

VARV

NR. 1. BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1965



M
Å
N
E
N

S
K
A
L

A
N
G
R
I
B
E
S

MED GEOLOGISKE METODER

Geologi som hobby .. 3

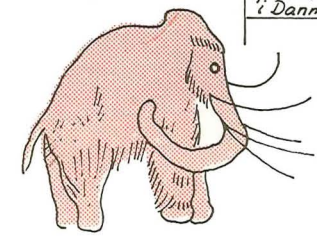
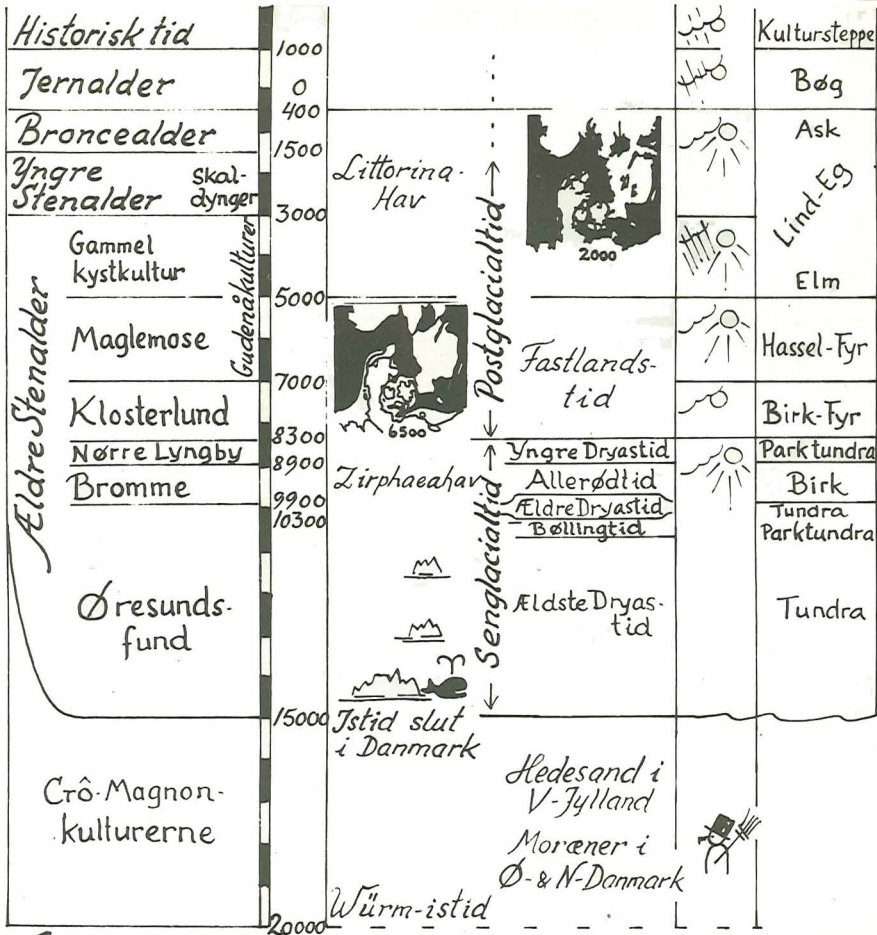


Vi stikker en fysisk finger
i jorden .. 13



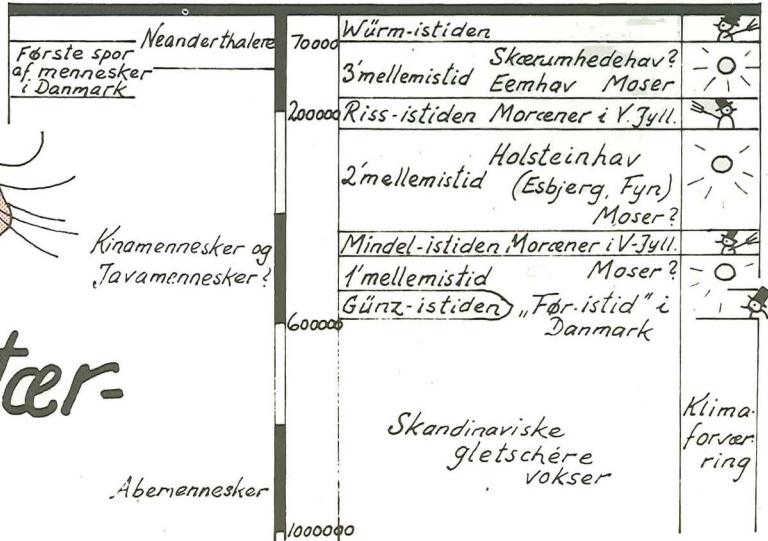
Bjergkædefoldninger
Jordens pulsslag .. 27





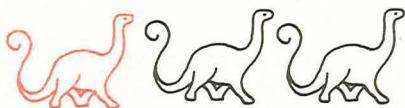
Kvartær-tid

20.000 år



GEOLOGI SOM HOBBY

VARVs første årgang bragte forslag til ture med geologisk mål. I dette nummer bortfalder turforslaget af klimatiske grunde og erstattes af en hob-
byartikel. Det bliver løst og fast om emnet, senere kommer specialartikler
for amatørgeologerne, f.eks. om mineralbestemmelse, istidsgeologi og af-
støbningsteknik.



Øjensynlig får amatørgeologerne deres første interesse vakt på meget
forskellig måde - ved en marmorbrevpresser, en sjov sten på stranden, en
fremstilling af en kæmpeøgler, en avisnotits om en tunnel.

Er interessen der først, og bliver man tilmed grebet af samlerdille, kan
man med de rette hjælpemidler få en fortræffelig hobby.

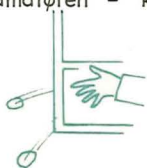
I løbet af artiklen vil vi give råd om sådanne hjælpemidler.

Det vil hurtigt vise sig, at hobbygeologen har en billig hobby, men
den kan godt give vabler og blå mærker. Helst skal man have et par go-
de ben og et stærkt helbred - de fleste vil gerne ud i det fri, og de fle-
ste af dem igen samler sten i hobevis, som de så slæber rundt med.

At samle sten er en interesse, man deler med arkæologer og høns. Det er tit en vigtig side af sagen - stenene tages hjem og
regnes ud, så at sige, hvorpå de opbevares til sammenligninger og
til illustration til hvad man har læst eller er ved at finde ud af selv. Men
man skal snarest muligt finde ud af, hvilke emner der søges dækket - det
er umuligt at dække dem alle.



I begyndelsen er det selvfølgelig svært at vurdere, hvad det er, man har fundet. Og senere hen kan der blive vanskeligheder med at være kritisk og begrænse sig under indsamlingen. Så vil der ofte ske det, at ens familie erklærer, at nu skal det skidt ud af huset. Det kommer til en krise, der i reglen ender med et delvis tilbagetog for amatører - kun de bedste sten beholdes, dubletter og forholdsvis intetsigende sten kasseres, naturligvis under protest. En sådan krise kan godt give stødet til at man fra nu af virkelig søger at specialisere sig i et af de mange emner og efterhånden får virkelig sagkundskab om dette emne.



Passende ideer til en samling er Danske Mineraler, Danske Forsteninger fra Kridttiden (eller en af de andre perioder) eller Skandinaviske Sten typer fra de Danske Strande. Egnsgæologiske samlinger har de bedste chancer for at blive nogenlunde fuldstændige, og de kan meget let få virkelig faglig betydning.

Dygtige hobbygeologer kan være meget værd for de ret fåtallige faggeologer - landet holdes under observation, og kommer der noget nyt frem bliver det vurderet, evt. bevogtet og rapporteret til nærmeste fagmand.

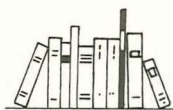
Nogle usædvanlige amatørgeologer

En præst i Norge, den skånske (?) Mickel Pedersøn Escholt, brugte første gang på tryk ordet geologi i dets nuværende betydning. Hans lille geologiske afhandling var på dansk (1657).

Den danske anatom Niels Steensen regnes i almindelighed for "Geologiens Fader".

Forfatteren af en Vesuv-afhandling og grundlæggeren af en betydelig del af det senere Mineralogisk Museums samlinger var den senere enevoldskonge Christian den Ottende.

Den engelske jurist Charles Lyell rettede hen mod midten af 1800 tallet op på hele den geologiske problemstilling og blev geologiens sidste stykke til Charles Darwin med udviklingslæren.



Førend man vil til at specialisere sig i en enkelt gren af geologien, kan man skaffe sig et begreb om den i dens helhed ved at læse i nogle af følgende bøger: (Se også den mere specielle liste på side 11).

J. Wyckoff - Geologi. Vor foranderlige Jord gennem tiderne. 1962 (Fremad).

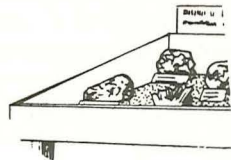
Den levende Jord. 1962 (Gyldendal).

R. Gheyselincx - Vor hvileløse Jord. 1940 (Chr. Erichsens Forlag).

A. Nøe-Nygaard - Geologi. Processer og Materialer. 1962 (Gyldendal).

H. Sørensen - Vor jordklode. 1963 (Munksgaard).

H. Wienberg Rasmussen, med flere - Geologi. 1961 (Gjellerup).



Man kan også gå på museum og blive klog. Mange har store geologiske udstillinger. Det gælder især Mineralogisk Museum i København (nb. foruden mineraler også forsteninger og en dansk samt en grønlandsk samling) og Naturhistorisk Museum i Århus. Lokalgeologiske udstillinger findes i Bornholms Museum i Rønne, Fur Museum i Nederby, Møns Museum i Stege og det fomyllig stærkt udvidede Faxe Geologiske Museum. Der er også en geologisk udstilling i Skive Museum.

Hvor man kan tage hen og samle

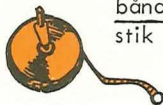
Af mange grunde er det nemmeste at samle på løse sten. Danmark har enorme mængder af yderst forskelligartede stentyper (mange med forsteninger), som kom hertil fra Norge-Sverige-Finland-Østersøbunden med istidens gletschere. De samles bedst på strandbredder og i grusgrave, og de giver et rummeligt udvalg af hvad der i det hele taget kendes af bjergarter. De gletscherførte sten kan føre samleren over til et taknemligt emne, nemlig undersøgelsen af ens egen hjemegns tilblivelse under istiden. Det allerreste af Danmark er jo direkte og afgørende præget af begivenheder under istiden - hvor gled nu hvilke gletschere frem? Mon smeltevandsløden strømmede afsted derhenne, hvor naboens kartofler står?

Lige under istidsjordlagene er der i Nord- og i Sydøstdanmark stenlag fra kridttiden, og i det øvrige land er der ler og sand fra tertiærtiden. Går man ud til kystklinter og ned i kalk-, ler- og sandgrave kan man få syn for sagn. Der er tit fine forsteneringer at finde, ligesom bjergarterne selv er en undersøgelse værd. En tur til Bornholm - eller Skåne - giver mulighed for at se "faststående" bjergarter fra både kridttid og de ældre perioder jura, trias, silur, ordovicium og kambrium samt fra prækambrisk tid.

Når man vil tage "i felten", som det kaldes, og se nærmere på et eller andet, kan man tage forskellig udrustning med. Vi foreslår her en række ting, men man behøver ikke at følge alle forslagene.

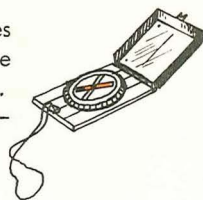
Tøj, der kan tåle at svines til. Skal der skrives i regnvæjr bruges almindelig blyant, kuglepen eller pen med vandfast blæk/tusch. Landkort, helst med højdekurver, der viser faconen af bakker og dale. Over dele af landet findes særlige geologiske kort, se side 12. En lille privat opmåling af indsamlingsstedet er tit en god ide, når man samler i en kalk- eller lergrav - man får klaret hvordan hvilke lag ligger, hvor de bedste forsteneringer er, og man vil lettere kunne forstå fagbøgernes eventuelle omtale af stedet. Resultatet tegnes ind i en notesbog - det er mest praktisk, hvis den har kvadreret papir.

En gammeldags tommestok holder bedre end selvoprullende stål-målebånd, der let ødelægges af sand. De lange målebånd (10, 15 eller 20 meter) af lærred eller af plastik er mere robuste, men de kan som oftest erstattes med en simpel afskridtning af afstande (man skal kende sit skridtmål).



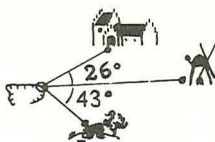
Afskridtning af afstande, i lergrav og kalkbrud

Kompas af type som orienteringsløbernes kan bruges ved en eventuel nøjagtig bestemmelse af retningen for de udmålte afstande. Pas på med ur, hammer og andet jern. Et forholdsvis billigt geologkompas med hældningsviser (klinometernål) hedder Silva Typ 15.



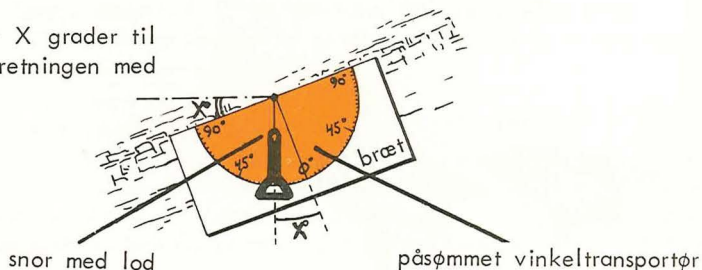
Hvis man vil bruge fotoapparat, skal man huske at medfotografere ting af kendt størrelse, kone, rygsæk, hammer.

Ved opmålingen noteres afstande og retninger på en foreløbig skitse af stedet, til senere rentegning i korrekt skala. Når ens lille private kort skal "anbringes" i forhold til det officielle landkort, kan man få brug for at kende kompasmisvisningen. Men man kan klare sig uden, fordi ethvert punkt på ens skitse kan "anbringes" ved måling af vinkler ud til 3 kendte ting i landskabet (kirke, mølle, stendysse).



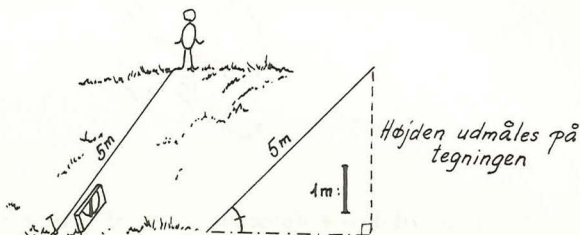
Hvor væggene i graven er skrå, og hvor lagene står skråt i væggen, er det tit værd at vide, hvor skråt de står. Mangler kompasset en hældningsviser, kan man bruge en hældningsmåler af egen konstruktion:

Laget hælder X grader til venstre (mål retningen med kompasset).

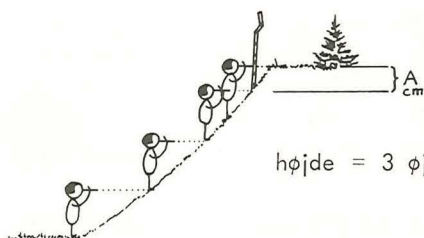
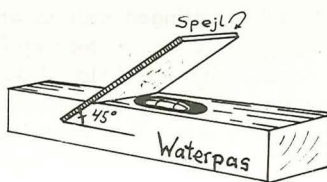


Ved en rigtig bestemmelse af laghældningen ryddes lidt af lagfladen, og vinkelret på en vandret linie på fladen måles lagets hældning. Husk også at måle den kompasretning, hvori laget hælder. Den omtalte vandrette linies kompasretning kaldes strygningsretningen. Ved nøjagtige målinger skal man huske kompasvisningen.

Væghøjden kan findes med hældningsmåler og målebånd -



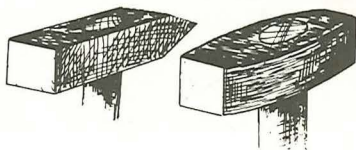
eller med et hjemmelavet nivellerinstrument af et waterpas med spejl, der lader én sigte vandret - det samme kan gøres med geologkompasset.



højde = 3 øjenhøjder + A cm på tommestokken

Efter opmålingen slår man ned på de interessante steder, samler typiske prøver af sten/ler-lagene og af forsteningerne.

Gode hammertyper



En hammer er absolut nødvendig. De fleste typer hos isenkræmmeren kan vel bruges, men brug helst en, der er langskaffet og så enkel som overhovedet mulig. Er hammeren tilbøjelig til at tabe hovedet, sikrer man sig ved at lade den stå i vand

natten før udflugten. Ved stenhugning lærer man snart at bruge revner og sprækker. Kun sjældent er der brug for en flad mejsel.



Overflødig sten slås af med slag væk fra forsteningen. Den endelige frilægning af forsteningen skal vente, til man er kommet hjem med den.

Lup (5 eller 10 ganges forstørrelse), for eksempel i en snor om halsen. Feltspade (gerne med tværgreb), sandkasseskovl (af jern), murerske eller en dolk bruges til gravearbejde. Pincet til småforsteninger - god på steder, hvor regnen har vasket dem fri i forvejen. Tilsvarende kan man selv slemme dem fri af løse bjergarter med en køkken-sigte og en spand vand. Lim til reparationer, gerne en acetoneopløselig lim der er vandfast men alligevel let kan fjernes senere. Eventuelt en lille plastic- eller glasflaske med eddike eller saltsyre til afprøvning af kalkindhold i bjergarterne.



Etiketter laves af stærkt vandfast papir (evt. kan en lille blok bruges). Ved hver indsamlet prøve lægges der én (sammenfoldet, så skriften beskyttes) - med oplysning om stedets navn, lagets betegnelse og findestedets dybde i laget, eventuelt en henvisning til notesbogen og også gerne dato og finderens navn.

*Kvælle
Nedent i grønlaget
6.2.7 i 2. lag
P.P. 19
Van Hassen*

Indpakning af prøverne - husk, at sten er tunge og tit har skarpe kanter og spidser. Aviser er fortræffeligt pakkemateriale. Indenfor bruges vat - strimler af polstrings-pladevat er særligt velegnede. Småsager lægges i tændstik- eller pilleæsker, med noget crepetoiletpapir eller vat. E-

ventuelt kan bruges plasticslange-stumper eller glasrør lukket med vat (glas pakkes med papir om hvert rør). Sand og ler pakkes i tætlukkende æsker eller poser (plastic til våde prøver). Sejlgarn, elastikker, tape.

Hjemmearbejdet med samlingen

De udpakkede sten skal renses, evt. repareres, undersøges og bestemmes/navngives, og endelig skal de anbringes i samlingen.

Præparationsredskaber - lille hammer, lup og eventuelt et læseglas i stativ, knibtang, nip tang, nåle (evt. sat på skaft), syl, fladbor, spids og flad mejsel, udtjent lommekniv, gamle negle- og tandbørster (støvleri undgås ved børstning under vand), eventuelt en sandsæk og skruestik til at holde stykker, der skal arbejdes med, saltsyre (kan muligvis - prøv med en flis først - løse skaller fra kalksten), lim (stort udvalg i hobbyforretninger) - en fortyndet lim kan hærde mange porøse stentyper.



Sandsæk som ambolt

Lad være med at lakere stykkerne. De får forkert glans. Vær forsigtig med elektrisk hobbyværktøj.

Afstøbninger kan lette bestemmelsesarbejdet med f.eks. aftryk af snelehuse. De laves for eksempel af modellervoks, rødler, blåler, gips eller plastic - spørg herom i hobbyforretninger; varmhærdning klares tit let med en elektrisk køkkenovn.

Bestemmelsesarbejdet sker ved hjælp af bøger og museumsbesøg. Det er tit svært, men altid morsomt.

Opbevaring af samlingen. Etiketter og stykker skal følges, og de skal beskyttes mod overlast. De ordnes uden skånsel efter det system, man nu engang har fundet var bedst. Samlingen arrangeres helst sådan, at man let kan komme til at se stykkerne.

En god løsning er et skuffemøbel, gerne et jalousiskab med mange lave skuffer, der afmærkes med deres indhold. I skufferne lægges æsker til stykkerne (tomme æsker lægges med bunden op og holder samlingen fra at skride rundt i skufferne). Æskerne, hvis ydermål gerne må gå op i hinanden og i skuffens indermål, kan eventuelt bestilles på en æskefabrik.

Stabler af afmærkede cigarkasser på simple bræddehylder i en nogenlunde tør kælder er også en god løsning.

Sandprøver holdes i høje æsker (evt. under en glasplade), i glas med prop - eller strøvs som sukker ned over en limsmurt pap- eller masonitplade.

Etiketterne i selve samlingen er forfinede udgaver af felt-etiketterne - yderligere udstyret med oplysning om stykkets navn og geologiske alder.

Prove af den nederste
del af det paleocæne
bælte/konglomerat
Hvaløse
Eldre paleocænitid.
S. 8. 59.
Stein Hansen. 1959. 117

Vil man sikre sig mod forbytninger, der omgående ødelægger samlingens faglige værdi, sætter man ensartede numre på etiketter og stykker - "1959.117"

Numrene kan skrives direkte på stykket, eller på småsedler, der limes på. Glas med (mange) småstykker får nummersedlen limet udenpå.

Alt efter hvad man vil bruge af tid til det, kan man udbygge sit museum med protokoller, kartoteker og lignende, eller lade være.

Flere bøger (med boglister over endnu flere) :

- Th. Sorgenfrei - Geologi. Afsnit i "Min hobbybog", 2.bind. 1963 (Politiken).
- K. Callisen & H. Gry - Sten i farver. 1960 (Politiken).
- A. Rosenkrantz - Mineraler, Bjergarter, Forsteninger. Afsnit i "Natursamleren". 1942 (Schultz).
- L. Rieck - Forsteninger. Afsnit i "Jeg er samler", 2.bind. 1956 (Politiken).
- K. Petersen - Fortidsdyr i farver. 1957 (Politiken).
- G.Gruelund - Jorden under vore Fødder. 1943 (Gyldendal).
- K. Milthers - Stenene og det danske Landskab. 1963 (J.Fr.Clausens forlag).
- A. Noe-Nygaard - Strandsten. 1963 (Gyldendal)
- A. Noe-Nygaard - Mineralogi. 1962 (Munksgaard).
- Chr. Poulsen - Forstenede hvirvelløse dyr. 2 bind. 1960 (Munksgaard).
- S.A.Andersen - Det danske Landskabs Historie, 1.bind. 1944 (Populærvidenskabeligt Forlag).
- Flere hefter af "Faglig Læsning" (Gyldendal) har geologiske emner, således:
- Arne Larsen - Bornholms Natur. 33.årgang, ny serie, nr. 39. 1960.
- R.P.Sørensen - Sønderjyske Landskaber. 34.årgang, ny serie, nr. 48. 1961.
- H.Wienberg Rasmussen - Møn. Landskab og undergrund. 36.årgang, ny serie, nr. 64. 1964.
- Naturparken ved Farum Sø. Udflugtsvejledning I. 1947 (V.Richters forlag).
- G.Gruelund & S.Hansen - Geologiske Ekskursioner i Københavns Omegn. 1950 (Hagerup).
- Arne Larsen - Læså. Bornholm fra Tidernes Morgen. 1959 (Bornholms Tidendes Forlag). Ny udgave ventes.

Andre egnsbeskrivelser vil fra tid til anden blive nævnt i Varvs turforslag. Følgende fire hefter kan anskaffes ved indbetaling på girokonto 121254 (Geologisk Undervisningsmateriale, v. H.Wienberg Rasmussen, Øster Voldgade 7, København K).

A. Rosenkrantz - Geologisk Fører for en tre-dages Ekskursion til Bornholm. 1962. Kr. 3,50.

A. Rosenkrantz & H.Wienberg Rasmussen - Danmarks Geologi, I-III:

I. Danmarks Undergrund. 1963. Kr. 7,00.

II. Danmarks Kvartær. 1963. Kr. 5,00.

III. Færøerne og Grønland. 1963. Kr. 3,00.

De fleste fagskrifter (med bestemmelsesnøgler, geologiske kort etc.) her i landet udkommer i to serier:

Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. Hefterne kan købes i boghandlen af ikke-medlemmer. I 1957 og 1959 udkom registre til de første 5 + 5 bind, et register for bind 11 - 15 er under fremstilling.

Danmarks Geologiske Undersøgelses Skrifter (bl.a. med geologiske kort over dele af Danmark). En fortegnelse over skrifterne rekvireres hos C.A.Reitzels Forlag, Nørregade 20, København K. Et par af skrifterne skal nævnes her:

O.B.Bøggild - Danmarks Mineraler. D.G.U.s Skrifter, II' række, nr. 71. 1943.

V. Milthers - Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opståen. D.G.U.s Skrifter, III' række, nr 28. 1948.

I Trap's Danmark - det store opslagsværk, der behandler Danmark, amt for amt - er der også geologiske afsnit.

VARV ønsker god fornøjelse! og slutter med et par solstrålehistorier -

Skoledrengen trak en sværdfisk i land

Claus Heilmann-Clausen fra Fredericia havde længe samlet på forsteninger, da han en dag fandt en ualmindelig ting. Det skete i 1964 ved Trelde Næs.

Tingen sendtes til undersøgelse og det viste sig, at der forelå noget for danske aflejringer så usædvanligt som en ret stor del af kæbepartiet ("sværdet") fra en uddød sværdfisketype, sandsynligvis af slægten *Cylindracanthus*. Varv vil ved lejlighed søge at berette mere om danske sværdfisk.

Amatørgeologs fund på Sydbornholm

blev fotograferet, og billedet vist til en fageolog, med formodningen om, at der kunne være tale om vandmandsaftryk.

Fundet blev bjerget, og det viste sig, at man her havde verdens største kendte forstenede vandmand - se artiklen på side 32 (bagsiden).

hvad er GEOFYSIK?

Inden for Geo-videnskaberne har man i tidens løb (mere eller mindre heldigt) udskilt forskellige grene og givet dem specielle navne. Som et fælles navn burde man have valgt ordet "geologi" (ordret: læren om jorden), men den historiske udvikling har bevirket, at man i dag med geologi snarere betegner en enkelt gren inden for geo-videnskaberne, end summen af dem. Af andre grene foruden geologi, kan nævnes geokemi (læren om jordens kemiske egenskaber), geografi (et samle navn for mange, ret forskellige fag som dels overlapper geologi, dels sociale videnskaber), geodæsi (som lige så godt kunne have heddet "geometri", d.v.s. jordopmåling, geodæsi beskæftiger sig foruden med kortfremstilling med jordens geometriske form (i ordets almindelige, moderne betydning)), geofysik (som omtales nærmere nedenfor), oceanografi (oceanernes beskrivelse), meteorologi (læren om lufthavet) og i den nyeste tid ionosfæreforskning. De tre sidstnævnte regnes ofte som underafdelinger af begrebet geofysik, men dette er lidt upraktisk, da man på den anden side ved geofysik umiddelbart er tilbøjelig til at ville forstå den faste jords fysik.

Under geofysik vil vi her nøjes med at omtale den faste jords fysik - omtalen kan dog kun blive ufuldstændig og kort, nærmest en oversigt, da emnet i nyere tid er svulmet kolossalt op, hovedsageligt i løbet af de sidste halvhundrede år.

Teoretisk set kan man opdele geofysikken i to dele efter deres formål: den rene geofysik, der har et teoretisk-videnskabeligt sigte, analogt til enhver anden videnskab, og den praktiske anvendte geofysik, der i første omgang har et rent økonomisk sigte. Det er dog helt klart, at man i praksis ikke vil opretholde en så skarp adskillelse, da man ved en given opgave som oftest har mulighed for at arbejde med begge grupper samtidig, idet den ene belyser den anden - og omvendt.

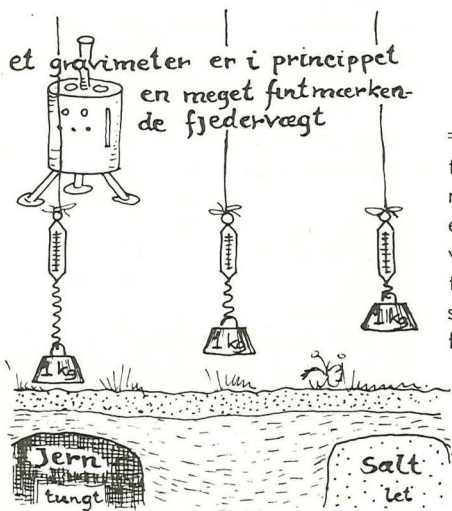
I den anvendte geofysik forsøger man ved hjælp af en eller flere af jordens fysiske egenskaber at finde frem til beliggenheden og mængden af økonomisk vigtige råstoffer (det kaldes at prospektere) som jernmalm og andre metaller, malme, radioaktive stoffer, brændstoffer som kul og olie, salt og drikkevand for at nævne de vigtigste. På grund af dens økonomiske sigte er det klart, at der må være et snævert samarbejde mellem anvendt geofysik og den såkaldte økonomiske geologi, idet de har samme formål

men betjener sig af forskellige metoder. Nogle (især geologer) anser af samme årsag anvendt geofysik for nærmest at være en slags hjælpevidenskab for geologien.

Den rene geofysik har ikke i første omgang et økonomisk, men et mere videnskabeligt formål, og adskiller sig således fra anvendt geofysik på omtrent samme måde, som f.eks. almindelig geologi adskiller sig fra økonomisk geologi, eller digtning adskiller sig fra litteraturhistorie.

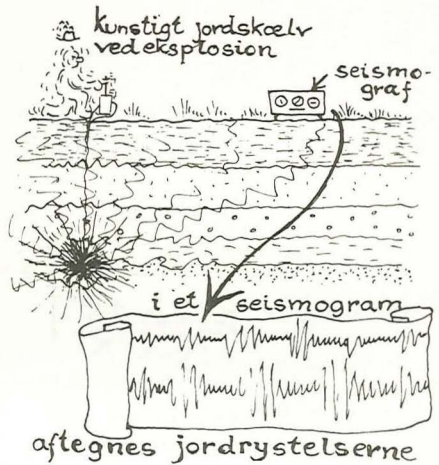
Den rene geofysik kan blandt andet give oplysninger om strukturforhold i de øvre dele af jordskorpen, og et nært samarbejde med tektonisk geologi (læren om lagstillingens geometri) er derfor både naturligt og ønskværdigt. Desuden kan den give os værdifulde oplysninger vedrørende de dybere dele af jorden, d.v.s. fra steder hvor geologen af naturlige grunde er forhindret i at færdes med sin hammer og notesbog.

Fælles for den rene og den prospekterende geofysik er de fysiske metoder og principper, der benyttes. Disse kan groft inddeles i fire grupper: seismiske, gravimetriske, magnetiske og andre metoder (omfattende blandt andet elektriske, elektromagnetiske, termiske og radioaktive).

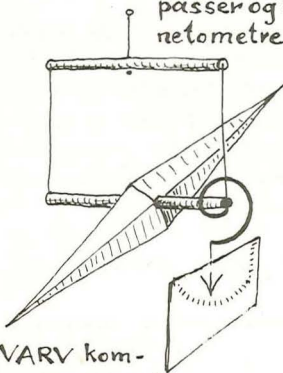


Gravimetriske metoder (gravimetri = tyngdemåling) er baseret på masse-tiltrækningsloven, som udtaler sig om, med hvor stor en kraft to masser, der er anbragt et vist stykke fra hinanden, vil tiltrække hinanden. Ved hjælp af tyngdemålinger kan man derfor undersøge variationen i bjergarternes massefylde og deres udbredelse.

De seismiske metoder benytter sig af de rystelser, der fremkommer ved naturlige eller kunstige jordskælv, og kan på grundlag af forskellen i den hastighed, hvormed "lyd"bølgerne udbreder sig i forskellige bjergarter fortælle noget om disse bjergarters elastiske egenskaber og massefylde, samt om deres udstrækning.



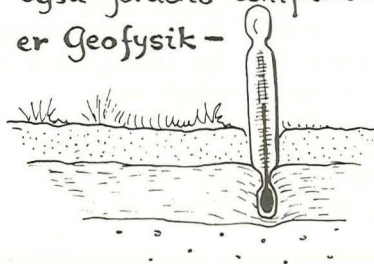
Magnetkraftens retning og styrke måles med kompasser og magnetometre -



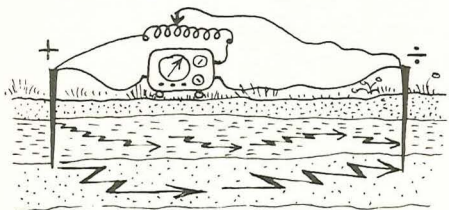
og VARY kommer senere med en serie artikler om jordens magnetisme og hvad den kan bruges til

De magnetiske målinger er baseret dels på bjergarternes magnetiske egenskaber og dels på jordmagnetfeltets retning og størrelse. Målingerne kan dels lede til opdagelsen af jernmalme (og kombineres da ofte med tyngdemålinger), dels kan de give oplysninger om atmosfæriske forstyrrelser, og endelig kan de fortælle os om jordmagnetfeltets retning i fortiden (palæomagnetisme) og herved give anledning til og støtte for spændende teorier om polvandring og kontinentaldrift.

Også jordens temperatur er Geofysik -



Undersøgelser af jordlagenes evne til at lede den elektriske strøm -



er af stor betydning, når der skal findes drikkevand.

De elektriske og elektromagnetiske metoder er baseret på fysiske egenskaber hos bjergarterne som modstand og polariserbarhed, og kan benyttes bl.a. til efterforskningen af grundvand og visse malme. Temperaturmålinger giver oplysninger om varmek forholdene i jordoverfladen og nær denne (ved målinger i mineskakter og borehuller) og fortæller f.eks. hvor meget varme, der strømmer ud fra jordens indre. Målinger af radioaktivitet leder os til fund af de i den nyeste tid så vigtige radioaktive grundstoffer uran, radium og thorium, og giver os mulighed for at beregne, hvor stor en del af jordens varmeafgivelse som skyldes radioaktive processer.

Fælles for de mange vidt forskellige målemetoder er, at de bygger på en eller anden fysisk egenskab, og at de fleste af dem, som alle fysiske målinger, forudsætter en eller anden form for matematisk eller grafisk analyse af måleresultaterne, inden de kan give et klart billede af det, man er interesseret i at undersøge. Desuden er en god portion geologisk viden (taget i ordets videste betydning) i de fleste tilfælde, ikke mindst, når det gælder prospektering, rar at have i baghånden.

Niels Abrahamsen

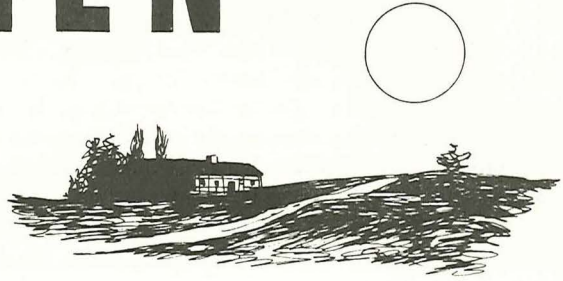
FAXE GEOLOGISKE MUSEUM (se Varv, 1964 nr 2)

har i efteråret og indtil videre fået bedre lokaler i den gamle Teknisk Skole på Rønnedevej. I to rum ses plancher, stenprøver og forsteninger fra Fakse kalkbrud, det største i landet. I et tredje rum findes et stort - 2 $\frac{1}{2}$ meter langt - "akvarium", en genskabelse af den farverige koralhavbund, som fandtes på stedet for 70 millioner år siden. Museet har fremstillet en nydelig illustreret folder, som fortæller om kalk og forsteninger. Gode indsamlingssteder er vist på et luftfoto.

Adgang til museet, samt alle oplysninger, ved henvendelse til turistbureauet, der har til huse hos Østsjælland's Tidende på torvet, Torvegade 16, telefon (03) 7 15 - 530.

Parkering ved museet og på torvet.

MÅNEN



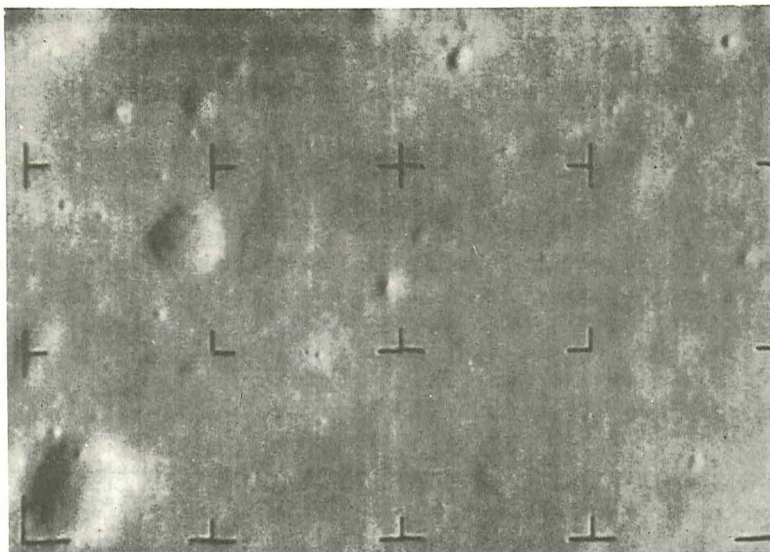
Selv om ordet geologi burde begrænse dette fag og dets udøvere til Jorden og overlade fremmede kloder til andre, er der dog et nært samarbejde mellem geologer og astronauter, raket- og rumteknikere, specielt i de "store lande", hvor der virkelig er realiteter bag rumforskningen. Dette samarbejde er kun en naturlig konsekvens af mulighederne for landgang på fremmede kloder og her specielt Månen. Vi må se i øjnene, at det en skønne dag - efter de amerikanske planer i 1970 - er muligt at landsætte bemandede rumfartøjer i første omgang på Månen og senere muligvis på de nærmest liggende planeter Mars og Venus. En sådan landsætning vil foreløbig kun have videnskabelig interesse, idet der her ses bort fra den politiske betydning den måtte have. Økonomiske aspekter er naturligvis til stede, men det kan vist roligt siges, at de råstoffer, der måtte kunne hentes på vore nabokloder, bogstaveligt talt ligger meget langt ude, også i fremtiden.

De videnskabelige opgaver astronauterne (amerikanernes rumpiloter) eller cosmonauterne (russernes) får, er at undersøge de fysiske forhold på den fremmede klode og ikke mindst de materialer, den er opbygget af og det mønster, som disse materialer danner. Opgaverne synes derfor rent geofysiske og geologiske, og det er da naturligt at tage den erfaring og de metoder i brug, som anvendes til udforskning af vor egen klode og eventuelt tilpasse disse efter de specielle betingelser rumfart og ophold på og ved en fremmed klode stiller. En anden væsentlig videnskabelig opgave en landing medfører er oprettelse af astronomiske observatorier, således at man kan se på himmellegemerne uden at blive generet af jordatmosfære.

De muligheder en rumfart indebærer af geologisk art er mange, og de diskuteres vidt og bredt. I erkendelse heraf tages i vid udstrækning geologer på råd ved planlægningerne i rumforskningshovedkvartererne. At der

er alvor bag snakken fremgår af, at astronauter, - i forvejen fysik-begavelse, - gennemgår en geologisk træning under kyndigste vejledning med ekskursioner og træning i geologisk observation, og måske endnu tydeligere af forlydender om, at geologer er udvalgt til rumrejser og gennemgår speciel træning i astronautik.

Det første mål er så ubetinget Månen. Det er den nærmeste klode, en Jordens drabant, der kredser om os i bunden rotation, altid med samme side mod Jorden. Derfor kender vi kun, bare tilnærmelsesvis, den ene halvdel og heraf kun den centrale del af måneskiven, idet vi allerede med en fjernelse på 60 grader fra centrum som følge af kugleformen får så stor fortegning, at en blot tilnærmelsesvis angivelse af terrænformerne bliver meget usikker.



I juli 1964 forbedredes vort billedmateriale med hensyn til synlig detalje afgørende, ganske vist kun for et mindre områdes vedkommende. Den amerikanske satellit "Ranger VII" optog de sidste 20 minutter på sin tur ind mod måneoverfladen med tre kameraer en meget vellykket serie billeder. Disse sendtes via television til jorden. Det sidste billede inden satelliten knustes mod måneoverfladen er taget i ca. 400 meters højde og tillader os at se på detaljer omkring 1 kvadratmeters størrelse.

Billedet herover er optaget fra 2,2 km's højde, viser kratere på 10 m i diameter.

Ganske vist har den sovjetiske drabant Sputnik III fotograferet en del af bagsiden, hvilket i sig selv var noget af en bedrift, men billedernes kvalitet er desværre så dårlig, at man ikke kan foretage nogen egentlig kortlægning på grundlag af dem. Det kan kun siges, at "bagsiden" stort set ligner "forsiden". Det blev nævnt, at vi kendte den synlige side så nogenlunde. Også kun så nogenlunde, idet selv de bedste billeder taget gennem de bedste og største teleskoper kun viser former af en linær udstrækning på 800 m. Det er altså den største detalje vi for øjeblikket kan observere og dette er i sig selv en alvorlig begrænsning for den geologiske tolkning af billedmaterialet. Foruden den rent fotografiske teknik anvendes også radartechnik, studiet af infrarød stråling og forskellige refleksioner fra måneoverfladen. Disse metoder kombineret med studiet af skyggevirking kan bringe os ned under fotografiernes "mindste synlige detalje", måske til omkring 400 m. Selv om der, som indramningen side 18 omtaler, fornylig er optaget billeder fra ganske nært hold, er der langt til en vidtgående og detaljeret kortlægning, så vi kan foretage en virkelig pålidelig beskrivelse af forholdene på måneoverfladen.

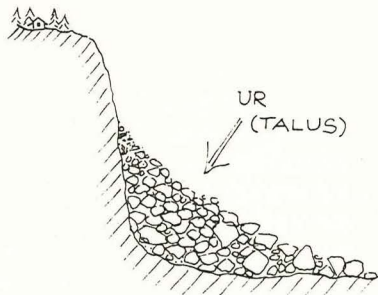
Vort observationsmateriale i almindelighed er dog indtil videre i al-lerhøjeste grad begrænset. Imidlertid er der allerede udarbejdet kort over månen, visende de groveste terrænformer, bjerge og sletter. Disse er i virkeligheden en tolkning af fotografier.



Før en geologisk tolkning af disse fotografier og kort er det nødvendigt at forestille sig de fysiske forhold på månen. Temperaturvariationen kender vi så nogenlunde. Forskellene mellem månedag og månenat er fra +134 grader Celcius til -153 grader Celcius. Medens Jordens gennemsnitsmassefylde er 5,5 er månens kun 3,3. Atmosfære af blot nogenlunde antagelig tæthed findes ikke. Kendskab til disse forhold er nødvendige for at kunne udarbejde forsøg med forvitring og mineraldannelse.

Et meget vigtigt forhold er den manglende atmosfære og dermed mangelen på vand. Dette betyder rent geologisk, at der ikke findes transporterende kræfter som her på Jorden, hvor is, vand og vind er altafgørende for at hele den geologiske mekanisme holdes i gang. Vi kan da slutte, at der på månen må være en kraftig temperaturforvitring, med afskalning og opsprækning af bjergarterne. Denne forvitring vil dog snart kvæle sig selv, da forvitningsprodukterne ikke kan transporteres bort, men bliver liggende.

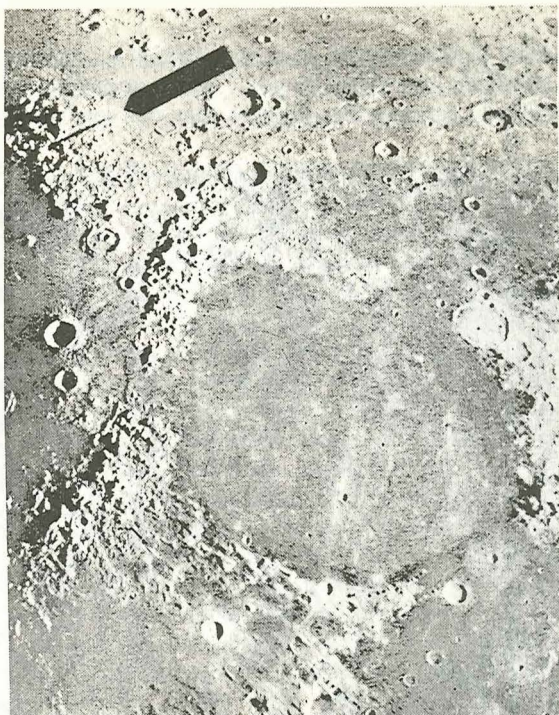
Kun hvis de ligger på en relativt stejl skræning vil de som følge af tyndgekraften, der er meget ringere end på jorden, trille ned. Til gengæld vil en sten på månen trille syv gange så langt som her på jorden. De eneste egentlige sedimenter, vi må regne med at finde er derfor ur eller talus, d.v.s. aflejringer svarende til nedstyrtningskeglerne, der er så almindelige i jordiske bjergegne.



Kombinationen af kendskab til relief og kendskab til de fysiske forhold gør det muligt at skabe et skematisk billede af den geologiske udvikling på måneoverfladen. Hermed kan man yderligere tænke sig frem til den finere overfladestrukturs karakter, under den synlige minimumsgrænse. Dette især har den største betydning for forberedelserne til månerejserne.

Nu bliver der ikke i første omgang tale om en bemanded månelanding. Man vil først forsøge at optage bedre fotografier af måneoverfladen fra satelliter i kredsløb om månen. Herved kan vi nå til en mere detaljeret kortlægning og vor viden vil yderligere forøges. Dernæst vil der blive forsøgt landsat instrumentbeholdere, der kan give mere detaljerede oplysninger om de fysiske forhold, og via robotter, der returnerer til jorden, tage prøver af måneoverfladen.

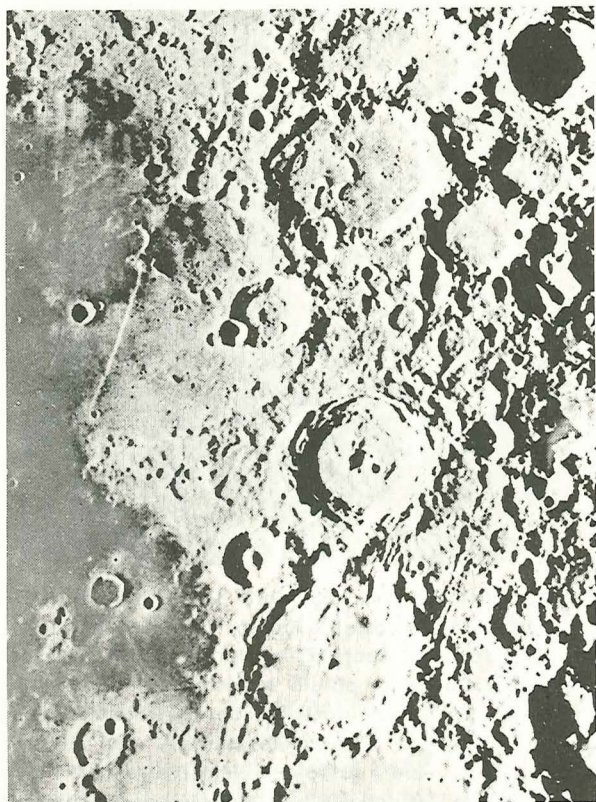
Måneoverfladen kan stort set deles i to hovedenheder, det flade og mørke månelavland og det kuperede og lyse månehøjland. Man kan umiddelbart med det blotte øje eller en prismekikkert se disse mørke og lyse partier på måneoverfladen. I månehøjlandet især, men også i månelavlandet, findes en stor mængde ringstrukturer eller kratere i alle størrelser fra ca. 200 km i diameter (ringkrateret Clavius). Der kendes ca. 30000 kratere, som det er muligt at identificere, og man regner med, at der findes ca. 1 000 000 under synlighedsgrænsen. "Ranger VII" billederne viser, at dette nogenlunde holder stik. De mindste kratere er ca. 10 m i diameter. Disse kratere er sammen med månelavlandet vigtige i tolkningen af månens geologiske udvikling. Det synes ganske klart, at kratrene skyldes en eller anden form for eksplosioner. Disse kan da enten tænkes at have årsager, der skyldes Månens indre forhold, eller de kan være påført ude fra verdensrummet. Hermed er kort skitseret de to alternative teorier, der omhandler månens geologiske forhold, vulkanteorien og meteorit-teorien. Hvilken af de to teorier, der er rigtig kan ikke besvares før yderligere data kommer for dagen, men det ser ud som om den vulkanske har de fleste tilhængere, og de bedste argumenter. Man finder nemlig mange kratere ar-



Et udsnit af måneoverfladen omkring Mare Serinitatis. Billedet er optaget gennem Mt. Wilson Observatoriets 100 tommeres Hooker-teleskop og forekommer med væld af bjerge, kratere, sletter og plateauer ganske detaljeret. Imidlertid rummer billedet på sin længste led 1500 km. Man ser tydeligt det flade, mørke månelavland og det lyse kuperede månehøjland. Månehøjlandet er gennemsat af sprækkesystemer, der begrænser blokke, hvoraf nogle synes nedsunkne i forhold til omgivelserne. I øverste venstre hjørne ses den markante "Alpedal", der tolkes som en forkastningsdal.

rangeret i et eller andet forhold til et mønster af brudsystemer, et tektonisk mønster, hvilket kun kan skyldes faktorer dybere i månens skorpe. Endvidere er der nogenlunde enighed om, at månelavlandet må svare til de jordiske plateaubasalter, mørke lavæer, der er flydt ud på overfladen dækkende tusinder af kvadratkilometer. Basalt eller "lunabas" er en tung bjergart, der på månen under udflydningen har dannet fordybninger ved sin blotte vægt. Senere har forkastninger forstørret højdeforskellene. At dette er sket efter dannelsen af månehøjlandet fremgår af, at dette stedvis er druknet i månelavlandet, og stedvis stikker op som "øer". Således stikker top-

pene af de større ringkratere op over overfladen og danner en ringformet "ø". Selve udtrykket "mare" - hav - dækker egentlig ganske godt begrebet månelavland, selv om der ikke er tale om vandfyldte bassiner.



Billedet viser grænseområdet mellem månehøjland og månelavland (til venstre) omkring ækvator ca. midt på måneskiven. Grænseområdet er tilsyneladende ikke begrænset af forkastninger, men synes at være store ringstrukturer udfyldt med månelavlandets materiale. I månehøjlandet ses nogle store ringstrukturer, der er koncentrisk opbyggede. De ligger på linie og parallelt med et system af furer og rygge, der muligvis består af ganske små kratere. Ude i månelavlandet ses en lang lys stribe, den såkaldte "lange væg", en forkastningsvæg, der gennemskærer månelavlandet og derfor er yngre end dette. Der er en udpræget parallellitet mellem den "lange væg" og kraterrækkerne i månehøjlandet.

Hvorledes måneoverfladens forskellige strukturer skal tolkes er et spændende og vidtfavnende kapitel, som vi håber senere at kunne uddybe i Varv, sideløbende med de nyeste resultater fra denne specielle forskningsgren.

Det har været fremført, at prøvetagning af bjergarter på månen, ja endog borerer skulle forsøges udført fra robotstationer. Værdien af sådanne indsamlinger kan imidlertid kun være begrænset, idet prøvetagningen må foretages i sammenhæng med geologisk observation. Selv om fotografiapparater, fjernsyn og elektronisk styrede anordninger kan gøre meget, kan de dog aldrig erstatte et tænkende menneske. Kun et menneske med tilstrækkelig geologisk baggrund vil kunne bedømme en indsamlet prøve af en bjergart, i forhold til det helhedsbillede eller mønster som bjergarten indgår i. Man kunne således forestille sig hvad prøver indsamlet på f.eks. Island ganske vist ledsaget af fotograferinger, sendt i en pakke til en geolog på den anden side af jorden, kunne fortælle om de geologiske forhold på Island. Terrænforholdene kunne med forbehold beskrives, prøverne kunne analyseres og give nogle fingerpeg om den islandske vulkanisme, men noget helhedsbillede ville aldrig kunne fremkomme. Man ville have en usikker fornemmelse af forvitringens karakter, om vandtransporten og om gletchere og nedisning, men slet ikke være i stand til at sætte prøven rigtigt ind i sammenhængen. Paradoksalt nok er vi her på jorden tvunget ind i en sådan situation med hensyn til udforskningen af de dybeste dele af oceaneme.

Geologien - et i egentlig forstand jordbundet fag, der benytter sig af "primitive metoder", det menneskelige øje, en hammer og en notesbog - og rumforskningen, - der anvender den mest raffinerede moderne teknik - vil i de kommende årtier gå i spand på nye og spændende jagtmarker.



Det amerikanske måneprogram, - der vil kulminere i opsendelse af tre amerikanere, hvoraf to vil lande på månen, - vil foreløbig opsende to Ranger satelliter mere. Til efteråret vil den første "Surveyor", d.v.s. et fartøj, der kan foretage en "blød" landing og undersøge overfladen nærmere blive sendt afsted og i 1966 vil satelliter i kredsløb om månen foretage fotograferinger fra lav højde. Efter planerne skulle de første amerikanere gå i land på månen i 1970.

HVOR GAMMEL ?

**NYT
LABORATORIUM
I KØBENHAVN**

Vor klode er meget gammel - 4500 millioner år - efter de seneste beregninger. Da de første primitive dyr opstod i havet havde Jorden allerede eksisteret i flere tusinde millioner år. De ældste aflejringer på Bornholm er kun godt 600 millioner år gamle, hvilket på den anden side er en hel del sammenlignet med moræneleret, der dækker det meste af det øvrige Danmark. Dette ler er afsat i istiden for allerhøjest 1 million år siden.

Det har altid været et af geologiens mål at bestemme alderen af en bjergart. Simplest er det at finde bjergarters "forholdsvise" eller "relative" alder - langt vanskeligere er det at bestemme den "faktiske" eller "absolutte" alder.

Når man i naturen finder en bjergart gennemsat af en spalte fyldt med mineraler, er man klar over, at disse må være yngre end den omgivende bjergart. Dette er et eksempel på en "relativ" datering.

Ved "absolut" datering søger man at bestemme en bjergarts alder udtrykt i år. Varvkronologi (Varv = årslag i søer) og dendrokronologi (datering ved hjælp af årringene på træer) er eksempler på absolutte dateringsmetoder. Også på anden vis er det lykkedes at datere ganske unge aflejringer, men til aldersbestemmelse af ældre bjergarter er kun de radioaktive metoder anvendelige.

Et radioaktivt grundstof A vil under udsendelse af stråling blive til et andet grundstof B: $A \rightarrow B + \text{stråling}$. I løbet af en given tidsperiode, f.eks. ét år, omdannes en ganske bestemt brøkdelen af A til B. Størrelsen af denne brøkdelen afhænger kun af hvilke stoffer, der er tale om - ikke af de ydre forhold.

Et grundstof, som f.eks. kulstof, er opbygget af atomer, hvoraf langt de fleste er ganske ens og lige tunge. Enkelte kulstofatomer er dog lidt tungere end de øvrige og er tilmed radioaktive, hvad normale kulstofatomer ikke er. Der er altså "flere slags kulstof" - man siger, der er flere "kulstofisotoper". Den radioaktive kulstofisotop kaldes kulstof-14, hvilket skrives C^{14} .

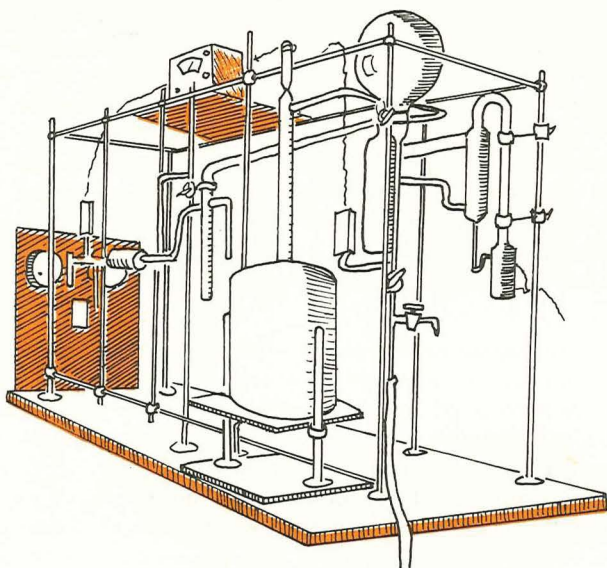
Omdannelsen af C^{14} til kvælstof forløber geologisk set meget hurtigt. I løbet af 100 000 år er processen så vidt fremskredet, at kun yderst lidt C^{14} er tilbage. Kulstof-14-metoden, der er baseret på måling af mængden af endnu uomdannet C^{14} , kan kun anvendes til datering af dannelser fra det seneste af Kvartærperioden. Metoden bruges derfor især i arkæologien.

Uran/bly-metoderne bygger på omdannelsen af uran og thorium til bly. Rubidium/strontium-metoden er baseret på omdannelsen $Rb^{87} \rightarrow Sr^{87}$, mens dannelsen af argon på bekostning af kalium, $K^{40} \rightarrow Ar^{40}$, danner grundlaget for kalium/argon-metoden. Fælles for disse metoder gælder det, at forholdet mellem moder-isotopen (A) og datter-isotopen (B) i et materiale (mineral eller bjergart) er et mål for alderen af dette. Da de nævnte grundstofomdannelser forløber yderst langsomt, er mængden af moder-isotopen (A) målelig selv i meget gamle bjergarter. På den anden side ophobes datterisotopen (B) kun langsomt, og mængden deraf kan være vanskelig at måle, hvis alderen er ringe. Disse metoder har af den grund en praktisk begrænsning.

I en årrække har C^{14} metoden været i anvendelse ved Nationalmuseet og de andre metoder til bestemmelse af de højere geologiske aldre er i anvendelse ved laboratorier verden over.

I foråret 1964 blev der på Mineralogisk Museum i København bygget et apparat til datering efter kalium/argon-metoden (se fig.) Ved henfald af kalium dannes som nævnt argon-40. Argon er en luftart. Den vil derfor normalt sive ud af det mineral, hvori den er dannet. Glimmermineraller, visse feldspater, hornblende og enkelte andre mineraler har dog en sådan indre opbygning, at argon ikke kan undvige fra krystallerne. Kun sådanne mineraler anvendes derfor til datering efter denne metode.

I det valgte mineral må man dels bestemme mængden af kalium-40, dels finde mængden af den ved radioaktivt henfald dannede argon-40. Den samlede mængde kalium kan bestemmes kemisk. Isotopen kalium-40 udgør en kendt brøkdelen af den samlede mængde kalium og kan således let beregnes.



Vanskeligere er det derimod at måle de ganske små mængder argon, der er tale om. Den dannede argon frigøres ved smeltning af mineralet. Luftarten renses, hvorefter mængden af argon-40 bestemmes ved isotopfortynding: Til den uddrevne argon sætter man en kendt mængde af en anden argon-isotop, argon-38. På et særligt instrument, et såkaldt massepektrometer, kan man så endelig måle forholdet mellem mængderne af argon-38 og argon-40 i den fremkomne blanding. Herudfra er det muligt at beregne mængden af argon-40 og dermed endelig mineralets alder.

Ole Larsen

Laboratoriet i København vil selvfølgelig først og fremmest tage sig af grønlandsk - dansk geologi. Man har arbejdet med prøver fra Sydgrønland og har planer om dateringer af det bornholmske grundfjeld.

På tidsspiralen på næstsidste side i hvert Varv nummer er angivet bjergkædefoldninger med mellemrum. Disse bjergkædedannelser er uhyre vigtige for hele den geologiske mekanismes virksomhed - så vigtige, at man kunne kalde dem for jordens pulsslæg. Ved hjælp af bjergkædefoldningerne dannes nyt land, hvorved nyt stof bringes i omløb for dannelsen af nye aflejringer. Bjergkæderne spiller også en afgørende rolle for de stadige ændringer af de klimatiske forhold, og får dermed indflydelse på plantevækst og dyreliv.

Et sådant Jordens pulsslæg er en kompliceret proces, der forløber i forskellige faser. I tegneserien side 29 er seks sådanne faser skitseret i snit vinkelret på bjergkædens længdeudstrækning. Udviklingen illustrerer dannelsen af forskellige zoner på langs af kæden. Disse kan næsten altid påvises i en færdig eller nedbrudt bjergkæde, men det er dog hyppigt at en eller flere mangler.

Det fremgår af tegneserien på næste side, hvorledes jordskorpen fra stadium 1 til stadium 2 forkortes. Det endelige resultat på tegning 6 viser, at der efter foldningerne er blevet mere af kontinentmaterialet (gnejs og granit). Kontinenterne kan således tænkes at vokse ved stadig tilføjelse af nye bjergkæder uden på hinanden. Vi skulle således finde de ældste prækambriske centralt i kontinenterne og dette ser nogenlunde ud til at passe.

Bjergkædedannelser er i mere end én forstand jordens "pulsslæg". Det er voldsomme begivenheder med kraftig vulkansk virksomhed, sammenpresning og foldning af oprindeligt fladtliggende aflejringer, forskydninger og bruddannelser, men de er også regelmæssige og synes at komme igen med ca. 200 millioner års mellemrum. På den anden side er "pulsslægets" varighed i flere tilfælde over 100 millioner år.

Under "pulsslæg" sker der selv langt fra selve bjergkædezonens geologisk set alvorlige begivenheder. Land hæves og sænkes og aflejringsbetingelseme ændres kendetegnet. Hermed er ofte forbundet klimaændringer. Istidene, der også vender tilbage med en vis regelmæssig turnus på ca. 200 millioner år, kommer lige efter bjergkædedannelserne, hvor der er meget højland.

Bjergkædedannelse - "den alpine foldning" - foregår den dag idag, og stort set alle de højeste bjergkæder på verdenskortet er af geologisk set ret ny dato. I selve Alperne sker der nok ikke ret meget mere. Himalaya er under hævnning og ligeledes måske Andes og Cordillererne (tegning 5-6). Langs hele Asien fra Beringsstrædet til Java er de tidlige stadier (tegning 3-4) under udvikling. Aleuterne er en buet formet ørække, hvor alle øerne er vulkanøer. Foran ørækken findes en dybgrav. Det samme gælder Kurilerne. Foran de buetformede Sumatra og Java (selv vulkanøer) ligger en ørække uden vulkanisme svarende til den sedimentfyldte og opfoldede dybgrav. Andes, der er en fuldt udviklet bjergkæde, har bevaret sin dybgrav tom, og er således et udtryk for en uregelmæssig udvikling, der ikke følger det idealiserede skema i tegneserien.

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 8 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.

1. Bloktegningen viser i udsnit jordens yderste 40 km. Nederst ses "kappelaget" (mørkegråt) over hvilket, der ligger et basaltlag (lysegråt). Dette danner oceanbunden under er meget tyndt lag sedimenter og går under kontinenterne ned i ca. 25 kilometers dybde. Kontinentet (til venstre) opbygges stort set af granit, gnejs - røddeme af gamle bjergkæder - samt lidt sedimenter og vulkanske bjergarter. En bjergkæde er under nedbrydning inde på kontinentet og nedbrydningsprodukterne transporteres af floderne ud i havet foran kontinentet, hvor de aflejres (1) på den såkaldte sokkel (2) (shelfen). Denne begrænses ud mod oceandybet af kontinentalskråningen (3).

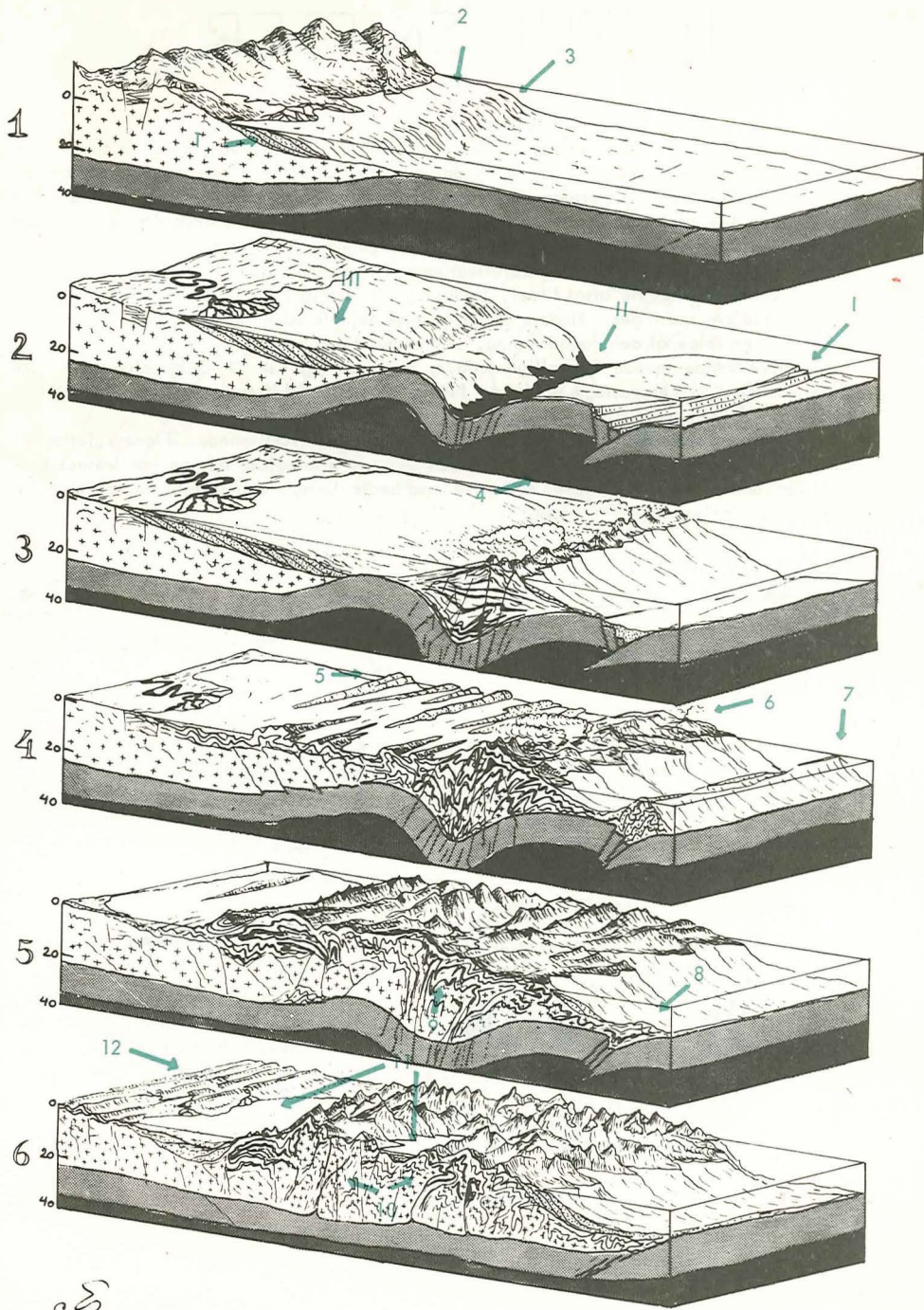
2. Som indledning til bjergkædedannelsen dannes ude i oceanet en forkastning (4), der holder ind under kontinentet. Sådanne kan påvises som jordskælvszoner. Jordskorpen forkortes nu, idet kontinentsiden skydes op over oceansiden af forkastningen. Herved dannes en række zoner parallelt med kontinentranden og som regel buede - I) yderst en dybgrav som f.eks. Phillipinergraven - II) en nedbukling af jordskorpen, hvor det sætter ind med undersøisk vulkanisme i takt med nedsynkningen. III) Længere inde mod kontinentet sker der endnu en nedbukling, hvori der aflejres yderligere nedbrydningsprodukter fra kontinentet.

3. Den vulkanske aktivitet på oceanbunden er forstærket og resulterer i en buet formet ørække - alle vulkaner (f.eks. Aleuteme, foran hvilke der også er en dybgrav). Dybgraven fyldes efterhånden med sedimenter, der overvejende stammer fra øbuen. Inde ved kontinentet er der under stadig nedsynkning aflejret flere sedimenter.

4. Når aflejringerne i de tre zoner når en vis meget stor tykkelse (mellem 8 og 12 km) begynder da af ukendte årsager foldninger. Foldningerne kan tænkes at skyldes en yderligere nedbukling? processer i dybet som følge af høje temperaturer (omkrystallisering og uddrivning af vand under rumfangsændringer)? Der dannes nu ørækker svarende til fureme, d.v.s. inderst ved kontinentet en ørække bestående af sedimenter (5), dernæst den vulkanske ørække (6), hvor vulkanismen nu er i aftagende, og yderst en ørække opbygget af sedimenter (7).

5. Foldningerne forstærkes og de tre zoner kan delvis smelte sammen. Den lille øbue (8) i oceanet kan nedbrydes. I dybet (9) sker kraftige omdannelser, hvilket resulterer i dannelse af krystallinske skifre, gnejs og graniter. Her sker en intens foldning i meget blødt materiale. - Nogle af stenene er så bløde, at de har egenskaber som en vædske. De nye granit- og gnejspartier svejses sammen med dele af den gamle kontinentsskorpe, der er blevet brudt op under foldningerne. Langs randen af den således dannede bjergkæde aflejres nu nedbrydningsmateriale.

6. Bjergkæden hæves sluttelig til meget stor højde (som Alpeme og Himalaya og Andeskæden). Der sker yderligere foldning ved at sedimentmasser glider ned mod lavere steder i randen af kæden. Centralt og i dybet (10) opstår brud og forkastninger og blandt andet granit trænger frem fra dybet. Der sker en kraftig nedbrydning af de dannede bjerge og nedbrydningsprodukterne aflejres i bassiner indenfor kæden (11) og langs randene (11). De sidste bevægelser kan folde de forholdsvis tynde sedimentdækker (12) inde på kontinentet (f.eks. Jurabjergene) på samme måde som et gulvtæppe, der skubbes hen over et glat gulv.



3

TIDERNE SKIFTER



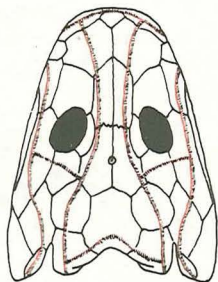
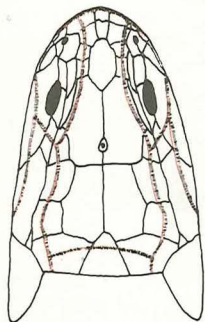
Devon. Efter Silurtidens opfoldning af de kaledoniske bjergkæder findes nu store højtliggende landområder, som har leveret nedbrydningsmaterialerne til de mægtige sandstenslag, der præger Devon. Perioden har navn efter Devonshire i England. Aflejring i havene fandt dog også sted i vid udstrækning - blandt andet i de hercyniske geosynklinaler (se side 27). Graptoliterne var borte, men til gengæld fandtes fisk, og de første primitive former af den vigtige blækspruttegruppe - Ammoniterne - fremkom.

Landaflejringerne afsat i søer, floder og på tørt land er forskelligartede og vidner om stadige ændringer i floders og søbassiners leje foruden om periodisk udtørring - altsammen en følge af den landhævning, som endnu foregik. Planter udviklede sig, og i de ferske vande levede forskellige led dyr, muslinger og fisk. I Østgrønland går "den firbenede fisk" = Ichthyostega på land. Netop de stadigt skiftende naturforhold har begunstiget udviklingen fra fisk til urpadde.

Blandt ferskvandsfiskene bemærker man især nogle kvastfannede. Finneskelettet indeholder overarmsben, spoleben og albueben som hos alle højere dyr og har kunnet bære fisken under "vandring" til en anden sø med bedre forhold. Tænderne har en kompliceret "labyrint"-struktur, som genfindes hos urpadderne.



Urpadderne kunne bedre klare vandringen fra sø til sø. Deres afstamning fra de kvastfannede fisk fremgår klart af "labyrint"-tænderne samt af sidelinieorganet, som er karakteristisk for fisk. Organet tænkes at kunne sanse bevægelser i vandet. De overdækkede kanaler til sidelinieorganet i kraniet viser stor lighed hos de kvastfannede fisk og urpadderne (tegning). Udviklingen i en afvigende gruppe kvastfannede fisk førte til nutidens "blå fisk" (Latimeria).



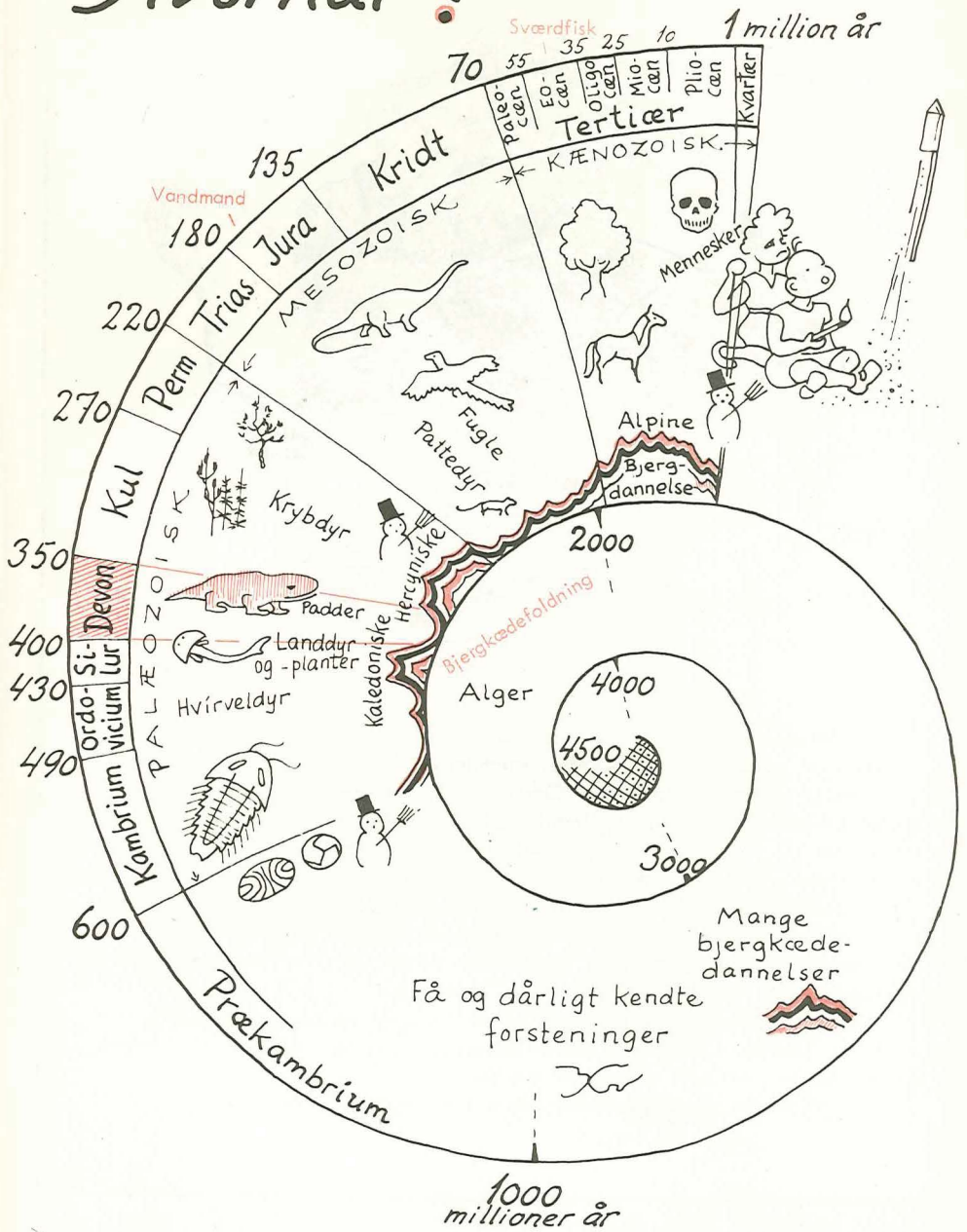
Urpadder, Østgrønland

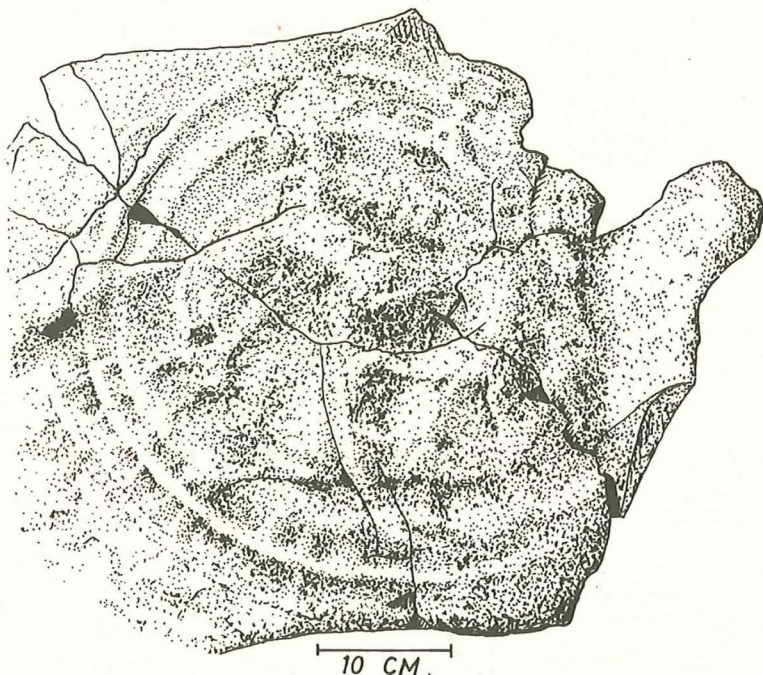
Kvastfannede fisk fra Devon

Devons aflejringer er ikke påvist i Danmark, og landet har i dette tidsrum sikkert hørt med til det nord-europæiske kontinent. Den dominerende proces har været nedbrydning af ældre dannelser.

♯

Hvornår?





Amatørgeologen, ingeniør Knud Skovgaard, København, fandt i 1963 to aftryk af vandmænd i en spættet sandstensblok. Den lå på stranden ca. 1 kilometer nordvest for Sose Odde på Sydbornholm. Nøjagtig samme bjergart findes i kystklinten, hvorfra blokken må være styrtet ned. Sandstenen ser ud til at være en gammel delta-aflejring, og de to vandmænd er omkommet ved udtørring på en lav sandet kyst.

Alderen anslås til ældre juratid. Det vil sige, at ingeniørens forstensningsfund udgør 2/3 af verdens vandmandsforsteneringer fra denne tid.

Med tværmålet $\frac{1}{2}$ meter er de desuden verdens største kendte forstenede vandmænd i det hele taget.

Der er stor lighed mellem dem og de berømte Rhizostomites-vandmænd fra unge juralag i Tyskland, men bevaringstilstanden tillader ikke nogen sikker slægts-, endelige arts-bestemmelse.

Nu venter vi spændt på den næste bornholmske jura-vandmand ! !