

KROM-MALM

i Grønland

Den tyske mineralog Giesecke rejste i begyndelsen af forrige århundrede til Grønland for at lave mineralogiske undersøgelser. Krigstilstandene i Europa hindrede ham i at vende tilbage som planlagt, og han måtte tilbringe syv år i Grønland. Et af resultaterne heraf var en meget stor mineralsamling.

Blandt andet fandt han safirin - et meget smukt blåt mineral - ved udstedet FISKENÆSSET, hvis navn siden dengang i mineralogers bevidsthed har været knyttet til dette mineral.



Men Grønlands Geologiske Undersøgelse fandt under feltarbejdet i sommeren 1964 et andet mineral ved Fiskerøset, nemlig **CHROMIT** (kromjernsten).

Mens safirin kun findes i ringe mængde, kendes chromit allerede nu i betydelig udstrækning.

Mineralet chromit indeholder det værdifulde grundstof krom, der bruges til metal-legeringer og ved fremstilling af keramiske produkter - mange grønne keramikglasurer kan takke krom for deres farve.

God krom-malm forhandles på verdensmarkedet for ca. 200 kr pr ton.

Chromit forekommer ved Fiskerøset i kilometerlange smalle zoner. Geologerne arbejder med at undersøge forekomsternes udbredelse samt indholdet af krom. Først efter nogle års arbejde kan der siges noget nærmere om fundets størrelse.

De største kromforekomster i verden findes i Tyrkiet og Sydafrika.

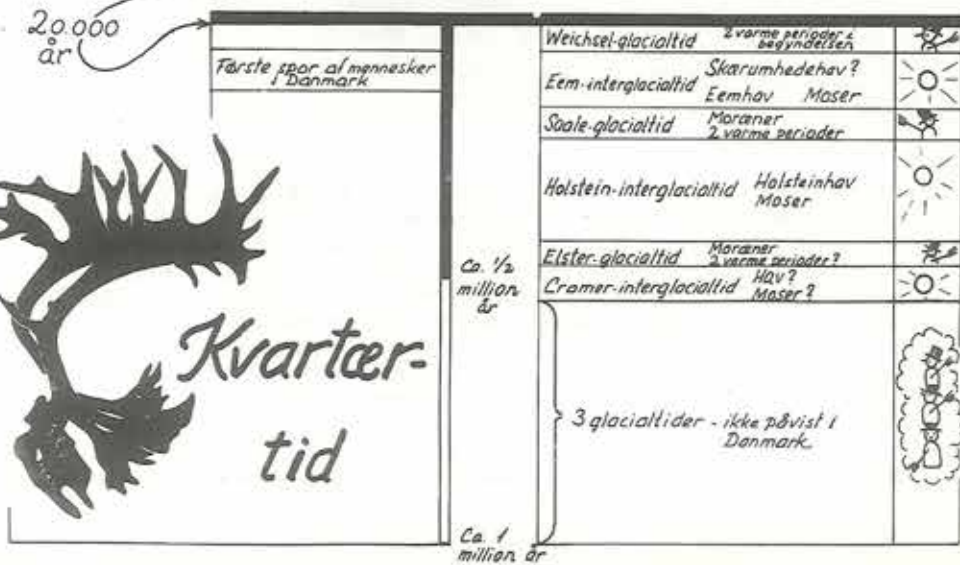
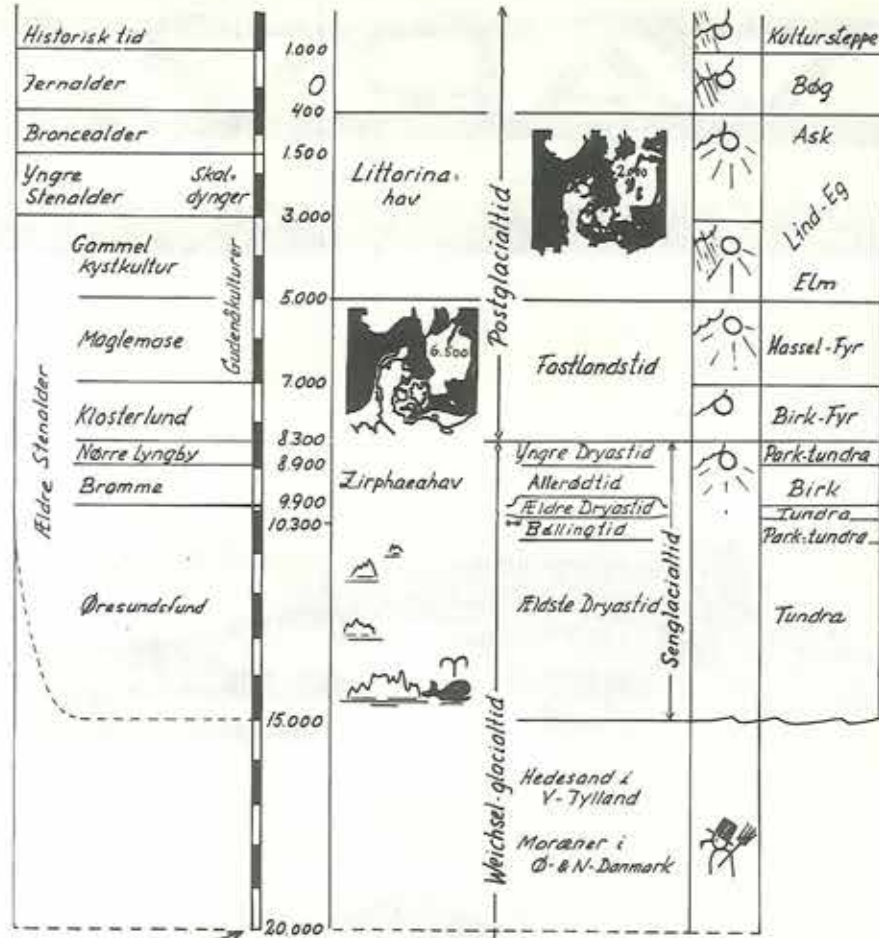
VARV

NR. 1. BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1966

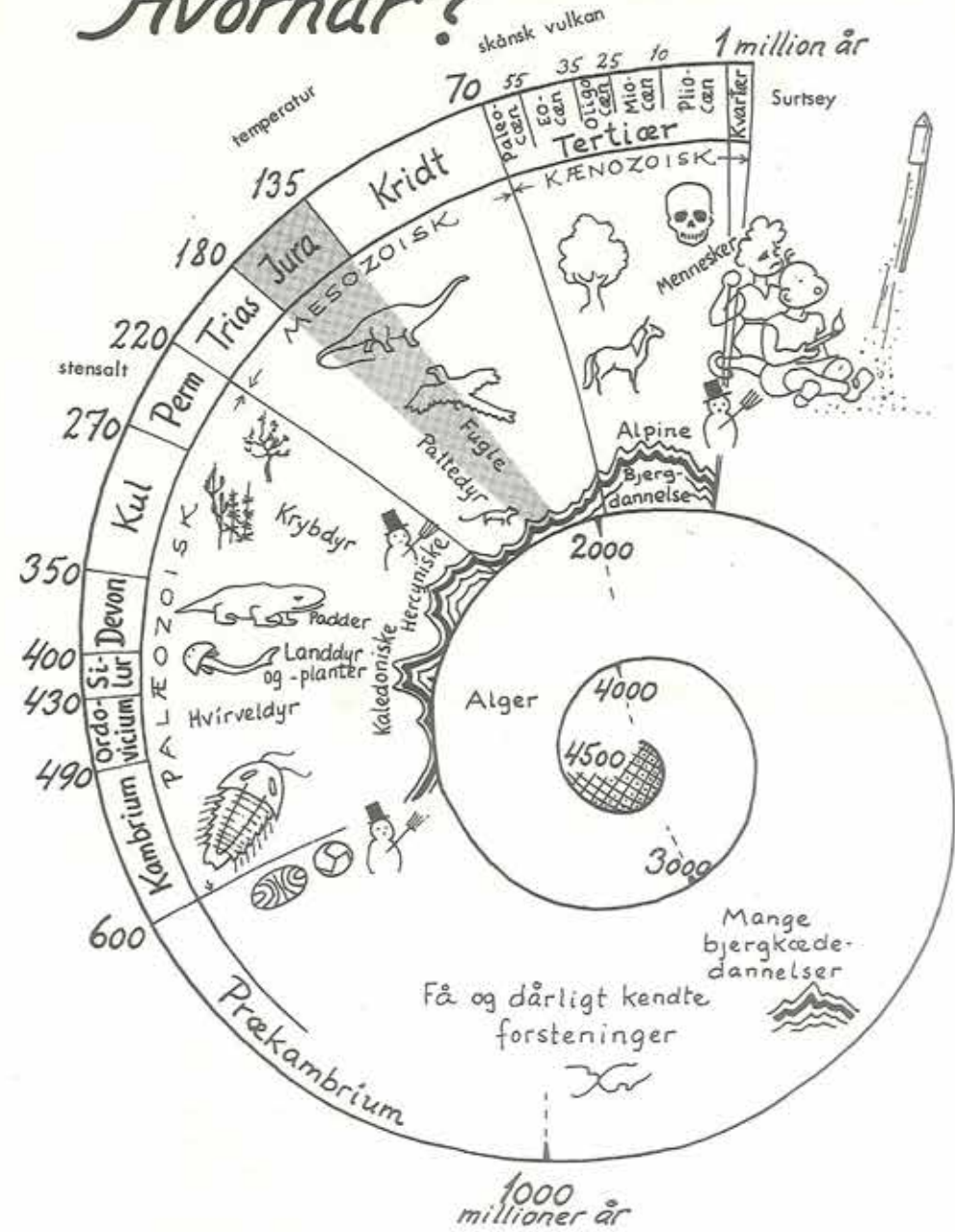


Island er blevet større og bliver stadig større. Den nye vulkan Surtsey, som VARV allerede for halvandet år siden omtalte, er nu faldet til ro, men der er stadig vulkansk aktivitet på havbunden omkring den. I efteråret dannedes en ny lille ø Syrtlingur, som efterårsstormene i oktober imidlertid igen udslettede. Nu er der atter dannet en ny ø. Billedet herover viser udbruddet på havbunden fotograferet 2. juledag af den islandske geolog Sigurdur Thorarinnsson. To dage senere dukkede øen op. Bag dampskyen fra udbruddet ses Surtseys flade lavakegle og de høje klinter i vulkansk aske fra øens første periode. I baggrunden ses Vestmannaøerne, der før var Íslands yderste forpost i dette havområde.

Inde i bladet fortæller Sveinn Jakobsson om vulkanismen i havet syd for Island og den geologiske baggrund for denne, og der gøres rede for Surtseys korte geologiske historie på kun to et kvart år.



Hvornår?



TIDÉRNE SKIFTER



JURA-perioden er opkaldt efter Jurabjergene. Enormt tykke aflejringer blev i juratid dannet på synkende bund i Jordens "Middelhav" og visse andre havområder, og disse lag blev senere til hovedmassen i Alperne, Jurabjergene og jævndrengende bjergkæder. I selve juratid foregik der kun en stor bjergkædefoldning - dannelsen af Nordamerikas Cordillerer.

Store dele af de tidligere landområder blev iøvrigt i juratid dækket af lavvandede have. Her fik mange dyr lejlighed til udvikling af en overordentlig mængde forskellige typer. På grundlag af deres rester kan juraperioden inddeles nøjagtigt i ganske små tidsafsnit. Navnlig forstenede ammonit-blæksprutter spiller en rolle her.

De store havområder samt den næsten totale mangel på bjerge i de små landområder var med til at gøre klimaet ensartet varmt over det meste af kloden.

Blandt tidens dyr og planter skete der navnlig en kraftig udvikling af undergrupper som slægter og arter. Planteverdenen var ret ensformig, især koglepalmer, nåletræer og bregner. Krybdyrene var den herskende dyregruppe, der rummede flere meget store former ("kæmpeøgler"). De ældste fund af flyveøgler og fugle viser, hvordan lufthavet erobredes. Fuglene havde tænder og viser også på andre måder, at de nedstammer fra krybdyr. Pattedyrene fortsatte langsomt deres udvikling. Det var små dyr, som levede af insekter og andet bytte.

I Danmark er juralag tilgængelige på Bornholm. Det er kyst- og ferskvandsaflejringer, med bl.a. brunkul. I det øvrige land skal man bore for at nå juralagene. De findes kun i Midt- og Nordjylland samt på Sjælland og de sydlige naboer. Det er især havaflejringer og navnlig skifer.

SF

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldgade 5-7
København K. (Tlf. Mi 5001).
Redaktion: Erling Bondesen (ansvarshavende), Mona Hansen, Søren Floris
Valdemar Poulsen.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 10 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880. Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering o. lign. bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

Ø's Historie

af SVEINN JAKOBSSON

Vulkanudbruddene ved Vestmannaøerne nær Islands sydkyst har nu været i godt to år og er ved at blive et af de længste udbrud i historisk tid i Island. Man har her nøje kunnet følge den enestående begivenhed: Hvordan en ø opstår under vulkanudbrud på havbunden.

Som bekendt forekommer vulkanudbrud ikke hvor som helst på vor jordklode, men er bundet til afgrænsede zoner, der samtidig er arnested for de fleste jordskælv (se Varv 1964,3). En af disse vulkanzoner følger den undersøiske Midtatlantiske ryg. Af områder med vulkansk aktivitet i nyere tid langs denne ryg kan nævnes: Tristan da Cunha, der var i udbrud i 1961, Azorerne, hvor et undersøisk udbrud fandt sted i 1957-58, og Island.



Antallet af vulkaner, der har været aktive i Island siden istidens slut (det vil sige i de sidste 15.000 år) anslås til omkring 200. De ligger i et bælte, der strækker sig fra sydvest til nordøst igennem landet, hvorimod Øst- og Vest-Island består af basaltlava, der hovedsagelig er dannet i Tertiærtiden. I de sidste århundreder har der været vulkanudbrud i Island ca. hvert femte år, gennemsnitlig. Siden århundredskiftet har der været mindst 13 udbrud fordelt på fem vulkaner. Til glæde for geologerne har udbruddene været af vidt forskellig karakter. I 1934 var der således et udbrud i Grimsvötn, under Vatnajökulls isdække, der forårsagede store oversvømmelser i området syd for Vatnajökull. I 1947-48 havde den berømte Hekla (Hekla-fjeld = hekken-fjeld) et stort aske- og lavaudbrud, og i Askja, en stor vulkan i Nord-Island, var der i 1961 et spalteudbrud - en udbrudstype man ikke før havde haft lejlighed til at observere i Island. Det samme kan

siges om det undersøiske udbrud ved Vestmannaøerne, som startede i 1963 og dannede Surtsey. Det er første gang geologer har haft mulighed for at følge et sådant ved Island.

Det er dog ikke det første udbrud af denne art. Ifølge annaler og og krøniker har der været over en halv snes udbrud i havet ud for landets kyster i historisk tid (det vil i Island sige inden for de sidste tusinde år), de fleste ud for Reykjaneshalvøen ved sydvest-kysten. Under tre af disse udbrud ved man med sikkerhed, at der blev dannet en ø, i 1211, 1422 og 1783. Vulkanøen fra 1783, der lå et eller andet sted sydvest for Reykjanes blev først opdaget af et dansk skib, der var på vej til Reykjavik og blev kaldt Nýey (Nyø). Efter kongelig forordning blev en ekspedition udsendt senere på året for at tage øen i besiddelse og hejse Dannebrog på den. Men da var det for sent, øen var forsvundet og den viste sig ikke igen.

Det var besætningen på en fiskerbåd, der lå og fiskede syd for Vestmannaøerne, som først opdagede det undersøiske udbrud. Tidligt om morgenen den 14. november 1963 så fiskerne sorte røgsøjler stige til vejrs i knapt en sømils afstand fra båden. De blev hurtigt klar over, at det drejede sig om et vulkanudbrud. Sort aske blev uafbrudt slynget op i flere hundrede meters højde, mens en hvid dampøjle steg flere km til vejrs, senere helt op til 9 km's højde. Der var udbrud langs en ca. 800 m lang spalte på havbunden. Dens retning var omkring N 35° Ø (det er nær hovedretningen for vulkanske spalter og forkastninger i Syd-Island). Med få sekunders mellemrum var der eksplosioner to-tre steder langs spalten, og havet omkring var brunlig-farvet af aske og pimpsten. Næste dag var udbruddet endnu voldsommere, og man kunne nu skimte en sort stribe under askesøjlerne - en ø var dukket op. Den var allerede nu omkring 10 meter høj og 500 meter lang.

Havdybden her var før udbruddet omkring 130 meter, det vil altså sige, at der allerede på udbruddets anden dag var blevet dannet et 140 m højt bjerg på havbunden. Det er dog sandsynligt, at udbruddet i virkeligheden startede nogle dage i forvejen med en rolig udskillelse af udbrudsmateriale på havbunden. På Heimaey, den største af Vestmannaøerne, havde man tre dage i forvejen lagt mærke til en lugt af svovl. Og den 13. november havde et havundersøgelsesskib i en zone lige syd for vulkanområdet målt en pludselig temperaturstigning fra 7,0° C til 9,4° C. Ingen jordskælv blev registreret den 14. november, men svage jordreystelser en uge før kan muligvis sættes i forbindelse med udbruddet.

Til saltstrukturerne knytter sig særlig interesse ud over selve saltene, idet de kan være årsag til koncentration af olie. Ved saltgennembruddet bøjes de ovenliggende lag opad og ud til siderne. Findes der i lagene olie vil denne søge opad, da den altid er under et vist gastryk, og den vil da ledes gennem porøse og gennemtrængelige lag indtil mere tætte lag standser den. Olien kan således netop omkring og over saltstrukturer koncentreres i forholdsvis store mængder.

Da saltstrukturer på grund af saltets ringe massefylde er lette at påvise ved tyngdemålinger (se artiklen om geofysik i Varv 1965,1) har de naturligvis oliegeologernes store interesse.

Der er endnu ikke fundet basis for produktion af kalisalte herhjemme. Suldrup-forekomsterne var ikke økonomisk udnyttelige. Med hensyn til stensalt er saltstrukturen ved Hovnum vest for Hobro udvalgt til saltproduktion af firmaet A/S Dansk Salt. Saltet skal udvindes ved, at man pumper fersk vand ned og opløser saltet, der som en koncentreret opløsning føres gennem pipe-lines til et inddampningsværk ved Mariager fjord. Man regner med en årlig kapacitet på 150.000 t. Ved Harboøre udnytter Cheminova en derværende saltstruktur til klorfremstilling. Også her foregår brydningen ved opskylning.

8

EN SALTSTRUKTURS DANNELSE

I. YNGSTE TRIASTID

Allerede i yngste Trias var dæklagene så tykke, at saltet (sort) begyndte at bevæge sig, hvor det var tykkest. Bevægelsen er rettet mod en svag opbøjning i underlaget.

II. MELLEMESTE JURATID

I mellemste Jura har saltvandringerne ført til dannelse af en saltpude over den svage opbøjning. På havbunden er derved opstået en randsænkning, hvor der aflejres tykke lag. Over puden aflejres kun tynde lag.

III. KRIDTTID

Som følge af den forskellige aflejring og dermed forskellig belastning bryder saltet igennem dæklagene og der dannes en saltstok. Der dannes yderligere en randsænkning.

IV. NUTID

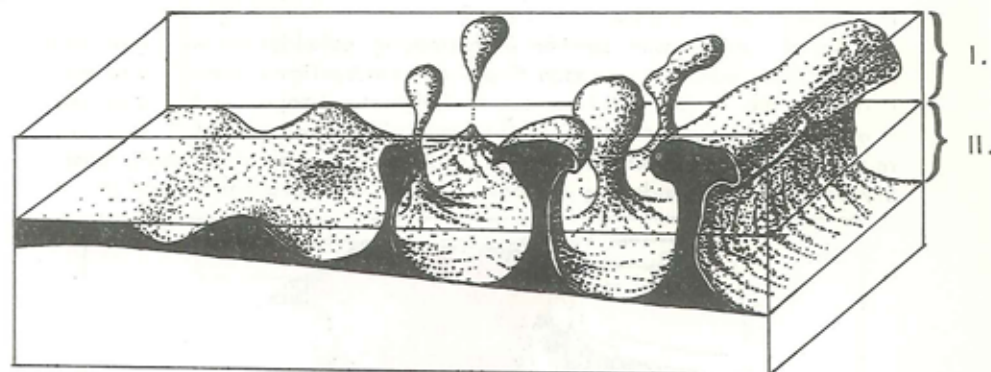
Saltet er koncentreret i en paddehat-struktur eller en saltstok. Den første randsænkning vender nu bulen opad og frembyder derved muligheder for oliekoncentration. (fra Trusheim 1957)

Denne forekomstmåde må skyldes egenskaber ved selve saltet, blandt andet saltets ringere massefylde (2,0) i forhold til de ovenliggende lag (2,6), hvilket giver det en vis opdrift omtrent som olie i vand. - Saltet vil søge at flyde oven på de andre aflejringer. Også saltlagenes tykkelse spiller en rolle samt det forhold, at salt ved en vis belastning (100 kg/cm^2) vil blive plastisk og begynde at flyde hvis underlaget blot hælder nogle få grader.

Saltet ansamles først i store puder et sted, hvor de ovenliggende lag enten er tyndere og derfor ikke vejer så meget, eller hvor der i forvejen var en opadbulende struktur. Puderne kan være aflange og danne en salt-ryg.

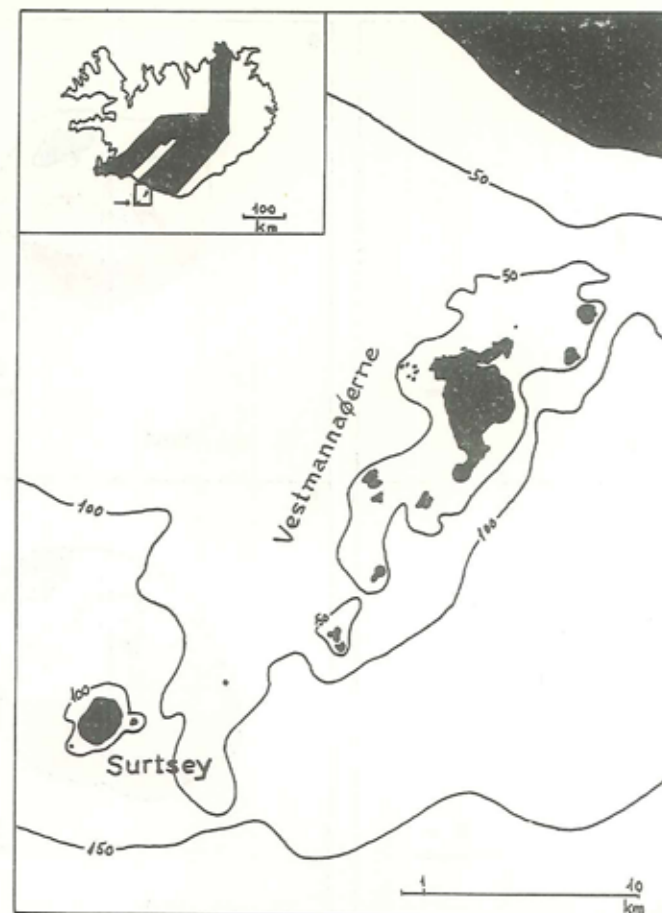
Når tilstrækkelig meget salt er flydt sammen i puden eller ryggen, gennembryder saltmasserne de ovenliggende lag og skubber sig som en knyt-næve op gennem lagene indtil "overtrykket" på dybet er udjævnet. Også efter gennembrydningen foregår bevægelser i saltet afhængig af skiftende belastning, for eksempel har indlandsisen været årsag til bevægelser i saltet.

Saltgennembruddene kan som tegningerne viser have højst forskellig form. I det danske bassin er der kun tale om paddehatte eller stokke (pæle), hvoraf Suldrup-strukturen syd for Ålborg er den største på $6,5 \times 5 \text{ km}$ i tværsnit. Suldrup strukturen er foreløbig den eneste af de undersøgte strukturer i det danske bækken, der indeholder kalisalte.



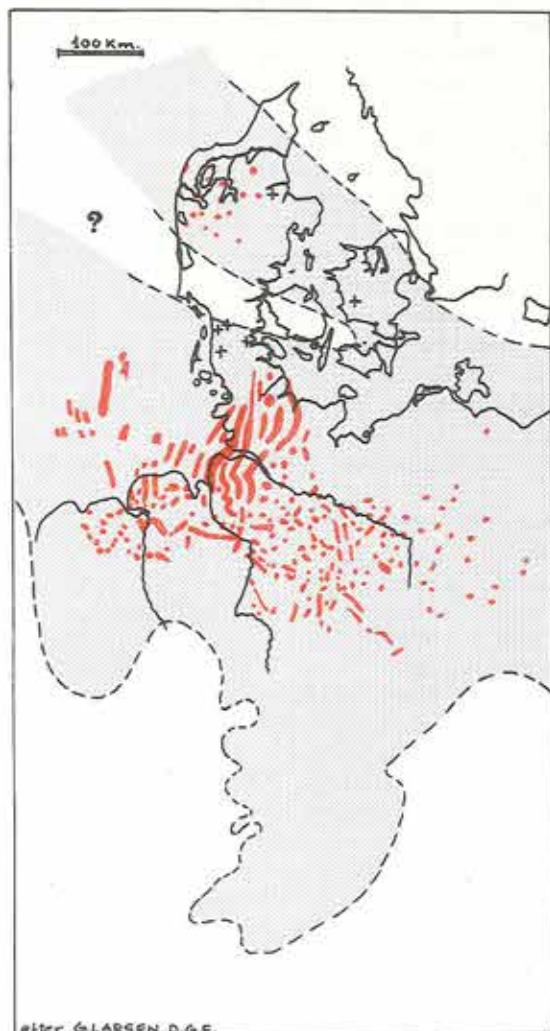
I. Dæklag II. Saltlagets oprindelige tykkelse (efter Trusheim 1957)

Forholdene i det nordtyske bassin er mere sammensatte. Her findes saltet både i paddehatte og i kæmpemæssige rygge. På dansk område er der dog kun tale om mindre puder og rygge i den østlige del af Sønderjylland og på Als.



Øen tiltog hurtigt i størrelse, den 1. december var den 800 meter i diameter og 100 meter høj, den var nu blevet rund eller hesteskoformet, da udbruddet gradvis blev koncentreret til et enkelt krater. Man kunne her skelne imellem to udbrudsformer. Hvis havvandet havde fri adgang ind til kratret, var resultatet askeeksplosioner med korte mellemrum. Disse foreteelser var forbavsende nok næsten lydløse, det eneste man hørte, var plasken fra lavabomberne, når de faldt i vandet, og tordenskrald fra lyn, der slog ned i udbrudssøjlen. Hvis krateråbningen derimod var blokeret af en askevold, var udbruddet kontinuerligt og asken blev slynget lodret op til 1000-2000 meters højde. Man kunne da høre en svag buldren eller brummen. Da den nye ø nu havde nået en anselig størrelse, anså man det for at være på tide, at den fik et navn. I stednavneudvalget blev man enige om at give den navnet Surtsey, efter Surtur, føreren for Jætterne i Ragnarok, der hærger verden med ild efter slaget.

FORHOLDENE I NORDTYSKLAND-DANMARK I ZECHSTEIN-TID



De stiplede linier angiver de daværende kystlinier. Rød farve angiver de fundne saltstrukturer. Krydsene angiver de i artiklen omtalte borerings placering.

Som det ses af kortet må det forventes at både det nordtyske bækken og det danske bækken fortsættes ud i Nordsøen. Kortet siger derfor noget om nødvendigheden af, at grænserne for interesserne i Nordsøens dybgrund Danmark og Tyskland imellem er nøje fastlagt (jævnfør den seneste tids presseomtale af dansk-tyske forhandlinger).

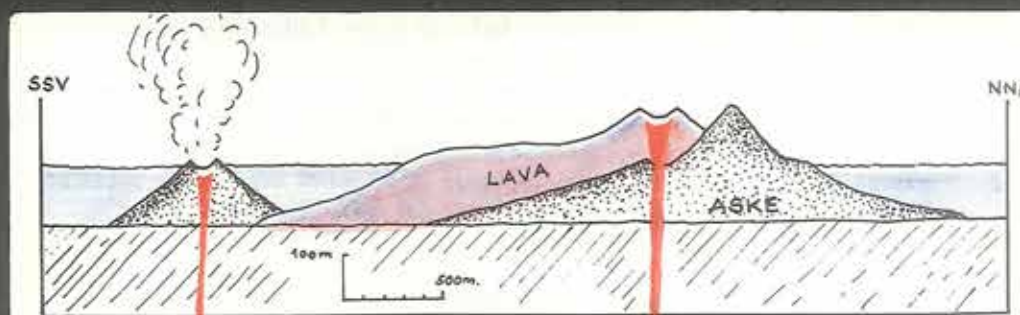
"Landområdet" fra Ringkøbingegnen til Lolland (se Varv 65,3) er af stor betydning for den geologiske udvikling af vor undergrund.

Det var ikke kun i Zechstein-tiden, at der aflejredes salt indenfor dansk område. I boringerne ved Tønder fandtes et 50 m tykt lag fra ældre Trias-tid og i Gassum boringen fandtes mindre saltlag fra yngre Trias-tid.

I slutningen af januar 1964 ophørte udbruddet i det gamle krater og 1. februar dannedes et nyt krater, nordvest for det gamle. Her fortsatte udbruddet på samme måde som før indtil den 4. april 1964, da krateret begyndte at producere lava. Da var Surtsey vokset til 1,2 kvadratkilometer og højden var 173 m over havoverfladen eller omkring 300 m regnet fra havbunden. Den totale mængde materiale frembragt på de godt 4½ måned var 400-500 millioner kubikmeter, som svarer til en gennemsnitlig produktion af 40 kubikmeter i sekundet.

I slutningen af december 1963 var der udbrud på havbunden 2 km NØ for Surtsey. Dette udbrud varede dog kun i nogle få dage og ingen ø dannedes. Der var udbrud på tre steder langs en 500 m lang spalte med retningen N 15° Ø.

Udbruddet i Surtsey havde indtil nu været eksplosivt, og det frembragte materiale var først og fremmest sortbrun vulkansk aske af basaltisk sammensætning. Asken består af brunt vulkansk glas og enkelte krystaller af mineralerne olivin og plagioklas. At vulkanen den 4. april 1964 gik over til at producere lava skyldtes kun de ydre omstændigheder. Mens øen var mindre og havet frit kunne trænge ind i krateret eller sive igennem øskeglen, blev den opstigende smeltede stenmasse (magma) afkølet øjeblikkelig ved berøring med det kolde havvand. Dette resulterede i, at der kun blev dannet aske. Nu var øen imidlertid blevet stor nok til at krateret var isoleret fra det kolde havvand. Med andre ord, hvis udbruddet var startet på land ville lava have været udviklet fra begyndelsen.



Udbrudsfeltet ved Vestmannaøerne med "Juleøen" og Surtsey den 3.1.1966

Se side 10

Den 4. april kunne man iagttage en 120 m bred lavasø i kratret, hvorfra lavafontæner blev sprøjtet indtil 50 m op i luften. Fra søen strømmede lavaen ofte med stor hastighed til havs, hvor strømmen sædvanligvis delte sig i mange småstrømme. Hvor hver enkelt lavastrøm gik ud i havet kom dette i kog, og damp og sten blev slynget til vejrs som i en lille geyser. Lavaen der dannedes, var for det meste bloklava, d.v.s. lava, hvis overflade består af løse, kantede blokke. Selve bjergarten var olivin-basalt med samme kemiske sammensætning som den vulkanske aske.

Lavaen var meget tyndflydende og varm ifølge temperaturmålinger foretaget i de små lavastrømme. Temperaturen lå her imellem 1100-1200°C. Både fra krater og lavastrømme var der en livlig udstrømning af vulkanske gasarter. De vigtigste bestanddele i dem var vanddamp, kuldioxid, svovldioxid og brint.

Fra slutningen af april kunne man ikke iagttage nogen lavaudstrømningen i 2½ måned. Kratret var dog stadigvæk aktivt og høje kratervægge blev bygget op i denne periode. Den 9. juli 1964 startede lavaudbruddet igen og nåede snart samme intensitet som før. Kratret var uafbrudt aktivt i vinteren 1964-65, men lavaproduktionen var efterhånden i aftagende.

Lavaen flød nu næsten udelukkende ud fra kratret i lukkede kanaler og kom ikke op på overfladen før i nærheden af strandkanten. Den 17. maj 1965 iagttog man for sidste gang lavaudstrømning fra kratret i Surtsey. Da havde udbruddet været 1½ år og søen havde nu nået en størrelse af 2,46 kvadratkilometer, deraf dækkede lavaen 1,58 kvadratkilometer. Søens længde var 2,1 km, højden var på grund af nedstyrtninger reduceret noget i forhold til tidligere og var nu 169 meter.

Selv om Surtsey nu fuldstændigt var udsukt, skulle det vise sig, at den vulkanske aktivitet i området ikke var uddød endnu. Den 22. maj 1965 iagttog man dampudvikling på havet i en afstand af 600 m øst for Surtsey. To dage senere var et udbrud i fuld gang og i begyndelsen af juni kom en ø til syne. Der var askeudbrud i et cirkelrundt krater fuldstændig på samme måde som i Surtsey, det hele foregik bare i mindre målestok. Dette krater var i virksomhed indtil slutningen af oktober 1965. Da et kystbevogtnings-skib sejlede forbi den 24. oktober efter en stormperiode var udbruddet op-hørt og søen forsvundet. Den havde den 25. september 1965 nået en størrelse på 0,15 kvadratkilometer og en højde af 65 meter over havets overflade. Denne ø blev populært kaldt Syrtlingur (den lille Surtur - det er ellers navnet på krateret i Surtsey).

Der var nu ro i området i to måneder, men så begyndte et udbrud på endnu et nyt sted, denne gang sydvest for Surtsey. Den 26. december 1965 rapporterede et fly, at der var udbrud 800-900 m sydvest for Surtsey. To dage senere var en ø dukket op, og man så nu, at der var udbrud to steder på en spalte, der var i forlængelse af den, som var virksom under

Hvorfor har vi salt i undergrunden?

Når dette spørgsmål angribes må vi ned i boringerne til de dybder hvor saltaflejringer forekommer, og der se på de omgivende bjergarter og prøve at regne ud hvordan forholdene var under aflejringen.

Forsteningerne i lagene - overvejende kalk - viser at vi befinder os i den yngste del af perm-perioden (se spiralen side 31) nærmere betegnet i den underafdeling, der kaldes Zechstein. (Zechstein = "skaktsten". I de rhinske kuldistrikter må man altid lave mineskakterne i sandsten fra dette periodeafsnit). Bjergarterne fra Zechstein-tiden viser overalt i Nordeuropa, at klimaet må have været meget tørt og varmt (rødt ler og røde sandsten samt gips og kalk). I dette milieu finder vi Zechstein-saltet, der ved sin udbredelse viser sig at være begrænset til to områder - et meget stort nordtysk og et mindre dansk. De to områder var hav-bassiner adskilt fra hinanden ved et landområde - den såkaldte Ringkøbing - Fyn ryg. Landområdet består af grundfjeld, der nu træffes i 900 - 1600 meters dybde. I bassinene er grundfjeld endnu aldrig påtruffet, selv om flere boringer når mere end 3000 meter ned.

Aflejringsfølgen i selve saltformationerne er karakteristisk ved at veksle efter skemaet:

Saltcyklus	{	karbonat (yngste kalkbjergarter)
		sulfat (gips)
		klorid (stensalt)
		klorid (kalisalt)
		klorid (stensalt)
		sulfat (gips)
		karbonat (ældste kalkbjergarter)

Bjergarterne er her næsten rene kemiske forbindelser. Af disse forbindelser er karbonatet og sulfatet sværere at opløse i vand end stensalt og dette igen lidt sværere at opløse end kalisaltene. "Aflejringsmekanismen" må derfor have været en inddampning, hvor først de svært opløselige forbindelser - kalk og gips - udfældes af vandet og aflejres på havbunden. Ved stadig inddampning stiger saltholdigheden i vandet og på et vist tidspunkt begynder stensalt at udfældes, og fortsætter inddampningen kan koncentrationen af de lettest opløselige kalisalte blive så stor, at også de udfældes og danner aflejring.

Kalk kender vi alle som inddampnings"aflejring" i form af kedelsten, og mange har sikkert prøvet at koge en gryde saltede kartofler tør for vand og set saltet på bunden af gryden.

Fra ørkenegne kendes også saltsøer, hvor saltudskillelse finder sted den dag i dag (Det døde hav, Tsad søen, det Kaspiske hav).

Årsagen til, at vi har salt i undergrunden, er derfor de særlige forhold der herskede i Zechstein-tiden, hvor der på grund af et varmt og tørt klima var en stærk fordampning fra vandoverfladen i de to bassiner. Disse må have været lukkede lavvandede have, uden forbindelse med oceaner-



SALT

af Erling Bondesen.

Fra tid til anden fremkommer meddelelser i dagspressen om fund af nye økonomisk udnyttelige forekomster i vor undergrund og for en stund vækkes forhåbninger om, at vi nu omsider - måske - kan blive selvforsynende med vigtige råstoffer.

Foruden olie og kul har salt spillet en stor rolle i disse ofte sensationssprægede pressemeddelelser. Ved salt forstås hermed i almindelighed "køkkensalt", i naturen forekommende som stensalt, men her ledsaget af en lang række andre og langt mere værdifulde beslægtede salte. Det gælder i første række de værdifulde gødningssalte - kalisalte, der vil kunne danne basis for minedrift, hvis de findes under udnyttelige omstændigheder.

På dette sted skal vi nu ikke beskæftige os med den nøjere sammensætning og vanskelighederne ved at efterforske og udnytte saltbjergarterne, men koncentrere os om spørgsmålene - hvorfor har vi salt i undergrunden? - og - hvordan forekommer saltet?

I efterkrigsårene har vi navnlig gennem de undersøgelser, der er foretaget af D.A.P.Co (Danish American Prospecting Compagny) og Danmarks Geologiske Undersøgelse fået et omfattende kendskab til de generelle forhold omkring saltet i vor undergrund. Før krigen kendtes salt overhovedet ikke fra undergrunden - bortset fra en 17 cm lang keme (muligvis et falsum) fra en boring ved Harte syd for Kolding. Forholdene syd for grænsen sammen med forekomster af salt grundvand var dog tidligt årsag til mistanke om endog betydelige saltforekomster i vor undergrund. Der er nu udført over tredive dybdeboringer, d.v.s. borer over 1000 meters dybde, samt ca. 150 andre borer, der havde til formål at undersøge de strukturelle forhold i undergrunden, og heraf havde ca. 60 borer særlig mission i forbindelse med saltforekomsterne. Disse borer sammen med et omfattende materiale af geofysiske målinger (se Varv 1965, 1 og 4) er baggrunden for vor viden om saltet i undergrunden.



Surtsey-udbruddet i november 1963 til januar 1964. Udbruddet er af lignende størrelse som i Syrtlingur. Den 3. januar 1966 er den nye ø ca. 100 m lang og 50 m bred.

Indtil nu har der været udbrud på fire forskellige steder i området, hvis man tæller kratrene i Surtsey som et udbrudssted. Det har sommetider været tilfældet under spalteudbrud i Island, at udbruddet fortsætter i en spalte, der løber mere eller mindre parallelt med den første, eller at den oprindelige spalte gradvis forlænges under den vulkanske virksomhed. Dette har været tilfældet med udbruddene i Surtsey-området.

Vestmannaøerne, der ialt tæller 15 øer, er opbygget af hærtnede askelag og lava dannet ved undersøiske udbrud på samme måde som Surtsey. Disse udbrud menes at have sluttet for omkring 8000 år siden.

Lige siden november 1963 har man fulgt udbruddenes gang så nøje det har været muligt. Mens askeudbruddet i Surtsey var igang, blev observationerne foretaget fra fly og skib, kun enkelte gange vovede man at gå i land. De første til at gøre landgang på øen var nogle franske journalister fra "Paris-Match". Det var allerede den 6. december 1963, da øen kun var tre uger gammel. Under det korte ophold på øen var de nær omkommet og måtte efterlade alt deres udstyr. Senere hen var videnskabsmænd i land for at indsamle prøver et par gange. Efter at lavaudbruddet begyndte, var der ingen fare forbundet med at gå i land, og det blev nu meget populært at besøge Surtsey.

Talrige islandske og udenlandske videnskabsmænd har indsamlet prøver og udført målinger af forskellig art. For at varetage den videnskabelige udforskning af Surtsey, har man dannet et team af geologer, geofysikere og biologer af flere forskellige nationaliteter og undersøgelserne er nu i fuld gang.

For at være i stand til at følge den landskabelige ændring af Surtsey så godt som muligt, har man taget luftfotografier hver anden måned. Øen har ændret form ustandselig, ikke bare under vulkanudbruddene, men også ved havets nedbrydning. Under en stormperiode kan havet gøre store indhug i både aske- og lavaklinter. Kun få uger efter lavaens størkning var der dannet en strandbred med strandvalde af næsten runde rullesten.

Selvom jeg her udelukkende har beskæftiget mig med Surtsey's geologiske historie, er en undersøgelse af den biologiske udvikling på øen ikke mindre betydningsfuld. Det er af stor interesse at følge, hvordan en ø, der fuldstændig er blottet for liv, lidt efter lidt invaderes af planter og dyr. De første levende væsener - som man iagttog allerede tidligt i øens historie - var fugle af forskellig art, ingen har dog ynglet der endnu. Et

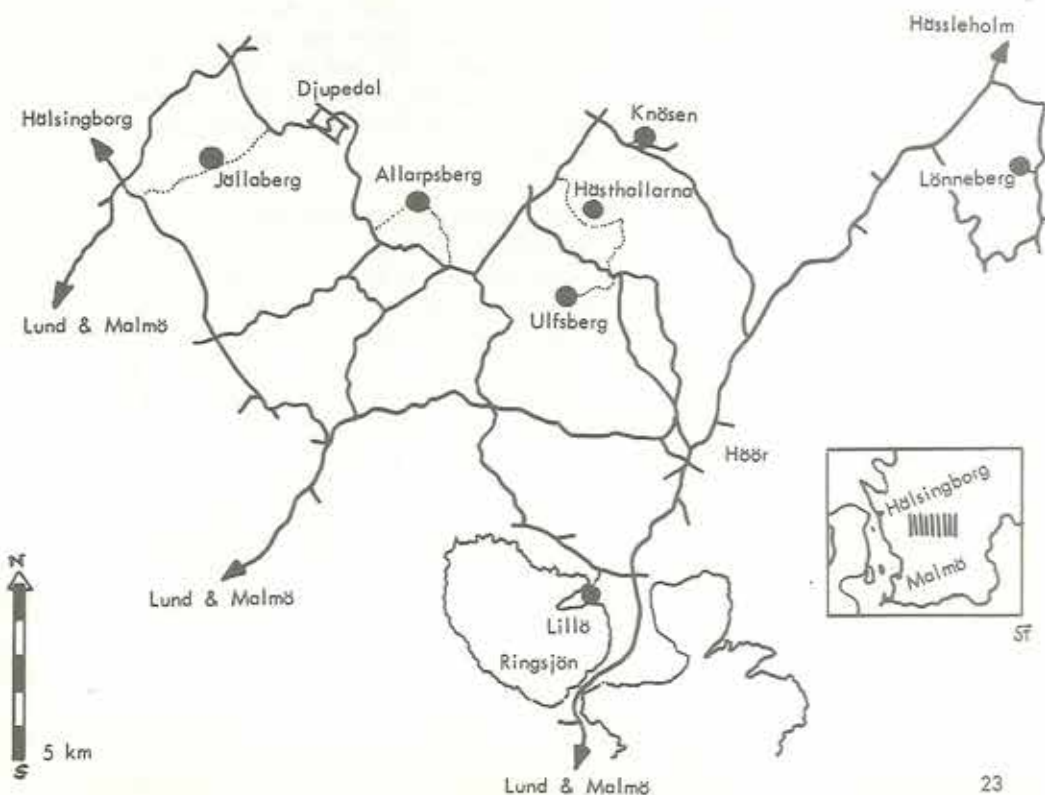
Vulkaner i Skåne

I en afstand af kun 60 km fra rådhuspladsen i København kan man komme til at se en vulkanruin på et halvt hundrede meters højde. Det er Jällaberg, en af de højeste af de godt halvtreds vulkanrester i egnen nord for Ringsjön i Skåne. Vulkanresterne er stejle bakker af istidsjord og lavakerner af gamle vulkanbjerge (lavaen ses bedst i toppen af bakkerne).

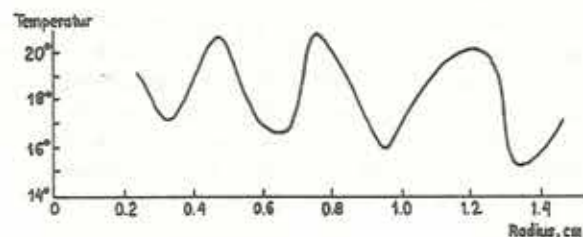
Af de fleste vulkaner er kun de enorme rester af kernerne tilbage - vulkanbjergenes hårde og modstandsdygtige lavaudfyldninger. Det øvrige er slidt bort (til sidst tog istidens gletschere en del af lavakernerne med til Danmark som karakteristiske ledeblokke, skånsk olivinbasalt).

Ved Djupedal har man imidlertid fundet store mængder af grøn-brun hærtnet vulkansk aske (tuf). Den indeslutter porøse "bomber" af lava og mørnedes rester af den nåletræsskov, der blev kvalt af askefaldet.

Af forskellige grunde er det rimeligt at mene, at vulkanerne først blev til ved udbrud så sent som i tertiærtid.



Ved de omtalte undersøgelser benyttede man små prøver fra de forskellige vækstlag næsten ind til midt-aksen i "vættelyset", og ekstra prøver taget i de tilsvarende lag på den anden side kunne tjene til kontrol, da samme temperatur gerne skulle præge det samme vækstlag. Resultatet af undersøgelsen fremgår af kurven, der giver flere oplysninger.



Kurven viser tre maxima og fire minima - givetvis svarende til, at den pågældende belemnit har levet tre somre og fire vintre, før den døde. Det ses, at den største årstemperaturvariation er 6° , gennemsnitstemperaturen var 17.6° . Temperaturkurven falder i sin helhed en smule mod højre - med stigende tykkelse af belemniten, hvad der kunne antyde, at dyret efterhånden opholdt sig på dybere vand - med lavere temperaturer.

Palæotemperaturen har også været målt på tre belemnit-eksemplarer taget fra forskellige niveauer i det danske skrivekridt. Der kan muligvis have været en mindre temperaturstigning i tidsrummet for aflejringen af skrivekridtet, idet temperaturerne nedefra og op efter androg 12.3° , 12.8° og lige ved grænsen til bryozokalken i Stevns Klint 14.3° .

Der er konstant stor interesse for "geologiske termometre", som gennem steds mere raffineret teknik bidrager til at gøre fortiden mere nærværende og levende.

LEVENDE "VÆTTELYS"

På den jyske vestkyst finder man tit ilanddrevne blæksprutteskaller. De stammer fra små blæksprutter af slægten Sepia og svarer hver for sig til vættelysdyrenes skal men med helt forskudte størrelsesforhold. Sepiaskalen er hovedsagelig en forvokset rygside af vættelysblækspruttens kammerdelte skal. Bugsiden er kraftigt reduceret. Og den lille tap, som sidder bagest i sepiaskallen er en meget lille og beskeden udgave af kridttidens vættelys.

systematisk studium af udbredelsen af liv på Surtsey blev startet den 14. maj 1964. Man fandt en mængde mikrober af flere slags i luften over øen. Indtil nu er kun to insekter fanget på øen. Siden sommeren 1964 har man fundet ilanddrevne frø af forskellige slags strandplanter og i juni 1965 fandt man for første gang en rodfæstet plante på Surtsey. Det var strandrøddike.

Denne lille koloniasator måtte dog bukke under for askenedfaldet fra Syrtlingur-udbruddet, som dækkede størstedelen af Surtsey med op til 3,5 m tykke lag.

Surtsey-udbruddene har ikke voldt nogen nævneværdig skade - i begyndelsen havde man frygtet bl.a., at den vulkanske virksomhed ville skade de rige fiskebanker ved Vestmannaøerne. I begyndelsen af askeudbruddet faldt dog lidt aske i købstaden Vestmannaeyjar, 25 km nord for Surtsey, hvad der voldt nogen ubehagelighed, da drikkevandet der næsten udelukkende fås ved at indsamle vand fra hustagene.

Sveinn Jakobsson



BOG MED PRAGTFULDE FARVEFOTOS

Sigurður Þorarinsson's Surtsey, Islands nye vulkanø. Oversat til dansk 1965. København (Hassings forlag).

NYT OM OLIE-BORINGERNE

Umiddelbart ved redaktionens slutning udsendte Dansk Undergrunds Consortium sin "nytårsoversigt".

Forundersøgelserne - seismiske målinger udføres for tiden af et hold i Vestjylland og et i Nordøstsjælland. I foråret 1966 fortsætter de seismiske undersøgelser af den danske del af Nordsøbunden.

Konsortiets første dybdeboring, Prøveboringen Rønde I, ved Følle i Djursland, er nede i 2.800 meters dybde og arbejder i salt fra yngre perm-tid. Man vil gennembore saltet for at undersøge de underliggende lag, der måske er olie- og gasførende perm-sandsten. Det sker muligvis først ved dybden 4.500 meter, men kan indtræffe langt tidligere (ved 3.000 m?).

Når Djurslandboringen har givet klar besked, iværksættes muligvis en dybdeboring ved Jørsby i det nordlige Mors, hvor forskellige forberedelser allerede er truffet. Jørsby ligger ligesom Følle/Rønde i det "danske bassin", se Varv 1965,3 og dette nummer ("Salt"), og borestedet er valgt efter forudgående seismiske undersøgelser.

En nordsøboring forventes startet fra bore-ø i 1966/67.

Dansk Undergrunds Consortium =

på land:

A.P.Møllers rederier,
Gulf Oil Co. of Denmark,
Shell Denmark Ltd.

i Nordsøen og Skagerrak:

de samme og tillige:
de danske afdelinger af
Standard Oil Co. of California
og Texaco Inc.

en sjældenhed

GEOLOGISK UNGDOMSFORENING

for Østjylland er startet af unge i Århus for et årstid siden. Den arrangerer geologiske udflugter samt films- og foredragsaftener.

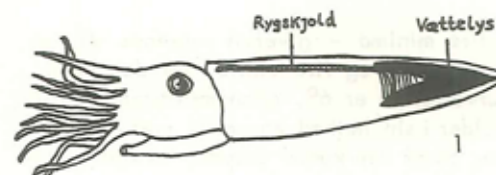
En forening af den slags er mildest talt sjælden. Det synes vi ikke, den skal blive ved at være. Vi håber, der vil vise sig andre rundt om i landet.

Århus-egnen er imidlertid ikke det værste sted at ride sin geologiske kæphest, og interesserede kan kontakte foreningens formand, stud.art. Palle Jørgensen, Egernevvej 6, Højbjerg, for at høre nærmere.

ger i dette forhold medfører store udsving i de beregnede temperaturer, er det nødvendigt at sikre, at materialet er "rent" - det vil sige indeholder O-16 og O-18 i det oprindelige forhold.

Efter at skaldele er blevet indlejret i sedimentet, kan der gennem årmillionerne ske forandringer med dem, idet gennemstrømmende vand kan opløse lidt af kalken og afsætte nyt stof. Da vandet, som bevirker de sekundære ændringer, i mange tilfælde har en anden O-16/O-18 sammensætning, vil de udregnede temperaturer blive helt forkerte.

Desværre er de fleste slags skal- og skeletmaterialer mikroporøse og tillader gennemstrømning af vand og dermed mulighed for isotopudveksling. Finder man derfor i den porøse aflejring overensstemmelse mellem isotopindholdet i skalmaterialet og i selve aflejringen, er der givetvis tale om et sekundært ændret forhold. Viser det organiske materiale en afvigende værdi fra forholdet i det porøse sediment, er der chancer for, at isotopindholdet er bevaret intakt i skalmaterialet.



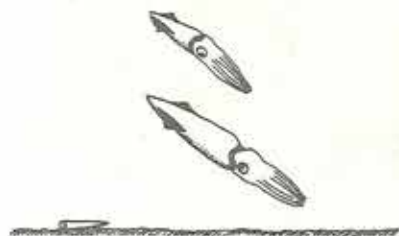
Hidtil har man kun kunnet konstatere en formodet oprindelig O-16/O-18 koncentration hos en enkelt muslinge-gruppe og i rygskjoldstorne ("vættelys" - figur 1) hos nogle uddøde blæksprutter hørende til belemnitterne.

Belemnitternes "vættelys" viser sig at være meget "tætte" i deres struktur, hvorfor en isotopudveksling sikkert kun kan have fundet sted i det yderste lag. Belemnitterne er da velegnede til måling af fortidige temperaturer - palæotemperaturer, og undersøgelser af en belemnit fra Jura-tiden i England har givet interessante resultater.



"Vættelysene" er cigar-formede (figur 2), og brækker man et over, kan man gerne se koncentriske tilvækstlinier (fig. 3) ganske som træernes årringe - og de er da også dannet på samme måde ved sæsonpræget vækst.





Vandet var 17 og Blæksprutten 4

af valdemar poulsen

Geologer har altid forsøgt at slutte sig til fortidens klima. Under Kvartær-tidens nedisninger var der koldt i Danmark – det fremgår af nedisningssporene, men også af rester af dyr og planter i aflejringerne. Organismerne var de samme, som lever i de nutidige arktiske områder, og ved sammenligning med nutidige dyrs og væksters temperaturkrav kan kvartære temperaturer angives ret nøje.

Til den anden yderlighed hører de tropiske ørkener, som også lejlighedsvis kan konstateres i ældre perioders aflejringer.

Store vanskeligheder møder man ved en bedømmelse af havaflejringer, bl.a. fordi udsving i havtemperaturerne som oftest er små sammenlignet med de tilsvarende landområders temperaturvariation.

Nu kan man imidlertid i heldige tilfælde bestemme havvandets temperatur i Jura- og Kridt-tiden.

Man interesserer sig her for ilt-isotoperne O-16 og O-18. O-16 er helt dominerende, mens O-18 er sjælden. Det har vist sig, at forholdet mellem de to isotoper i havvand ikke er konstant, men ændres med stigende eller faldende temperatur. Forskelle i havvandets ilt-isotopsammensætning må ses på baggrund af forskelligt damptryk for vandmolekyler med henholdsvis O-16 og O-18. Forskellige forsøg og beregninger har godtgjort, at en så ubetydelig ændring som ca. 0,0172 % i forholdet mellem O-16 og O-18 svarer til en temperaturændring på 1° Celsius.

Alle havdyr, som ikke ånder med lunger, må optage ilt fra havvandet og dermed de to iltisotoper i det mængdeforhold, som er karakteristisk ved den forhåndenværende temperatur – og i samme forhold indgår isotoperne i dyrenes kalkskaller og skeletdele. Går vi da tilbage i tiden skulle det være muligt at måle forholdet mellem O-16 og O-18 i kalkskaller og skeletter og på den måde bestemme temperaturen af havvandet, hvori den pågældende organisme levede, millioner af år tilbage.

Efter opløsning af kalkskalmaterialiet i syrebåd efterfulgt af forskellige former for rensning, kan O-16/O-18 forholdet i den udvundne kuldioxid måles i fintmærkende massespektrometre. Men da uhyre små ændrin-

Geologiske Kort

af ERLING BONDESEN.



NYTTIGE KORT

Det kan sikkert undre mange, at geologerne så frejdigt taler om år-millioner og store omvæltninger i jordskorpen med foldninger og dannelse af bjergkæder. Det kan sikkert også synes magisk, at man f.eks. for juraperioden uden videre "laver" en havforbindelse tværs gennem Europa til et stort hav, der lå der, hvor Alperne nu ligger.

Grundlaget for sådanne storslåede "kendsgerninger" er geologiske kort – almindelige landkort, hvorpå man har indtegnet udbredelsen af forskellige lag, fra forskellige perioder.

Geologiske kort er nyttige, hvis man vil søge efter råstoffer, vand eller bygningsmaterialer og de er værdifulde hjælpemidler hvis man søger efter f.eks. bestemte forsteninger eller særlige geologiske fænomener. De geologiske kort er dog helt uvurderlige, når man vil prøve at danne sig et overblik over et større områdes geologiske opbygning. De er baggrunden for forståelsen af, hvordan lagene ligger i undergrunden og har derfor naturligvis betydning, når man står foran eftersøgninger efter f.eks. olie eller kul i dybet.

SÆTTER GANG I FORSKNING

I erkendelse af nytten af de geologiske kort begyndte de fleste lande allerede i midten af forrige århundrede at oprette statslige institutioner – "Geologiske Undersøgelser", hvis fornemste opgave det var at fremstille geologiske kort og være rådgivere i geologiske spørgsmål, især sådanne hvortil der kunne være knyttet økonomiske interesser. Desuden toges løbende videnskabelige opgaver op. Man var klar over, at uden forskning – ingen gevinster.

Forskningen kom let igang, for alene udarbejdelsen af de geologiske kort var en stadig inspirationskilde for de ansatte geologer til at gøre videnskabelige landvindinger. De stillede kortlægningsopgaver førte til en stadig strøm af nyopdagelser og erkendelser på ukendte områder. Geologien kom derfor fra midten af forrige århundrede ind i en rivende udvikling. I dag er forholdet det samme: den geologiske kortlægning er stadig en væsentlig inspirationskilde for nyopdagelser.

FREMSTILLING

Selve den geologiske kortlægning kræver ikke stort af udstyr. Et godt landkort med højdekurver, et kompas, en hammer, en notesbog og ikke mindst et par skarpe øjne og gode ben forsynet med solide støvler. I de senere år er også flyvefotografier og kameraer blevet en del af udstyret, men for al udstyr gælder det - det må ikke fylde og veje, for geologen må slæbe det på sin ryg og på vejen hjem er rygsækken altid tyngt af indsamlede prøver, - og de fleste ved vist hvad sten vejer.

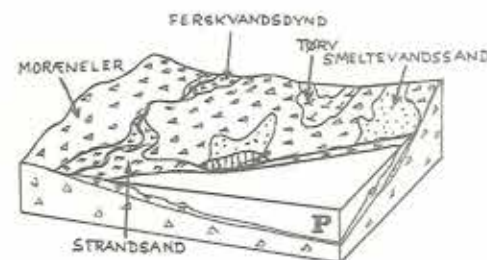
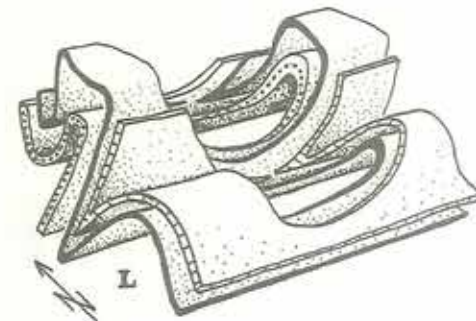


De kortlæggende geologer skal være friluftsmennesker, kunne bo i telte i månedsvis, lave mad og stoppe sokker. En alpegeolog er desuden en habil bjergbestiger, en geolog i Canada skal kunne tumle en kano over rivende elve og ørkengeologen skal kunne manøvrere sin jeep hvorsomhelst. Grønlandsgeologen skal kunne sejle en motorbåd mellem skær og is-skosser foruden at leve sig ind i helikopterflyvningens mysterier.



Men selv om hjælpemidlerne efterhånden er blevet teknisk raffinere-de - helikoptere og andet motoriseret transportmateriel - er det egentlige udstyr i dag som for hundrede år siden kort, kompas, hammer og en god fysik.

Det er klart, at med et sådant friluftsarbejde, bliver feltgeologer et særpræget folkefærd, der kan øse med garvede historier og krydrede anekdoter, hvis sandfærdighed naturligvis aldrig bør betvivles.



TAG DET MED PÅ FERIE

De fleste lande har en "Geologisk Undersøgelse", der fremstiller geologiske kort. De kan bestilles eller købes gennem de fleste større specialboghandlere. Var det ikke en ide næste gang De skal på ferietur, foruden det almindelige landkort også at prøve på at få fat i et geologisk kort og gå på travetur med det i hånden. Nu skal det straks siges, at det er langt fra alle områder, der er fremstillet geologiske kort over, og mange kortblade er forlængst udsolgte. Varv står imidlertid til Deres disposition og vil gerne om muligt oplyse om der eksisterer kort over nærmere bestemte områder og om og hvor de kan skaffes. Hvis De kunne tænke Dem at holde ferie med et geologisk kort, send os så i god tid nøjagtig oplysning om feriested, evt. rejserute (for sommerferiens vedkommende allerede i april/maj).



KORTET FORTÆLLER HISTORIE

Et geologisk kort afspejler mange gange den udvikling et område har været igennem - områdets historie. I området på det lille kort **M** har der først været aflejret sandsten (det prikkede) oven på en granit (de små kors). Vi kan gætte, at sandstenen er dannet af granitens forvitningsprodukter. Derefter er en sprække fyldt med lava, så man har fået dannet en diabasgang (det sorte), hvorefter det er kommet til forskydning langs en brudflade (brudlinien ---), hvorved sandstenslagene vippedes. Så er dele af lagene blevet fjernet - der må altså have været en erosionsperiode - og endelig er nye aflejringer - f.eks. ler - aflejret (den stiplede signatur). Forsteninger fra sandstenen og leraflejringerne og en absolut aldersbestemmelse fra graniten (Varv 65,1) vil kunne fastlægge de forskellige begivenheder i det geologiske tidsskema. Fra kortet alene har vi imidlertid allerede "læst" os til den relative datering. (Tilsvarende landskabsblok ses ved siden af **N**).

"D.G.U."- KORT

Her i landet er egentlig undergrund kun sjældent blottet og vort undergrundskort (Varv 65,3) er overvejende baseret på borer og geofysiske undersøgelser. De kort der iøvrigt foreløbig er fremstillet af Danmarks Geologiske Undersøgelse (kortblade 1:100 000) er af en særlig type - såkaldte "jordbundskort". Jordbundskort viser udbredelsen i overfladen af forskellige kvartære jordarter - bl.a. moræner, smeltevandssand og -ler, hævede havaflejringer fra efter istiden og sø- og moseaflejringer. Naturligvis viser de også de få steder, hvor undergrunden stikker op. Den kortlæggende geolog opsøger alle de steder, hvor aflejringerne bedst kan ses (grus og lergrave, klinter og vejgennemskæringer, grøftegravninger og udgravninger på byggepladser) men benytter sig desuden af en særlig metode, idet han tager et 1 meter langt jordbor med sig. Det stikker han ned gennem muld og græstørv, gennem det pløjede og derfor forstyrrede og opblandede lag. Fra 1 meters dybde optager han en lille prøve og bestemmer jordarten, som så indføres på et kort med en bestemt signatur. Ved sådanne tæt placerede småboringer kan han bestemme udbredelsen af f.eks. en sandaflejring og aflejringens begrænsninger danner så i virkeligheden det geologiske jordbundskort. Sådanne kort er især nyttige, når det gælder vandeftersøgning eller anlæg af veje eller eftersøgning efter teglværksler, grus- og sandforekomster. **O.P.**

"G.G.U."- KORT

De kort der fremstilles af Grønlands Geologiske Undersøgelse er derimod rene fjeldgrundskort, hvor overdækningen kun spiller en ringe rolle. Det arktiske klima og den sparsomme vegetation skaber mulighed for særdeles detailrige kort, der giver en mængde oplysninger om fjeldgrundens opbygning. Deres kvalitet og pålidelighed er derfor stor i forhold til kort fra f.eks. Congo, hvor urskoven og et tykt forvittringslag dækker over måske lige så komplicerede forhold som de grønlandske.

UDSEENDE, PÅLIDELIGHED

Men nu til resultaterne - de geologiske kort. Fælles for de fleste er, at de er farvestrålende. Røde, gule og grønne farvefelter slynger sig ud og ind imellem hinanden. Hver farve sin bjergart eller periodes aflejringer. Normalt er blå farver kalksten, brune og gule skifre og rødlig farver sandsten, men farven kan også betyde perioder som f.eks. blåt juraperioden, grønt kridttidens og gule farver tertiærtidens aflejringer. Desuden er kortene forsynede med en lang række tegn, der viser lagenes hældning ned i jorden eller den rumlige orientering af små foldninger, en foretrukket retning af bestemte mineralkorn - eller om der på det pågældende sted er fundet forsteninger. Revner og sprækker, skiffrigheder, mineraler og meget mere kan ved særlige tegn anføres på det geologiske kort. Det lille kort **A** viser sådanne tegn eller signaturer.



30° angiver, at et lag hælder 30° i den lille tåps retning - 25° tilsvarende for en skiffrighed, mens 25° er en signatur, der angiver en foldningsrygs retning og dyk (25°). @ angiver en fossillokalitet. --- er en markant sprækkeretning og ---- en forkastning. X_{Fe} er en jernmine og X_{Fe} en forladt mine. / er en mineralgang.

Grænserne mellem de enkelte bjergarter og lag er det vigtigt ved den geologiske kortlægning at få fastlagt så nøjagtigt som muligt. Det er dem der bestemmer farvefelternes begrænsninger, og det er dem der gør det muligt, at konstruere lagenes forløb nede i jorden. Som regel er terrænet dog overdækket med vegetation, forvittringsprodukter og unge aflejringer, således at undergrunden kun kommer frem i spredte "blotninger". Man må da tegne grænserne på grundlag af blotningerne som vist på kort **B**. At lave et geologisk kort på grundlag af spredte blotninger er et slidstøbt stykke arbejde, der kræver tålmodighed og ihærdighed. Det gælder om at finde alle blotninger, og de fleste er næsten altid gemt på "utilgængelige" steder i tæt krat eller i en klynge brændenælder (et vandløb er altid et godt sted at søge efter blotninger, idet vandet gnaver sig ned gennem overdækningerne). Pålideligheden af et geologisk kort er derfor både afhængig af geologen og hans ihærdighed, og også i høj grad af hvor langt der faktisk er mellem blotningerne.



Et blotningskort.  angiver områder hvor en sandsten kan ses uden overdækning, d.v.s. er blottet.  kan f.eks. være en kalksten.  angiver blotninger med skifer og  de steder, hvor skiferen stikker op af marken, men hvor området er for lille til at komme med på kortet.  angiver de på grundlag af blotningerne tolkede eller konstruerede grænser.

I bjergterræn, i ørkener eller i arktiske egne er blotningerne hyppige. Overalt ser man det hårde fjeld stikke frem og det er da også langt mere tilfredsstillende for geologen at arbejde i sådanne områder.

KORTET "LÆSES"

Lagenes og lagbegrænsningernes forløb på det geologiske kort i forhold til højdekurverne er vigtige for "læsningen" af et geologisk kort. Det billede de slyngede farvefelter danner er jo i virkeligheden terrænets snit i de former - strukturer - lagene danner. Betragter man et landskab med vandret liggende lag **C** og **D** vil lagbegrænsningerne forløbe parallelt med højdekurverne på kortet. Ligger lagene på skrå må lagbegrænsningerne skære højdekurverne på kortet **E** og lagbegrænsningerne løber da op og ned ad bakkerne i landskabet i overensstemmelse med lagenes hældning **F**. Er lagene lodrette bliver lagbegrænsningerne på kortet rette linier **G** og i terrænet forløber disse op og ned af bakkerne efter samme retning **H**.

Ofte er et område gennemsat af forkastninger - brudflader, på kortet **I** brudlinier, - langs hvilke lagene er forskudt i blokke. Et område med mange forkastninger er en mosaik på det geologiske kort **I**, og det kan være meget underholdende at prøve på at finde ud af, hvilke blokke, der er forskudt op og hvilke der er forskudt ned eller til siden **J**.

Er lag blevet foldet og derfor altså snart indtager hældende stillinger, snart er vandrette og måske endda lodrette, bliver det geologiske kort et særdeles kompliceret mønster. Kortet **K** er fra et område med foldede lag hvis rekonstruerede former er vist på tegningen ved siden af, **L**. Det langstrakte mønster på kortet **K** viser folderyggenes og -trugenes retning. Et trug skal have de yngste aflejringer i midten og en folderyg de ældste.

