

VARV

NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1970

Også vore henfarne konger var nu og da på geologisk ekskursion i Norge. Det var nu sikkert af andre grunde end egentlig faglige. Sølvet ved Kongsberg og mulighederne for lignende andetsteds havde i allerhøjeste grad majestaternes interesse. Et synligt bevis for denne interesse er Frederiks-obelisken. Den står godt af vejen inde i skoven cirka 3 km vest for Gjellebek ved hovedvejen mellem Drammen og Oslo i et område med en hel række gamle marmorbrud. En overgang leveredes der herfra bygningssten til Marmorkirken i København.

Frederik den Femte havde i 1749 nedlagt grundstenen til dette imponerende byggeri, som Struense 21 år senere måtte standse. Det blev for dyrt, og Marmorkirken var siden i 100 år en ruïn. Frederiks-obelisken blev heller aldrig færdig.

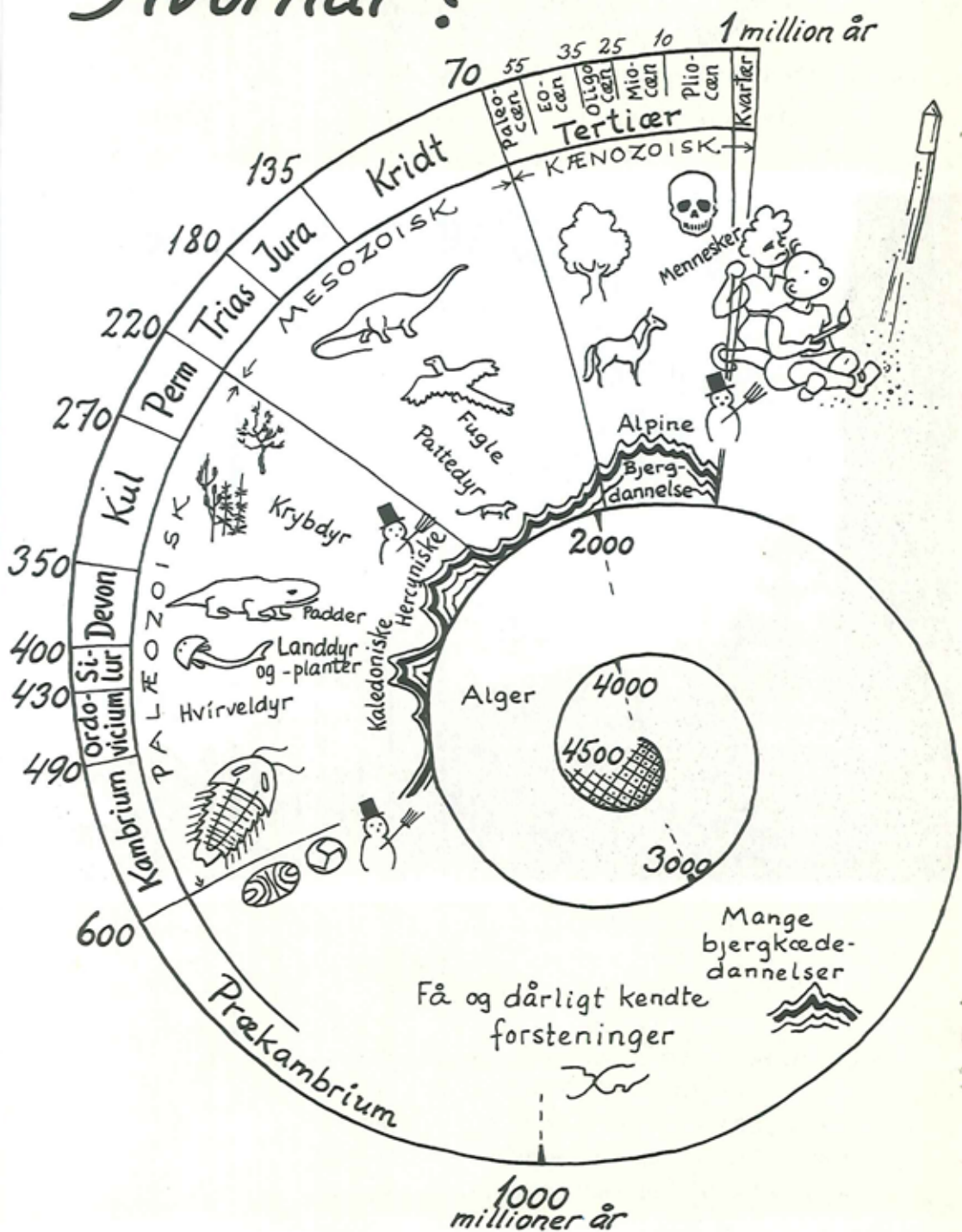
DA DEND STORMÆGTIGSTE KONGE OG HERRE FRIDERICH DEN FEMTE FØRSTE GANG BESØGTE SIT KONGERIGE NORGE OG TILLIGE DEN JUNI 1749 BENAADEDE DETTE MARMOR-VERK MED SIN ALLERHØJESTE NÆRVÆRELSE ER DENNE OBELISCUM TIL ÆVIG AFMINDELSE OPREIST FOR DERVED SKIØNT UFULDKOMMEN AT UNDERRETTE EFTERKOMMERNE OM DEN MERE END FADERLIGE FORSORG ALLERHØIEST HANS MAJESTET HAR HAFT FOR VERKETS OPTAGELSE OG FREMVEXT.

Da denne underdanige inskription forfattedes, havde man sikkert ikke forestillet sig, at den "til ævig afmindelse" skulle så "ufuldkommen underrette" om begivenheden. Man glemte at indføje datoen den 25 juni.



FLERE OG FLERE DANSKE TURISTER HAR LEJLIGHED TIL AT "KOMME PÅ VULKANER", OG BILLEDET HEROVER VISER EN AF DE MEGET BESØGTE VULKANER PÅ DE KANARISKE ØER - PICO DE TEIDE - DET HØJESTE PUNKT PÅ TENERIFE. NÅR MAN HAR STIFTET BEKENDTSKAB MED ØERNES DEJLIGE KLIMA, BADELIV OG BILLIGE VIN, BLIVER DER MÅSKE TID TIL UDFLUGTER, OG EN VIS NYSGERRIGHED MELDER SIG MED HENSYN TIL DET FREMMED-ARTEDE LANDSKAB. HVIS MAN HAR HUSKET AT LÆGGE DETTE NUMMER AF VARV I FLYVEKUFFERTEN, HAR MAN MULIGHED FOR AT FÅ SVAR PÅ NOGLE AF DE SPØRGSMÅL DER MELDER SIG. INDE I BLADET ER DER FORTALT OM HOVEDTRÆKKENE I ØERNES GEOLOGI.

Hvornår?



ABONNEMENT ?

Nu er nummer 1 - 1970 udsendt til alle. Læsere, som endnu ikke har betalt for den nye årgang, kan nå det endnu ved snarlig indbetaling af 13 kr (incl. moms) på giro 68880.

De forudgående seks årgange (1964-1969) à 13 kr. kan endnu fås. Angiv venligst de ønskede årgange på girokortet til giro 68880.

varvvarvvarvvarvvarvvarvvarvvarvvarvvarv

Samlekasette til de seks første årgange koster 7 kr. frit tilsendt. Benyt venligst giro 68880 - og skriv "kasette" på talonen. Samlekassetten er udført i sort kunstlæder med VARV i guldtryk på ryggen.

"Geologi på Bornholm" - VARV's første ekskursionsfører på 64 sider med farvefotos, kort og lokalitetsbeskrivelser kan også stadig fås ved indsendelse af 13.50 kr. på giro 68880 - talonen mærkes "Geologi på Bornholm".

oooooooooooooooooooo

VARV

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

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

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 13 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.

ny bog

Større bøger på dansk om forsteninger er sjældne. Faktisk har man i en lille årrække ikke kunnet få nogen i boghandlen. Sidste efterår udkom imidlertid en ny stor bog, som mange af landets forsteningssamlere kan få glæde af. Ifølge sin egen indledning henvender den sig især til et naturhistoriestuderende publikum.

Bogen hedder PALÆONTOLOGI. FOSSILE INVERTEBRATER. Dette vil straks sige den indviede, at der er tale om de hvirvelløse dyrs historie gennem jordperioderne, sådan som denne historie vises af forsteningerne. Heldigvis behøver man iøvrigt ikke at være forhåndsindviet for at kunne læse bogen. Den forklarer sig selv undervejs.

Der er først 40 siders orientering om interessante emner, der kommer sagen ved. Der fortælles om forsteninger (fossiler) som sådanne, om systemet i dyreriget og om reglerne for navngivning af arterne. Hvad en art er diskuteres med henblik på den "palæontologiske art". Forskellige former for dyrs vækst og variation holdes frem, fordi disse forhold har betydning for den rette tolkning af forsteningerne. Udviklingens veje diskuteres ligesom forsteningernes rolle for aldersbestemmelse af jord- og stenlagene i naturen. Der redegøres for synspunkter og resultater i udforskningen af fossile dyr i deres miljø, det ældste liv og dets forudsætninger diskuteres, og indledningen slutter med en oversigt over træk af invertebraternes systematiske inddeling.

Bogens "egentlige" del er på 362 sider. De cirka 190.000 kendte fossile invertebrat-arter kan naturligvis anbringes i det almindelige zoologiske system, og dets hovedelementer og udvalgte slægter og arter præsenteres i bogen. Dyrene beskrives klart, og man får hver gang besked om dyrenes levevis, geologiske udbredelse og -betydning. Hvor de fossile former med fordel kan belyses af viden om nulevende dyr, er denne viden lagt frem.

Et væsentligt grundlag har bogen i den ansete "Treatise on Invertebrate Paleontology", som under amerikaneren R.C. Moore's redaktion bind for bind har været under udgivelse siden 1953. En mangel ved den foreliggende bog er iøvrigt, at den ikke selv bringer boglister.

Bogens meget store illustrationsmateriale er tegnet specielt til den, eventuelt efter eksisterende figurer, og resultatet præsenterer sig nydeligt. Selv med tegningerne og de mange nævnte eksempler fra Danmark og Skandinavien kan bogen ikke bruges som et egentligt bestemmelsesværk for de fossile arter, man finder her i landet. Bogen har da også først og fremmest til hensigt at give et sammenhængende billede af de hvirvelløse dyr i fortiden, og dette mål er nået i det omfang det er muligt i et etbindsværk.

DATA: Wienberg Rasmussen: Palæontologi. Fossile invertebrater. Illustreret af Christian Rasmussen. Scandinavian University Books, Munksgård, København 1969. 420 sider, ill., pris kr. 135. (Også Universitetsforlaget (Oslo, Bergen) og Läromedelsforlagen (Stockholm, Göteborg, Lund)).



LANDSKAB OG SALTSTRUKTURER

af IVAN MADIRAZZA

Som bekendt har vi i Nordjyllands undergrund et antal saltstrukturer (se figur 1). De er dannet, hvor salt fra dybtliggende Øvre Perm (- Zechstein -) aflejringer er trængt op igennem overliggende aflejringer, således at det i dag findes i en forholdsvis ringe dybde.

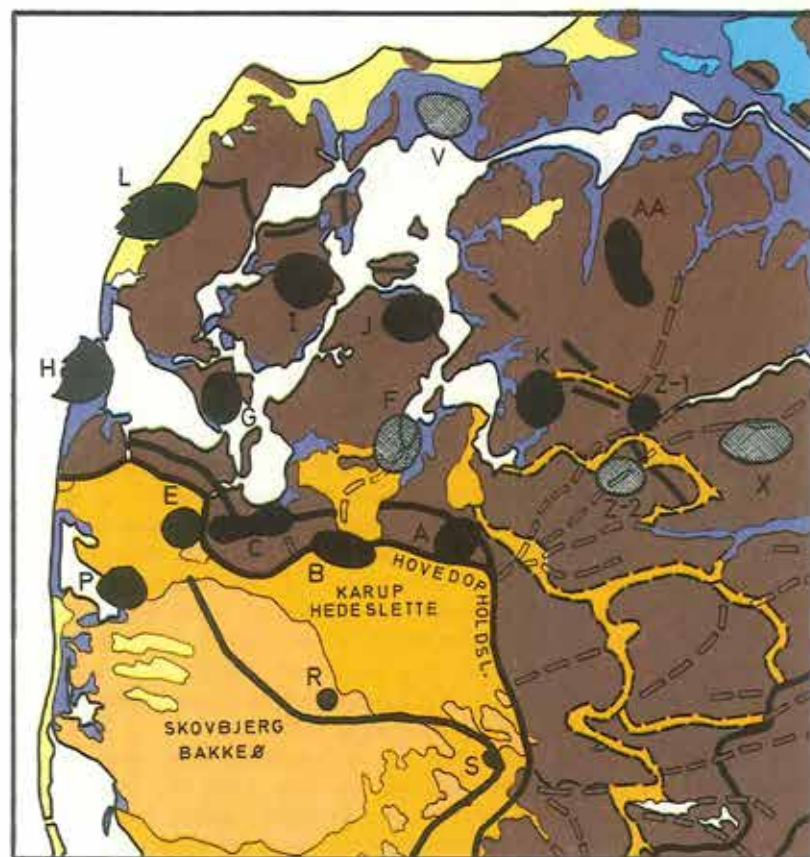
Geofysiske oplysninger af gravimetrisk og seismisk art (se Varv, 1965,1), samt et antal kortere og dybere borerer fortæller os, at langt de fleste jyske saltstrukturer kan henregnes til de højtliggende strukturer, der også kaldes saltdomer eller salt diapirer. I de fleste af disse står overfladen af saltet ("saltspejlet" - som svarer til den nedre grænse af frit cirkulerende grundvand) eller toppen af "caprock" inden for en maximal dybde af 300 m. "Caprock", som består af en blanding af svært opløselige salte, hovedsageligt anhydrit og gips, findes ovenpå selve overfladen af saltet. Udover denne type af højtliggende saltstrukturer findes der også en gruppe af mellem- til dybtliggende strukturer.

Opbygning af en saltstruktur er en langsom proces, som har foregået igennem flere geologiske perioder (se Varv 1966,1). Måske er den begyndt allerede i triastiden. Man ved fra borerer, udført ved flere jyske saltstrukturer, at saltet i dem har bevæget sig opad for eksempel i tertiærtiden. Aflejringerne fra den tid er nemlig usædvanligt tynde ovenpå disse saltstrukturer.

Bevægelserne i forbindelse med opbygningen af en saltstruktur kan være af flere typer og resultere i enten en hævnning af terrænet (eller havbunden) eller en indsænkning af terrænet over en sådan struktur.

Hævningen af terrænet kan skyldes en fortsat flydning af saltmassen op mod jordoverfladen eller en forøgelse af "caprockens" volumen. En indsænkning af terrænet kan skyldes, at saltet opløses af cirkulerende grundvand. Det kan udmærket være tilfældet, at flere af disse processer har været på spil samtidigt.

I et periglacialt klima (langs randen af en indlandsis) vil grundvandspejlet ligge meget tæt ved - eller endog over - jordoverfladen, idet vandet i jorden er frosset. Hvis der så ikke allerede forinden har været opnået en perfekt statisk ligevægt mellem det lettere salt og de ovenliggende sedimenter, er forholdene for en videre bevægelse opad af saltet særligt gunstige i et sådant klima. Grundvandet vil da ikke være i stand til at opløse den opadtrængende saltmasse.



Højtliggende saltdomer: A - Mønsted, B - Sevel, C - Vejrum, E - Linde, G - Uglev, H - Harboøre, I - Nykøbing, J - Batum, K - Tøstrup, L - Legind, P - Gørding, R - Nøvling, S - Pårup, Z 1 - Hvornum, AA - Suldrup.

Dybtliggende saltdomer: F - Skive, V - Fjerritslev, Z 2, X - Gassum.

Figur 1.

Tektitterne har været smeltet og er derpå størket uden luftmodstand, ja i det hele taget slet ikke i luft. Derpå er de blevet overfladepåvirket, endda til overfladisk smeltning og undertiden fordampning, nu i luftomgivelser, endda luft med store relative hastigheder.

Alt dette er sket kort tid før, de fandt hvile der, hvor man nu finder dem. De pågældende stenstrøninger kan træffes over udstrakte landområder og naturligvis også i havene mellem dem. I havsedimenter i de samme egne kan man finde små glasperler med lignende kemisk sammensætning, altid i en bestemt, ganske tynd sedimentationshorisont, som kan følges og genfindes vidt omkring.

Måske kan man også en skønne dag finde de samme sære glasperler i visse zoner dybt i Grønlands og Antarktis' indlandsis.

Månens glasperler er meget forskellige, blandt andet med hensyn til farve. Det er ikke underligt, eftersom de må antages at være udspredd ved mange lejligheder.



Månens materiale består for en væsentlig del af små glaskugler dannet ved størkning af dråber, der er kondenseret af bjergarter, som er fordampet ved eksplosioner. Denne glasperle er mikroskopisk lille.



Måneoverfladen består hovedsagelig af løst sammenhængende, kornet materiale, delvis støv. I og ved eksplosionskratere som dette er støvlaget særlig tykt.

Måske kan man med tiden nå så vidt, at man kan følge udspreddingen fra visse større kratere til betydelige afstande, specielt i de tilfælde hvor materialet er karakteristisk og genkendeligt.

I så fald vil man kunne tidsskorrelere store dele af måne- og eksplosionsbjergarterne.

Om man også vil kunne korrelere nogle af udspreddingerne på Månen med månemateriale-udspreddingerne på Jorden - tektitterne? - er vel ikke sandsynligt.

Carl Emil Andersen

len. Men de største af dem må under visse omstændigheder kunne træffe Jorden, ligesom de større choksmeltede klatter, der bortsprøjtes ved eksplosionen.

Både eksplosionsteorien og den faktiske forekomst af glasperlebjergarter i store mængder i Månens overfladebjergarter harmonerer med ideen om, at vældige stenmængder har været i luftform i tidens løb.

Luftmolekyler bevæger sig frit omkring. Det sker med hastigheder, der varierer meget på grund af deres indbyrdes kollisioner, når tætheden ikke er alt for ringe. Middelhastigheden afhænger af temperaturen og af massen af partiklerne, det være sig molekyler eller atomer (lige så vel som større partikler).

Siliciumdioxid's fordampningstemperatur er 2000-3000° C, stærkt varierende med trykket.

Ved 2500° C er dets molekylhastighed i gennemsnit knap 1000 m per sekund. Enkelte af molekylerne har dog langt større hastigheder, så de kan unddrage sig månetiltrækningen.

Ved for eksempel 25000° C ville gennemsnitshastigheden være omkring 3000 m per sekund. Ved den temperatur ville de ganske vist være dissocieret i frie atomer, ja det hele ville være ioniseret. Men lettere partikler har endnu større middelhastigheder.

Dette indebærer, at praktisk taget alle molekylerne enkeltvis ville fare bort fra Månen, hvis de har retninger bort fra den, og hvis lufttætheden er så ringe, at de ikke kolliderer med hinanden.

Eksistensen af glasperlerne på Månen implicerer altså, at store mængder månestof må være faret bort også i luftformig tilstand.

På Jorden finder man i flere områder strøninger af sten, som består af næsten rent siliciumdioxid, og som ikke ligner bjergarter på Jorden. De er ikke hjemmehørende i eller opstået som de bjergarter, de findes i. De forekommer i vidt forskellige bjergarter, der kun har det ene tilfælde, at de har haft frie overflader på den tid, da de besynderlige sten faldt ned. Disse sten kaldes tektitter (navnet er afledt af det græske ord *tektos*, der betyder smeltet).



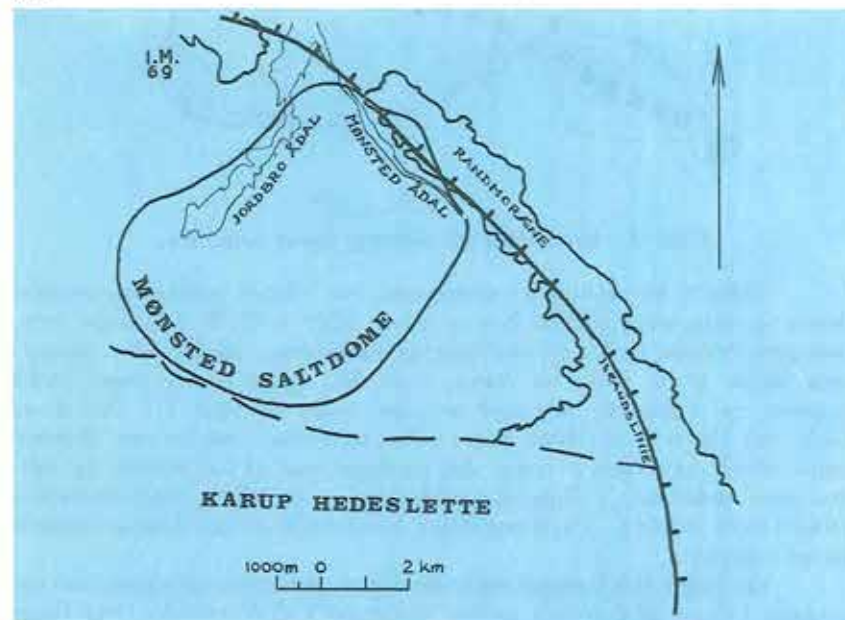
Til venstre en tektit, der er faldet i Australien. Ved passagen gennem atmosfæren er den smeltet på forsiden, og det tynde smeltelag er flydt ud til siderne, hvor det har dannet en krave. Til højre en (kunstig) glaskugle, som i en vindtunnel med varm luft har fået samme form og struktur.

Når der igen hersker et varmere klima, kan der når grundvandet nu kan cirkulere frit, forventes opløsning af det højtliggende salt og derved sammenstyrtning indenfor den centrale del af saltstrukturen.

Vi skal nu se nærmere på, om vi her i Jylland, som man har gjort det i Nordtyskland, kan finde tegn på, at bevægelserne i saltdomerne har fundet sted også under kvartærtiden (de sidste 1-2 millioner år).

Langt de fleste jyske saltstrukturer findes i den del af Nordjylland som har været dækket af isen under den sidste nedisning (Würm-istiden). Inden for denne del af Jylland findes også det centrale, og formodentlig det dybeste, parti af det danske Zechstein bassin. I dette område, som svarer omtrentlig til den vestlige Limfjords egn, finder man saltstrukturer - som Nykøbing på Mors, Ugelev og Batum - der viser de stærkeste tyngdemæssige eller gravimetriske anomalier.

En række af saltdomerne, som Mønsted, Sevel, Vejrum og Linde, er placeret langs det afsnit af Würm hovedopholdslinien, som strækker sig fra "hjørnet" ved Dollerup til Vesterhavet (se figur 1). Der findes ikke - dog med en enkelt undtagelse - randmoræne-dannelser af nogen betydning langs med denne grænse. Derimod er terrænet præget af dødis-landskabsformer, som i syd grænser op mod Karup hedeslette. De første randmoræner møder man nogle få kilometer nord for denne del af hovedopholdslinien.



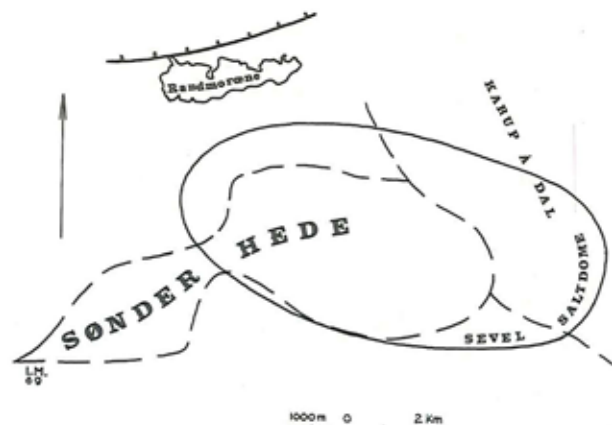
Figur 2. Landskabstræk omkring Mønsted salt dome.

Langs randene af de nævnte fire saltstrukturer sker der ændringer i det topografiske og morfologiske billede.

Den nord-vestlige og nord-østlige side af Mønsted saltdomen er markeret af dale. En anelig randmoræne grænser tæt mod strukturens nord-østlige side. Den sydlige rand af strukturen svarer nogenlunde til randen af Karup hedeslette (se figur 2).

I en boring udført ved Mønsted salt dome fandt man "caprocken" i en dybde af cirka 280 m, og saltet ved cirka 317 m eller cirka -279 m.

I gennem et detaljeret nivellement af den periglaciale terrasse samt flere yngre terrasser i Mønsted Å-dalen, er det påvist, at opadgående bevægelser i saltdomen har fundet sted siden dannelsen af det periglaciale niveau. Terrasserne bliver nemlig stærkt buede og hængende i forhold til niveauet af den nuværende å, så snart man krydser randen af saltdomen.



Figur 3. Landskabstræk omkring Sevel salt dome.

Cirka 10 km vestligere kommer man ind i Sevel saltdomens område. Denne temmelig store struktur har en oval, VNV - ØSØ forløbende form. Ovenpå saltdomen findes en højtliggende hedeslette, Sønderhede. Sønderhede består af to dele: en større, oval del, og en mindre noget lavere liggende del i sydvest, som også er noget yngre (se figur 3). Den store, ovale del ligner i sin form meget selve saltdomen, dog er den åbenbart noget mindre end denne. Langs den nordlige rand af Sønderhede og saltstrukturen møder man - ligesom ved Mønsted - de ældste randmorænedannelser i dette område. I syd begrænses Sønderhede af den lavere liggende Karup hedeslette.

Kun nogle få kilometer mod vest ligger den store og sammensat opbyggede Vejrum saltstruktur, som er langstrakt i Ø-V retning. Her ligger selve saltspejlet ved cirka -206 m, eller i en dybde af cirka 245 m.

stighed er mellem 31 og 32 gange så stor som den hastighed, der kræves for, at materiale kan borteksplodere fra Månen. Energimæssigt svarer det til cirka 1000 gange så meget. Det må være meteoritterne, der rammer Månen som kan foranledige sådanne materialebortstødninger.

Når vore S-tog bremses, ser man tit gnister fra hjulene. Skinnerne udviser mange steder svære skader på overfladen. Undertiden ser man tynde flager af jern rage centimeterlangt ud til siderne fra de blanke skinneroverflader. Det viser, at skinneroverfladen er smeltet, ganske vist kun i et yderst tyndt lag, og at dette er presset ud sideværts, efterhånden så mange gange, at jernflagerne rager langt ud. Iøvrigt er ballaststenene ved S-togsstationerne tit belagt med rust, endda på alle sider. Det er sikkert skinner- og bremseklodsstål (men om det er tilført som støv eller som dråber eller som jerdamp, der straks er rustet, er problematisk).

På meteoriters overflade kan man se, at de under deres passage gennem atmosfæren har været ude for kogning, ligefrem punktvise eksplosionskogning, foruden afsmeltning, og afblæsning, samt stærk opvedning til lidt større dybde. Men alt sammen kun til omkring 1 mm fra overfladen.

Når en meget stor meteoritblok kommer mod jordkloden, baner den sig først vej gennem atmosfæren med næsten usvækket fart, selv om der indtræffer lidt afsmeltning, dråbeafblæsning og fordampning fra dens overflade.

Når den tørner mod den faste jord sker der noget meget voldsomt. Hvordan processerne udarter sig i den yderst korte tid, er vanskeligt at forestille sig. Men sikkert er det, at der sker en voldsom varmeudvikling, som fremkalder en eksplosion. Meget stof fordamper, både dele af meteoriten og de bjergarter, den kommer i berøring med.

Omkring meteoritkrateret i Arizona findes der i afstande op til snese af kilometer små jernkugler, hagl, der er dannet af jerndråber, som må være fortættet af jerdamp. En del af dem er glaserede (belagt med stengigt materiale). Man må altså slutte, at der i eksplosionsøjeblikket er blevet dannet en atmosfære af jerdamp og - måske lidt senere - navnlig siliciumdioxid over og omkring kraterområdet.

Ved de eksplosioner, der har frembragt meteoritkraterne på Månen, må der også være dannet dampe af bjergarterne. Efter dampenes fortætning til dråber og størkning må der være indtruffet haglvejr.

Det materiale, som lunanauterne har hjembragt fra Månen til Jorden, viser sig - som venteligt - at bestå for en stor dels vedkommende af små kugler af glas, næsten rent siliciumdioxid.

Man kan tænke sig, at en del af eksplosionsmaterialet må være bortpustet med sådanne hastigheder, at det ikke er vendt tilbage til Månen. Små kondensationspartikler påvirkes stærkt af solstryk og solvinden, fordi deres overflade er stor i forhold til deres masse. Følgelig trykkes de i tidens løb radialt bort eller rettere sagt spiralerende bort fra So-

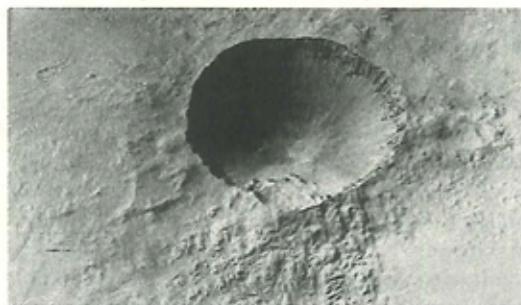
Konsekvensen heraf er, at der nu og da må have været store mængder af småmåner optrædende i lange baner omkring Jorden som haglskud eller byger, indtil de er kommet for nær Jordens atmosfære.

Den 9 februar 1913 iagttoges over en landstribе af Canada og det nordøstlige U.S.A. og over Atlanterhavet til ud for Brasiliens østhjørne et par hundrede ildkugler, der bevægede sig roligt gennem Jordens atmosfære. De må have bevæget sig mindst 9000 km i højder mellem 100 og 30 km, altså i næsten cirkelformede baner, og vel at mærke storsirkler. De kom i flere grupper med 5 - 6 minutters tidsforskel mellem den første og den sidste. Alle grupperne fulgte nogenlunde samme bane i forhold til jordoverfladen. Nu bevæger Jorden sig rundt omkring Solen med en hastighed af cirka 30 km per sekund, lidt varierende i løbet af året. En eventuel planetoid, det vil sige himmellegeme med omtrent cirkulær bane omkring Solen, hvis bane krydser jordbanen, må her have en hastighed, der afviger betydelig fra Jordens hastighed, altså en betydelig hastighed i forhold til Jorden. Følgelig kan en planetoid ikke træffe Jorden præcist samme sted og fortsætte i samme lange bane tæt over jordoverfladen, som den der var 5 minutter foran. Man tvinges derfor til at slutte, at alle ildkuglegupperne har været i bevægelse med Jorden, altså været små måner i kredsløb omkring Jorden.

Lignende fænomener er iagttaget flere gange, og det vel at mærke før rumfartens tidsalder.

Vi må altså regne med, at der af og til indtræffer eksplosioner på Månen, og at der derved udstødes kolossale mængder materiale, endvidere at en væsentlig del af det løsriver sig helt fra Månen og kommer i kredsløb om Jorden, til tider i så ringe afstand, at de strejfer atmosfæren, hvor det kan blive bremsset eller rettere sagt miste energi i sådan grad, at det en skønne gang slår ned på vor planet.

Dette kan måske forekomme overraskende og chokerende. Men det kan ikke forundre, når man betænker, at meteorerne, der farer ind i Jordens atmosfære, ankommer med hastigheder, som varierer mellem de minimale 11 km per sekund og maksimalt 74 km per sekund. Den største ha-



Krater fra underjordisk atomsprængning, cirka 360 m i diameter. Sprængkraften svarede til 100 000 TNT.

I tilslutning til den vestlige ende af Vejrum struktur findes en anden, mindre og cirkulær struktur, den såkaldte Linde salt dome. Det ser ud, som om toppen af denne ligger dybere end Vejrum, og at Linde i realiteten er dannet ved "knopskydning" fra Vejrum-strukturen, således at man kan vente at finde, at de to strukturer i en ikke alt for stor dybde bliver til en.

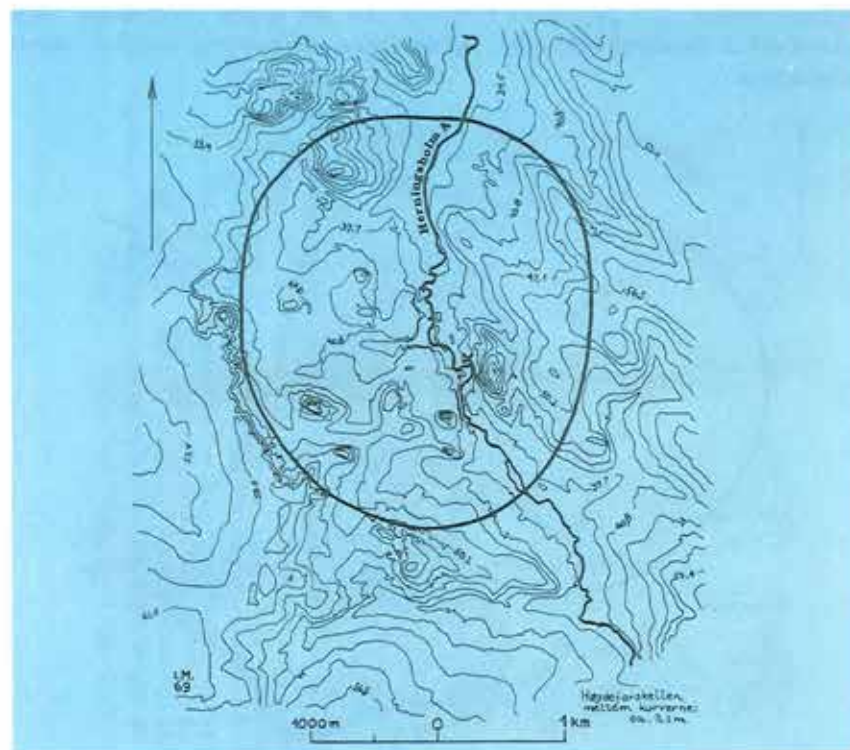
På det glaciomorfologiske kort (se figur 1) ses, blandt istidslandskabsformerne en randmoræne, som er nogenlunde parallel med den nordlige side af Vejrum saltstruktur. Åbenbart er denne randmoræne fortsættelsen af den moræne, som findes langs den nordlige side af Sevel salt dom, dog her ved Vejrum er den betydelig lavere. Den sydlige side af Vejrum strukturen synes ikke at afspejle sig i det morfologiske billede, da hovedopholds linien ligger noget sydligere end de højeste dele af saltstrukturen. Langs den vestlige ende af Vejrum findes der langstrakte, meget høje bakker fra Sir Lyngbjerg i syd til lidt nord for Asp kirke (se figur 4). Disse bakker omtales i den geologiske litteratur som den eneste randmoræne langs denne del af hovedopholds linien, og de danner dermed den ovenfor nævnte undtagelse.



Figur 4. Landskabskort over den vestlige del af Vejrum samt Linde salt domerne. Bemærk det uklare forløb af dalene over Linde salt dome.

Geologen N.V.Ussing anså ved århundredskiftet disse bakker for at være opbygget af Würm materiale. Han tolkede også det betydeligt lavere terræn vest for disse bakker - altså inden for den centrale del af Linde saltdomen - som Würm og en sydlig erosionsrest af Klosterhede afsmeltningkegle. Ifølge den nyere geologiske litteratur regnes de nævnte høje bakker for at være fra den lidt ældre Riss-istid, mens det betydeligt lavere terræn - på Vejrum saltdomens side, - regnes for at stamme fra Würm. Nu mener man også, at det lave terræn inden for den centrale del af Linde saltdome er af Riss alder.

Den sydlige del af den dal, som har skåret sig ind i Klosterhede, og som går over den centrale del af Linde saltdome, danner en lavning, og dalens løb er her temmelig udvisket i forhold til dens øvre løb. Allerede N.V.Ussing har gjort opmærksom på dette fænomen, og han mente, at det kunne skyldes senere sandflugt.



Figur 5. Landskabskort over Nøvling saltdome. Krydset angiver lokaliteten for figur 6. Bemærk det snoede forløb af åen midt i domens samt den stejle skrænt langs saltdomens vest- og sydgrænse.



Månen med lange striber af materiale udkastet fra de friskeste af de store eksplosionskratere.

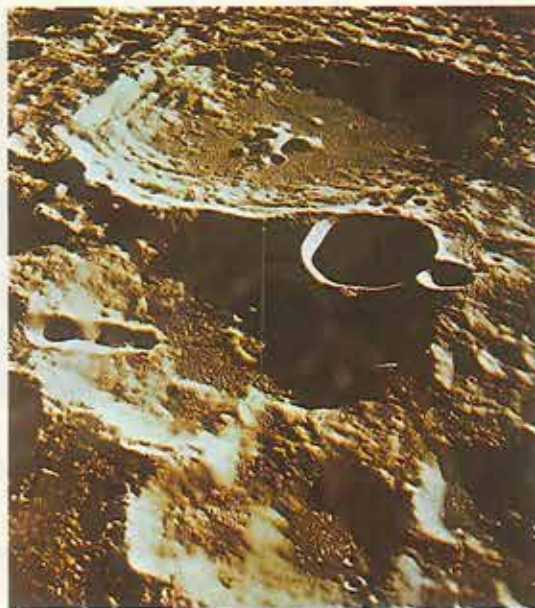
De lange materialestriber, som kan ses udstødt fra nogle af de nyeste eksplosionskratere tyder stærkt på, at der også må være udstødt store mængder materiale, som aldrig er vendt tilbage til Månen, eftersom der derfor ikke kræves væsentlig større hastighed end for at nå halvt rundt om Månen.

En del af det udstødte materiale må som følge af de stadige baneændringer på grund af Jordens og Månens tiltrækningskraft kunne træffe Jorden før eller senere.

Kommer det hertil, må det ved kollisionen optræde med langt større hastighed end den, hvormed det forlod måneoverfladen, for ikke at tale om hastigheden i nogen afstand fra Månen. Ankomsthastigheden til Jorden bestemmes overvejende af Jordens tiltrækning. Den bliver cirka 11 km per sekund (jævnfør de hastigheder, Apollo-fartøjerne kommer hjem fra Månen med).



Måneoverfladen set fra 110 km højde. Gamle, delvis udjævnede kraterer og enkelte friske nye.



Månekraterer, alle dannet ude fra. Det største er 80 km i diameter og har indskridninger ved kanten og opskydninger midt i den hævede bund.

Kraternes stejle vægge og disses radiale riller vidner om, at størstedelen af materialet er kastet ud i meget stejle vinkler. Det er nået ud til store afstande, gennem stejle buer, før det faldt tilbage til Månen.

I store afstande kan banerne ændres lidt på grund af Jordens massetiltrækningskraft, som ved Månens overflade er 81 gange så stor som Månens tiltrækningskraft ved Jordens overflade, hvor den fremkalder tidevandsbølger. Følgelig kan noget af det langt udkastede materiale under tilbagefaldet ramme ved siden af Månen og komme i varigt kredsløb omkring den, men kun såfremt udkastningshastigheden er mere end 1,7 km per sekund (jævnfør omløbshastigheden for et legeme i cirkulær bane umiddelbart ved Månens overflade, eksempelvis et rumfartøj).

Hvis hastigheden ved udkastningen er mere end 2,4 km per sekund, løsriver materialet sig helt fra Månens effektive tiltrækning og kommer til at kredse omkring Jorden i langstrakte ellipsebaner.

Dersom hastigheden bort fra Månen er mere end 4 km per sekund, noget varierende efter retningen med mere, unddrager det sig også Jordens tiltrækningskraft i en sådan grad, at det bliver selvstændigt også i forhold til den. Det kommer da i baner omkring Solen.

På det glaciomorfologiske kort (figur 1) ses også en yderste grænse for isens udbredelse, som ligger udenfor hovedopholdslinien. Ifølge denne anskuelse har isen - formodentlig i et tidligt afsnit af Würm-tiden - også dækket en stor, nordøstlig del af Skovbjerg Bakkeø. Lige syd for Gjødstrup sø, der tolkes som et dødis hul, drejer denne linie mod øst, og krydser Storå-dalens øvre løb øst for Herning. Herfra fortsætter den langs den nordlige side af samme dal indtil den - syd for Pårup by - drejer skarpt mod syd. Det skal bemærkes, at en sådan tolkning af begivenhederne har været draget i tvivl ved flere lejligheder.

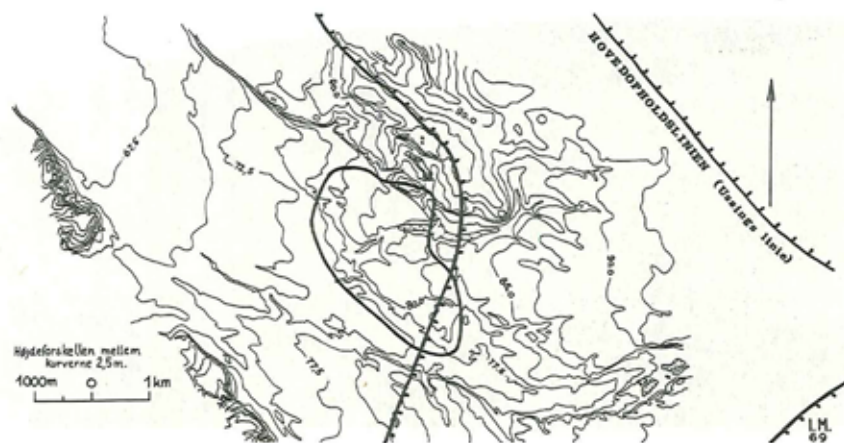
Der findes to saltdomer langs den her omtalte israndslinie. Det er de to sydligste strukturer i Jylland, Nøvling og Pårup. Begge er de arealmæssigt forholdsvis små, men dog meget højtliggende. Ved Pårup findes toppen af "caprocken" i en (minimum) dybde af cirka 140 m, og noget tilsvarende må også være tilfældet ved Nøvling.



Figur 6. Østsiden af Herningsholm-ådal fra den centrale del af Nøvling saltdome. På dette sted foregår der en stærk erosion, således at de sen-glaciale terrasser findes i op til 5 meters højde over den nuværende dalbund. Lokaliteten er angivet i figur 5.

Nøvling salt dome ligger lige nord for Gjødstrup sø, og dermed inden for den formodede israndslinie. Den har en cirkulær form, og er cirka 3 km i diameter. I terrænet findes der en stærk lavning (i størrelsesorden af 15 m - 20 m) oven på den vestlige del af saltdomen (se figur 5). Herningsholm å løber igennem denne lavning. En skrænt, som har en cirkulær form på kortet, svarende ganske nøje til randen af saltdomen, adskiller lavningen fra det højere terræn. Skrænten viser, til trods for, at den er meget høj og stejl, meget ringe virkning af erosion. På dette og flere andre punkter ligner denne skrænt de ovenfor omtalte høje bakker langs den vestlige rand af Vejrum saltstruktur. I et område som svarer nogenlunde til den centrale del af saltdomen bliver terrasserne i Herningsholm å-dalen opadbøjede, og den nuværende å viser en usædvanlig stærk erosion netop her (se figur 6). Noget nordligere bliver åens dal atter mere normal, og lignende anomale forhold forsvinder helt udenfor saltdomens grænser.

Pårup salt dome er ovaltformet og langstrakt i NV - SØ retning. Størsteparten af den ligger under Storå dalens bund. Det er i Pårup saltdomens område, at den ovenfor omtalte antagelige israndslinie drejer skarpt mod syd (se figur 7). En sidedal til Storå dalen krydser toppen af saltdomen. Denne dals øvre løb danner en sækning. Israndslinien drejer mod syd netop på dette sted, således at den største del af dalens øvre løb falder indenfor, medens dens nedre og højere del ligger udenfor denne israndslinie.



Figur 7. Landskabskort over Pårup-saltdome med omgivelser. Bemærk den lukkede del af dalen som fra øst skærer sig ind over saltdomen.

meteoritekspllosioner

på Månen

-- stenfald på Jorden ?

af Carl Emil Andersen

Månens overflade har meget varierende landskabsmæssige træk. Mest fremherskende er næsten overalt de mange ringformede strukturer.

De er højst forskellige med hensyn til form og størrelse. Størstedelen af dem, måske alle, synes frembragt udefra - ved eksplosioner eller stød.

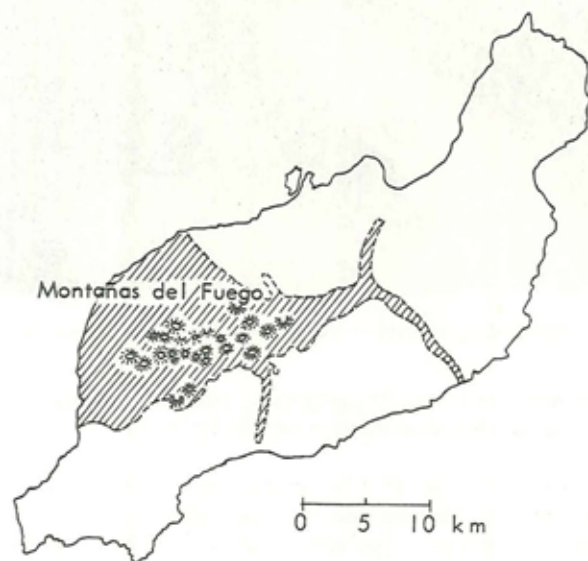
De ældste er i løbet af de lange tider siden eksplosionen blevet stærkt omdannet, blandt andet ved nye eksplosioner i og ved dem, ved materialetilkastning, indskridninger, bundhævninger, centraloppresninger, opfyldning af flydende materiale, sætning af den omgivende ringvold. Men der forekommer alle tænkelige mellemformer mellem de ældste og de yngste. Og der er god grund til at tro, at de alle en gang har set ud som de yngste. Disse er de mest markante. De har stor dybde i forhold til bredden. De kan ligefrem være tragtformede. Siderne er stejle. Ofte har de radiale furer, særlig allerøverst. Kanten er gerne skubbet op, og udenom er der en vold af sten og grus. Den kan stedvis være gennembrudt. I større afstand opløses volden i stenstrøninger. Længere ude optræder disse undertiden i radiale striber.

Enkelte store, dybe kratere, frem for alle Kopernikus og Tycho, er omgivet af stråler af materiale, som under visse belysningsforhold fremtræder mere lysreflekterende end måneoverfladen ellers. Mange af disse stråler er meget smalle, selv i store afstande fra krateret.

I kikkerter på Jorden kan enkelte af strålerne følges over tusinder af kilometre. Når man en gang kommer til at vandre på dem, kan man utvivlsomt følge dem meget længere. Det er sandsynligt, at en del af dem kan spores mere end halvvejs rundt omkring Månen.

Man kan dog næppe forvente at finde dette udkastede materiale hele storcirklen rundt, for efter at accelerationen er ophørt, må materialet have bevæget sig i ellipsebaner. Materialet må derfor slå ned på måneoverfladen et andet sted, der bestemmes af banesymmetrien.

Når der alligevel findes områder med frodig vegetation, skyldes det indbyggernes store flid. De graver små gruber i sandet og planter vinstokke eller tomatplanter heri, derpå dækker de dem til igen med pimpstensgrus, der holder på den sparsomme fugtighed, som duggen kan give.



Lanzarote. Det skraverede område dækkes af materiale fra udbrudsperioden 1730 - 36.

Fra 1730-36 fandt vulkanudbrud sted fra adskillige udbrudssteder på en gang. Fra spalter og kratere slyngedes materiale ud, og landskabet kom til at ligne et arret, goldt månelandskab. Fra de fleste af kraterne flød der lavastrømme, som gav ophav til udstrakte "malpais"-områder. Det typiske "månelandskab" findes i Lanzarotes vestlige del, Montañas del Fuego, Ildbjergene. På et område af 2 km² kan der i en dybde af 1,5 m endnu måles temperaturer på op til 425° C.

De kanariske Øer er blandt de lokaliteter, der omtales som mulige rester af Platons sunkne Atlantis, det krigerbeboede sagnrige hinsides Herkulesstøtterne. Omend det skulle vise sig, at forbindelsen med hint drømmerige er noget usikker, så står det dog fast, at for "vulkanvenner" vil De kanariske Øer altid være et eventyrland.

John Ingvaldsen

Det kan samtidig fremhæves, at der hersker en tydelig overensstemmelse mellem topografien i bunden af Storå dalen og den gravimetriske anomali, således at de topografiske kurver falder ganske nøje sammen med de gravimetriske "isogals", som angiver Pårup saltdomen.

Som nævnt er de fleste af de højtliggende saltstrukturer, der befinder sig inden for hovedopholdslinien, grupperet i den vestlige del af Limfjorden.

To af disse, Legind og Harboøre, er kun delvis på land - deres resterende dele strækker sig ud i Vesterhavet.

De tre andre, Nykøbing på Mors, Uglev og Batum er alle temmelig store sturkturer, som viser meget stærke gravimetriske anomalier, den stærkeste over saltdomen Nykøbing på Mors. Medens de første to har cirkulære omrids, har Batum en svagt oval form, der er langstrakt i Ø-V retning. Ved Batum og Nykøbing ligger terrænet over saltstrukturene lavere end omgivelserne, og grænserne for disse lavninger svarer mange steder temmelig nøje til randene af strukturerne.

Dette ses særlig klart ved Batum, hvor man på grundlag af et forholdsvis stort antal af borerer kender saltdomens form, og dybden til saltet meget godt. Saltspejlet findes her ved cirka 200 m. Inden for den store lavning, hvor saltdomen ligger, bliver terrænet igen noget højere og antager form af en oval "ring". Den centrale del af denne "ring" er igen en sækning, som falder sammen med et mindre område, hvor saltet er trængt højest op.

Endelig findes der to andre saltstrukturer i Limfjordsområdet, Fjerritslev og Skive, som begge regnes for at være mellem- til dybtliggende saltstrukturer. I disse to tilfælde kan man ikke umiddelbart erkende nogen sammenhæng mellem de glaciomorfologiske træk og de to strukturer. Fjerritslev strukturen er placeret centralt i en stor bugt dannet ved Stenalderhavets indtrængning. Der kan dog ikke erkendes nogen lighed, eller parallelitet, mellem havets erosionsskrænter og formen af saltstrukturen.

Man kan fra den ovenfor givne oversigt se, at langs grænserne af langt de fleste nordjyske saltstrukturer - særligt de højtliggende - som indtil dato har været undersøgt af forfatteren, sker ændringer, ikke kun i det topografiske, men også i det morfologiske billede. Samtidigt trækker man i flere tilfælde grænserne mellem den sidste og en ældre nedisning, eller forskellige israndslinier fra kvartærtiden, ved eller langs randene af enkelte saltstrukturer, som på den måde kan erkendes i terrænet.

På baggrund af studiet ved Mønsted og observationer af lignende art gjort ved flere andre jyske saltdomer, kan man slutte at denne "afmærkning" af saltstrukturenes områder i terrænet skyldes bevægelser indenfor saltstrukturene. En mere indgående undersøgelse af de enkelte strukturers områder, som forfatteren er i gang med, vil forhåbentlig kunne kaste mere lys over dette fænomen, og især aldersbestemme bevægelserne mere nøje.

John Ingvaldsen

skal vi have Istid igen?

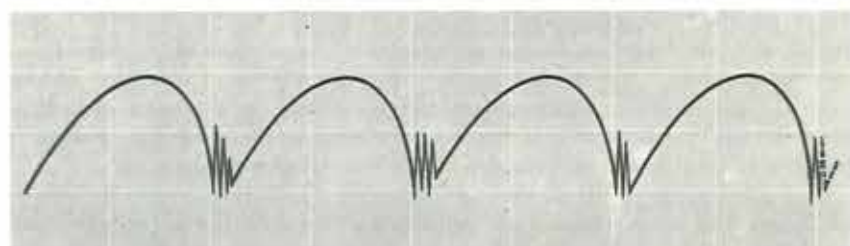
af Nanna Noe-Nygaard

"Går vi en ny istid i møde" vil altid være et spørgsmål, der tiltrækker sig offentlighedens interesse. Det er et emne, der gentagne gange er dukket op i aviserne i agurketiden.



Kan vi svare på spørgsmålet?

Jorden har bestået i cirka $4\frac{1}{2}$ milliard år. I denne tid har man sikre vidnesbyrd om 4 større nedslagninger.



Den første fra slutningen af prækambrium, en palæozoisk særlig kendt fra Sydamerika, nummer 3 den permo-karbene og som nummer 4 den kvartære.



Pimpstenslag blottet i vejgennemskæring. Tenerife.

get, overflade med revner og slaggedynger, kaldes "malpais" (spansk: dårligt land), og det er både ubehageligt og farligt at begive sig ud i sådanne områder.

Hvis lavaen har været kiselsyrerig og derfor sejtflydende, løber den ikke langt bort fra udbrudsstederne, men ophobes over disse og danner kuppelformede vulkanbjerge, ligeledes et typisk landskabselement på øerne.

Den vulkaninteresserede turist vil have størst udbytte af at besøge Tenerife og Lanzarote. Tenerife er den største ø, den måler 84 km NØ-SV og 50 km N-S. Højeste punkt er Pico de Teide, der stikker sin snekalot 3713 m op mod himlen. Det er i virkeligheden et vulkankompleks, der består af tvillingvulkanerne Teide - Pico Viejo. Vulkanen er opbygget af vekslende lag af lava og tuf, en såkaldt stratovulkan. Bjergarterne er bemærkelsesværdige ved at være stærkt alkaline, idet de har et forholdsvis stort indhold af kalium. Det er fonoliter og trakyter.

Teide - Pico Viejo er opbygget på ruinerne af en ældre vulkan. De er beliggende i dennes caldera, det vil sige dens indstyrede kraterområde. Denne caldera kaldes Las Cañadas, og Pico de Teide hæver sig 1700 m over calderabunden. Las Cañadas er et overordentlig smukt landskab.

I Tenerifes basaltområder har vandløb uderoderet dybe slugter, de såkaldte "barrancos", som er særdeles maleriske.

På Lanzarote skifter det landskabelige billede. På grund af det lave relief - højeste punkt er 671 m over havet - tvinges passatvinden ikke til at stige så højt, at den kan afgive sin fugtighed, og der hersker derfor ørkenagtige tilstande, nogle år falder der overhovedet ingen regn.



Pico de Teide set fra calderaområdet. Las Cañadas. Tenerife.

12 og 16 millioner år gammel (om sådanne radiometriske aldersbestemmelser - se Varv 1965 nr 1).

På La Palma, Lanzarote og Tenerife har der i historisk tid været iagttaget udbrud fra omkring år 1400. Da Columbus i 1492 ankrede op ved Gomera på den rejse, der skulle føre ham til det ukendte kontinent Amerika, blev han vidne til vulkanudbrud på Tenerife, hvor det sandsynligvis har været den majestætiske vulkan, Pico de Teide, som har bragt søfarerne en dramatisk afskedssalut fra Den gamle Verden.

Det seneste udbrud fandt sted i 1949 på La Palma, så der er ingen grund til at tro, at vulkanismen er uddød.

Lavaerne omfatter mange typer af vidt forskellig kemisk sammensætning med større eller mindre indhold af kiseltsyre, SiO_2 , for eksempel andesiter, olivinbasalter, traky-basalter, trakyter og fonoliter. Nogle smeltmasser er trængt fra dybet op i højere niveau og størknet som bjergarterne syenit og gabbro, inden de nåede overfladen. Endelig findes der gange, dykes, som er dannet ved, at smeltemateriale er trængt op langs spalter og størknet der.

Et typisk træk for alle øerne er vulkankegler opbygget af slagger og lapilli (lapilli er løse udbrudsprodukter, der varierer fra ærte- til valnødstørrelse). Fra disse udbrudscentre flød lavaen ud og udglattede terrænet. Den mest udbredte lavaform er den slaggeagtige bloklava, hvis internationale betegnelse er "aa"lava (hawaiiansk ord). Den anden form for lava er reblava (hawaiiansk: "pahoehoe"), der har store rynker på overfladen. Denne form er sjælden på De kanariske Øer.

Lavamarker, som udmærker sig ved at have en ujævn, næsten pig-

Imellem disse istider ligger lange perioder med konstant varmt klima. Hvis man forestiller sig dette kurvebillede fortsættende i det uendelige og Jorden bestående endnu i nogle milliarder år, kan man vist roligt forudsige, at der atter vil komme istider. Det der imidlertid interesserer os, er vel: Hvornår kommer der en istid, bliver det i vores levetid? Inden vi kan gøre os håb om at besvare det spørgsmål må vi se på hvad en istid egentlig er. En istid er i virkeligheden en samling af skiftende glaciale (kolde) og interglaciales (varmere) perioder. Den sidste istid omfatter 6 glacialtider hvoraf de 4 er konstateret herhjemme og 5 interglacialtider, de tre sidste er påvist i Danmark. Den samlede istid varede mindst 2 millioner år.

Alle disse svingninger gør det vanskeligt at afgøre i hvilken periode vi nu befinder os, og hvad vi går i møde. Befinder vi os i en interglacialtid hørende til sidste istid, den kvartære, eller er vi på vej ud af denne mod en helt ny istid der først vil indtræffe om et par hundrede millioner år?

Hvad har vi af fænomener, der registrerer de klimasvingninger der blandt andet er årsag til istidernes opståen.

En af de ting, man kan registrere idag er de få levende gletscheres fremstød og tilbagesmeltning sat i relation til klimatiske ændringer, som nedbør, temperatur, vindhastighed, fugtighed, længden af den periode, hvor gletscherens temperatur er over smeltepunktet (sommerens længde) og så videre.

De fleste gletschere i nutiden har vist en generel tilbagesmeltning, men målinger viser, at afsmeltningen ikke er foregået jævnt, den har været afbrudt af kortere perioder, hvor gletscheren har bredt sig igen. Gletscheren på Spitsbergen vokser for eksempel stærkt for tiden. Af særlig kraftige fremstød kan nævnes dem fra kuldeperioderne 1750-70 og fra 1850'erne. Disse kølige tidsrum er registreret over hele Jorden, og må således antages at have en ydre fælles årsag, som for eksempel svingninger i solenergien.

Fra den sidste istid kan vi hente mange oplysninger, selv om vi ikke direkte kan måle isens bevægelser. Ophobninger af materiale foran isranden (randmoræner), gamle smeltevandsflodløb og flodsletter kan give gode oplysninger om isens bevægelser, og dermed indirekte om det klima, der har hersket, dog kræver det undersøgelser over store områder og af mange gletscheres bevægelser for at kunne udtale sig om klimaet.

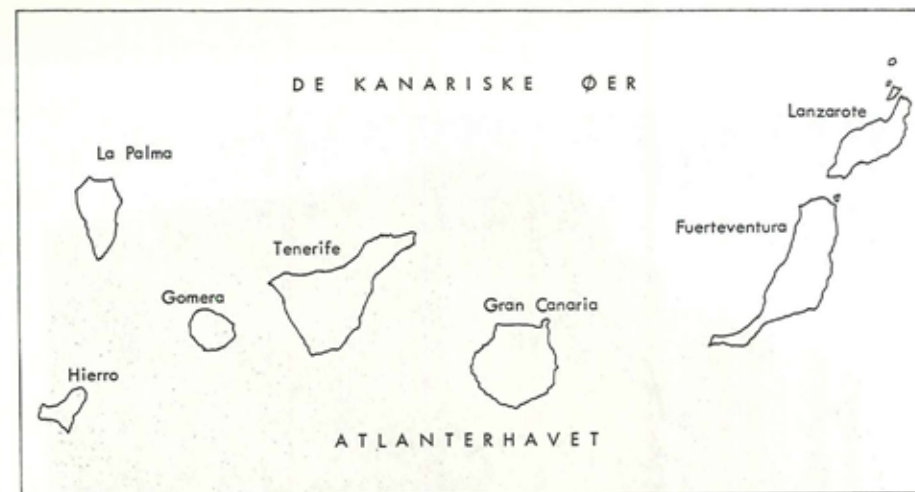
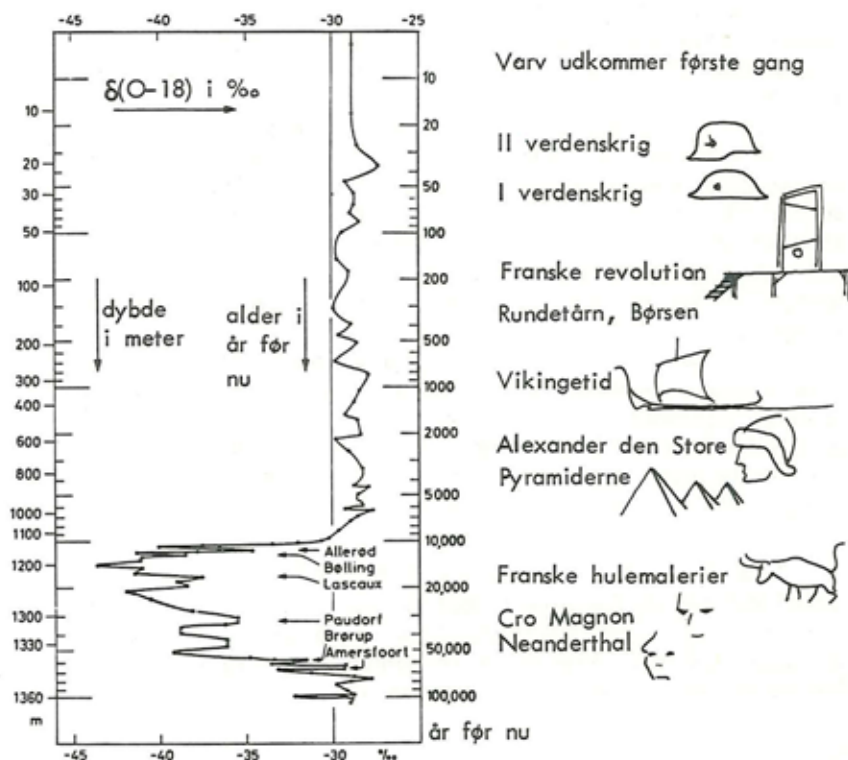
Gletschere har imidlertid ikke blot mulighed for at give oplysninger om klimaet gennem frem- og tilbagerykninger, men gemt i indlandsisen på Grønland ligger indefrosset oplysninger om længst svundne tiders snefald, der igen ved deres kemiske sammensætning røber noget om de klimatiske forhold på det tidspunkt, sneen blev aflejret.



Fra en borekerne gennem isen udtages prøver, der især undersøges for forholdet mellem den tunge iltisotop O-18 og den lettere iltisotop O-16. Forholdet mellem disse to slags ilt er blandt andet temperaturafhængig. I de øverste lag registreres de årlige temperatursvingninger, mens disse forsvinder nedefter, og kun større klimaændringer kan erkendes.

O-18/O-16 "termometeret" er gennemgået i Varv 1966,1 og Varv 1968,2 - og vil kun blive kort omtalt her.

I naturen findes tre stabile iltisotoper, O-16, O-17, O-18; de forekommer blandt andet i vand (H_2O) i et ganske bestemt forhold til hinanden, O-17 i så små mængder, at vi vil lade den ude af betragtning. Iltisotopforholdet i vand er temperaturafhængigt, således at ved $0^\circ C$ vil forholdet O-18/O-16 være som 1,026/500. Ved fordampning af havvand vil der undvige forholdsvis mere af den lette O-16 end af O-18, der er tungere. Hvis det fordampede havvand, som det er tilfældet under istider bindes i is på kontinenterne, vil ilten her vise underskud på O-18 i forhold til en "havstandard", kaldet SMOW (standard mean ocean water). Det man måler i isborekernen er altså afvigelse i O-18 indholdet, afvigelsen kaldes delta (δ). I isen har man underskud på O-18 og derfor bliver delta negativ.



Der findes syv større og fire mindre øer, samt en del småøer, kaldet "roques". De store øer er Tenerife, Fuerteventura, Gran Canaria, Lanzarote, La Palma, Gomera og Hierro.

Selv om man deltager i en selskabsrejse med ophold på blot én af øerne, er det muligt i løbet af en 14 dages ferie at komme rundt og få et godt indtryk af de fleste af dem - muligvis dem alle, afhængigt af ens ildhu og - især - kondition. Er man for eksempel landet i Las Palmas på Gran Canaria, behøver man blot at henvende sig til det stedlige turistbureau - så slipper man selv for besværet - og få det til at arrangere en rejserute med skib, fly, hyrevogn etc. Lidt kendskab til spansk vil være en fordel.

Kanariøerne er helt igennem vulkanske. Et meget tyndt sedimentlag, bestående af forvitret vulkansk materiale, findes på begrænsede områder, mest på Gran Canaria og La Palma.

Det har af geologer ofte været hævdet, at der under øerne findes et fundament af en beskaffenhed, der kunne tyde på, at der er en forbindelse mellem øerne og det afrikanske grundfjeldsskjold, men så længe der ikke er foretaget grundige undersøgelser af oceanbunden mellem øgruppen og fastlandet, kan intet siges med bestemthed om dette forhold.

Imidlertid bringer vulkanerne hyppigt prøver med op fra de øvre dele af Jordens kappe - kappen begynder cirka 5 km under oceanbunden - nemlig dunit, som er en tung, grøn bjergart, næsten udelukkende bestående af mineralet olivin. Disse "fremmede" indeslutninger, xenoliter, som kan findes i lavaerne, bringer os således en viden, om hvad der findes i dybet under øerne.

Om alderen hersker der en del usikkerhed. Datering ved hjælp af kalium/argon synes dog at pege på, at Hierro har en alder af mindre end 2 millioner år, Lanzarote mere end 12 millioner, Tenerifes alder skulle ligge et sted her imellem, medens Gran Canaria skønnes at være mellem

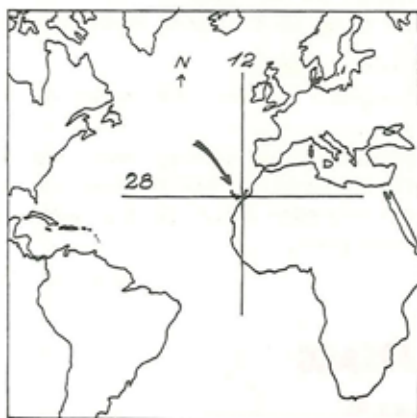
DE KANARISKE ØER

af Gunni Jørgensen

For en nordbo, der er blevet træt af den nordiske vinters tåge og mørke, findes der heldigvis mange muligheder for i løbet af få timer at blive befordret til sydlige og varme himmelstrøg - takket være jettfly. Er han interesseret i vulkaner og vulkanske landskaber, vil han på en rejse til De kanariske Øer bekvemt kunne forene det nyttige med det behagelige.

Øernes navn hentyder ikke, som man kunne fristes til at tro, til kanariefugle, men til hunde, idet der i oldtiden levede flokke af store, vilde hunde på øerne. Hund hedder på latin "canis", navnet er altså i virkeligheden "Hundeøerne", og denne benævnelse havde de allerede for cirka 1900 år siden, da de blev omtalt af den romerske forfatter Plinius.

Øgruppen ligger i den nordlige del af Atlanterhavet, gennem hvis midte en vældig vulkansk bjergryg i S-form strækker sig fra pol til pol. Rygge på tværs af denne midtatlantiske ryg deler oceanet op i bækkener, og i et sådant bækken, Kap Verde Bækkenet, ligger Kanariøerne på en undersøisk udløber fra det afrikanske fastland. Fuerteventura ligger kun 115 km vest for Kap Juby på Afrikas kyst.



I overfladen af havvandet, hvorfra der er fordampet mest af den lette O-16, vil der nu være forholdsvis mere af den tunge O-18, og der vil man altså få positive deltaværdier. På figuren ses istider som stærkt negative delta værdier, omkring 100000 år før Kristus er delta -30, for i perioden 70 - 12000 år før Kristus at synke helt ned til -43, for efter istiden at stige til -30 igen. Hvorledes har man nu kunnet sætte disse årstal på de målte klimasvingninger? - for O-18/O-16 undersøgelserne angiver kun klimasvingninger, ikke hvornår de har fundet sted.

Det har af fysisk vej været muligt, at opstille en model for den bane en ispartikel vil beskrive, når den år efter år bliver presset længere ned af de overlejrende snemasser, ved at gå ud fra en konstant nedbørsmængde faldende på en ensartet overflade. Under snemassernes tryk vil der ske en udflydning mod randen af indlandsisen. Når man desuden ved, hvor tykt et lag, der aflejres hvert år og hvor meget mindre det måler i tykkelse det næste år på grund af sammenpresning, er det muligt at angive alderen af de forskellige lag målt ned fra isoverfladen. Tager man sine O-18/O-16 prøver i forbindelse med således daterede lag, får man noget at vide om klimaet, netop på det pågældende tidspunkt. Både de ved deltaværdierne angivne klimasvingninger og den lange række af årstal er blevet bekræftet af andre undersøgelser. Det er altså en ny metode, der kan anvendes længere bagud i tid end mange andre kendte metoder, dog afhængig af isens tykkelse, der igen afhænger af hvor mange års aflejring, der findes i iskappen.

Man kunne tænke sig at vide, om der er nogen form for regelmæssighed i de registrerede klimasvingninger, som kunne fortsættes ud over den tid vi lever i, så vi kunne spå om fremtidens klimaændringer. Der er rytmer i klimakurven - en på 75 år, efter den skulle vi være i et kuldeminimum nu. Der er en anden på 13000 år, hvilket kunne svare til visse regelmæssige ændringer i solenergien (den halve periode for jordaksens rotation). Men om fremtiden er det stadig svært at spå.

Vi må prøve at få yderligere oplysninger ad anden vej.

Hvad kan havet give af oplysninger om svundne tiders klimasvingninger? Havene har spillet en stor rolle for istidens udvikling, dels har de leveret den fornødne vandmængde til isdækkernes dannelse, dels er de derved opståede vandstandssvingninger et udtryk for de klimatiske forhold, således at perioder med lav vandstand svarer til istider, hvor store vandmasser er bundet i isen - under den sidste nedisning (Würm nedisningen) var der bundet så store vandmængder i is, at verdenshavens vandspejl lå 100 meter lavere end i dag. Særlig høj vandstand vil opnås i perioder, hvor der foregår stor afsmeltning af isen. Endelig er havet hjemsted for levende væsener, der på grund af deres afhængighed af omgivelserne kan fortælle om de klimatiske forhold på stedet, da de levede.



Graver man et profil gennem havaflejringerne fra en af interglacialtiderne i Danmark finder man ofte en typisk lagfølge: nederst strand-sandsaflejringer, så leraflejringer, så igen strandaflejringer som allerøverst går over i rene ferskvandslag. Profilet af spejler de begyndende havstigning på grund af afsmeltningen (sand), havet der bliver dybere ved yderligere tilførsel af smeltevand (ler). Denne havstigning sker ret hurtigt efter isens begyndende afsmeltning mens den landhævning, der finder sted som følge af trykaflastningen ved isens afsmeltning, sker meget langsommere. Den er skyld i den anden strandaflejring i profilet, idet landet langsomt hæver sig op af havet, således at de sidste lag i søjlen bliver ferskvandsaflejringer. Landhævningen efter sidste istid er endnu ikke afsluttet.

I områder, der ikke var isdækkede ved sidste istid kan man se bort fra landhævningen, og her viser det sig, at havstigningen som følge af afsmeltning ikke er foregået jævnt, men i ryk afbrudt af køligere perioder, hvor der ikke er sket tilførsel af smeltevand - ja, hvor havet endog er faldet igen som følge af isdækkernes vækst. Svingninger i havniveau kan nu ses som gamle kystlinier, visende havets udbredelse til forskellige tider.

De klimaændringer, der afspejles af de vekslende havniveauer, kan også påvises ved ændringer i havets dyreliv. I boreprøver fra dybhavs-bunden har man undersøgt hyppigheden af visse varmekrævende mikroskopiske encellede organismer: foraminiferer. Selv en lille borekerne vil på grund af den ringe aflejrings-hastighed på oceanbunden rumme lag fra en meget lang periode. Så det er muligt at lave en relativ klimakurve spændende over lang tid, hvor varme perioder vil angives af store mængder af varmekrævende dyr og kolde tider markeres ved stort antal koldtandsdyr og næsten ingen af de varmekrævende. Ved radioaktive aldersbestemmelser er det muligt at datere disse varme- og kuldeperioder, og det viser sig, at tidspunkterne for klimaændringerne falder nøje sammen med dem, man af anden vej har konstateret. Det vil sige, dyr kan bruges som indikatorer for klimaet på et givet sted og tidspunkt - men det kan planter også.

Ser man på den botaniske udvikling gennem en hel interglacialtid, får man et billede af, hvorledes de forskellige planter afløser hinanden efter et ganske bestemt mønster. Først har man lige efter isens afsmeltning et højarktisk klima, der næsten ikke tillader nogen plantevækst. Ved lidt højere temperatur begynder de kuldetolerante, men lyskrævende træer som birk og fyr at brede sig. Ved yderligere temperaturstigning får også andre træer en chance, for eksempel hassel, eg og lind, som kan tåle skygge i modsætning til birk og fyr. Disse løvtræer opnår også en højere alder, hvorfor de hurtigt konkurrerer de lyskrævende kortlevende træer ud, man får nu en meget frodig skov, en ege-linde skov, der kan afløses af en bøgeskov. Så begynder det at blive koldere igen, jorden er udpint af den

megen vækst, den store skov afløses af en birke-fyrre skov, der til sidst bukker under for kulden - vi har atter højarktisk klima - istid. Tager man aflejringer efter sidste istid og ser på indholdet af planterester, finder man spor af en arktisk flora lige efter isens afsmeltning, så en birke-fyrre periode, en ege-linde periode og en bøge periode. Vi skulle da efter det opstillede mønster være på vej mod en istid, men hvornår den kommer, ved vi stadig ikke. Vi må søge flere oplysninger.

Nu har vi set, at aflejringerne, havet, dyrene og planterne kan fortælle om klimasvingninger - men hvad er årsagen? Her er mange teorier, hvoraf en af de berømteste er Milankowich's teorier om ændringer af den energi Jorden modtager fra Solen.

Milankowich søger at forklare istiders opståen ved ændringer i Jordens position i forhold til Solen. Nogle af ændringerne foregår med en periode på 26000 år andre med en periode på 40000 år og så videre. Disse svingninger forårsager ændringer i den solenergi, der når frem til de enkelte dele af Jordoverfladen. I perioder, hvor Jorden modtager en ringe mængde solenergi, kunne man tænke sig muligheden for en istids opståen, eventuelt sat i gang af en eller anden større begivenhed på Jorden som for eksempel en bjergkædefoldning. Den lavere solenergi er ikke nok i sig selv, da vi jo ikke har haft istider med for eksempel 40000 års mellemrum, men ofte må regne med uhyre lange varme tidsrum på 200 millioner år imellem istiderne.

Astronomiske årsager til forklaring af istider er måske de eneste, der gør det muligt for os at se om fremtiden, under forudsætning af, at disse fænomener har været så længe Jorden har bestået og vil være ud i fremtiden, blot har man heller ikke her fundet den endelige og helt tilfredsstillende forklaring endnu.

Men gælder rytmen på de 40000 år, kan vi vente, at næste istid skal begynde om 10000 år og nå sit største maksimum om 20000 år.

Går vi en ny istid i møde?

Som det er fremgået, er det ikke muligt at give noget endeligt svar herpå.

Imidlertid har spørgsmålet rejst en lang række inspirerende problemer, der medfører en værdifuld tværfaglig kombination af fysik, botanik, zoologi, hvorved det i virkeligheden bliver mindre væsentligt om vi kan besvare det oprindelige spørgsmål.

Nanna Nae-Nygaard



U-landene, deres geologiske problemer	1964 I,5
Vand, gammelt	1966 III,3
Vandforsyning	1965 II,4
Vandmand	1965 I,32
Vandrende poler	1968,101
Varv	1967,51
Varv-aktivitet	1969,32
Varv, hvorfor det navn	1964 I,4
Vegetationshistorie	1969,35
Vesuv	1966 IV,3
Vulkaner i Skåne	1966 I,23
Vulkaner og diamanter	1969,87
Vulkanø ved Island	1964 IV,32 1966 I,1
Vættelys	1966 I,22 1967,123
Æg, gamle	1966 III,26 1969,64
Ø's historie	1966 I,3
Øgler, skræk	1964 I,20
Øgler, slangeøgler	1964 III,24
Øgleæg	1966 III,26 1969,64
Øresund	1967,58
Ørkenvandring	1967,84
Århus, is og landskab	1968,17
Åse	1969,23

VARV

emnerregister

1964 - 1969

A-1	1967,74
Agpalilik	1964 II,24 1964 IV,12 1965 IV,15 1966 III,20 1966 IV,18 1967,58 1967,97
Aktualitetsprincippet	1968,67
Aldersbestemmelser	1965 I,24
Aldersbestemmelser på grundvand	1966 III,3
Alperne, tværs over	1965 II,16
Amatørgeologi	1965 I,3 1966 I,12 1968,9 1968,95 1968,125
Argentina	1969,1
1864, Krig og terræn	1964 II,12
Auvergne's geologi	1967,45
Balka-sandsten	1969,67
Basalt-mandler	1968,107
Bjergkædedannelser	1965 I,27
Blyglans i England	1966 II,32
Boringer. Når der bores	1965 IV,3
Boringerne i Storebælt	1964 III,16
Boringerne i Øresund	1967,58
Bornholm, Hammerknuden	1967,105
Bornholmske diamanter	1966 II,21
Brunkul i Midtjylland	1964 IV,3
Chromit-malm	1966 I,32 1967,80
Danmark, ældste forsteninger i	1969,67
"Danmarks natur"	1968,30
Danmarks geologiske undersøgelse D.G.U.	1965 II,32
Danmarks undergrund	1965 III,11
Dansk geologisk forening	1968,9
Dateringer	1965 I,24
Devon	1965 I,30
Diamanter, bornholmske	1966 II,21
Diamanter og vulkaner	1969,87
Dinosaurer	1964 I,20
Djursland, det sydlige	1964 III,27 1965 IV,23
Dyrehaven	1966 II,25
Elefanternes udvikling	1969,10
Elektronmikroskopi	1966 II,27

Skåne, vulkaner i	1966 I,23
Slangeøgler	1964 III,24
Smeltevand i Midtsjælland	1968,43
Småt og stort	1966 II,27
Stendød	1968,79
Steno, Niels Stensen	1967,14 1969,93, 108
Steno medalje	1969,97
Stensen, Niels	1967,14 1969,93, 108
Stevns klint	1965 II,23
Storebælt i bund og grund	1964 II,12 1964 IV,29
Stort og småt	1966 II,27
Strøgets geologi	1966 IV,21
Surtsey - en ø fødes	1964 IV,32 1966 I,1
Svovlkis	1964 I,13
Sværdfisk fra "plastisk ler"	1965 III,3
Svære ord	1964 IV,28
"Sydaber og habile mænd"	1968,35
Syntetiske mineraler	1967,67
Søby - brunkul	1964 IV,3
Sønderjylland	1964 II,12
Temperaturer i fortiden	1966 I,20
Terræn og Krig	1964 II,12
Tertiær	1966 III,30 1967,64, 73
Thermoluminescens	1969,60
Tiderne skifter	1964 I,30
Trias	1965 IV,30
Tsunamier	1968,53
Tungsand	1964 II,32
Ture	
Auvergne	1967,45
Brunkul ved Søby	1964 IV,3
Sydlige Djursland	1964 III,27
Dyrehaven	1966 II,25
Gram, Sønderjylland	1965 III,23
Hammerknuden	1967,105
Heatherhill	1964 II,25
Hesselager	1965 IV,24
Jelshøj ved Århus	1968,17
Midtsjælland	1968,43
Møn	1964 I,15
Odsherred	1966 III,22
Stevns	1965 II,29
Tvillinger i sten	1968,128

Møn, turen går til	1964 I,15
Månen	1965 I,17 1969,99
Månen, nyt fra	1968,13
Nordsjælland	1964 II,25
Nutid forklarer fortid	1968,65
Oceanbund og klimahistorie	1968,56
Odsherreds geologi	1966 III,22
Olie, hvordan finder man	1965 IV,18
Olie og gas	1966 IV,19 1967,13, 90, 128 1968,99 1969,115
Olieboringer	1966 I,12
Ordovicium	1964 III,30
Palæotemperaturer	1966 I,20
Pattedyrudvikling	1966 III,32
Perm	1965 III,30
Peter	1964 I,20
Planter, gingko	1969,117
Planter, sære	1968,85
"Plastisk ler", fossiler i	1965 III,3
Polarisationsmikroskop, lava i	1968,128 1969,77
Poler, vandrende	1968,101
Pollenanalyse og vegetationshistorie	1969,35
Pråbram	1968,120
Prækambrium	1967,1
Prækambriske forsteninger	1967,8, 32
Psilofyter	1968,85
Puna de Atacama	1969,1
Regnvej, forstenet	1966 II,5
Rumalderens råstoffer	1969,15
Råstoffer, rumalderens	1969,15
Safirin	1966 I,32
Salt	1966 I,24
Saltproduktion, dansk	1966 IV,6
Senglaciatid	1967,51
Silur	1964 IV,30
Sjældne stoffer	1967,35
Skal og kerne	1966 II,7
Skrækøgler	1964 I,20
Skurestriber	1967,105

Fakse-havbund	1964 II,24
Fakse, fortid og fremtid i	1968,126
Flint	1966 III,21
Fluorescens og fosforescens	1969,109
Flysch	1968,65
Flyvningens pionerer	1965 IV,1, 12, 32
Flyveøgler	1965 IV,1, 12, 32
Fodspor	1967,84
Foraminiferer	1964 III,8
Forstenede magneter	1969,78
Forstenet regnvej	1966 II,5
Forsteninger	1966 II,7
Forsteninger, ikke forsteninger	1966 III,21
- i lava	1968,79
- prækambriske	1967,8, 32
- ældste danske	1969,67
Fortidsplante, nulevende	1969,117
Fosforescens og fluorescens	1969,109
Fossile planter	1968,85
Frankrigs gamle hjerte	1967,45
Fur-museum	1965 II,21
Færøerne	1969,33, 45
Første liv i Danmark	1969,65, 67
Gammel, hvor	1965 I,24
Gas og olie	1966 IV,19 1967,13, 90, 128 1968,99 1969,115
Geofysik, hvad er	1965 I,13
Geologi som hobby	1965 I,3
Geologi, grundvand og vandforsyning	1965 II,4
Geologi i Danmark	1965 III,32
Geologi i trykkoger	1967,67
Geologi langs hovedvej 1	1967,74
Geologklippen	1968,112
Geologisk ungdomsforening	1966 I,12
Geologiske fagord	1965 IV,16
Geologiske kort	1966 I,13
Geologiske oase ved Gram	1965 III,23
Ghana, guld i	1967,15
Gingko	1969,117
Gram, geologisk oase	1965 III,23
Granat	1964 II,32
Grundvand og vandforsyning	1965 II,4
Grundvands alder	1966 III,3

Grønlands geologiske Undersøgelse			
G.G.U.'s virksomhed	1964	III, 32	
Grønland, mineraler	1967	35	
Grønland, under isen	1964	IV, 25	
Grønne skifre (Bornholm)	1969	67	
Guld i Ghana	1967	15	
Gågadens geologi	1966	IV, 21	
Gåsens forhistorie	1964	IV, 11	
Hammerkuden	1967	105	
Hatformede bakker	1968	1	
Havskælvsbølger	1968	53	
Hawaii	1966	IV, 27	
Heatherhill	1964	II, 25	
Hesselagerstenen	1965	IV, 24	
Hobby, geologi som	1965	I, 3	
Hovedvej 1	1967	74	
Hul i oceanet	1964	II, 1	1964 IV, 9
Hvirveldyrenes ophav	1967	111	
Højeste bjerg	1966	IV, 27	
Høns, stakkels	1966	II, 32	
Illimaussaq	1967	35	
Indlandsisen gennemboret	1966	IV, 18	
Is og landskab (Jelshøj)	1968	17	
Isranden i NV-Sjælland	1966	III, 22	
Istider	1965	II, 3	
Ivigtut	1964	III, 9	
Jelshøj ved Århus	1968	17	
Jern i stribevis	1967	91	
Jorden, hvor gammel er	1966	II, 3	
Jordens alder	1965	I, 24	
Jordens magnetfelt før og nu	1968	73	
Jordens pulsslæg	1965	I, 27	
Jordmagnetismen	1965	III, 5	1969, 78
Jordskælv, danske	1967	24	
Jordskælv, hvor sker hvad	1964	III, 3	
Jura	1966	I, 30	
Kambrium	1964	II, 30	
- nedre Bornholm	1969	65	
Karbon (Kul)	1965	II, 30	
Kaukasus	1968	91	
Kildekalk	1967	96	
Klima i fortiden	1966	I, 20	
Klimahistorie og oceanbund	1968	56	
Kontinentdrift	1965	II, 11	1968, 101
Kontinenter, sejlede	1965	II, 11	
Korallen som fortidskalender	1966	IV, 10	
Kort, geologiske	1966	I, 13	
Kridt	1966	II, 30	
Krom-malm i Grønland	1966	I, 32	1967, 80
Kryolit	1964	III, 9	
Krystaller, hjemmelavede	1968	26	
Krystaller vokser	1967	117	
Kvartskrystaller, Bornholm	1966	II, 21	
Kvartær	1966	IV, 30	
Kvartærtiden	1964	I, 2	1965 II, 3
Kæmpemenneskeaber	1964	I, 8	
Kæmpeøgler	1964	I, 20	
Københavns undergrund	1964	IV, 13	
Lag, lidt om	1968	113	
Lagserien i Danmark	1965	III, 14	
Latin og svære ord	1964	IV, 28	
Lava i polarisationsmikroskop	1968	128	1969, 77
Lungefiskenes udforskningshistorie	1969	52	
Løsblok - samlere	1968	95	
Løst og fast i Nordeuropa	1968	9	
Magneter, forstenede	1969	78	
Magnetfelt, Jordens	1968	73	
Magnetjernsten	1964	II, 32	
Mandelsten, en mineralogisk plumkage	1968	107	
Mars	1969	125	
Menneskeaber	1968	35	
Mennesker apropos	1968	64	
Meteorit fra Nordgrønland	1967	97	
Meteoriter	1964	II, 20	
Midt-Sjælland	1968	43	
Mineralernes brogede historie	1964	IV, 20	
Mineralernes verden, fra	1966	III, 9	
Mohole	1964	II, 3	1964 IV, 9
Museumsnyt	1968	120	1969, 17, 64
Møns klint	1964	I, 22	