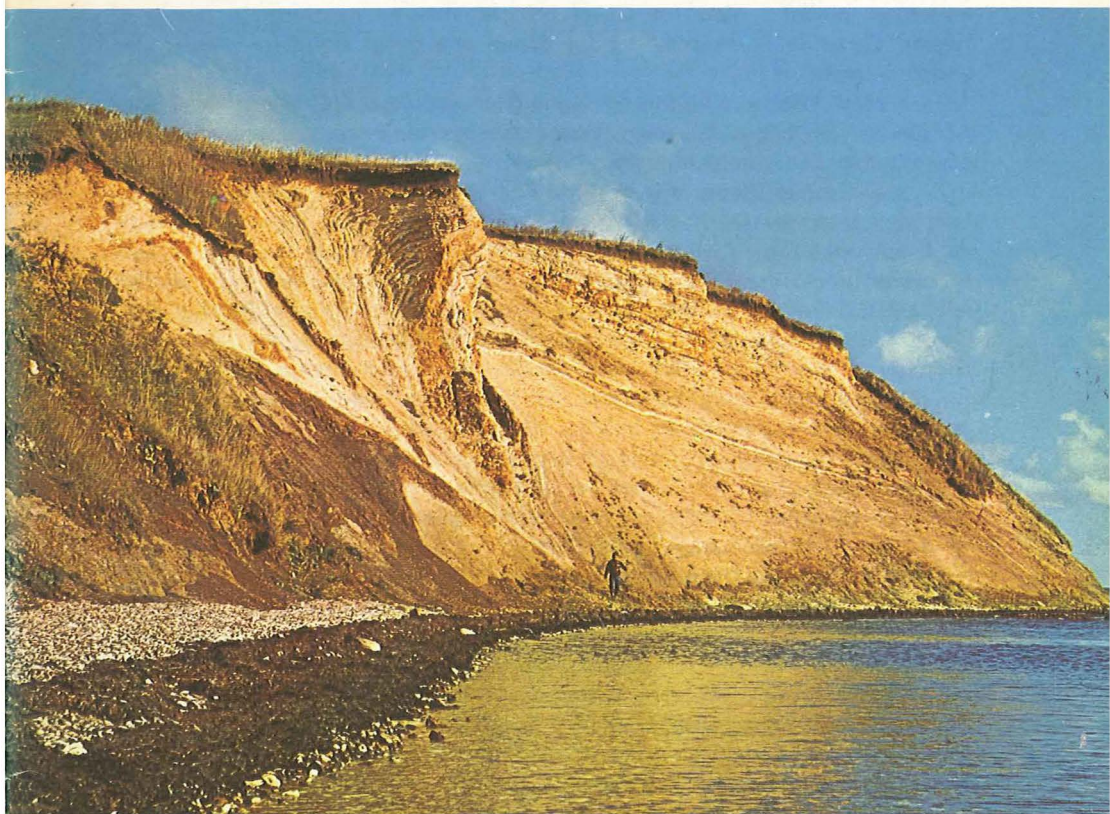


VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1972



I LIMFJORDSOMRÅDET KAN MAN SE MEGET GEOLOGI - MEST I ØJNEFALDENDE ER AFLEJRINGER FRA DEN ÆLDRE DEL AF TERTIÆRTIDEN. HER AFLEJREDES GODT 60 METER TYKKE LAG AF MOLER, OVERVEJENDE BESTÅENDE AF KISELSKALLEDE ALGER. PÅ SAMME TID AFLEJREDES TALRIGE TYNDE SORTE LAG AF VULKANSK ASKE STAMMENDE FRA VULKANUDBRUD SYD FOR NORGE. BILLEDDET VISER MOLERSKLINTEN "FIRKANTEN" VED SILSTRUP HOVED. DE MANGE ASKELAG FREMHÆVER LAGDELINGEN, SOM SENERE BLEV FORSTYRRET VED ISFREMSTØD I KVARTÆRTIDEN. I BLADET KAN DE FINDE EN ARTIKEL OM MOLER-OMRÅDET LEDSAGET AF EN LILLE EKSKURSIONSFØRER. I ØVRIGT INDEHOLDER BLADET ARTIKLER OM SØLVFOREKOMSTERNE VED KONGSBERG I NORGE OG OM VULKANUDBRUD UNDER ISLANDSKE JØKLER.

tiderne skifter

af Søren Floris

Den gamle "Varv-spiral" har optrådt i samme form i alle hidtidige numre af bladet. Men fra nu af bringer Varv en ny tidstavle tegnet af tegner Christian Rasmussen, og for denne ene gangs skyld fremtræder den endda i farver.

Med hensyn til form og indhold er der ikke sket store ændringer. Af hensyn til nyere tilkomne læsere skal spiralen dog præsenteres påny, omtrent som den gamle blev det i 1964.

Geologien tager sig af materialer og processer i rum og tid. Enhver med interesse for geologi kommer gang på gang ud for at skulle finde tidspunktet for en eller anden begivenhed eller for at skulle se et eller andet forhold som en funktion af tid. Ligesom sin forgænger er den nye spiral lavet for at lette bladets læsere denne tids-vurdering.

Jordklodens "livshistorie" er lagt ind i en spiral, med de ældste tildragelser klemt forholdsvis mest sammen og tegnet inderst i spiralen.

Man regner med, at kloden har eksisteret i tæt ved 5600 millioner år. Fra lidt over den sidste halvdel af dette tidsrum kendes forsteninger i jord- og stenlagene (de fleste er fra de sidste 600 millioner år). Forsteningerne viser glimt af planters og dyrs udvikling fra tidlige simpelt byggede væsner frem til nutidens ofte meget komplicerede former. I en lagserie, der ikke er væsentligt forstyrret ved senere jordskorpebevægelser, findes de ældste forsteninger i de nederste lag, der er de først aflejrede, og de yngste forsteninger i de øverste. Men intetsteds har man fundet en komplet lagserie visende klodens hele "levetid" eller blot de nævnte sidste 600 millioner år. Afbrydelser i aflejningsforløbet og fjernelse af allerede aflejret materiale har resulteret i, at i hvert fald alt hvad man hidtil har fundet kun er stumper af den ideelle total-lagserie.

Det er ved kombineret af sådanne stumper eller lokale lagserier, at man er nået til et helhedsbillede eller standardskema som det, der her er tegnet i spiralform. Vigtige afdelinger af tiden er jordperioderne, hvis navne står langs spiralens kant - for eksempel Devon, Kul, Perm.

Studium af lejringsforhold og forsteninger tillader ofte, at man kan afgøre hvilken af to spredte aflejringer, der er ældst (relativ aldersbestemmelse). Men i heldige tilfælde kan man få en endnu mere akkurat bedømmelse af bjergarternes alder - med moderne teknik kan man i visse tilfælde finde frem til den absolutte eller virkelige alder af en mineralforekomst ved radiometrisk datering, det vil sige, bestemmelse af mineralernes alder ved beregninger på grundlag af de udmålte mængder af visse grundstofisotoper. På denne måde kan de pågældende bjergarters alder findes og for-

steningernes virkelige alder indkredses. Langs spiralens yderside står der "absolutte årmillion-tal", blandt andet ved grænserne mellem jordperioderne. Forbedringer i metoderne har medført resultater, der tildels afviger fra de tilsvarende tal i Varv's gamle spiral.

Med småbillederne i spiralen er der indfanget små dele af begivenhedernes strøm -

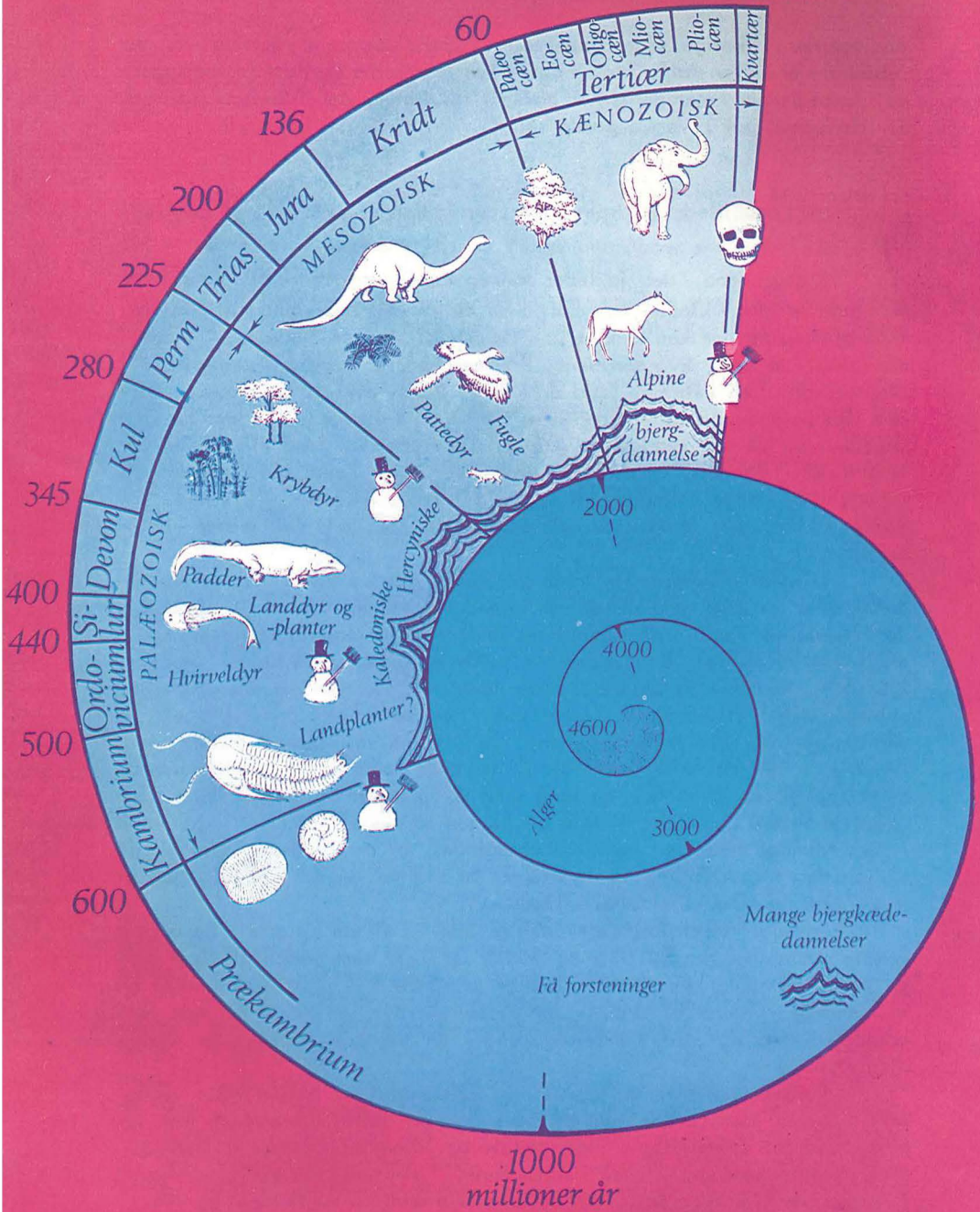
Snemændene, der jo leder tanken hen på noget koldt, viser de 4 markante istider, kloden har haft i de sidste lidt over 600 millioner år. Hver af disse istider kan sikkert ved detaljeret studium findeles - alene i den sidste af dem, kvartærtidens, har man spor af mindst 6 nedisninger i Nordeuropa. Den kvartære istid er igrøvrigt sporet overalt på kloden. Istiden ved overgangen Kul-Perm-tid er påvist på kontinenterne, der nu findes rundt om på den sydlige halvkugle. En ordovicisk istid blev kendt for få år siden (i Sahara), og den sent prækambriske er kendt blandt andet fra Grønland og Norge. Årsagen til istiderne kendes ikke med sikkerhed. De gamle nedisningers mærkelige udbredelse kan forklares ved senere kontinentdrift.

Billedet af foldede lag langs spiralens inderside viser, hvordan bjergdannelse er foregået med vekslende intensitet gennem tiderne - afspejlede forskellige faser i kontinenternes drift. Foldebjergene er hovedsagelig opfoldede aflejringer fra langstrakte sænkningssområder på kloden (geosynklinaler). De store foldeperioder har navn - i spiralen nævnes den kaledoniske (efter et landskab i Skotland), den hercyniske (efter Harzen) og den alpine (som ikke er ophørt endnu, og som har resulteret i blandt andet Alperne). Bjergdannelser med dertil knyttede ændringer i udbredelse og dybde/højdeforhold af hav og land samt skrappe klimændringer har i flere omgange ændret de fysiske forhold på kloden så meget, at aflejringstyperne i store områder ændredes mærkbart og således, at der pludselig blev øgede muligheder for udvikling af nye arter af planter og dyr samtidig med at andre blev uddanceret eller uddøde.

Spiralen viser igrøvrigt enkelte træk af livets historie. De ældste kendte forsteninger er fra USA og Afrika og viser eksistensen af alger med en alder på noget over 2700 millioner år. Sent i Prækambrium levede en ejendommelig fauna af skelet- og panserløse dyr, nu kendt fra fem verdensdele. Fra og med Kambrium kendes en mængde skalbærende forstenings-typer.

I Kambrium-feltet er tegnet en repræsentant for trilobiternes varierende gruppe, der levede gennem hele Jordens oldtid (palæozoisk tid) og hvis rester er almindelige, vidtudbredte og tidskarakteristiske forstenings-typer (ledeforsteninger). Med "Landplanter?" hentydes til mulig forekomst i Kambrium i Asien. De ældste kendte hvirveldyrrester kendes fra Nord-

3 millioner år



amerikas Ordovicium. Det er rester af panserrundmunde nært beslægtet med Silurtidens fiskelignende ostracodermer, hvoraf en er tegnet i Silur-feltet - en type, der levede her i Nordeuropa - fjerne slægtninge lever i nutiden (lampretterne). Landdyr og -planter kendes fra Silurtid (skorpioner fra Europa og Nordamerika og ulvefodslignende planter fra Australien). I spiralsens Devon-felt er tegnet en "4-benet fisk", en af de primitive padder (endnu med finnebræmme på halen), der havde udviklet sig fra fisketyper i Devontidens ørkenområder. Disse urpadder blev først kendt gennem fund i Østgrønland.

Fra padderne udvikledes krybdyrene. De ældste fund er fra slutningen af Kultid (Nordamerika og Europa). Krybdyr er i højere grad end padder uafhængige af vand og er derfor ikke så stedbundne. Gennem Jordens middelalder (mesozoisk tid) var krybdyr en uhyre udbredt, varieret og dominerende dyregruppe, med blandt andet store dinosaurier som den tegnede Diplodocus fra Juratid.

Fugle kendes fra Juratid (Archaeopteryx i Tyskland) og er efter karakteren i skelettet at dømme tydeligvis udviklet fra krybdyr. Ligeledes udvikledes pattedyrene fra krybdyrene. De ældste kendte er småformer fra Triastid. I løbet af Jordens "nyere tid" (kænozoisk tid, der omfatter Tertiær og Kvartær) udvikledes en mængde pattedyrformer. Et nyt fænomen, græstepperne, begunstigede blandt andet udvikling (fra små sumpformer) af hurtigtløbende store heste med 1 tå per fod. De fik lange ansigter med svære tænder, der var velegnet til at modstå slidet ved tygning af sejt hårdt steppegræs. En af disse heste er tegnet i spiralen.

De kænozoiske pattedyr var begunstiget af, at de fleste større krybdyr var uddøde hen mod slutningen af Kridttid, men også mange pattedyrtyper uddøde. Det gælder blandt andre den besynderligt udseende elefant, Dinotherium, der levede i Miocæn, Pliocæn og en del af Kvartær. Nutidens afrikanske savannefauna ligner iøvrigt uhyre meget dyrelivet på tertiærtids-stepperne i Europa.

De ældste kendte menneske-forsteninger er knapt 2 millioner år gamle. Men menneskenes egen udviklingslinie frigjorde sig antagelig fra menneskeabernes allerede i Oligocæntid.

Planteverdenen er stort set en forudsætning for, at dyreverdenen overhovedet kan eksistere. I spiralen findes nogle få repræsentanter for fortidsplanterne. I Kultidens sumpe voksede store ulvefodstræer og padderokker, hvis rester nu udgør kullag mange steder. Men i samtidige tørre egne udvikledes nåletræer, en gruppe der for alvor slog an i den følgende Permtid. Andre nøgenfrøede planter var koglepalmerne. Deres i reglen lavstammede kroner var et almindeligt syn i mesozoisk tid. Dækfrøede planter udvikledes i Kridt.

Omtalen af den prækambriske tid er gemt til sidst. Prækambrium er vist inderst i spiralen og rækker over de første 4 milliarder år af klodens historie. Den er af flere grunde ofte vanskelig at have at gøre med for geologerne. Man mangler stadig sikker viden om nogle tidlige vigtige begivenheder - dannelsen af jordskorpen, vandet, luften og livet. Forsteninger fra prækambrisk tid mangler stort set - livet på kloden manifesterede sig sikkert det meste af sin tid ved små uanselige organismer uden holdbare dele som skal og skelet. Aflejringerne fra prækambrisk tid er ofte omkrystalliseret, foldet og forvredet til større eller mindre grad af uken-delighed. Men intense studier af de derved fremkomne gnejser med videre samt andre prækambriske bjergarter har i de seneste årtier vist, at der har været talrige markante foldeperioder fulgt af istider. Påvisning af sådanne kendte processer levendegør vort billede af Prækambrium. Radiometrisk aldersbestemmelse har i gunstige tilfælde yderligere kunnet afstive dette billede. Den til nu ældste kendte bjergart er fra Grønland (ved Godthåb, alderen er mellem 3810 og 4150 millioner år).

Den nye spiral er nu også fremstillet som munter og instruktiv plakat (i grøn-brun og i lilla-blå udgave). Størrelsen er 50 x 70 cm. Prisen er 10 kr (tilsendes frit ved indbetaling på Varv's giro nr 68880) (anfør "spiral" og de ønskede farver).



Indre aftryk af spiralrullet skal af en ammonit fra Kridttiden. De snirklede linjer afspejler skallens krøllede tværskillevægge. Ammonitene er en uddød blækspruttetype. Forsteninger af de enkelte arter har vid udbredelse, og de enkelte arter eksisterede kun i korte tidsrum. Ammonitforsteningerne egner sig derfor udpræget til at give oplysninger om stenlagenes alder - de er gode "ledeforsteninger".

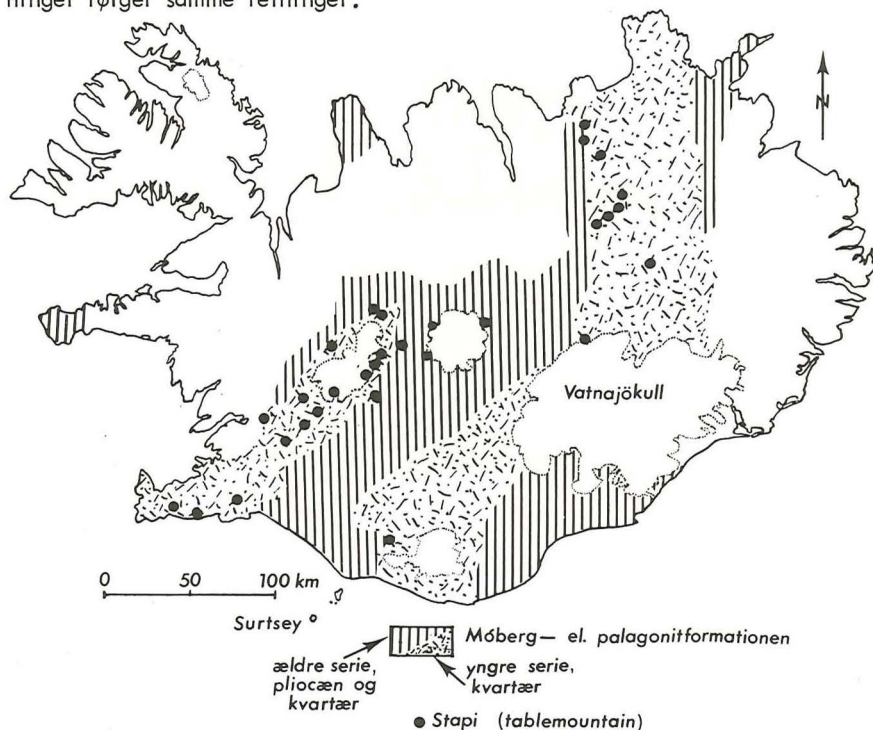
ISAFKØLEDE VULKANER

af Gunni Jørgensen

Island er et af Jordens mest aktive vulkanområder. Det skyldes, at landet er en del af den vulkansk aktive Midt-atlantiske Ryg. Denne ryg har på langs en bred fure, rift zonen, og ifølge de nyeste ideer inden for havbundsforskning er det i denne zone, vulkanismen er mest aktiv og ny havbund dannes.

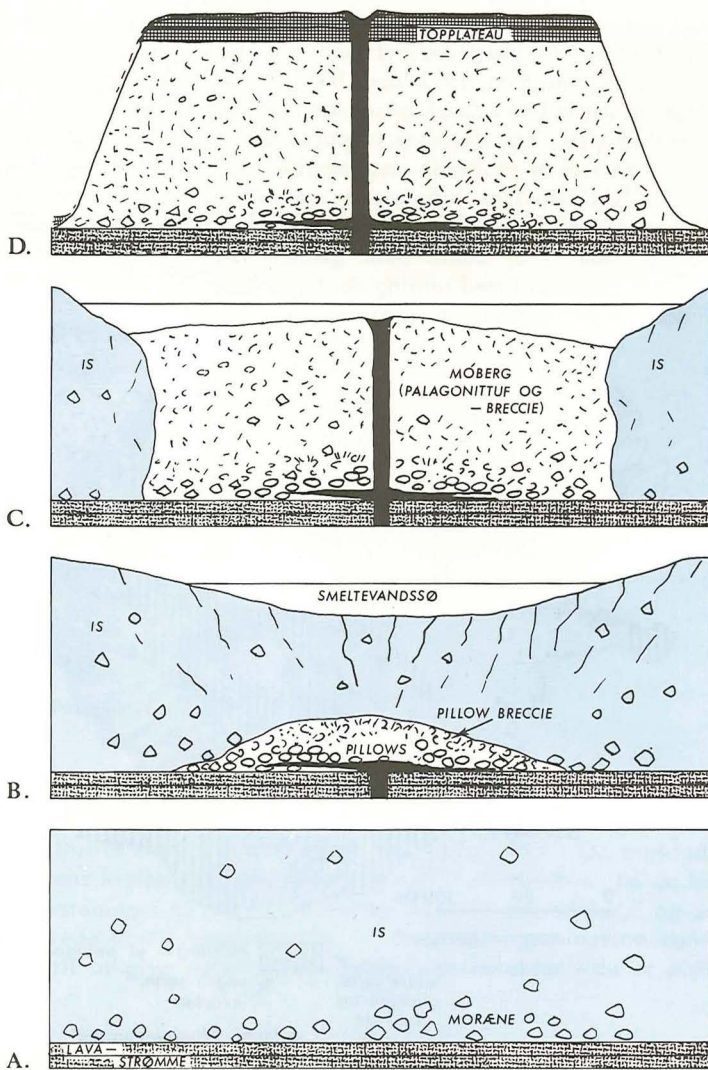
Også på den oversøfiske del af oceanryggen findes denne fure, idet der midt igennem Island går den såkaldte "graben"-zone, som er opfyldt af unge vulkanske bjergarter. I øst og vest findes de ældre basalter, som generelt har en hældning ind mod midterzonen.

Vulkanismen på Island har været i gang fra tertiærtiden. I vore dage er her vulkanudbrud gennemsnitligt hvert femte år. End ikke istidens tykke iskappe, som dækkede landet, lagde en dæmper på aktiviteten, men mødet mellem de glødende smeltmasser og isen satte sig et særpræget spor i den landskabelige udformning: moberg- eller palagonitområdet opstod. Området falder stort set sammen med den nutidige vulkansk aktive zone, som forløber i et bælte midt gennem Island, i syd med retning sydvest-nordøst og i nord med retning nord-syd (figur 1). Også spalter og forkastninger følger samme retninger.



Figur 1. Kortet viser móbergformationens udbredelse på Island samt beliggenheden af stapar (tablemountains).

Bjerggrunden består i disse områder af móberg (islandsk: "brun bjergart"), som er en opkøst brun basaltisk glas fremkommet ved hurtig afkøling af en basaltisk lava og dertil fragmenter af mere eller mindre krySTALLINSK basalt. Bjergarten varierer fra finkornet ensartet tuf til en grov moræneagtig breccie. Det basaltiske glas har senere optaget vand og er blevet omdannet til den såkaldte palagonit.



Figur 2.



Herðubreið. Foto Edvard Sigurgeirsson, Akureyri.

Móberglandskabets mest fremtrædende træk er: 1. Mangelen på eller den dårlige udvikling af overfladedrænering. Det skyldes, at regn- og smeltvand let synker ned gennem den porøse bjergart. 2. Talrige forrevne fjelddrygge, de såkaldte tufrygge, som forløber i samme retning inden for det enkelte móbergområde. 3. Små fladtoppede fjelde med rundt eller lidt aflangt omrids og stejle sider, fjeldtoppen sædvanligvis dækket af lastrømme. Disse fjelde omtales ofte som islandske "tablemountains".

Tufrygge og tablemountains kan under et kaldes móbergvulkaner. De islandske benævnelser er henholdsvis "hryggur" (fl. "hryggir") og "stapi" (fl. "stapar").

Gennem tiderne har adskillige forskere spekuleret over de to fjeldformers dannelse. Fjeldene er af nogle blevet antaget for at være erosionsrester af et plateau, som isen har eroderet i, af andre for at være forkastningsblokke (horste), der af tektoniske kræfter er hævet op over det omgivende land. Den opfattelse er ret forståelig, eftersom vulkanerne findes i et terræn, som er gennemsat af parallelle brudzoner og forkastninger. Imidlertid er de lodrette forskydninger sjældent ret store, og det er ikke i noget tilfælde bevist, at de stejle fjeldsider følger forkastningslinier. Fjeldene virker som unge landskabsformer med friske, regelmæssigt orienterede vægge, og opfattelsen af, at de skulle være erosionsrester, har derfor ikke længere tilhængere.

Det er også blevet fremført, at móbergets struktur og størkningsmåde skyldes fysiske egenskaber i selve magmaet.

Den opfattelse, som synes at have flest tilhængere, går ud på, at det er kontakten mellem det basaltiske magma og et isdække - eller smeltevand -, der frembringer móberg-bjergarten. Móbergvulkanen skulle være skabt ved subglaciale udbrud (udbrud under isdække), som har smeltet isen, hvorfor vulkanen har fået sin form af de omgivende isvægge. Hvis det vulkanske materiale når op over den opståede smeltevandssø, størkner lavaen som almindelig lava, der flyder ud i "fri luft", herved fremkommer det for en stapi (tablemountain) så karakteristiske topplateau.

Figur 2 viser hovedstadierne i opbygningen af en móberg-vulkan. Stadium A er situationen inden vulkanudbruddet. En iskappe hviler på en serie basaltiske lavastrømme. Isen indeholder morænemateriale (på Island overvejende medslæbte lavablokke). Istykkelsen har varieret en del, ved Herðubreið i Nordisland anslås den til at have været omkring 1000 m.

I B har magmaet nået jordoverfladen og har smeltet en del af den overliggende is, hvorved dennes moræneindhold synker ned og blander sig med de vulkanske produkter. Nærmest udbrudsstedet dannes pudelava, det vil sige, pudeformede afsnøringer fra lavaen, der kan overlejres af søjlebasalt (basalt med "søjler" dannet ved sammentrækninger i den størknede masse). Yderst dannes pillow breccie ("sprængte puder").

Stadium C viser en situation, hvor det vulkanske materiale har nået et betydeligt omfang, men endnu ikke er nået op over den opståede smeltevandssøes overflade. Materialet består hovedsageligt af móberg, der kan også forekomme uregelmæssige klumper af basalt. Hvis et udbrud standser i dette stadium, er resultatet et tuffjeld, eller, hvis udbruddet er sket langs en spalte, en tufryg.

Smelter isen helt væk, eller drænes smeltevandssøen, kan lava flyde ud over breccieafdelingen og danne et topplateau, som det fremgår af figur 2 D.

Fjeldet kan senere dækkes af is igen og historien gentage sig, således at der kan komme en ny serie oven på topplateauet. Dette er konstateret i sydislandske stapar. Endelig kan postglacial vulkanisme bygge videre på vulkanen, således at der på topplateauet kan dannes en lille skjoldvulkan.



Farvebilledet side 41 viser den nævnkundigste stapi, Herðubreið, som ligger i den nordislandske lavaørken, Ódáðahraun. Den når en højde af 1682 m og hæver sig knap 1100 m over omgivelserne.

Det er karakteristisk, at hvor der forekommer skjoldvulkaner og kraterækker, findes der også stapar og tufrygge. I områder, hvor der ikke er skjoldvulkaner, er der heller ingen stapar. Det tydes på den måde, at stapar og tufrygge blot er de glacialle udgaver af skjoldvulkaner og krater-

rækker. Uden isdække vil vulkanismen resultere i "normale" skjoldvulkaner og kraterrækker.

De fleste móbergvulkaner menes at være dannet i sidste istid, Weichsel-istiden, det anses for sandsynligt på grund af den ringe erosion af dem. Enkelte af de mest eroderede er dog muligvis fra en tidligere nedisning. Tufryggene fremtræder ofte i forrevne former, de har været mindre modstandsdygtige end stapar over for erosion, da de mangler det beskyttende lavadække.

Den islandske geolog, Guðmundur Kjartansson, mener i vulkanen Leggjabrjótur i Centralisland at have fundet en overgangsform mellem stapi og skjoldvulkan. Leggjabrjótur, som ligger ved kanten af Langjökull, er en typisk skjoldvulkan, undtagen mod syd og sydøst. Her ender lavaen i en stejlvæg, i hvilken der findes områder med både móberg og pillow lava. Kjartansson mener derfor, at den stejle skrænt er dannet ved, at vulkanen på syd- og sydøstsiden har været begrænset af en tyk isvæg.

Vulkantyper svarende til de islandske móbergvulkaner er ikke særligt udbredt. Det eneste sted, hvor tilsvarende typer er fundet og beskrevet, er British Columbia. Her findes fladtoppede vulkaner ("tuyas"), hvis dannelsesmåde menes at være den samme som móbergvulkanernes.

Ingen har nogensinde overværet dannelsen af en subglacial vulkanbygning, men Surtsey udbruddet 1963 i havet syd for Island har dog givet visse forestillinger om, at vi her står over for et marint modstykke til de glacielle staper, idet vulkanøen Surtsey tilsyneladende er opbygget på samme måde som en stapi og af de samme bjergartstyper. Underlaget af pudelava i móbergvulkanerne tyder på, at det er dannet på en vanddybde tilstrækkelig stor til at forhindre en eksplosion og sprængning af det vulkaniske materiale. Puderne går på lavere vanddybde over i breccie. Mest sandsynligt svarer dette til forholdene under Surtseys dannelselse.

Oven over bundlaget følger i Surtsey løse udbrudsprodukter, hovedsagelig glasagtig tuf, som ændres til palagonit. Da der fra Surtseys krater begyndte at strømme lava ud, dannedes der, hvad man kunne kalde en halv skjoldvulkan, idet lavastrømmen hovedsageligt bredte sig over den sydlige halvdel af øen.

Móbergvulkaner er vel den ejendommeligste vulkantype, der findes, og de er, som omtalt, yderst sjældne. De islandske móbergvulkaner bør dog ikke betragtes som et lokalt fænomen, idet de med hensyn til deres opbygning synes at stå i relation til de submarine vulkaner, hvorved der er skabt videre perspektiver. Deres beliggenhed i Islands midtzone, det vil sige, i riftzonen på den Midt-atlantiske Ryg, forlener disse vulkaner med en ganske særlig betydning, fordi der kan næres håb om, at fortsatte studier af móbergvulkanerne måske engang vil kunne kaste lys over det, der sker i forbindelse med den undersøiske vulkanisme, med den Midt-atlantiske Ryg - og hermed også med problemerne angående kontinenternes vandring.

Guðmundur Kjartansson

Det Jyske Moler

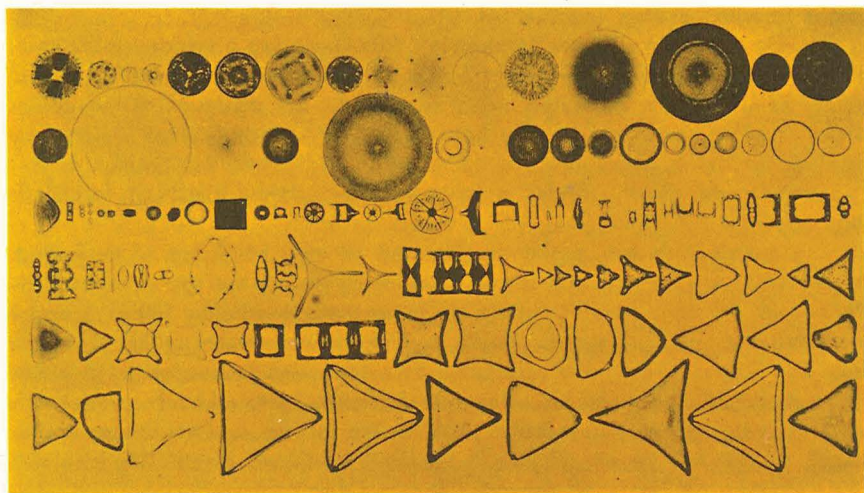


Istidsfoldede lag af moler, cementsten og vulkansk aske i Feggeklit på Mors

af Niels Bonde

Moler er en mærkelig jordart, så porøs og luftfyldt at den i tør tilstand let flyder på vand. Den er afsmittende, af hvid, gullig, beige eller lys brunlig farve og så fint lagdelt, at den med en kniv kan splittes i millimetertynde flager. Det er en nyttig jordart, som bruges til fabrikation af lette, stærkt isolerende og varmebestandige mursten - samt i nedknust tilstand som fyld i kunstgødning og som "kattesand" på grund af stor sugsevne.

Moleret er en såkaldt diatomit eller diatomejord, fordi det næsten udelukkende består af mikroskopiske skaller fra encellede planter, kiselalger = diatomeer (se figuren). Skallerne er af opal = vandholdig kisel ($\text{SiO}_2, \text{H}_2\text{O}$). Diatomeerne (over 100 arter, de største $\frac{1}{2}$ mm store) og mange af de andre forsteninger er rester af organismer, som levede i havet og viser, at moleret er en marin aflejrning. Desuden er der i moleret en ringe mængde ler transporteret ud fra landjorden.



Molerets diatomeer, alle forskellige former kendt i 1890, de største måler cirka $\frac{1}{2}$ mm.

Kun i egnen omkring den vestlige Limfjord findes moler (kort s.53), og det kan ses i kystklinter og grave, samt visse steder - hvor det ligger lige under muldlaget - også i grøfter, hulveje, småskrænter eller opløjet i overfladen. De vigtigste områder er Silstrup Hoved i Thy, Nordmors, Nordfur, Junget i Salling og Ertebølle i Himmerland.

Et iøjnefaldende træk ved de lyse molerblotninger er de mange kun centimetertykke, parallelle, mørke lag, der optræder i molerpartierne med forskellig tæthed. En nærmere undersøgelse af disse lag viser, at de er sandede og næsten alle har grove korn i bunden og bliver finere opefter, og under mikroskop ses den væsentligste bestanddel at være glaskorn og små kantede slagger, mens også forskellige mineralkorn indgår (især krystaller af feldspat og augit). Det fortæller os, at der er tale om vulkansk aske, som er blevet sorteret efter størrelse ved fald ned gennem luft og vand. Dette blev danske geologer først klar over i 1902, da de fik at vide, at to belgiere 20 år tidligere havde påvist, at det, danskerne kaldte "sort, kulholdigt sand", var vulkansk aske.

Der er i alt over 200 askelag i den kun 55-60 m tykke moleraflejring. Af disse er de 179 tykkeste og lettest genkendelige blevet nummereret, de er over $\frac{1}{2}$ cm tykke og kan for de flestes vedkommende identificeres på mange forskellige lokaliteter i området. Det gælder især de

118 tætliggende askelag (nummer +1 til +118), der findes i cirka 20 meter ("askeafsnittet") af molerets øvre del, mens der er 5-10 m moler allerøverst med kun 22 lag (+119 til +140), og de nederste cirka 30 m har 39 meget spredte askelag (nummer -1 til -39). (Profil side 47).

Da asken ikke bruges i industrien (den kan dog anvendes i keramisk glasur), er man kun interesseret i den del af moleret, der er fattigst på aske, nemlig cirka 20 meter i den nedre del, det meste af denne del er derfor synlig i molergravene og kan kaldes "brydningsafsnittet". Den underliggende del er noget mørkere og mere lerholdig end det typiske moler. I dette lerede afsnit, findes enkelte centimetertykke hårde og forkislede lag, såkaldte "skiferlag".

Askelagene kan genkendes fra sted til sted på grund af deres indbyrdes vertikale afstand og relative tykkelse (tykkelsen er reelt meget sjældent over 10 cm), men ud over de nummererede askelag findes i mange profiler, mængder af ganske tynde og enkelte centimetertykke lag, som ikke kan følges over større afstande. Et meget vigtigt kendetegn er askelagenes forskellige kemiske eller mineralogiske sammensætning, idet alle ensbenede lag jo formodes at komme fra et og samme vulkanudbrud. Langt de fleste lag er såkaldt "basaltisk" aske med cirka 50% kiselsyre (SiO_2), men de fleste af de nedre lag er "sure" (det vil sige, har større SiO_2 -indhold). Det yngste af disse er det næsten 20 cm tykke lysegrå +19 der er molerets mægtigste askelag. Begge typer kan komme op fra samme krater ved forskellige udbrud. De fleste basaltiske lag er sorte, dog forvitret nogle lyse i overfladen. De sure lag fremtræder lysere: hvidlige, (for eksempel -33 på 14 cm), gullige og grå. Nogle er dog i frisk opgravet, uforvitret tilstand ret mørke.

De allernederste lag kan kun ses på Fur (Knuden, Stolleklint), de er meget dårligt blottede idag og er ikke særlig velkendte, så molerets afgrænsning nedadtil er ret tvivlsom, det menes dog at hvile på "gråt, kalkfrit ler", som ses vest for Stolleklint og i den største skreddal på Knuden.

Også den øverste del er ret dårligt kendt - bedst fra Silstrup - men for nylig er molerets overgang gennem yngre mørkegråt ler til rødt plastisk ler (Røsnæsler, som også kendes længere sydpå i landet) blevet fundet i skreddalen øst for den førnævnte på Knuden, her findes således moleret i sin fuldstændige udvikling mellem de to skred.

Askeserien genfindes i lerlag (oftest uden diatomeer) ved Mønsted, Mariager Fjord, Randerseggen, Helgenæs, Vejle Fjord, Lillebælt, Røsnæs og kan endda spores til Nordtyskland og måske Sydengland, og den er en vigtig ledehorisont ved borerne i Nordsøen. For mange letgenkendelige lag kan man vise en aftagen både i tykkelse og kornstørrelse omtrent fra nord mod syd, deraf slutter man, at vulkanområdet har ligget nord for molerområdet. Da rester af vulkaner af den rette alder ikke kendes i Norge, må placeringen have været uden for den norske kyst.

Tyngdemålinger og magnetiske målinger (Varv nr 3, 1969) tyder på, at et vulkanrør måske ligger begravet 2-300 m under bunden af den dybe norske rende i Skagerak cirka 40 km syd for Kristiansand og lignende områder findes måske længere vestpå langs den norske kyst. Askemængderne, som ved et enkelt udbrud spredtes syd for dette vulkanområde og dannede et af de tykkeste askelag, kan skønnes at have været over 50 km³, hvilket svarer til de allerstørste udbrud kendt fra historisk tid (for eksempel blev udspøjet cirke 20 km³ aske, da Krakatau eksploderede 1883).

Askeseriens placering i forhold til andre aflejringer - specielt det overliggende Røpsnæs ler, der indeholder nedre eocæne forsteninger - viser at den er aflejret i den tidligste del af nedre eocæn. Da vigtige ledeforsteninger (se side 35) mangler i askeserien og i det underliggende kalkfrie ler, der hviler på sedimenter fra øvre paleocæn, kan aske- og moleraflejring dog godt være begyndt sent i øvre paleocæn.

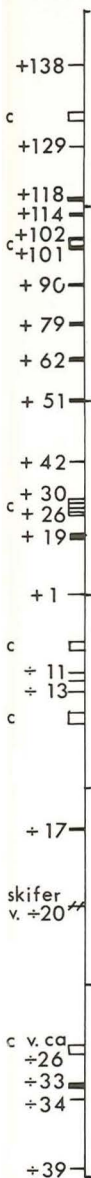
Usikkerheden om molerets nedre grænse skyldes også, at på alle de kendte lokaliteter med blotninger ligger askeserien ikke der, hvor den aflejredes i eocæntiden. Alle forekomster er stærkt forstyrrede af sidste nedisnings gletschere og består af store flager, som i frossen tilstand blev foldet op i bakke drag (randmoræner) foran en gletscherrand og eventuelt skubbet flere km glidende på det underliggende fede ler. Dette afspejles tydeligt i det slyngede forløb af askelagene, som visse steder endda er tip-pet rundt med bunden i vejret.

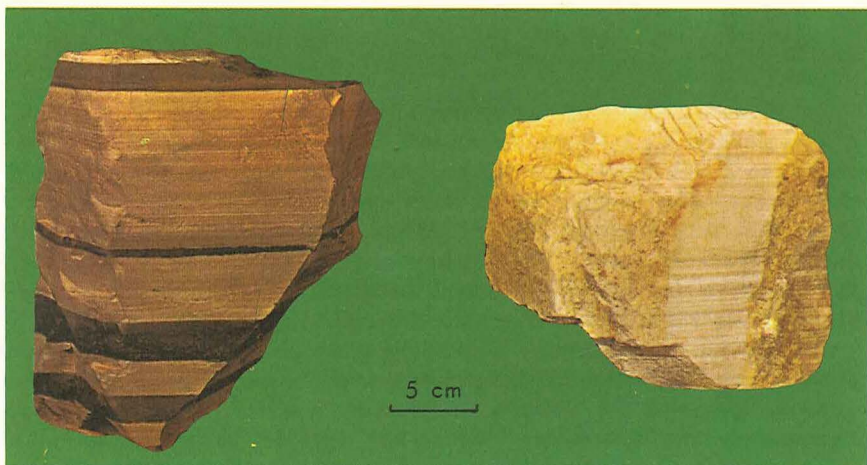
Fra det omtalte tykke, "sure" lag +19 har man fået tilstrækkeligt af kaliumholdige mineraler til at foretage en radiometrisk aldersbestemmelse (Varv nr 1, 1965) ved hjælp af forholdet mellem kalium- og argonindhold, det har givet cirka 50 millioner år, hvilket stemmer fint med en nedre eocæn alder.

Palæomagnetiske målinger af askelagenes magnetiseringsretning har afsløret, at 3 adskilte partier er magnetiseret omvendt - det vil sige, at nord og syd var byttet om i forhold til Jordens magnetfelt idag. Da sådanne vendinger af magnetfeltet formodes gennemsnitligt at foregå med intervaller på godt en halv million år, angiver det en aflejringstid for "Moler-formationen" på cirka 3 millioner år.

På det skematiske profil er indtegnet nogle af de mest iøjnefaldende askelag, og et andet karakteristisk er også vist, nemlig niveauer hvori der på de fleste eller alle lokaliteter er udskilt kalkkonkretioner eller -lag i moleret. I disse mørkegrå, såkaldte "cementsten", er moleret helt udfyldt af kalkspat, mens det egentlige moler er kalkfrit. På stranden genkendes let cementsten med de to tykke askelag +101 og +102, samt blokke med flere tyndere lag fra niveauet +26 til +30.

Moler idealprofil. Vigtige askelag samt cementsten (c) er vist.
Mærke for hver 10 meter.

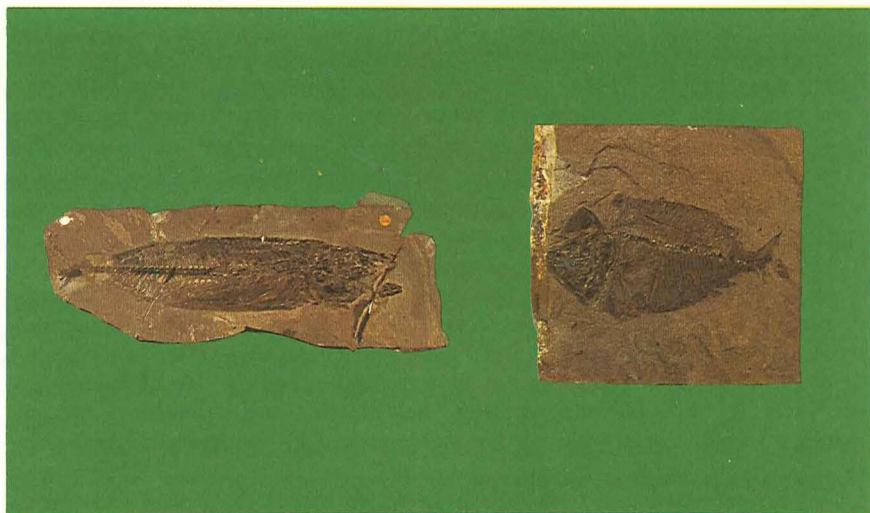




Til venstre: Cementsten (kalkkonkretion) med askelagene +27 (nederst) til +30, der er et "dobbeltlag" det vil sige to askelag lige oven på hinanden. Til højre: Egentlig moler, en lys diatomit uden kalk. Begge sten viser den fine laminering med skiftende tynde, lyse og mørke lag.



Nederst: Lys og mørk cementsten med den almindeligste fisk, en lille laksefisk, dels en stime, dels en enkelt fisk. Til højre ses moler med 3 voksne og en unge af samme fiskeart. Allernederst: Hoved og forkrop af en nålefisk. Øverst: To cementsten med pigfinnet fisk af polymixiide-familien (t.v.) og en anden art af laksefisk, i midten samme laksefisk i moler.



Cementsten med makrelfisk, en slægtning til pelamider.
Længden er 28 cm.

Cementsten med Danatimia, en slægtning til den store oceaniske glansfisk.
Længden er 18 cm.



Nordvæggen af den forladte, nordlige molergrav ved Færkør, til venstre ses en rest af de mørke, lerede lag fra molerets nedre del, mens det meste af brydningsafsnittet er bortgravet, og askeafsnittet står tilbage.

MOLERETS FORSTENINGER (FOSSILER)

Næsten hele moleret består af kiselalger, der levede nær havoverfladen som plankton (svæv). Af andre mikrofossiler er kiselflagellater almindelige, mens kalkskallede mikroorganismer, som foraminiferer og coccolither, ikke er bevarede. Der er en rigdom på makrofossiler, som i selve moleret kun er bevaret som aftryk, mens de oprindelige skeletter imprægneret med kalkspat er bevaret i cementstenen. I visse tilfælde er farvetegninger bevaret som mørke pletter.

Moleret er den eneste danske aflejring, hvori rester af hvirveldyr er meget almindelige. Mest iøjnefaldende er de mange små knoglerester af benfisk, som findes i meget forskellig tæthed på lagfladerne i størstedelen af moleret. Med lidt held kan man finde mere eller mindre hele skeletter af den 2-8 cm lange, slanke ("sildelignende") fisk af laksegruppen, som er molerets almindeligste makrofossil. Fra denne art, der nok levede i stimer nær overfladen kommer næsten alle de isolerede småknogler.

Fiskeskeletter af alle andre arter er meget sjældnere, dog er en noget større laksefisk ikke helt ualmindelig, og det samme gælder en høj, sammentrykt, polymixiidefisk, 10-15 cm lang, af en familie, hvis medlemmer i dag lever på nogle få hundrede meter vand i oceanerne. En 3-4 cm lang fisk, der ligner en rød fiskeunge, en egentlig sildefisk, en mærkelig tynd pansret fisk, beslægtet med nålefisk, eller dele af forskellige arter af torske- eller makrelfisk kan man finde, hvis man er meget heldig. Men der skal det helt store lykketræf til for at finde slægtninge til slangemakreller, smørfisk eller glansfisk eller isolerede højtænder. Derimod er løse skæl for eksempel af meterlange tarponer ikke så sjældne. I alt er der fundet rester af 40-50 forskellige fiskearter. Alle er marine, ingen er typiske bundfisk, de fleste er oceaniske. Næsten alle er rovfisk, som vel især har jaget den lille laksefisk, der kan findes som maveindhold. Nutidige slægtninge til visse af arterne lever på nogle få hundrede meter vand. (Afbildninger af fisk side 48 og 49).

Hvirvelløse havdyr er moleret forbavsende fattigt på, især hvad angår bundlevende former, derfor er sedimentets fine lagdeling og fossilerne så velbevaret. Almindelig blandt bundformer er kun en snegl og en slangestjerne, der begge findes i et ret snævert interval i brydningsafsnittet. En ret stor, gravende musling, en boresnegl, en søstjerne, samt et par små muslinger er sjældne i samme afsnit, mens grave gange (ofte askefyldte) fra krebsdyr og 4-5 cm lange, koniske rør fra havbørsteorme kan findes i andre dele af moleret.

Uhyre almindelig - især i førstnævnte interval - er en 2 mm stor, spiralrullet vingesnegl, *Spiratella*, der levede planktonisk nær overfladen. Fra de frie vandmasser kommer også nogle sjældne forsteninger: et mærkeligt, rejelignende krebsdyr og havskildpadderne - nok 3 forskellige slags - heriblandt den berømte 1,5 m lange læderskildpadde (på Fur Museum).

I molerhavet har der utvivlsomt været etableret fødekæder af typen planteplankton → dyreplankton → småfisk → større fisk og havskildpadder (og havfugle?), eller mere detaljeret: uorganisk stof → diatomeer → vingesnegle → silde- og laksefisk og fiskelarver → makreller og slangemakreller → tunner og hajer.

Fra luften og det måske ret fjerne land er bevaret en forbløffende mængde fossiler. Det er i første række insekter - bevaret i cementsten - med tæger som de almindeligste, blandt andet damtæger (skøjteløbere). I øvrigt findes græshopper, ørentviste, guldsmede, cikader, bladlus, vårfluer, sommerfugle (meget sjældne), biller, hvepse, myg, fluer, skorpionsfluer og andre. De kommer fra forskellige miljøer som skov, eng og ferskvand og er alle middelgode flyvere, som er fløjet og/eller blæst ud over molerhavet og er faldet ned og langsomt sunket til bunds. Mange har bevaret farvemønstre, og da ret mange er helt intakte, må der i perioder have været ret få rovfisk.

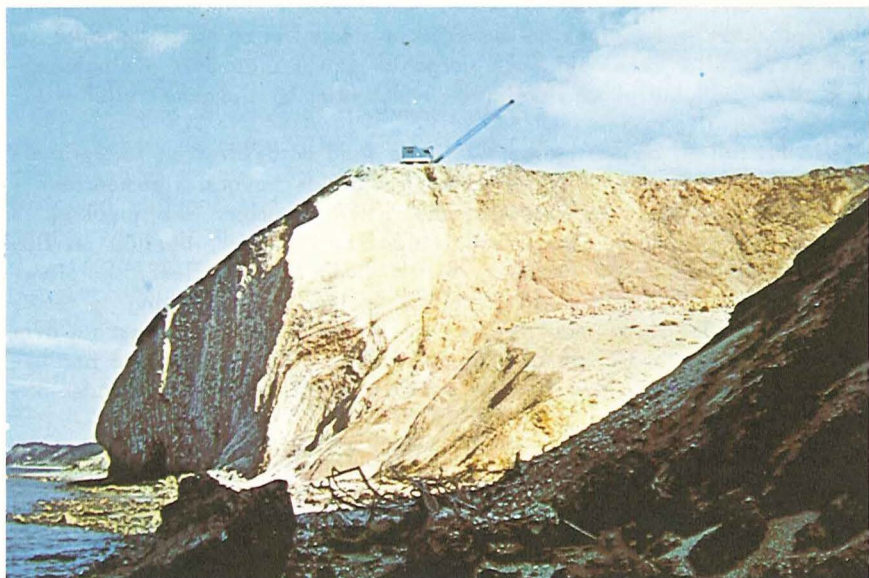
Også fugle fra indlandsmiljøer er endt på molerhavets bund (Varv 1, 1972). De er sjældne fund, 2 hoveder, forskellige lemmerester og fjer er fundet. Blandt dem er en hønsefugl, en vandhøne, måske en skrigefugl og en fugl, der ligner en turako (i dag skovfugle i Afrika), men endnu ingen havfugle.

Endnu er heller ikke fundet nogle pattedyr, men en dag dukker vel en hval op, for verdens hidtil ældste hvalrest er fundet i London leret, hvis allernederste del indeholder aske fra samme udbrudsserie som molerets.

Nogle af fugleresterne er formentlig skyllet ud med floder ligesom de talrige planterester, der findes i moleret. Der er blade af Ginkgo (tempeltræ), bambusgræsser, vandbregne og løvtræer. Kæmpefyrrer og måske palmer er repræsenteret blandt stammer og vedstykker, som ret sjældent er angrebet af pæleorm (en musling), og der findes kogler, nåle og rav (harpiks) fra nåletræer, samt mange frugter og frø (for eksempel nødder).

Til sidst skal nævnes et par mineraler, der tit ses som forvittringsprodukter i moleret: et gult, pulveragtigt overtræk på mange overflader er jarosit, et vandholdigt dobbeltsulfat, også gips kan være udskilt på overfladerne, og meget ofte ses kapper af rust (= brunjernsten) på molerbrokkerne, der også kan have koncentriske ringe af rustudskillelser. Rust (måske især med jern fra moleret) har også sammenkittet dele af istidens smeltvandssand og -grus til de såkaldte "rødsten".

Denne artikel indeholder for det meste tørre kendsgerninger om "Moler-formationen", men i et senere nummer Varv vil jeg forsøge at tolke molerområdet miljø i nedre eocæn med hensyn til palæogeografi, klima, oceanografi og de ret specielle sedimentationsforhold, sådan som jeg "læser" det ud af bjergarterne og fossilerne ved sammenligning med nutidige forhold.



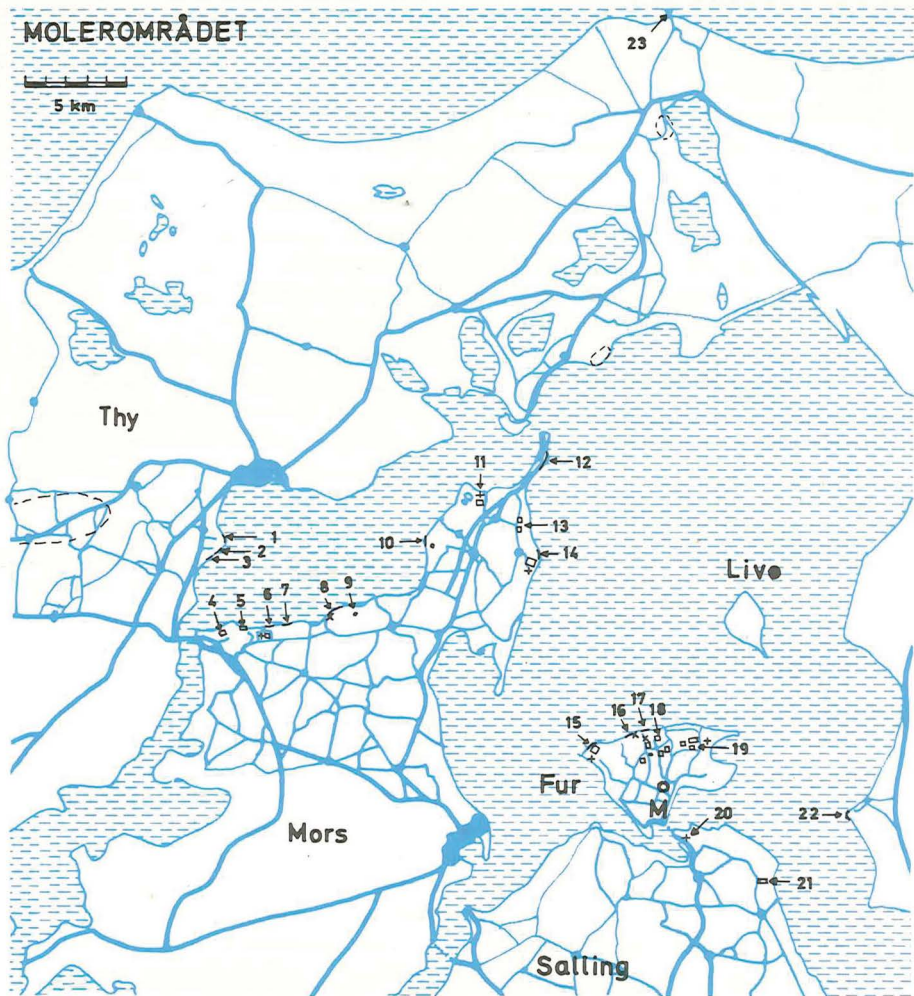
HÆRVÆRK MOD ENESTÅENDE NATUR

Knudeklinterne på Fur har været (og er ?) genstand for hensynsløs molergravning, som truede med at ødelægge dem og kysten helt, inden myndighederne greb ind med fredning og gravningsforbud. Her vises den store skreddal på Knuden og partiet med de lodretstående lag, der er det eneste sted, hvor hele moleret ses blottet fra bund til top. Den allernederste del i skredet er dog dækket af nedkastet overjord, som er fjernet helt fra klintens top, og af udskred i det grå ler under moleret.

Ekskursion i Molerområdet

Et besøg i Mineralogisk Museums udstilling af eocæn vil give en ide om bjergarter og fossiler fra moleret.

En tur i molerområdet startes bedst med et besøg på Fur Museum (Nederby), hvor en fortrinlig samling fra moleret er tilvejebragt især af museumsleder Magne Breiner Jensen, som også har lavet udstillingen med læderskildpadden som samlingens klenodie. Her kan købes "Furs geologi", og postkort, og man kan få et lille turistkort over Fur (alle småveje dog ikke angivet). En tekst med illustrationer er udarbejdet i forbindelse med en demonstrationssamling (for skoler og lignende).



1, Silstrup nordlige molerklinter. 2, "Firkanten". 3, "Sydklinten". 4, Klovbakker. 5, "Sundby". 6, klint ved Klitgård. 7, Svalklit. 8, Hantlit. 9, Salgjer Høj. 10, Skærbæk Klint. 11, Skarrehage. 12, Feggeklit. 13, Harhøj. 14, Ejerslev Klint. 15, Knuden. 16, Stolleklint. 17, Østklint. 18, Langsted Huller. 19, Færkør. 20, Branden. 21, Junget. 22, Ertebølle Klint. 23, Skarreklit (danienskalk).

×— molerklint, ◻ vigtig molergrav, ○ andre områder med moler nær eller i selve overfladen, × rødsten, + molerværk, • udsigtspunkt, M Fur Museum.

Kortet på side 53 har alle de vigtigste småveje, som man kan køre i bil på til molerlokaliteterne (den nye landevej til Feggeklit har ikke kunnet angives fuldt ud). Man bør anskaffe sig kort i 1:25000 (eventuelt 1:40000 eller 1:100000).

Følgende bør indprentes: Færdsel på klinte og i grave foregår på eget ansvar. Moler er meget glat i regnvejr. Der drysser tit sten ned fra de stejle profiler. Spørg om lov (hos kontor, arbejdsledere eller andre) før besøg i molergravene - især i arbejdstiden - og undlad at parkere eller færdes til gene for molerlastbiler o.a. Undlad helst at køre ind i grave, "sporene" kan være meget dårlige. Mange klinte kan ikke besøges ved kraftigt højevande.

Tur til molerlokaliteter bør lægges med hensyntagen til sollyset. På Fur startes om formiddagen fra øst i de nedlagte molergrave på Færkøf Hejde. Den største og nordligste, gamle grav ligger tæt vest for vejen og nås ad en gangsti lige nord for molerværkets direktør-villa. Nordvæg med få meter brydningsafsnit og det halve askeafsnit, syd for ses en ryg af sort og gråt ler (under -20). Sydlige, gamle grav ses lidt mod vest ad sidevejen syd for villaen. Ad denne vej kan man fortsætte ind i bakkerne og kort efter gården "Holmen" dreje mod nord ad en vanskelig, stejl vej forbi "Holmens molergrav" (hvori ses sorte lerlag under -33) til Langsted Huller ved kysten, et bizart landskab af skarpe erosionskløfter udformet af regnvand efter istiden og tæt besat med "fårestier". Midt på øen findes en molergrav til offentligt besøg, og lidt vestpå er der fin udsigt over hele øen fra Stendal Høje (fejlagtigt også kaldet "Bette Jenses Hyv"), og mod nord herfra findes "Rødstenen". Videre herfra til stranden mellem Øst- og Stolleklint, mod vest findes endnu en "Rødsten" på stranden. Stolleklint og Knuden kan også nås sen eftermiddag fra "Gammelgaard". På Knuden ses i den første skreddal, man møder, en synklinal med rødt plastisk ler oven på mørkt, gråligt ler, der nedad fortsættes af molerets øverste del. Vest for findes hele moleret næsten lodretstående indtil næste store skred, hvor desværre de nedre lag (under -25) oftest er næsten helt tilskredet, også af overjord fra hensynsløs molergravning i den enestående - nu fredede - klint. Længere mod vest ses "Knudefolderne". I Stolleklinten ses fra -34 i vest til lidt over +90 i øst, "Svenske-hulen" skærer +19.

Lidt syd for Fur-færgens leje ligger Branden Teglværk, der nu brænder moler, men som tidligere tog det yngre mellem oligocæne glimmerler, Branden-ler eller "septarie-ler", med mange fossiler (Hvaler, hajer, bløddyr) i en nu næsten tilvokset grav. Molergraven nord for Junget ligger øst for vejen ved Urhøje.

Ertebølle Klint (med en større del af askeafsnittet) går man til fra en restaurant en halv kilometer syd for byen.

På Mors er Ejerslev Klint og Feggeklit "morgenlokaliteter" og Skærbæk Klint, Hanklit og Svalklit egner sig til "eftermiddagsbesøg" i nævnte rækkefølge.

Syd for Ejerslev Klint - med det meste af askeafsnittet - ligger en lille havn og en kæmpestor molergrav. En ret stor grav findes i Harhøj, Ejerslevvang lige ved vejen, vest for den sydlige grav på kortet 1:25000. Feggeklit er 20 m høj og næsten 1 km lang med stærkt foldet moler med overskydninger, mest den øvre del af askeafsnittet, men midt på også noget af brydningsafsnittet. I Skarrehage molergrav - lige vest for vejen til værket - kører man ind gennem næsten lodret askeafsnit og har brydningsafsnit i huller mod nord. Vest for nedkørslen til værket ses en lille antiklinal i skiferlag nær -20 og underliggende mørke lag, som ikke bør ødelægges. I hullerne mod syd ses overgroede dele af de dybere lag og også store snit i brydningsafsnittet og nedre askeafsnit. Skærbæk Klint nås fra kysten ved vejen vest for Skrandrup eller fra små veje omkring Lisbjerg Høj og viser en stor del af brydningsafsnittet og det meste af askeafsnittet. Til Hanklit er der skiltning. Med højden 60 m den mest imponerende molerklint visende fra -17 og opetter i form af en stor overkippet fold, der er skudt oven på moræne i det høje parti, hvor også findes "rødsten". I kystklinterne østpå ses moler nord for udsigtspunktet Salgjer Høj. Til klinten ved Klitgaard og østligere Svalklit kan man gå ned ad hjulsporet lige øst for Ny Klitgaard, der er værkets kontor. I klinterne ses mest askeafsnittet. Gravene øst for værket er typisk skåret i stejle antiklinaler. Sidevejen vest for Kamholm Gård fører til de gamle "Sundby grave", hvor kun lidt moler er ordentligt blottet. Vejen vest for posthuset i Sundby fører under den ny vej til Klovbakker molerbrud, hvor brydningsafsnittet er helt sort i bunden. Syd- og nordvæggen viser noget af askeafsnittet.

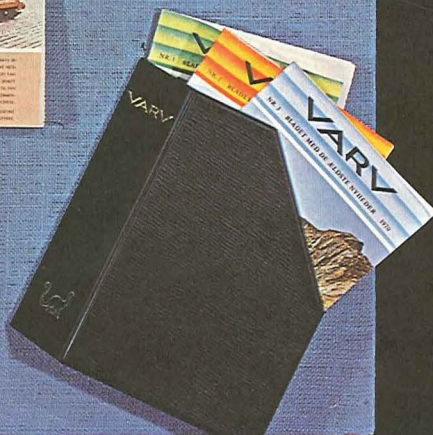
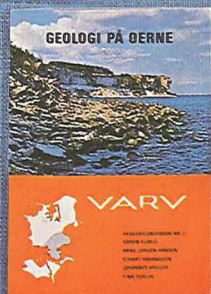
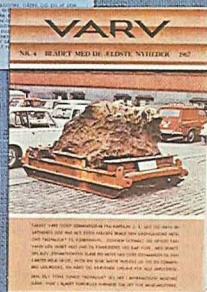
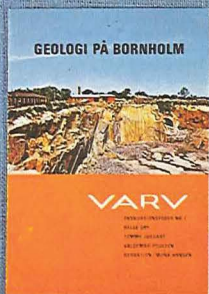
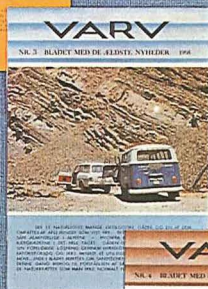
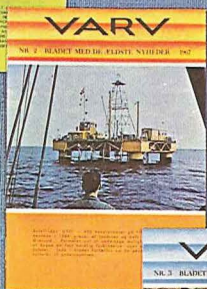
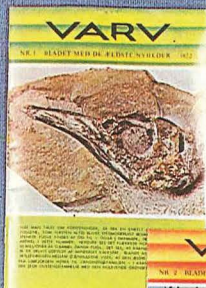
Silstrup Hoved (morgenbesøg): "Sydklinten" og "Firkanten" nås ad indkørslen lige overfor 5,2 km stenen, lavningen sydøst for enden af indkørslen fører ned mellem de to klinter. I Sydklinten findes +118 til +140 og derover 2-3 m moler tværet op i oligocænt glimmerler. Firkanten viser hele moleret over -13, det øverste er i syd tværet ind i oligocænt ler. Nedklatring til de to nordlige molerklinter er for enden af næste indkørsel mod nord, nedre del af askeafsnittet ses.

Medbring skuldertaske, hammer, mejsel, kniv, lup og plasticposer, samt notesbog, etiketter, gummistøvler og solskin. - God tur.

Niels Brønde

P.S. På Mineralogisk Museum eller Fur Museum er man interesseret i at se alle fossiler, som er pæne, hele og/eller særligt store, og eventuelt låne dem til affotografering. Indsaml normalt begge sider (plade og modplade) af fossiler.

VARV



20 cigaretter – eller

8 forskellige postkort - 8 kr

1 Varv-plakat i brun/grøn eller lilla/blå farve (se side 36) 50x70cm - 10 kr

1 Sølvplakat i femfarvetryk (se bagsiden) 50 x 70 - 10 kr

1 Kunstlæderkassette med guldtryk, rummer 6 årgange - 7,25 kr

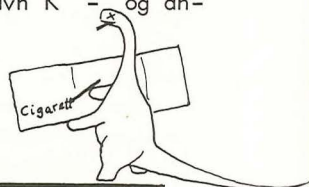
2 PAKKER CIGARETTER - ELLER

1 "Geologi på Bornholm" 64 sider geologi og lokalitetsbeskrivelser med farvefotos og tegninger - 14 kr

1 "Geologi på Øerne 1", Stevns-Fakse-Møn. 96 sider geologi og lokalitetsbeskrivelse med et væld af illustrationer - 20 kr

1 årgang VARV (Samtlige årgange fra 1964-71 kan fås endnu) - 15 kr

Alt tilsendes frit og forsvarligt emballeret. De skal blot indsende beløbet på giro 68880), Varv, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K - og angive på talonen, hvad De ønsker.



VARV

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

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

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

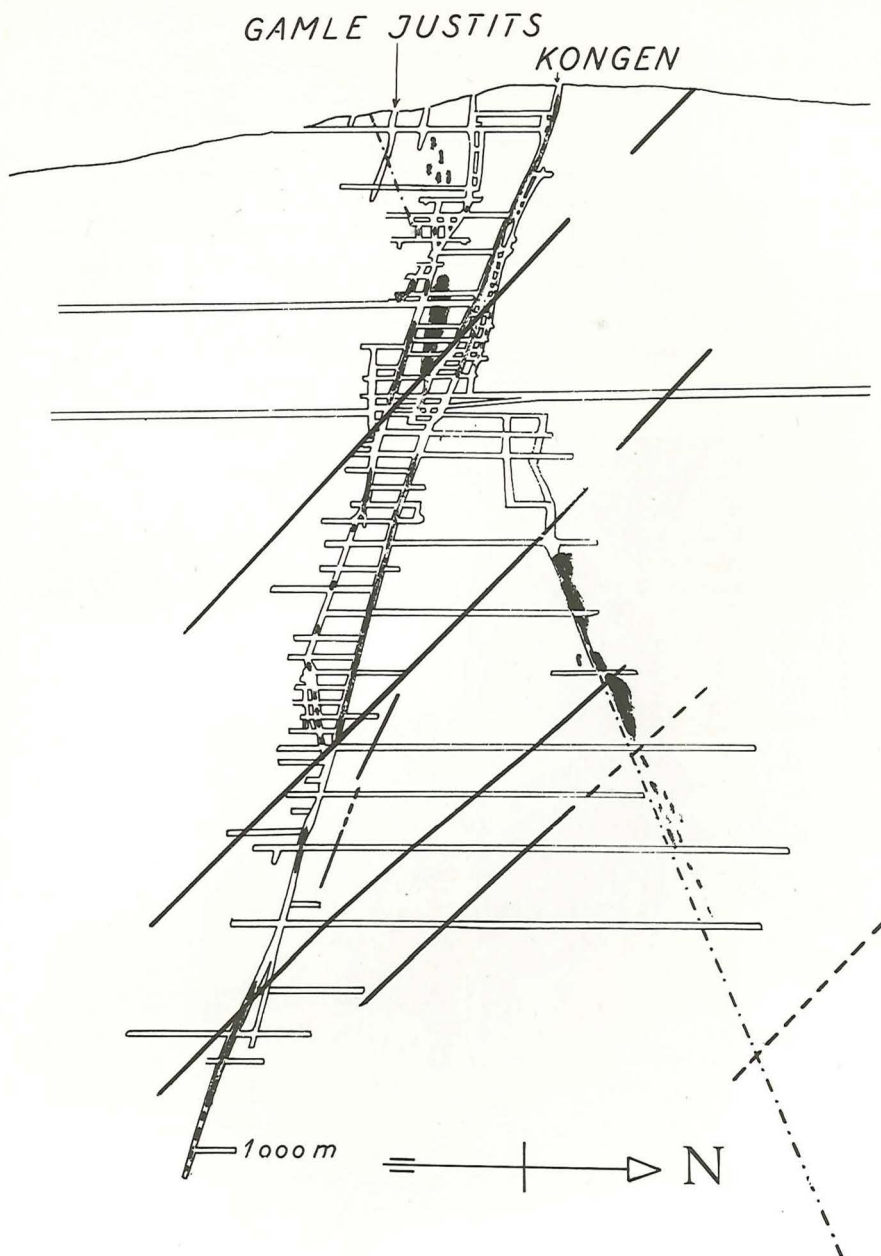
Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

Ligesaa mærkværdig som uventet var den Opdagelse, som i en enkelt Berg-Strækning i Sandsverds District, 4 Mile fra Kiöbstæden Drammen i Norge, skeete i Aaret 1623, da der viiste sig en Rigdom af gedieget Sølv, frembragt for største Delen i metallisk glindsende Tilstand, eller sieldnere i sorteblaae Glandserts, mineraliseret med Svovlsyren og noget Jern under metallisk Blödhed.

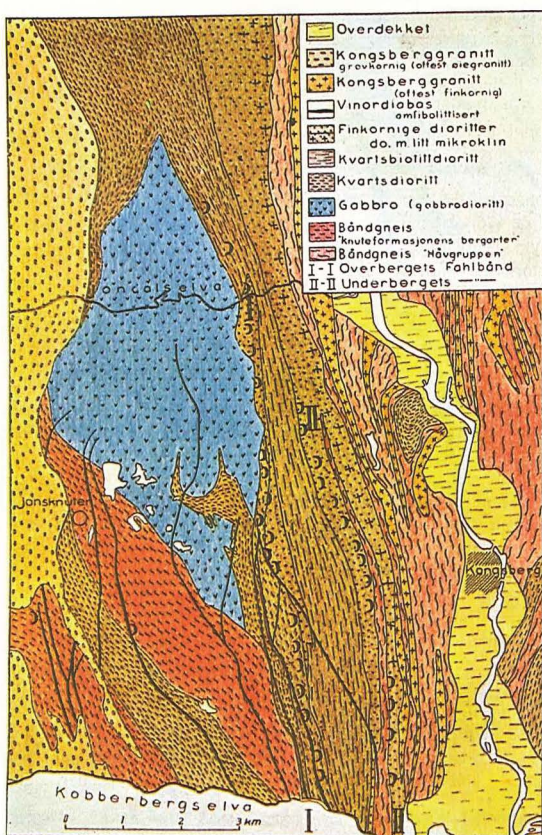
Således indleder Morten Thrane Brünnich sin beretning om Kongsberg Sølvbjergværk's historie gennem de første hundrede år efter sølvminens åbning i 1623. Ifølge traditionen var den første finder af sølvet en hyrdedreng, "der ved Omvankning i Settermarkerne paa Fieldet prøvede med sin Hammer det nøgne Berg". Virkeligheden har nok været mindre romantisk, idet der gives vægtige vidnesbyrd for, at den lokale befolkning længe forinden kendte til sølvet og forstod at udvinde det uden at noget kom Kronen eller den lokale myndighed for øre. Flere historikere mener, at den stedlige sølvmedekunst har rødder helt tilbage til slutningen af 1500-tallet, og at hyrdedrengens fund i 1623 var arrangeret af nogle lokale beboere i forsøg på at undgå straf for fortielse overfor Kronen. Rygter om rige sølvforekomster var formentlig på daværende tidspunkt nået til Christian IV, idet han senere samme år udsendte en forordning om, at hemmelig sølvudvinding ville blive straffet som tyveri, det vil sige med galgen. Denne håndfaste fremgangsmåde har sikkert udløst en del oplysninger om sølvforekomster - i hvert fald kendte kongen nu nok til at indkalde tyske bjergmænd, som året efter satte bjergværket i drift.

Den første grube, Kongens grube, blev anlagt hvor hyrdedrengens fund var gjort, og en "skjærping" af fjeldet omkring Kongsberg blev iværksat. De første par år gav kun få og små nye sølvfund, efterforskningen skete uden system og ønskekivistmændene havde ingen succes, men pludselig i 1629 kom der gang i fundene, og i løbet af 1630 var alle betydende grubefelter opdaget. Det er åbenbart, at man var blevet opmærksom på visse principper for sølvlejernes forekomst, og efterforskningen blev ledet ind i baner, der fulgte geologiske retningslinier. Størst betydning havde den såkaldte "krydsregel", ifølge hvilken sølvet var at finde hvor de Φ -V



Kongens grube er den ældste og dybeste mine i Kongsbergfeltet. De sølvførende partier er angivet ved sort skravering.

gående kalkspatgange skærer de N-S gående "fahlbånd". Duval formulere regelen i sin tids sprog og ånd således: "Fall og gang gjør som før nevnt et kors med hinannen ved deres strygende. Den første nemlig fallen fra syd til nord, den siste eller gangen fra øst til vest, og av disse to så ordentlig som mann og kvinne avles ertsen eller sølvet som et foster, og uten at de begge er sammen, så kan intet utrettes ut av nogen av delene, derfor så har de gamle kallet fallet for faderen, gangen for moderen og sølvet for sønnen, der likevel forvisst enn haver sin riktighet, besynderlig hvad der er årsak til sølvets vekst efter mine tanker". Eftertidens geologer har givet krydsregelen en mere prosaisk formulering, som kort skal omtales, men inden må vi lige se nærmere på hovedtrækkene i Kongsbergfeltets geologi.



Geologisk kort over Kongsbergfeltet. Kvarts-breccieårer og sølvførende kalkspatårer er ikke indtegnet.



Kongsberg i 1600-tallet, efter stik i kgl. bibliotek i København.

Den prækambriske Kongsberg-Bamble formation, hvori sølvminerne forekommer, er opbygget af bandede og dioritiske gnejsler, amfibolitiske diabaser (Vinor-amfiboliter) og røde granitiske gnejsler (Kongsberggranit). De bandede gnejsler består af vekslende bånd af lyse dioritiske og mørke amfibolitiske bånd, hvis tykkelse varierer fra få cm til 30-40 m. Bjergarterne har strykningsretning N-S og står næsten vertikalt. I området omkring sølvminerne er hældningen cirka $80^\circ \phi$.

Parallelt med strykningsretningen findes lange, smalle zoner, der er stærkt metasomatisk omdannet og imprægneret med svovlholdige malme. (Metasomatose er ændring af den kemiske sammensætning gennem stofudveksling med omgivelserne). De betegnes med et gammelt bjergmandsudtryk "fahlbånd". De vigtigste fahlbåndszoner er kendt som Overberget og Underberget, og her findes hovedparten af sølvminerne. Overberget, som er den mægtigste fahlbåndszone i distriktet, er mellem 180 og 900 m bred og forløber over en længde på mere end 10 km. Andre fahlbånd er kun få meter brede.

Hovedminerallerne i fahlbåndene er svovlkis, magnetkis, kobberkis og zinkblende, i mindre mængder forekommer arsenkis, koboltglans, bly-

glans, magnetit og ilmenit. Flere af disse malme er ikke modstandsdygtige overfor vejrliget, hvorfor fahlbåndene fremtræder som lange rustfarvede bånd.

Yngre end ovennævnte bjergarter er Oslo-diabaserne og de tilknyttede sulfidførende kvarts-breccieårer, der gennemskærer den gamle bjerggrund i øst-vestlig retning og kan spores østpå til Oslo-feltet. De kilometerlange kvarts-breccieårer er ofte 1 meter brede.

Yngst er de sølvførende kalkspatårer, som især optræder i fahlbåndszonerne og kun når få meter ind i den tilgrænsende gnejs. Årerne er for det meste ganske smalle, fra få mm og opefter, og opnår sjældent en tykkelse på en halv meter. De stryger omtrent Φ -V og har i regelen et stejlt sydligt fald, og ofte forekommer årerne i bestemte systemer, "fiederspaltten", hvilket vil sige, at årerne ligger i parallelle lag, der mod dybet er forskudt mod nord. Denne forekomstmåde blev man opmærksom på omkring 1750, og det blev en regel i minearbejdet, at man, når en sølvførende åre forsvandt i dybet, skulle fortsætte et stykke mod dybet og derefter gå mod nord for at finde den næste åre i systemet.

De vigtigste malm-mineraler i kalkspatårerne er, ordnet efter gennemsnitlig mængde: zinkblende, magnetkis, gedigent sølv, kobberkis, blyglans, sølvglans, kobolt- og nikkelferulminerale. Som ovenfor nævnt er indholdet af gedigent sølv ifølge krydsregelen koncentreret hvor årerne skærer fahlbåndene. Regelen har været - og er stadig - genstand for megen diskussion, og det vil føre for vidt at omtale de mange hypoteser, der er opstillet om dette emne, her skal blot nævnes to forhold, der synes at være bred enighed om. For det første mener man, at regelen skal udføres som et negativt udsagn således: Kalkspatårerne fører kun sølv hvor de skærer fahlbåndene. Det betyder med andre ord, at man ikke finder sølv udenfor fahlbåndene, men at man ikke nødvendigvis finder sølv, hvor en åre skærer et fahlbånd. For det andet er man af den opfattelse, at sølvudfældningen er sket hvor fahlbåndenes mineraler har været gode varmeledere, hvilket har bevirket, at de sølvførende vandige opløsninger er blevet afkølet hurtigt med en høj sølvkoncentration som følge.

Almindeligvis er de sølvførende årer kompakte, men hist og her findes hulrum, som har givet gode betingelser for krystalvækst, og det er fra disse hulrum man har hentet de usædvanligt smukke "sølvstuffer", som i dag kan beses på museer over hele Verden. De fornemste samlinger findes i Kongsbergmuseet og i Mineralogisk Museum, København.

I de 332 år, sølvværket har bestået, er der brudt ialt 1300 tons sølv fra omkring 130 gruber. Årsproduktionen har varieret mellem 0,3 - 15,7 tons sølv, og det fortæller lidt om de omskiftelige økonomiske forhold, som har præget sølvværkets historie. Straks efter 1630, da de vigtigste gruber var etableret, fulgte en tid med rige sølvfund, som lovede godt for fremtiden, men i grube efter grube forsvandt sølvet i dybet, og

sølvværket gik ind i en periode med underskud. Årsagen lå dels i manglende kendskab til gangenes natur i dybet dels i de primitive arbejdsmetoder. Al fordring i minesakterne foregik med håndkraft, og krudtsprængninger var ikke effektive, før man i 1719 indførte tyroler kronbor.

I slutningen af 1600-tallet, da man var nået ned i 50-60 meters dybde, stod man overfor valget mellem at nedlægge minerne eller at gennemføre en omfattende modernisering. Man valgte det sidste, og et vældigt arbejde blev iværksat for at skaffe vandkraft til minerne. Dæmninger blev anlagt inde i fjeldet, hvorfra vandet via gravede grøfter og hule træstammer blev ledet frem til minerne. Her blev der oprettet pumpestationer og hjulstuer, hvis store vandhjul kunne levere den fornødne energi til minearbejdet. Stoller - vandrette minegange mellem minesakter og jordoverfladen på et lavere niveau - blev anlagt, så vandet fra skakternes dyb kunne ledes bort.

Moderniseringen af driften førte sølvværket ind i en god periode, som varede godt 70 år, men henimod slutningen af 1700-tallet kom man påny i vanskeligheder. En overgang forsøgte man at sætse på sølvfund udenfor det gamle grubefelt, men den spredte drift blev for kostbar og da man på daværende tidspunkt anså en modernisering af stolledriften på Overberget efter de principper, som var fulgt på Underberget, for uoverkommelig, så man sig nødsaget til at lukke sølvværket i 1805.

Det varede imidlertid kun 10 år før man besluttede sig til at genåbne minerne og gennemføre de nødvendige moderniseringer. Stoller blev drevet frem på Overberget, og anstrengelserne blev koncentreret omkring Kongens og Armen grube. Disse miner viste sig usædvanligt rige på sølv, og det gav anledning til optimistiske betragtninger vedrørende sølvminerens fremtid. 1800-tallet blev da også som helhed en god periode for sølvværket, men mod slutningen ophørte overskuddet på den egentlige drift, så man var henvist til at tære på de ressourcer, som lå lagret i de nedlagte miner.

Det tyvende århundrede bragte ikke bedre tider for minerne. Driften vedblev at være urentabel, i første række på grund af faldende sølvpriser og stigende arbejds lønninger. Mens man i 1890'erne kunne betale en arbejders årsløn med 2,5 kg sølv, kunne det samme kvantum sølv i 1950 næppe klare 3 ugers løn. De forværrede forhold førte til, at Stortinget i november 1955 besluttede at nedlægge Kongsberg Sølvværk.

Bee Johansen

Bagsidebilledet viser en "sølvstufte" fra Kongsberg, udstillet i Mineralogisk Museum, København. Mønten er en speciedaler fra 1636 slået i kongsbergsølv.



SØLV

MINERALOGISK MUSEUM

© 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025