - Erte Ale - er den aksiale zone iøvrigt karakteriseret ved vulkaner i snart sagt alle størrelsesordener lige fra små kratere og kegler på nogle få snese meter til flere hundrede meter høje kegler, med diametre på flere kilometer, opbygget af løse udbrudsprodukter, slagger og aske. Overalt findes udstrømningssteder for gas, og varme kilder sender dampstøjer højt op i den tørre varme ørkenluft. Den store sø - Lake Giulietti - er mærkkelig ved udelukkende at skyldes omkringliggende varme kilder. Kildevandet indeholder en del opløste salte - især magnesiumklorider, der selvfølgelig koncentrerer sig i søen på grund af den stadige kraftige fordampning i det varme tørre klima. Denne sø og kilderne er iøvrigt genstand for nøje studier, fordi det er vandige opløsninger i et vulkansk miljø, der mange gange er ansvarlige for mineraliseringer af økonomisk vigtige mineraler, for eksempel kobber, nikkel, bly og zinkholdige mineraler. At sådanne mineraliseringer kan finde sted i spredningszoner ved vi fra det Røde Hav, hvor der i de seneste år er fundet store metalkoncentrationer i bundslammet. Her ved Lake Giulietti har man nu muligheden for at studere mineraliseringerne og de mineraliserende opløsninger på land.

Som nævnt er Afar "gulvet" præget af meget omfattende forkastningsaktivitet. Selv om der netop i den aksiale zone findes helt nye og tydeligt markerede forkastninger, som regel dannende gravsænkninger, ser det dog ud til, at stort set hele "gulvet" til stadighed er udsat for en udvidelse resulterende i normalforkastninger. Nogle steder danner forkastningerne sært buede og kurvede forløb. En lignende situation har man om-



Erte Ale vulkanens mindste lavasø ved nat. De stærkt lysende lavafontæner bevæger sig fra centrum ud mod randen af søen, mens det halvtørkede ikke lysende skin på lavaens overflade bevæger sig i flager efter de lysende revner og trækkes ned med strømningerne i randen af krateret.



Erte Ales mindste lavasø set fra calderaranden. Selve søen er ca. 300 m i diameter. I forgrunden en lavatunge fra et nyligt overløb. Den matte oliengrønne farve skyldes et tæppe af "rock-wool" såkaldt "Peles hår", der dannes når små lavasjatter der sprøjter op i luften trækkes ud ved tilbagefaldet eller i vinden.



Stor riftdal i den sydlige del af Afar området. I den modsatte dalside ses en lav væg, der udgøres af en temmelig ny forkastning. Riftdalens bund er en saltsump, hvor flyvesand og salt aflejres.



Kvinder henter vand i gedeskind i den totalt jordskælvsødelagte landsby Serdo. Den eneste bygning opført i armeret beton var politistationen, hvis hældende rester ses på bakketoppen.

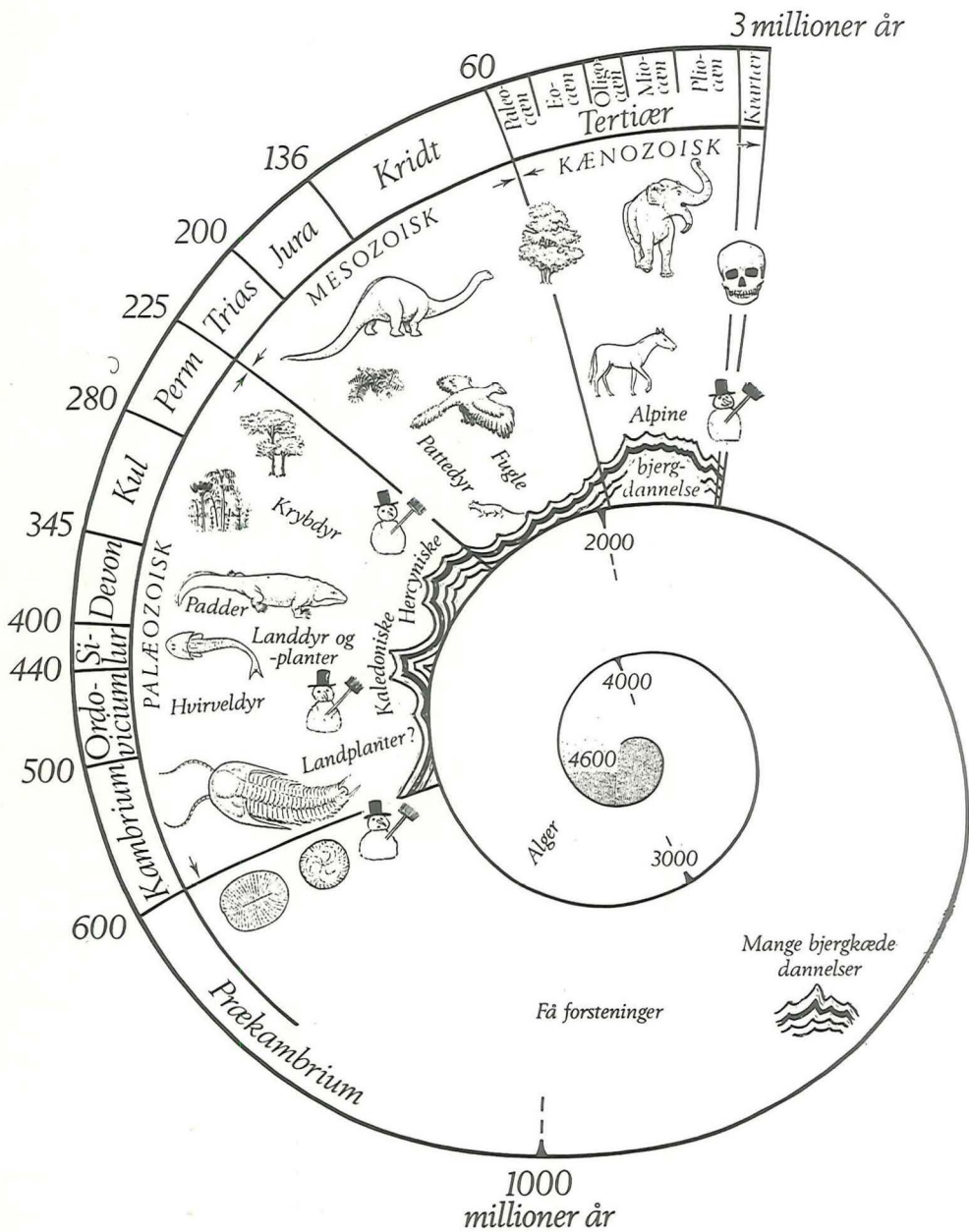
kring en granit i den sydvestlige del af Afar området, og man slutter derfor, at sådanne buede forkastningsforløb skyldes en eller anden "klump" i dybet for eksempel et granitlegeme eller en løsrevet klods af kontinent-skorpe.

Den megen forkastningsaktivitet skulle naturligvis give sig udslag i jordskælv, men det er forbavsende få jordskælv i selve Afar "gulvet", der registreres på de seismiske stationer rundt om i verden. Det betyder dog næppe, at der ikke er ret mange jordskælv, men snarere, at deres arnesteder ligger nær overfladen. Selv den seismiske station på universitetet i Addis Ababa registrerer kun få jordskælv i selve Afar, men nok mange i randområderne, Aden Bugten, den Ætiopiske Riftdal og det Røde Hav. At der jævnligt er jordskælv i Afar, fremgår dog af den sparsomme befolkningsberetninger og et vidhedsbyrd herom er også den totale udslettelse i 1972 af en af de få landsbyer i Afar området. Landevejen gennem landsbyen - hovedvejen fra havnebyen Assab til Addis Ababa - blev ved denne lejlighed forskudt cirka 1 meter langs en normalforkastning.

I disse år, hvor menneskehedens muligheder for fortsat at kunne skaffe tilstrækkelig energi til økonomisk vækst og dermed samfundsfunktionernes og livets opretholdelse er under debat og udforskning, er udnyttelsen af den indre jordvarme - geotermalenergien - fremme som en alternativ og fremtidig energikilde. Som behandlet i forrige Varv er det især de egne, hvor jorden afgiver større varmemængde end normalt, der har interesse, og det er blandt andet alle de steder langs pladerandene, hvor jordskorpen gennem vulkanisme stadig udvider sig. Det foregår så helt overvejende i oceanerne, men altså også enkelte steder på land som i Island og Afar ørkenen. En forudsætning for en udnyttelse af jordvarmen i sådanne områder er, at der findes rigelige mængder grundvand og bjergarter, som både er porøse og gennemtrængelige for vand og vanddamp.

I Afar-trekanten skulle mulighederne for udnyttelse af geotermalenergi være særdeles gunstige, ihvertfald at dømme efter de talrige varme kilder, gasudstrømninger og den geologiske opbygning i det hele taget. Italienske geologer med stor erfaring i udnyttelse af geotermalenergi har lavet et foreløbigt skøn over mulighederne, idet de har sammenlignet med den energiudvinding pr. arealenhed man kan opnå i Lardarello området i Italien. Her har man siden 1906 fremstillet elektricitet ved hjælp af damp "fra jordens indre", og man er i stand til at udvinde 6 millioner kWh pr. km² pr. år. Et rimeligt areal at udnytte i Afar vil ligge i størrelsesordenen 5000 km² (ud af cirka 50.000 km²) ihvertfald med den teknik vi i dag råder over. Med diverse forbehold skønnes den umiddelbart opnåelige produktion af elektrisk kraft i Afar geotermalfelterne at kunne blive i størrelsesordenen 10 milliarder kWh pr. år. Disse store tal siger måske ikke så meget, men sat i forhold til Europas samlede el-produktion i dag, vil det sige, at Afar ørkenen vil kunne producere omkring det dobbelte, ja måske 10 gange så meget. Bliver en sådan produktion nogensinde til noget, er det klart at det totalt ville kunne forandre de økonomiske forhold i denne del af verden.

Erling Bondson



BERØMTE STEN 3

of Elsebeth Thomsen

KENSINGTONSTENEN

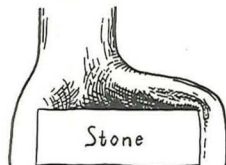
I 1898 gjorde en svensk udvandrер ved navn Olof Ohman, et sensationelt fund på sin jord, cirka 5 km nordøst for den lille by Kensington i staten Minnesota. Han fandt Amerikas eneste runesten og indledte derved årtiers diskussion om, hvorvidt stenen var ægte eller et falsum. Hvis den var ægte, beviste den, at en svensk-norsk ekspedition i 1362 var trængt dybt ind i Amerika, godt 139 år før Columbus og lang tid efter Leif den Lykkelige's navnkundige opdagelse af Vinland, det nuværende Newfoundland. Der er derfor ikke noget at sige til, at mange gerne vil have, at den er ægte, og denne opfattelse har da også givet sig udslag i et Runestone Museum, en Runestone Park og som det ses på figuren til højre, en kæmpe vikinge statue.

Selve historien omkring fundet er, ligesom meget andet i forbindelse med stenen, præget af usikkerhed. Således ved man ikke om den blev fundet i august eller først i november 1898, ej heller ved man bestemt hvor, og om den med sikkerhed kan siges at være fundet med indskription eller uden, hvilket vil betyde, at denne først er indhugget senere.

Ohman siger, at han var ude og rydde et stykke jord for træer og buske, og da han var ved at grave en trærod op, opdagede han en stor sten omklamret af træets rødder. Hans tiårige søn Edward pirkede til den, og derved dukkede skrifttegnene frem. Naboen, der senere bevidnede fundet, blev omgående hentet. Uheldigvis bortkom træroden, der jo måske kunne være blevet et bevis for, at stenen havde ligget i jorden i lang tid før nogen hvid mand kom til området. Senere har man gisnet om rodens størrelse og dermed træets alder, og alt lige fra 10 til 70 år er blevet foreslået, men selv om træet ikke var helt ungt, kunne stenen være blevet anbragt under det i god tid.



Bybillede fra Alexandria, hovedstaden i Douglas County Minnesota. I dette county ligger den lille by Kensington. (Minnesota Historical Society).



Holand's tegning af trærod og sten (1940).

Fundet af stenen rygtedes imidlertid i omegnen, og ligesom det var tilfældet med den lille Jellingsten, troede man, at der var tale om en nedgravet skat. Det medførte, at man gravede på stedet uden resultat, men da de fleste var udvandret fra Sverige, der jo var rig på runesten, ændredes opfattelsen efterhånden som det gik op for befolkningen, at de mystiske skrifttegn kunne være runer. Hertil hjalp også, at der på egnen fandtes flere bøger med billeder af sådanne.

I 1899 blev stenen undersøgt af eksperter, der enstemmigt forkastede den som værende et falsum. Ligesom Rosette-stenen havde man lavet kopier af indskriften og sendt disse til forskere, især skandinaviske, der måtte have en vis forkundskab at bygge en bedømmelse på.

Efter denne nedslående afvisning sendtes stenen retur til Ohman, der opbevarede den, måske som trappesten?, indtil 1907, hvor en norsk-amerikansk forfatter, Hjalmar R. Holand, besøgte ham og tog stenen med sig. Havde denne forsker, som var runestenens utrættelige forkæmper, ikke interesseret sig for den, ja, så var den måske aldrig mere blevet nævnt. Holand oversatte stenens indskription og skrev talrige bøger og artikler om den, idet det berømte træs alder steg med tiden, for til sidst at være mindst 70 år, og dermed et bevis for ægtheden. Det er nemlig svært at forestille sig hvorledes stenen skulle være blevet hugget i et indianerområde lang tid før den hvide mands kolonisation begyndte.

Fundstedet er også et problem, idet der i indskriften henvises til "denne ø". På Ohman's jord er der blandt andet to morænebakker omgivet af sumpet terræn, og stenen siges at være fundet på skråningen af en af disse. Nu er spørgsmålet, har bakken nogensinde været en ø? Det er muligt, da landet langsomt har hævet sig efter istiden, hvorved en eventuel sø ville udtørre og måske efterlade et fugtigt område. Men hvorfor skulle runeristeren vide det? - hvis ikke stenen var ægte, kunne det kun skyldes et lykketræf, for selvom der måske har været en sø i middelalderen, har der ikke været en i 1800-tallet.



Kensingtonstenen. Affotograferet 1899 og vedlagt et brev sendt til professor Wimmer. (Danske Afdeling. Kgl. bibl.)

Også den afstand, vest for naboens hus, som stenen skulle være blevet fundet i, hviler tågernes slør over. Den angives som 500 feet = 1524 m, men er i virkeligheden, målt fra det udpegede sted, 1241 feet = 3783 m, altså mere end det dobbelte. Det har fået nogle forfattere til at mene, at der var tale om enten to forskellige sten eller to opdagelser af den samme sten, hvilket ville forklare de to fundmåneder. Men selv ting så elementære som vægt og mål af stenen er blevet opgivet forskelligt. Til illustration af dette bringes følgende skema:

Forfatter	år	vægt i kg	højde i cm	bredde i cm	tykkelse i cm
Upmha	1910	103½	76	41	15-18
Winchel	1910	103½	91	38	14
Jansson	1949	91	78	40	15
Brøndsted	1950		75	38	14 - 2-7
Holand	1956	103½	91		
Blegen	1968	91	76	38	15 - 8

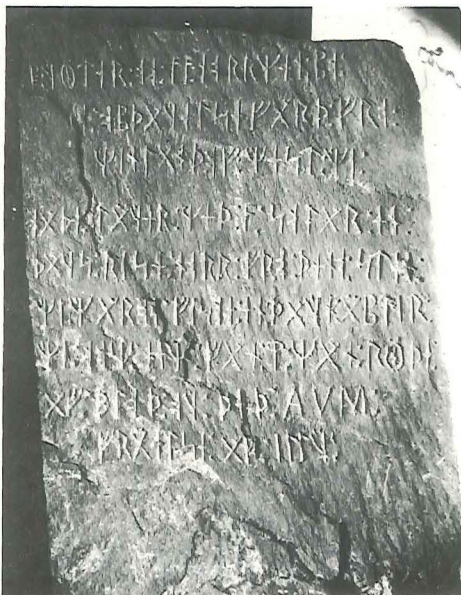
Mindste tykkelsesmål er målt på den tilhuggede del forneden.

Det kan i sandhed undre en hvorledes så store forskelle, som vægten og højden udviser, er opstået. Forfatteren anser indtil videre stenen for at have disse mål: 76 x 39 x 15 (maksimalt), der er opnået ved at beregne gennemsnittet af de mest sandsynlige tal.

Det eneste man er enige om er, at stenen har været beregnet til at stå op - hvilket ses ud fra den gravstensagtige form og tilhugningen forneden - og, at den er en mørk til mørkegrå gråvakke, det vil sige en "uren" sandsten. Den består (Winchell 1910) af afrundede kvartskorn, men også af feldspatkorn og en finere grundmasse af kvarts og mørk glimmer, og dens mørke farve skyldes dels det sidstnævnte mineral, dels forskellige underordnede mineraler som magnetjernsten og jernglans. Overfladen var i 1910 noget forvitret, især på den ikke-beskrivne bagside, der forøvrigt er i besiddelse af skurestriber, frembragt af sten, der sad fast i den is, der formodentlig også transporterede Kensingtonstenen. Denne er med andre ord en vandreblok, eller en del af en sådan, og den kan ikke komme så langt borte fra, da hver femte ud af hundrede blokke i området er af samme bjergart.

Patinaen, eller stenens anløbning, er senere blevet undersøgt, men kort før anden verdenskrig blev der taget aftryk af den, hvorved stenen dækkedes med maskinolie, der blev bortrenset med æter. Dette har forledt flere til at bemærke, at det er forbavsende så ren og frisk stenen er - men udsagn om patinaen efter 1940 kan altså ikke bruges.

Stenen bærer sin runeindskription på to sider - se side 57 og nedenfor - og denne kan gengives således:



Kensingtonstenen. Affotograferet 1899 og vedlagt et brev sendt til professor Wimmer. (Danske Afdeling. Kgl. bibl.)

Forsvensk (Moltke 1950)

Forside:

8 : göter : ok : norrmen : po :
 ? .. opdagelsefard : fro :
 vinland : of : vest : vi :
 hade : läger : ved : 2 : skjar : en :
 dags : rise : norr : fro : deno : sten :
 vi : var : ok : fiske : en : dagh : äptir :
 vi : kom : hem : fan : 10 : man : röde :
 af : blod : og : ded : (AVe Maria) :
 frälse : af : illü :

Side:

har : 10 : mans : ve : havet : at : se :
 äptir : vore : skip : 14 : dagh : rise :
 from : deno : öh : ahr : 1362 :

Nutidsdansk (Brøndsted 1950)

Forside:

8 gøter og 22 nordmænd paa
 ? opdagelsefærd fra
 Vinland vestover. Vi
 havde lejre ved 2 skær en
 dags rejse nord fra denne sten.
 Vi var og fiske en dag. Efter
 vi kom hjem fandt 10 mænd røde
 af blod og døde. AVM
 frelse fra ondt.

Side:

Har 10 mænd ved havet at se
 efter vore skibe 14 dagsrejser
 fra denne ø. Aar 1362.

Teksten og runerne taler for sig selv, ingen af delene kan i følge de fleste sprogforskere og runespecialister stamme fra det 14. århundrede. Det kan blot nævnes, at der forekommer flere låneord fra amerikansk, som for eksempel "of vest", "illü" og "from".

Til sidst bør det omtales, at der er fremkommet den teori, at det var Ohman selv, der fabrikerede runerne, muligvis i ledtog med en omvandrende svensk skolelærer og endnu en person. I hvert tilfælde er det et faktum, at bøger og artikler om Vinland, runer og en mulig opdagelse af Amerika før Columbus fremkom i årene 1870-1890, og de blev også læst i Kensington, Minnesota.

Elsebeth Thomsen

koralbanke

af Søren Floris

FORTIDS AKVARIUM I MINERALOGISK MUSEUM

I den danske sal i Mineralogisk Museum i København er der indrettet en ny udstillingsmontre. Den viser i tre dimensioner og farver, hvordan der kan have set ud på havbunden i Fakse-området i Danientid, for 60 millioner år siden.

Det er havbunde som denne, vi nu finder i forstenet udgave i Fakse kalkbrud - hård kalksten med uhyre talrige rester og aftryk af dyreskaller og -skeletter. Selv et flygtigt besøg i kalkbruddet viser, at dyrene har levet på et banke-kompleks - koralbanke og banker med bryozoaer (mosdyr). Forsteninger fra disse banker har i museet deres plads ud for den nye montre, i museets almindelige udstillingsmøbler.

Det var en fristende tanke at lave en rekonstruktion af livet på en af koralbankerne. Her skal fortælles lidt om nogle af de vurderinger og arbejder, der gik forud for opstillingen i juni 1974. Det viste sig, at min opgave bestod i at anbringe en rimeligt rekonstrueret havbund på cirka 1400 kvadratmeter i en montre med et forsideglas på 146 x 111 cm og med "dybden" cirka 40 cm.



"Akvariet" i en af museets standard-vægmontrer.

KORT OVER HAVBUNDEN

På grundlag af iagttagelser i kalkbruddet af bankernes størrelse og indbyrdes placering blev der først lavet et havbundskurvekort. Det viste en tænkt koralbanke, der til den ene side har en nedstyrtningskrænt, der med hældningen 40° skræner ned fra ryggen, hvor de levende koralkolonier har stået i en bund af kalkslam og koralskeletgrus. Koloniseringen svarer i tæthed til forholdene på nutidens dybereliggende koralbanker som for eksempel *Dendrophyllia*-bankerne ud for det sydøstlige U.S.A. Der valgtes en rimelig standardhøjde på 40 cm for de frie dele af udstillingens kolonier, der består af Fakeses almindeligste grenede scleractinie-koral, *Dendrophyllia candelabrum*. - Til den anden side for denne banke-ryg er der en jævn stænkning over til en bryozobanke, der hæver sig med sit tæppe af små bryozo-buske.

BANKER - BIOHERMER - REV

Med koralbanke menes en koralskelet-domineret opstående struktur på havbunden. Vi kan her med rimelighed bruge betegnelsen på samme måde som amerikaneren D.F.Squires, da han i 1964 analyserede havbundsstrukturer af lys-uafhængige scleractiniekoraller. Sådanne mangler lyskrævende zooxantheller i deres bløddele. Zooxantheller er encellede alger og findes hos de lyskrævende scleractinier (der generelt afviger fra de lys-uafhængige i vækstform) foruden hos visse andre dyr. "Værterne" udnytter algernes stofskifteprodukter til at øge deres egen vækst. Såvidt de er bekendt synes Fakses scleractiniekoraller at have været lys-uafhængige - de kan lige så godt have levet i de øvre lyse vandlag som for eksempel ved 50 meters dybde, som i de nedre mørke. Derimod har nogle af Fakses oktokoraller tilhørt en lyskrævende slægt. Den nu omtalte Fakse-banke svarer til en af Squires' banker, der er opstående og ulagdelte havbundsstrukturer af stedlige grenede skeletter, med slam, sand og grus imellem og med en følge-fauna, der er afhængig af bundmaterialet og korallerne.

Man kan bruge ordet bioherm for en sådan bank men skal huske, at dette ord også dækker tilsvarende masser, der ikke rejser sig fra havbunden. Ordet rev har tit været brugt for bankerne i Fakse og rimeligvis med rette - hvis man med rev mener en opstående havbundsstruktur, der i hvert fald tidvis er udsat for havets bølgebælgelse. Koralrev kan i reglen kun bestå, når de dannes af de hurtigtvoksende lyskrævende koraller - Fakse-bankerne har tilsyneladende været en undtagelse (formodentlig betinget af gunstige temperaturforhold).

HAVDYBDEN

Svaret på spørgsmålet om datidens havdybde var afgørende for det videre arbejde med rekonstruktionen. Spørgsmålet har ofte været stillet for Fakses vedkommende og er gennem mere end 100 år blevet besvaret ret forskelligt. Man har næsten altid svaret ud fra en meget enkel henvisning til denne eller hin organismegrupes dybdemæssige forekomst i nutiden. Vurdering af fossiler og aflejring gjorde, at jeg fandt et dybdetal på cirka 50 meter anvendeligt ved fremstillingen af rekonstruktionens koralbanke.

Et så simpelt bud på et dybdemål må altid blive ukarakteristisk for et sted som Fakse på grund af den stedlige meget ujævne havbund. Der har i Fakse lokalt over korte afstande været højdeforskelle på mindst 20 meter.

LIDT OM KLIMA

Det almindelige indtryk af datidens dyreliv samt de få foretagne radiometriske temperaturmålinger tyder på, at Fakse har ligget i et subtropisk område. Det kunne derfor i og for sig ventes, at man kunne påvise lyskrævende scleractiniekoraller (der foruden lys kræver en del varme). At de aldrig med sikkerhed er påvist i Fakse kalkbrud kan skyldes

spærrede tilvandringsveje til Fakse-området - eller at temperaturen ved havbunden har været for ringe (under 19° C). Rev-dannelsen ved Fakse har formodentlig været betinget af en havbundstemperatur, der var usædvanlig høj for lys-uafhængige koraller, sandsynligvis i nærheden af 18° C.

EN ANDEN BREDDEGRAD ?

Formodentlig lå Fakse i Danientid slet ikke på sin nuværende plads ved breddegraden 55° nordlig bredde. Det kan formodes, at forskydninger i jordskorpen har gjort, at Fakse har flyttet sig fra en beliggenhed ved (sandsynligvis) breddegraden 47° nordlig bredde. Selvom man antager en sådan forskydning, kan man vurdere havdybden til cirka 50 meter. Da et menneske ville opfatte lysforholdene ved havbunden som nogenlunde ens for de to breddegraders vedkommende, kan rekonstruktionen bringes til nogenlunde at vise Fakse-havbunden under begge omstændigheder.

LYS

Nede på 50 meters dybde var der ved Fakse, selv under gunstige forhold, ikke ret meget lys - og det var blåt lys. Men hvis et menneske steg ned på havbunden ved middagstid på en skyfri højsommerdag, og hvis vandet var rimelig klart, har dette menneske udmærket kunnet skelne ting på bunden.

Naturligvis havde det været bedst at vise museets publikum en Fakse-havbund ved svagt blåt "Danien-lys" alene. Men det havde krævet et upraktisk stort mørkekammerarrangement i museumssalen.

I stedet måtte koralbanken vises ligesom i et vældigt akvarium, hvor publikum kunne stå i museumssalens lys og luft og kikke ind på havbunden gennem en rude.

HVAD KAN SES ?

Med dette klarer skulle følgende undersøges. Hvordan ville tilskueren kunne se havbunden fra et bestemt punkt, der i praksis blev lagt 160 cm over salens gulv og ud for rudens midte i afstanden 15 cm fra denne.

Havbundskurvekortet blev derfor bearbejdet med henblik på lysforhold, der ville påvirke billeddannelsen for et vandfyldt akvarium. Resultatet blev overført på en rundhorisont. Det yderste synlige af den rekonstruerede havbund har ligget 30 meter fra iagttageren. Denne afstand menes at passe med Danientidens lysforhold og i rimelig grad tillige med det skiftende udbud af dominerende salsbelysning.

FARVER

Rekonstruktionens farver er afstemt med to forhold: Der regnes først med svag blå belysning gennem nogenlunde klart vand og ned fra en klar himmel midt på en Danientids højsommerdag. Dette lys kommer fra en lille lampetpære over en blå acrylplade (ser man op mod havoverfladen anes det



Under fotografiering af rekonstruktionen lykkedes det med en strengt taget forkert type farvefilm at fremmane en havbundsstemning, der kan have hersket i Fakse for 60 millioner år siden.

i en plet med radius 65 meter, her omkonstrueret som en radius på 27 cm. Denne lysplet skal mest korrekt ses fra glasfladens midtlinie, 160 cm over gulvet). - For det andet regnes med dominerende belysning med museums-salens sædvanlige lys, der har virkning som hvidligt projektørlys, som fra en u-båd. Dyregengivelsernes farver er selvfølgelig tillige inspireret af dem, man finder hos nutidige slægtninge fra cirka 50 meters dybde. De mange røde farver virker sorte og så at sige "forsvindende" på denne dybde.

Søren Floris.