

MANGE DANSKE GEOLOGER ER BEKYMREDE

Det kom klart til udtryk ved Dansk Geologisk Forenings årsmøde 1. november, hvor en række danske og udenlandske specialister holdt foredrag om, hvorfor og hvordan saltstrukturer dannes - og hvor det diskuteredes, hvor meget saltet i danske saltstrukturer end nu bevæger sig. Selv om baggrunden for mødet var planer om eventuel deponering af radioaktivt affald i danske saltstrukturer, holdt geologerne sig pænt "på måtten". De diskuterede det, de havde forstand på: Hvordan salt opfører sig - uden at der puttes "noget" ned i det ! Og alligevel voksede bekymringen blandt de ca. 90 mødedeltagere efterhånden som flere og flere data blev fremlagt. Stærkest indtryk gjorde den engelske foredragsholders beretning om iranske saltstrukturer. Saltet er her trængt frem til overfladen og har bredt sig som km-lange saltgletschere ud fra "saltbjergene". Målinger af saltets fysiske egenskaber her har vist, at vådt salt flyder 10.000-100.000 gange lettere end "eksperterne" regner med. Det er derfor vanskeligt at udtale sig om, hvordan saltet i danske saltstrukturer, der når op til grundvandet, vil opføre sig, hvis Som i alle videnskabelige diskussioner var meningerne delte også ved dette møde, men vi var mange, der forlod det fulde af bekymring.

Asger Berthelsen

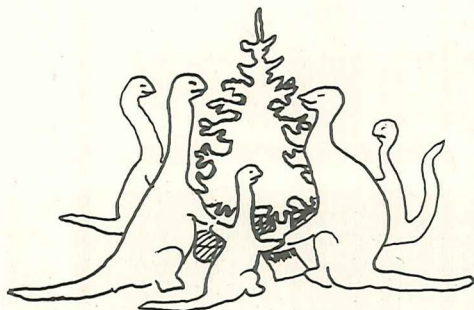


VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1980



SOMMEREN 1980 DELTOG FLERE DANSKE GEOLOGER I EN EKSURSION TIL ISLAND. UNDER OPHOLDET SKETE ET UDBRUD I KRAFLA VULKANSYSTEMET. VARV BRINGER EN ØJENVIDNESKILDRING. BILLEDET HEROVER VISER GLØDENDE LAVAFONTÆNER MED EN TEMPERATUR PÅ 1100 GRADER. DESUDEN FORTÆLLES OM DANNELSEN AF GRUNDFJELDET I DE ÆLDSTE DELE AF DET BALTISKE SKJOLD, OG EN ARTIKEL BERETTER OM VARVAFLEJRINGER, OG HVAD DE KAN BRUGES TIL. ENDVIDERE DELTAGER VI I EN KVARTÆRGEOLOGISK EKSURSION VED GARDASØEN.



HUSK AT FORNY DIT VARV-ABONNEMENT inden jul og nytår har tømt alle ressourcer ! DU FÅR ET GIROKORT TILSENDT. Stigende porto m.v. medfører at abonnements-prisen for 1981 bliver 42 dkr. for den danske udgave og 33 s.kr. for den svenske udgave. Det er billigt, for VARV skrives og redigeres fortsat uden vederlag !

X Rettelse: Peter og redaktionen beklager, at det ene forfatternavn på artiklen om 'Det levende salt' i nr 2, 1980 havnede i Peters 'slunkne' mave. Artiklen var skrevet af Jens Morten Hansen og Eckart Håkansson.

VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K. Tlf. 01-11 22 32
Kontor: Anita Thøfner (mandage og tirsdage kl. 9-15 og torsdage kl. 13-16).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende, Erling Bondesen, Asger Berthelsen, Erik Stenestad, Steen Sjørring og Sven Laufeld.

Renskrift: Gitte Sjørring

Repro: Scan-Lith ApS, København og C.A. Backhausen A/S, København.

Tryk: Fair-Print A/S, Roskilde.

VARV udkommer 4 gange om året. Prisen er 42 kr. i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meldt til postvæsenet.

© 1980 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

VARVS KONTANTE VÅRTILBUD

Varv tilbyder:

Geologi på Øerne, 96 sider	per stk.	16 kr.
Geologi på Røsnæs, 78 sider	per stk.	15 kr.
Ghana (temahæfte), 96 sider	per stk.	17 kr.
Postkort (minerale i farve), 8 stk.		6 kr.
VARV 1978-79 (dansk udgave, 8 nr.)		60 kr.
VARV 1979-80 (dansk udgave, 8 nr.)		70 kr.
VARV 1980 (svensk udgave, 4 nr.)		35 kr.

Tilbuddet gælder, hvis bestilling og forudbetaling er sendt til VARV, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K, og modtaget på girokonto 9 06 88 80 INDEN 31. marts 1981. Vårtilbuddet bliver tilsendt portofrit.

Ældre Varvårgange og andre Varvpublikationer sælges i øvrigt fortsat til gældende priser. Henvendelse: VARV, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K, tlf. 01-11 22 32 (mandag kl. 9-15, tirsdag kl. 9-15 og torsdag kl. 13-16).

POPULÆRE GEOLOGISKE AKTIVITETER

I foråret 1981 fortsætter de populære geologiske aktiviteter for alle interesserede med følgende program:

Lørdag	7. februar	kl. 13.15:	Søpindsvin før og nu. Mini-kursus. Mødested: Øster Voldgade 10.
Lørdag	21. februar	kl. 13.15:	Hvordan måler man en bjergarts alder? Laboratoriebesøg. Mødested: Øster Voldgade 10.
Lørdag	7. marts	kl. 13.15:	Hvordan fremstilles tyndslib til mikroskopi af bjergarter. Værkstedbesøg. Mødested: Øster Voldgade 10.
Lørdag	21. marts	kl. 13.15:	Mikroforstørrelser forstørret 20.000 gange i scanning-elektronmikroskop. Laboratoriebesøg. Mødested: Øster Voldgade 10.

Af pladshensyn er deltagerantallet begrænset. Tilmelding kan finde sted tidligst 2 uger før mødedagen på tlf. 01-13 50 01.

Et detaljeret program kan fås på Geologisk Museum fra 15. januar 1981.

Program for april og maj måned bringes i VARV 1981 nr. 1.

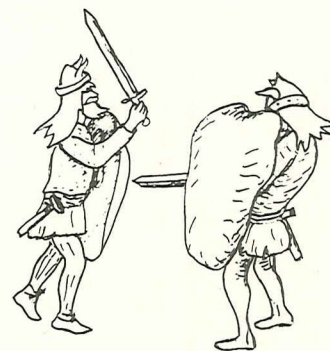
Niels Hald

Harry Micheelsen



VARV_s BLÅ BOG

Gerard De Geer (1858-1943) verdenskendt VARV-forsker. Tog som 21-årig fil.kand.eksamen fra Uppsala Universitet. Sammen med A.G. Nathorst deltog han i det første internationale polar-år (1882-1883) i en svensk ekspedition til Spitsbergen, hvortil han senere vendte tilbage med flere ekspeditioner. Det var ikke blot gletscherne og kvartærgeologien, der facinerede ham, men også de velblottede Prækvartære dannelser. I 1896 publicerede De Geer sit store arbejde om Skandinaviens geografiske udvikling efter Istiden, og året efter, hvor han udnævntes til professor i geologi ved Stockholms Högskola, fremsatte han sin teori om rullestens-åsens trinvis 'baglæns' opbygning under afsmeltningen. Men De Geers interessefelt var bredt. I 1899 deltog han aktivt i diskussionen om gnejs og granit problemet, og han fremsatte den dristige hypotese, at grundfjeldet i SV-Sverige opbygges af rødderne af en yngre Prækambrisk bjergkæde, hvor ældre bjergarter har været udsat for yngre omdannelser og er blevet gennemsat af forskiftingszoner. Hypotesen mødte stærk modstand blandt hans samtidige, men de sidste årtiers detaljerede undersøgelser i SV-Sverige har fuldt ud bekræftet De Geers 'visioner'. De Geer huskes dog først og fremmest som VARV-kronologiens fader. Allerede i 1884 og 1885 fremlagte han planer for hvorledes en afsmeltningsskronologi kunne udarbejdes ved optælling af det han tolkede som årsvarv. Det lykkedes De Geer at inspirere et større antal studenter fra Stockholm og Uppsala til at deltage i 'det store lertog', og ved åbningen af den XI Internationale Geologkongres i Stockholm i 1910 kunne han fremlægge resultaterne fra opmålinger spændende over 5000 år! Geologien var nu blevet en historisk videnskab med årstal, bemærkede De Geer stolt. VARV-kronologien blev virkelig De Geers livsværk. Da han i 1924 pensioneredes blev han overdraget ledelsen af et nyoprettet institut, Geokronologisk Institut, som han bestyrede til sin død i 1943. De Geers lærestol tiltrak i årenes løb studerende fra mange lande, bl.a. to unge danskere, S.A. Andersen og Sigurd Hansen, der begge fik stor betydning for dansk kvartærgeologi.



Et Baltisk Eventyr

af Asger Berthelsen

"Der var engang" på den del af Jorden, som senere blev til det Baltiske skjold, et meget gammelt ocean, Kola oceanet. Det blev sandsynligvis dannet i Jordens første tider (4,5 - 3,9 milliard år før nu), hvor der efter den første ansamling af kosmisk materiale gradvist blev opbygget en overvejende basaltisk jordskorpe, ved at smeltmasser trængte frem til jordoverfladen. Smeltmasserne dannedes ved delvis opsmeltning inden for de yderste ca. 400 km af Jorden.

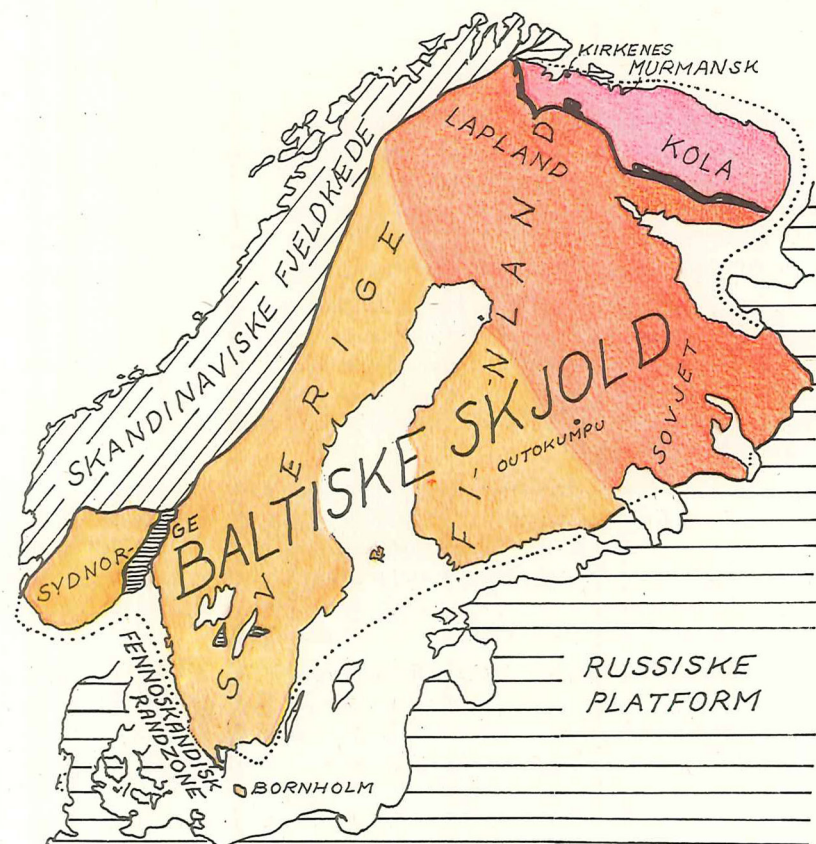
Det meste af den første basaltiske jordskorpe må have været vanddækket, men vanddybden var mindre end i de nutidige oceaner, og i modsætning til skorpen under de nutidige unge oceaner, der er opstået ved at ny oceanbund er spredt ud fra midt-oceaniske rygge, var ur-oceanernes skorpe ikke gennemsat af tætliggende basaltgange. Derfor er det vanskeligt med sikkerhed at genkende ur-oceanisk skorpemateriale.

Meget taler dog for, at de stærkt sammenpressede oceanbunds-lignende bjergarter, der i dag træffes inden for et forholdsvis smalt øst-vestligt strøg gennem Kola halvøen og helt op til den Skandinaviske fjeldkædes front ved Tanafjorden i det nordligste Norge, virkelig repræsenterer rester af et oprindelig meget større ur-ocean, Kola oceanet. Ud af dette gamle ocean fødtes de første ur-kontinenter, der dannede de første kim indenfor det Baltiske skjold.

Det Baltiske skjold omfatter i dag fjeldgrunden i Finland og tilgrænsende dele af Sovjetunionen, i det meste af Sverige, i dele af Syd- og Nordnorge, mens Danmark kun bidrager med Bornholm. I Sverige kaldes fjeldgrunden for urbjerg, mens danskerne kalder den for grundfjeldet. Grundfjeldet i det Baltiske skjold dannedes i Prækambrisk tid, det vil sige efter Jordens fødsel og før Kambrisk tids begyndelse, eller mellem ca. 4.5 og 0.6 milliard år før nu, figur 1.

Inden for det Baltiske skjold er grundfjeldsbjergarterne enten blottede eller ligger ret nær overfladen, ofte kun skjult af istidsaflejringer. Betegnelsen "skjold" sigter til, at grundfjeldsoverfladen danner en svagt hvælvet storform. Ser vi nærmere på skjoldets overflade, vil vi dog opdage, at der er mange ujævnheder: buler, lapper og ar. Det er især i bunden af bulerne, vi træffer istidsaflejringerne.

Det Baltiske skjold grænser mod øst op til den Russiske platform, hvor grundfjeldet er begravet under udstrakte sedimentlag, som kan opnå km-tykkelse. Mod syd, på Bornholm og i Skåne, markeres skjoldets rand af yngre NV-SØ for-
kastninger inden for den Fennoskandiske randzone. Grundfjeldshorste rager her lokalt op gennem de flankerende aflejringer. Mod nordvest begrænses det Baltiske skjold af den Skandinaviske fjeldkæde, som blev dannet under den Kaledoniske foldning (ca. 0.4 milliard år før nu).



Figur 1. Det Baltiske Skjold. Murmansk kontinentet er vist med mørkerødt, resterne af Kola-oceanet med sort, den tidligere udbredelse af Laplandskontinentet med rødt, og den øvrige, yngre del af skjoldet med orange.

I de senere år har man udviklet nye metoder til prøvetagning i tykke varvserier. Med et foliekernebor kan man tage uforstyrrede varv-prøver på op til 10 m tykkelse. Samtidig har absolutte aldersbestemmelser kunnet udføres, idet det organiske indhold i lervarv kan dateres med Kulstof-14-metoden. De nye resultater har delvis ændret det enkle billede, som den ældre varvkronologi gav. Nye aldersbestemmelser viser endvidere, at Sydsverige blev isfrit omtrent 1000 år tidligere, end man oprindeligt antog ud fra varvmålingerne. Årsagen hertil er sandsynligvis, at det ikke er lykkedes at forbinde varvserierne henover den mellem-svenske israndszone. Isen smeltede måske over 100 kilometer tilbage bag denne zone, før den under et tidsafsnit med klimaforværring rykkede frem, og israndszonen dannedes. Herved er tidligere afsatte varvserier (bag den senere israndszone) sandsynligvis blevet ødelagt. Desværre er det meget muligt, at varvkronologien aldrig kan slå bro over dette område.

I det nordlige Sverige har de nye varvmålinger derimod givet et klarere resultat. Varvkronologien langs Norrlandskysten er spækket med nye observationspunkter, og det er lykkedes at udrede forskelle selv i de meget finkornede lagfølger i dette område. En interessant undersøgelse er udført omkring munden af Ångermanälven, hvor det har vist sig muligt at sammenkoble varvkronologien og den historiske tidsskala helt præcist. Man har taget prøver af nutidige varv i bunden af elvens udmundingsbugt, hvor den naturlige sedimentation blev afbrudt som følge af de reguleringer af elven, der løbende er foretaget de sidste 50 år. Inden reguleringen indledtes, afsattes varvige deltasedimenter, og i disse findes et niveau fra århundredeskiftet, hvor fibre fra træmasseindustrien begynder at optræde. Dette niveau muliggør en nøjagtig datering af de underliggende varv.

Mens varvkronologien således kan hægtes direkte på den historiske tidsskala, er det usikkert hvor langt bag ud i tiden varvkronologien kan udstrækkes. Gerald de Geer forsøgte at udvide den svenske varvkronologi ved at studere danske issøaflejringer. Senere undersøgelser har dog vist, at ingen dansk issø har eksisteret meget længere end 50 år, og at de forskellige issøers levetid ikke overlappede hinanden.

Der er også store vanskeligheder forbundet ved at knytte Skåne og resten af Sverige sammen ved varvstudier, så varvkronologisk set hører Skåne faktisk endnu med til Danmark!

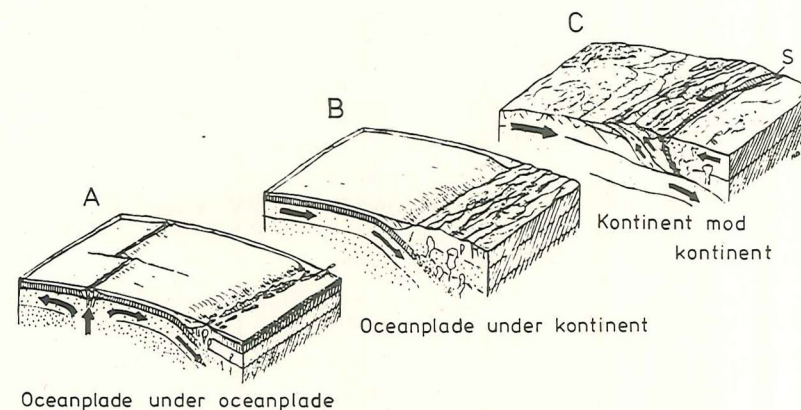




Figur 3. Varvserier fra Danmark (A) og Finland (B). Det danske eksempel repræsenterer et års aflejring, og de enkelte smålag afspejler måske døgnvariationer. (f) = forsommer og (e) = eftersommer. Et enkelt sted (under (f)) ses en nedfalden sten. Varvene fra Finland (til højre) er rigtige årsvær, og de afspejler meget regelmæssige aflejningsforhold i et stort issøbassin - i modsætning til de små lokalprægede bassiner i Danmark.

Isranden stod i det sydvestlige Skåne for ca. 13.000 år siden, ved den mellem-svenske israndzone ca. 11.000-10.000 år før nu, og isranden lå i Ångermanälvens dal godt et tusind år senere. I Ångermanälvens dal lykkedes det at knytte lerværsserien sammen med den historiske tidsskala ved at sammenkoble leret med varvige deltaaflejringer fra historisk tid.

Siden slutningen af Prækambrisk tid har det Baltiske skjold udgjort et relativt stabilt område. Fra tid til anden har havet forsøgt at erobre det, men er hver gang blevet trængt tilbage. "Lapper" af pålejrte sedimentter fra hav-invasionerne træffes derfor kun lokalt, mest i mindre nedforkastede områder. Og selv om skjoldet af og til har givet sig lidt i fugerne og er blevet arret af gennemskærende forkastninger, har disse yngre foreteelser ikke formået at udviske eller ændre ret meget i de store træk i skjoldets oprindelige Prækambriske strukturer.



Figur 2. Diagram visende forskellige typer ung pladetektonik. a: ved oceanbundsspredning omkring midt-oceanisk ryg tvinges oceanplade ned under oceanplade, og en dybgrav og en øbue opstår. b: Oceanpladen tvinges ned under randen af en kontinentplade, - eksempel Andesbjergene. c: Oceanet lukkes, så kontinenterne i to modgående plader bringes til kollision. Rester af den gamle oceanbund (S) angiver den oprindelige pladegrænse, - eksempel Himalaya.

Så har man først lært sig at tyde de snørklede Prækambriske skrifttegn, som naturen har indridset i skjoldets fjeldgrund, kan man læse om mere end to milliarder års jordskorpe-udvikling. To milliarder år er 2000.000.000 år !

Det første store skridt frem i udforskningen af grundfjeldet i det Baltiske skjold blev taget omkring århundredskiftet. Den finske geolog J.J. Sederholm viste da, at de geologiske processer, som påvirker Jorden nu, også var aktive i Prækambrisk tid. Også dengang forvitrede bjergarterne ved jordoverfladen, sedimentter aflejredes, vulkaner dannedes, smeltmasser trængte op fra dybet, og som i nyere geologisk tid, indtraf med mellemrum store bjergkædefoldninger.

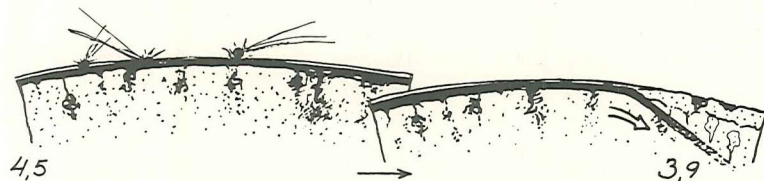
Det, at de nutidige geologiske processer også var virksomme i Jordens ældre tider, betegnes ofte det aktualistiske princip.

De sidste årtiers eksplosions-agtige udvikling inden for geo-videnskaberne har ikke alene ført til formulering af pladetektonik teorien, men har også sat sig spor i grundfjeldsforskningen på anden måde. Eksperimentelle studier i laboratoriet har således vist, ved hvilke tryk/dybder, temperaturer og sammensætninger delvis opsmeltning - og dermed nydannelse af basiske, "halvsure" og sure bjergarter kan ske.

Pladetektonik teorien, som især bygger på geofysiske målinger og geologiske iagttagelser fra de unge oceaner og bjergkæder, forklarer hvorledes oceanerne er opstået ved tilvækst langs midt-oceaniske rygge, hvor opsmeltet materiale fra kappen stiger op. Denne spredningsmekanisme medfører, at de store pladeenheder, som Jorden er opdelt i, andre steder skubbes mod hinanden, så oceanbund skydes ned under oceanbund, eller under kontinent - eller kontinenter støder sammen (kolliderer). Hvor pladerne bevæger sig mod hinanden dannes enten dybgrave, ø-buer eller bjergkæder, fig.

I dag, hvor vi har opnået en langt "dybere" forståelse af de unge geologiske processer, bør vi selvsagt også bedre kunne løse de inderste knob i den Baltiske knude op, og vi bør ikke alene kunne tyde alle de Prækambriske skrifttegn, men også kunne læse mellem linierne i skjoldet.

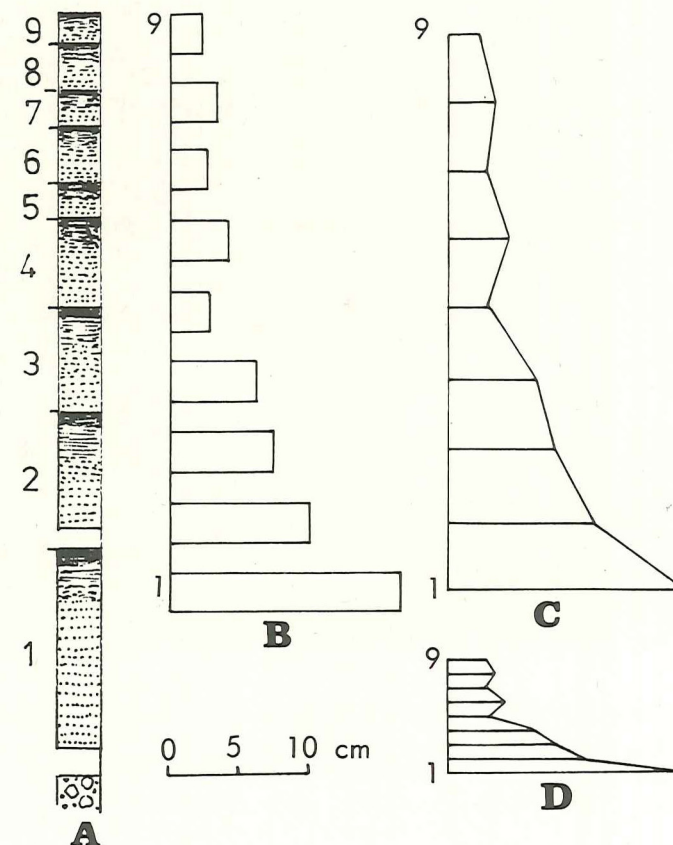
Men, for der er et men, ikke alle grundfjeldsforskere er i dag lige enige om gyldigheden af det aktualistiske princip så langt tilbage. På Sederholms tid vidste man, at de Prækambriske bjergarter var ældre end Kambrium (deraf navnet), men man vidste ikke, hvor meget ældre de var. Man kendte tilmed dårligt nok Jordens alder. Siden da har radiometriske aldersbestemmelser imidlertid vist, at de ældste bjergarter i det Baltiske skjold er over 3 milliarder år gamle (næsten 3.6 milliard år), og dermed nærmer vi os betænkeligt de ca. 4.5 milliard år, som anses for at være tidspunktet for Jordens fødsel.



Figur 3. Skitser visende Jordens første udvikling (4,5 - 3,9 milliard år), hvor basaltisk lava dannes (til venstre), og de første urkontinenter opstår (til højre).

Sammenligner vi Jordens geologiske udvikling (fra 4.5 milliard år til nu) med den udvikling et menneske gennemløber fra sin fødsel til f.eks. 50-års alderen, er det indlysende, at vi nemt kan begå fejltagelser, hvis vi tror blindt på det aktualistiske princip. Det vil svare til, at vi beskylder en baby, der endnu ligger i vuggen eller kravlegården, for at udvise en midaldrende persons adfærd. Og det ved de fleste forældre jo nok, at babyen ikke gør!

Ved hjælp af omfattende feltarbejde udført af De Geer og hans medarbejdere lykkedes det i løbet af 1900-tallets første tiår stort set at dække hele Sverige med varvmålinger. Arbejdet udførtes ved profilgravning i de talrige teglværkers lergrave. Den aldersjævnføring, som opnåedes her, viste sig forbløffende velunderbygget inden for afgrænsede områder. Selv om der blev rettet kritik mod helhedsbilledet, er alle enige om, at undersøgelserne udmærket viste afsmeltningstidens størrelsesorden.



Figur 4. Konstruktion af et varvdiagram. A: del af et issøprofil med forskellige årsvarv, ialt 9. B: Tykkelsen af hvert årsvarv afsættes i en passende målestok ud fra en lodret linie, idet varvene anbringes med konstant afstand. C: Ved at forbinde de afsatte varvtykkelser med rette linier fås en kurve, et varvdiagram. D: For at give et bedre overblik ændres målestokken i højden.

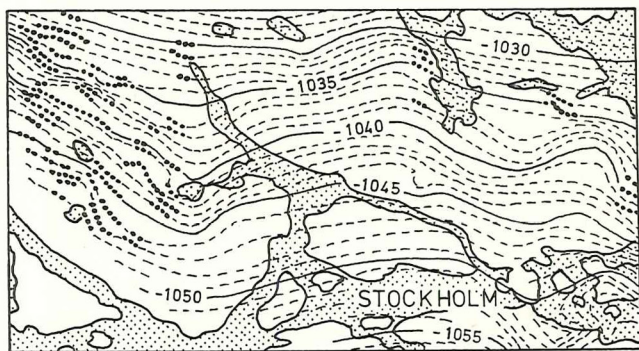
den, at man ikke kommer til at springe nogle årsafsætninger over.

Allerede i forrige århundrede udviklede den kendte svenske kvartærgeolog Gerald de Geer en metode til opmåling, aldersjævnføring og optælling af varvfølger. Metoden bygger på det enkle princip, at varvafsætningen nok er rytmisk og gentages år for år, men ikke alle varv er alligevel ens. Nogle år er der aflejret tykkere varv end andre år, og ved at måle varvtykkelserne i profiler på nærliggende lokaliteter, kan jævnaldrende varv korreleres, fig. 3.

Forekomsten af såkaldte tapningsvarv, dannet fordi lokale isdæmmede søers vandmasser katastrofeagtigt tømtes ud i den store Baltiske Issø, gjorde det muligt at kontrollere, om aldersjævnføringen var korrekt udført. Det kunne jo tænkes, at f.eks. tre varme, en kold og fem varme år var indtruffet mere end en gang i den angivne rækkefølge. Men findes det sjette varme årsvarv udviklet som et tapningsvarv i alle profilerne, er der unægtelig større sikkerhed for, at lagserierne er korrekt korrelerede.

De Geer's første varvundersøgelser var begrænset til mindre områder og tjente især til at bestemme isens afsmeltningshastighed inden for disse områder.

Varvkronologien antyder en afsmeltningshastighed på flere hundrede meter per år i Sydsverige. Nordover mindskedes afsmeltningshastigheden kraftigt i flere hundrede år, mens den mellemsvenske israndszone udvikledes under et koldere tidsafsnit. I Mälardalen rykkede isranden 200-400 m tilbage per år.



Figur 3. Isens afsmeltning ved Stockholm. Prikker angiver randmoræner og linier viser israndens placering år for år under afsmeltningen på grundlag af varvtællinger. Tallene ved israndslinierne er årstal i De Geer's tidsskala.

Området omkring Stockholm blev et klassisk område for varvmålinger - ganske naturligt eftersom De Geer var professor ved Stockholms Högskola. I området Bromma konstrueredes med støtte af årsafsatte randmoræner årslinier for isens afsmeltning, såkaldte ekvissesser. Resultatet ses i figur 3.

Problemet er derfor kort sagt: Hvornår havde Jorden overstået sig babystadium, så en voksen geolog kan snakke fornuftigt sammen med den ?

Spørgsmålet er vanskeligt at besvare alene med jordisk viden. Men takket være rumalderens fremskridt, ikke mindst landingerne på Månen, ved vi i dag betydeligt mere om, hvordan et himmellegeme i "vuggestadiet" er opbygget og opfører sig. Når Månen - geologisk set - er forblevet en baby, skyldes det dels dens mindre størrelse og dels, at den mangler en atmosfære. Studiet af Månens overfladeforhold og bjergarter har derfor givet os et "snydekig" ind i Jordens babystadium, og vi ved nu, at det stadium for Jordens vedkommende var overstået for ca. 3.9 milliard år siden. Da var de kraftige meteor-bombardementer af Jorden også aftaget.

Så selv om Jordens geologiske udvikling nu kan følges meget langt tilbage i tiden, nogle steder til 3.8 milliard år, ser det alligevel ud til, at Jorden havde lært at gå og på mange måder opførte sig som et voksent fornuftsmenneske, da de første Prækambriske "snapshots" blev taget. Det aktualistiske princip må derfor stadig opfattes som den bedste nøgle, til at lukke op for det Baltiske skjolds ældgamle hemmeligheder. Når vi bruger den, må vi blot ikke glemme at være på konstant udvig efter nøglehuller, hvortil den i k k e passer !

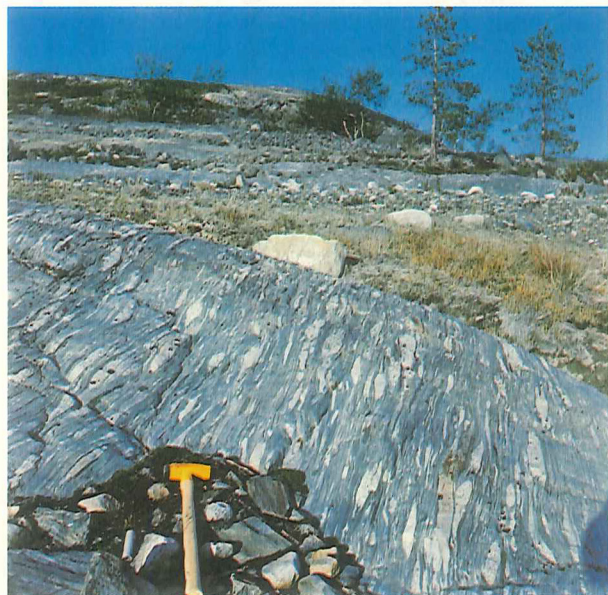
Det er også klart, at vi, når vi forsøger at udrede det Baltiske skjolds tilblivelse ved hjælp af den moderne pladetektoniske teori, ikke bør starte ensidigt med at studere de ældste enheder i skjoldet. Vi bør tværtom begynde med at undersøge de yngste Prækambriske dannelser og strukturer, før vi tager fat på de ældre. Analysen bør være bagudrettet, og "eventyret" må "digtes" baglæns, så det begynder med ".....og de levede lykkeligt sammen til de Prækambriske dages ende" og slutter med "Der var engang.....".

Men et sådant bagvendt eventyr er ikke særlig spændende læsning. Så selv om det "Baltiske eventyr", jeg skal fortælle, er komponeret baglæns, vil jeg alligevel fortsætte med at fortælle det forfra, sådan som et virkeligt eventyr bør fortælles.

"Der var engang på den del af Jorden, der senere blev til det Baltiske skjold, et m e g e t gammelt ocean, Kola-oceanet. Senere opstod de første ur-kontinenter som "sure øer" i ur-oceanet. Øerne udvikledes, hvor mere kiselsyreholdige (sure) smeltmasser dannet ved delvis opsmeltning af basaltisk materiale trængte op og størknede som tonalit og granit, de karakteristiske kontinentsskorpe-bjergarter. Årsagen til, at delvis opsmeltning af basaltisk skorpe indtraf, må sikkert søges i en meget tidlig pladetektonisk aktivitet, hvor ur-oceanskorpe fra en plade blev ført ned under ur-oceanskorpe tilhørende en modgående plade.

På den måde kan de ældste bjergarter i Murmansk-kontinentet og Laplandskontinent syd for være opstået, Murmansk-kontinentet eksisterede som ur-kontinent for mere end 3 milliarder år siden, hvorefter det blev delvist havdækket,

og urene sandsten med lokale grove konglomeratlag aflejredes, fig. 4. I det fladvandede hav skete der kemisk udfældning af kvarts-båndede jernmalme samtidig med, at "halvsur" vulkanisme indtraf.



Figur 4. Deformeret konglomerat med rullesten fra det ældste Murmansk-kontinent. Konglomeratet indgår i den jernmalm-førende lagserie ved Bjørnevatn, syd for Kirkenes, Norge. Foto: forfatteren.

Murmansk-kontinentet påvirkedes derefter af en gennemgribende bjergkædefoldning, sandsynligvis fremkaldt af pladetektoniske bevægelser, hvorved pladen, som bar kontinentet på ryggen skubbedes ind over den tilstødende ur-oceanplade, hvis rand blev skudt ind under kontinentet. Sammenskubning medførte pladsmangel og derfor foldedes og omdannedes de jernmalmførende sedimenter og deres granitunderlag. Da foldningen var afsluttet, trængte for ca. 2.5 milliarder år siden granitiske smelter igen frem. De blev sandsynligvis dannet ved delvis opsmeltning af den sydfra neddykkede ur-oceanskorpe.

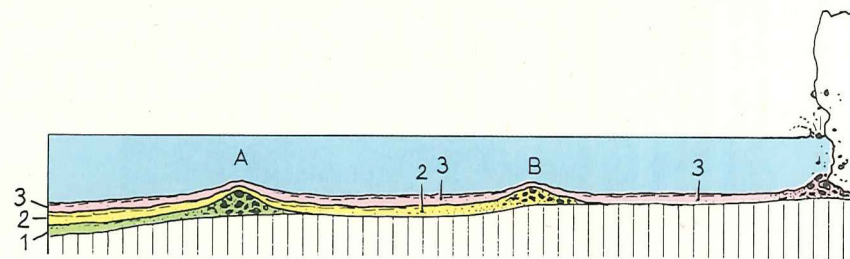
Siden blev Murmansk-kontinentets store bjergkæde nederoderet, yngre konglomerater aflejredes lokalt, og kontinentet gennemgik af talrige forkastninger og basiske gange. Det medførte en afstivning og stabilisering, så kontinentets ældgamle strukturer og bjergarter kunne bevares næsten uændret frem til vore dage. Jernmalmen, som brydes ved Bjørnevatn i Sydvaranger hører netop til

Varv afsat i brakt vand viser derfor en mere 'ulden' grænse mellem vinterlag og overliggende sommerlag. Det varvige issøer i Danmark blev mest aflejret i lokale og mindre issøer i stagnerende dødis, men i Sverige blev der afsat udbredte aflejringer af varvigt ler i den store issø eller i det brakke vand - der mange steder nåede frem til den afsmeltende isrand. Smelttevandet, som strømmede ud i issøen ved en gletscherport i isranden afsatte først det groveste sten- og grusmateriale udfor gletscherporten, hvor der dannedes en undersøisk åskulle = åsbanke. Det finere materiale (sand, silt og ler) førtes videre ud i søen, hvor det aflejredes som et udbredt lag, et varv, der blev tyndere og tyndere i retning bort fra isranden.

Når isranden hvert år smeltede et stykke tilbage, voksede åskullerne foran gletscherportene baglæns og kom til at danne langstrakte og toppede rullestensåse. Yngre og yngre årsvarv blev samtidigt afsat på issøens bund op mod den vigende isrand. Denne trinvis afsmeltning, der stagnerede om vinteren, førte også til dannelse af års-moræner i søen op til isranden, fig. 2. Et bestemt lervarv ender derfor op mod en bestemt årsmoræne, og det overliggende varv fortsætter op til den efterfølgende årsmoræne.

Hvis den trinvis afsmeltning af indlandsisen op gennem Sverige var forløbet helt regelret efter dette system, skulle det derfor være muligt at bestemme, hvor mange år afsmeltningen strakte sig over. Man skulle blot tælle, hvor mange lervarv, der ligger oven på hinanden, når man bevæger sig op gennem Sverige i den vigende isrands retning.

Nu kan man imidlertid ikke uden videre stikke fingeren i jorden og direkte følge et årsvarv op til den tilsvarende årsmoræne, og så følge det ovenliggende varv videre frem i afsmeltningens retning til dette års moræne - og så fremdeles, men man tæller hver gang man skifter fingeren op til et ovenliggende varv.

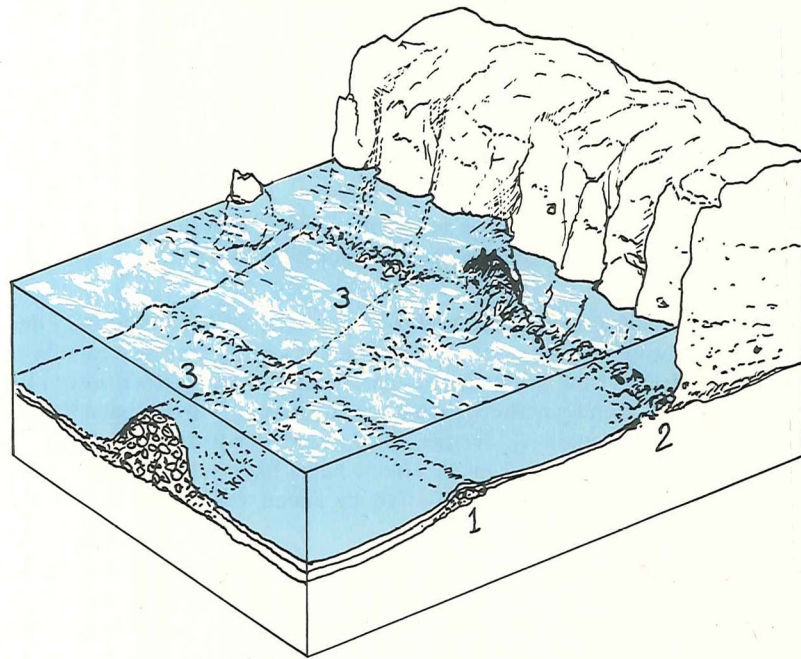


Figur 2. Skematisk snit gennem aflejringerne foran en vigende isfront. Foran årsmorænen ved A er det ældste varv (1) aflejret, foran årsmorænen B er aflejret det næstældste (2), og foran den yngste årsmoræne (under dannelse) ses det yngste varv (3).

Man må nøjes med at studere varvserier, det vil sige lagfølger, der omfatter så mange varv som muligt, og gøre det på lokaliteter, der ligger så tæt på hinan-

Nær ved isranden vil graderingen (sorteringen i kornstørrelse) være tydeligst udviklet, men selv langt fra isranden kunne en varvighed udvikles, selv om kun fint materiale når frem hertil. Det skyldes ikke graderingen, men andre årstidsbetingede variationer: ændringer i kalkindhold og indhold af jernforbindelser eller indhold af organisk materiale. Dette medfører farveskift inden for årslaget og de enkelte varv imellem.

Det har været hævdet, at en årstidsbetinget lagdeling også kan skelnes i grovere smeltevandsaflejringer (grus, sand og silt), men det er nok klogt at begrænse begrebet varv til årslagdelte sedimenter med et tydeligt lerindhold, for det er netop aflejringer af de fineste lerpartikler, som har været opslemmet i smeltet vandet, der viser, at der virkelig er tale om årslag.

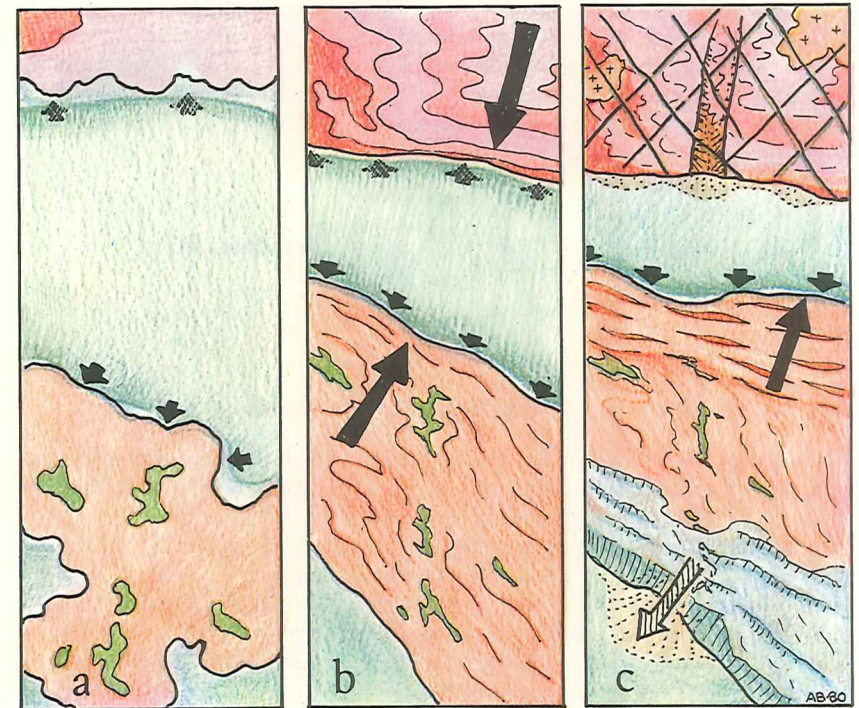


Figur 1. Afsmeltende isfront med årsmoræner (1, 2) parallelt med isranden. Rullestensåsen (3-3) er dannet foran den vigende gletscherfront. Søbunden dækkes af varvigt ler.

Varv udvikles kun i ferskt eller svagt brakt vand. Når smeltevand strømmer ud i og blander sig med mere salt vand, vil opløste saltes ioner få lerpartiklerne til at flokkulere: det vil sige klumpe sig sammen til større partikler på grund af kemisk-elektriske bindingskræfter. Leret vil derfor blive afsat samtidigt med de større mineralkorn, og der opstår ikke nogen gradering.

det arkæiske Murmansk-kontinent.

Laplandskontinentet fulgte ikke helt samme udvikling som Murmansk-kontinentet. De ældste bjergarter er dateret til over 3 og mellem 2.8 til 2.6 milliard år, men selv om Laplandskontinentet også rammes af en kraftig bjergkædefoldning forud for 2.5 milliard år, hørte dets tektoniske liv ikke op hermed. Efter en kort episode (for ca. 2.4 milliard år siden) med spredt lokal opstigning af basiske smeltmasser, der størknede i store underjordiske massiver, udsattes

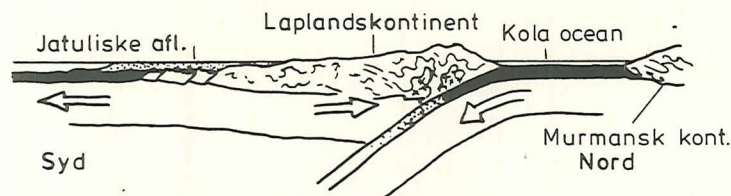


Figur 5. Diagram visende udviklingen i den ældste del af det Baltiske Skjold. Murmansk-kontinentet i nord (øverst) adskilles af Kola-oceanet fra Laplandskontinentet (nederst). a: Situationen for ca. 2,7 milliard år siden, hvor Murmansk-kontinentet er delvis havdækket, og hvor Laplandskontinentet er under dannelse. b: Situationen omkring 2,5 milliard år før nu, hvor pladebevægelser har nærmet de to kontinenter mod hinanden og har medført bjergkædefoldninger. c: Situationen for ca. 2,1 milliard år siden: Laplandskontinentet driver mod nord, dets nordrand foldes, og dets sydrand strækkes.

den nordlige del af Laplandskontinentet mellem ca. 2.2 og 2.1 milliard år for en fornyet bjergkædefoldning, der førte til kraftige omdannelser og gennembevægelse.

Kontinentets sydlige dele blev samtidig overskyldet af havet, hvor de såkaldte jatuliske platform-sedimenter aflejredes. Mod syd var der mellem 2.2 og 2.0 milliard år også livlig vulkansk virksomhed, og nær kontinentalranden, hvor dybvandsprægede sedimenter aflejredes, trængte ultrabasiske smelter frem mod havbunden. Herved indledtes dannelsen af Outokumpu kobberforekomsten. Udviklingen i Laplandskontinentets sydlige dele viser, at kontinentets skorpe her må være blevet "strakt" og at fladsø-soklen blev gjort tyndere.

Det forhold, at Laplandskontinentets skorpe blev "fortyndet" mod syd, mens den blev presset sammen, overskudt og foldet mod nord, tyder på, at der foregik større pladebevægelser med neddykning af den nordlige ur-oceanplade ind under kontinentets nordrand. Disse pladebevægelser mindskede afstanden mellem Murmansk- og Laplandskontinenterne, men endnu adskiltes de dog af et hav - en rest af det gamle Kola-ocean.



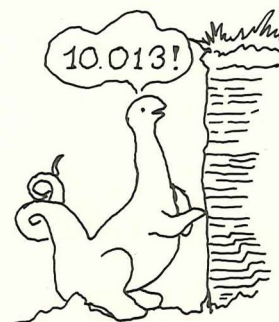
Figur 6. Snit gennem den nordlige del af det Baltiske Skjold, se figur 5 c.

For omkring 2.0 milliard år før nu, opstod der en helt ny pladetektonisk situation, som på afgørende vis kom til at præge udviklingen inden for det Baltiske skjold. Murmansk- og Laplandskontinenterne blev under den yngre fase (ca. 1.9 milliard år før nu) svejset sammen og kom til at indgå som de ældste kerner i det Baltiske skjold. Men kun Murmansk-kontinentet overlevede denne "revolution" nogenlunde intakt. Store dele af Laplandskontinentet blev kraftigt omformet og mistede sin gamle identitet i den grad, at det faktisk først er for ganske nylig, at resterne af det er blevet påvist i det nordligste Sverige. De første radiometriske aldersbestemmelser fra den svenske del af Laplandskontinentet blev offentliggjort i 1979 !

Når vi nu lader det Baltiske eventyr ende omkring 2.0 milliard år før nu, skyldes det også, at vi ved betydeligt mere om den efterfølgende udvikling inden for det Baltiske skjolds område. Om den behøver vi ikke mere at digte eventyr, men kan gå over til mere regulær geologisk historieskrivning.

Men eventyr- og historieskriveren må bede læseren vise tålmodighed, for fortsættelsen, hvor der blandt andet skal berettes om dannelsen af Kiruna malmen og et svensk Himalaya, må af pladshensyn udsættes til næste VARV-nummer.

kommer vinter kommer vår



- og et nyt **VARV**

af Harald Agrell

VARV er ikke alene navnet på dette (efter udgiverens mening fortræffelige) tidsskrift. Varv er også en geologisk betegnelse for et lag i et lagdelt sediment, hvor lagdelingen afspejler den klimatiske årsrytme.

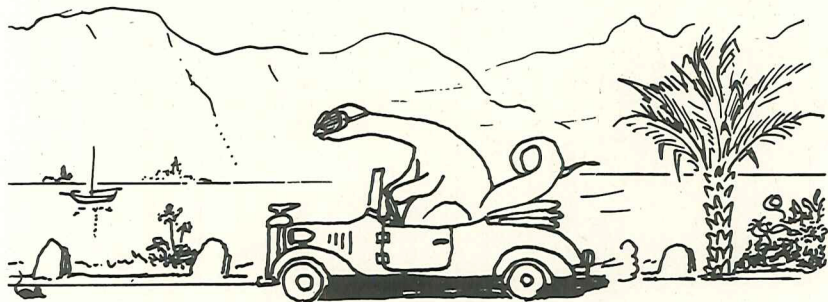
Selve ordet VARV er af oldnordisk oprindelse, og mens det er bevaret i moderne svensk, findes det på dansk kun i bestemte ordsammensætninger, som f.eks. solhverv (solvarv).

Som geologisk betegnelse er ordet VARV's oprindelse også skandinavisk - nærmere betegnet svensk, men det er nu internationalt kendt. Varv blev først brugt om de årslag, der ses i de lersedimenter, der afsattes i små og store issøer i forbindelse med den Skandinaviske Indlandsis' afsmeltning. Varvige issø-aflejringer træffes både i Danmark og Sverige. I Danmark, der først blev isfrit, er de varvige aflejringer begrænset til lokale issøer, f.eks. Egernsund - Iller issøerne i Sønderjylland, Stenstrup issøen på Sydfyn og issøen ved Knabstrup på Sjælland.

I Sverige er varvige leraflejringer meget mere udbredte. Det skyldes, at Østersøen i lange perioder var en stor ferskvandssø, der overskyldede store dele af det land, der blev isfrit efter det havde været "nedtrykt" under vægten af de km-tykkede ismasser, som forud dækkede Skandinavien.

Et varv repræsenterer et klimatisk år, og det afspejler sig ved en jævn aftagen i kornstørrelse (gradering) opefter inden for laget. Under den varme sommer med kraftig afsmeltning kunne smeltevandet føre grovere korn (sand) ud i issøen, mens efterårets mindre afsmeltning betød tilførsel af finere materiale. Om vinteren var vandet så roligt, at de fineste opslemmede lerpartikler kunne bundfældes. Da det korte forår og sommeren satte pludseligt ind, er grænsen mellem det forrige års varv og det efterfølgende års varv ofte meget tydeligt udformet: Den øvre mørke fine vinterdel i det underliggende varv overlejres med en skarp grænse af den mere sandede bunddel af det overliggende årsvarv.

FORSLAG TIL TUR OMKRING SØEN



Med udgangspunkt i Garda køres mod syd langs søen til Lazise, og derfra ind i landet mod Pastrengo. På dette stykke kommer man over adskillige af de meget markante randmoræner. I vejgennemskæringer og grusgrave ses moræneler, som overraskende nok ikke adskiller sig væsentligt fra det moræneler, man kan se i det vestlige Danmark.

Fra Pastrengo kan man køre tilbage til søen og langs denne til Peschiera, hvor man drejer mod syd mod Pozzolengo og Solferino. Man kører her igennem et storslået randmorænelandskab til man syd for Solferino brat kommer ned på de fuldstændig flade smeltevandssletter, dannet af vand, der strømmede mod syd og vest, væk fra isranden.

Man kører nu langs de yderste randmoræner mod nordvest gennem Castiglione og Lonato. Nord herfor bør man gøre et ophold i den lille by Sedena, hvorfra der er en enestående udsigt ind mod randmorænelandskabet, der rejser sig som en mur over det flade forland (fig. 7).

Fra Sedena fortsættes mod nord, hvor man fra smeltevandssletten kører ind i et ældre morænelandskab, som blev dannet, da isen var længere ude end i sidste istid (fig. 3).

Ved Mocasina syd for Calvagese køres ned til den dybt nedskårne Chiese floddal, og langs floden følges grusveje mod Saló. På dette stykke vil man i profiler have mulighed for at se moræner fra første istid (fig. 5). Moræneleret er meget kalkholdigt til trods for den kraftige forvitring og kalkopløsning, der fandt sted i den efterfølgende mellemistid. Flere steder langs floden ses rødfarvede forvittringshorisonter, de såkaldte "Ferrettoer" (fig. 6).

Er man på dette tidspunkt blevet træt af geologi, køres fra Saló til Maderno og derfra med færgen til Torri og tilbage mod Garda. Hvis ikke, fortsættes langs søen, hvor vejen - næsten helt til Riva - er ført igennem lange tunneller, som er hugget ud i klipperne. På tilbageturen langs søens østside bør man gøre ophold i Malcesine, hvor der i en gammel middelalderborg er indrettet et pænt lille museum med plancher og modeller, der viser områdets geologiske udvikling.

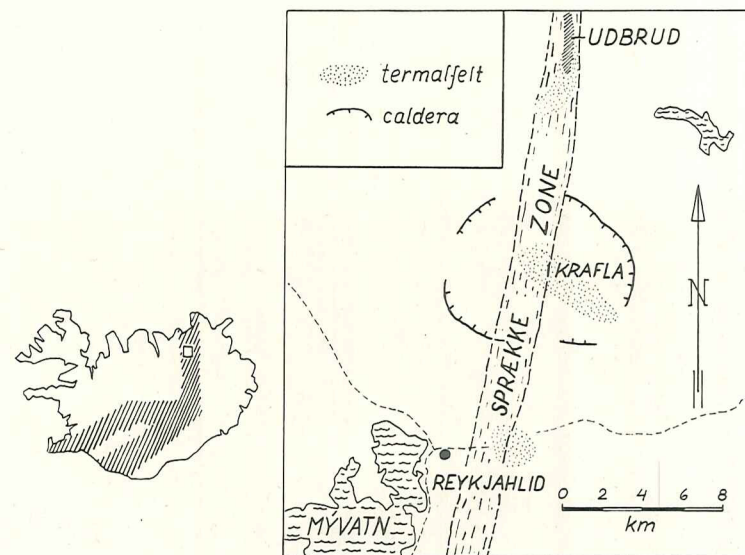
Geologer på Vulkaner

En øjenvidneberetning om Krafla udbruddet på Nordisland

af B. Jepsen, K.Å. Jørgensen, H.C. Larsen, N.-O. Prægel, K. Secher og J. Smidt

Den 10. juli 1980 ankom 25 deltagere i årets "Nordiske Geovidenskabelige Ekskursion" planmæssigt til byen Reykjahlid ved Myvatn på Nordisland. Ekskursionen fulgte samme program som tidligere år, og selv om der via områdets alarmeringssystem var varslet mulighed for et udbrud i det nærliggende Krafla vulkansystem, begyndte vi roligt afventende at spise frokost ved tolvtiden. Mange af de tidligere udbrudsvarsler havde været blind alarm. Men da vi en time senere kom ud i fri luft, opdagede vi at varslet denne gang havde ramt plet, udbruddet var i fuld gang. Vi kunne langt borte øjne vulkanskynen.

På den vulkangeologiske station i Myvatn, som havde radiokontakt med islandske geologer der fra fly overvågede udbruddet, fik vi oplyst den nøjagtige position: 20 km NNØ for Reykjahlid, ret nord for Krafla kraftværket, inden for Krafla sprækkezonen, fig. 1.



Figur 1. Kort over Krafla vulkansystemet på Nordisland.



Figur 2. Dampskyen set på 5 km's afstand. Dampen tvinges til siderne af et skylag i ca. 5 km's højde.



Figur 3. Lavafontæner ved hovedspaltens centrale del - omgivet af frisk lava. Lavaens sorte farve skyldes en tynd afkølet skorpe.



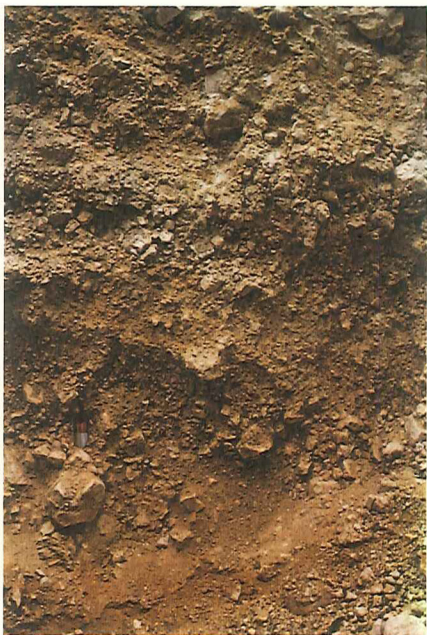
Figur 6. Interglacial forvittringshorisont, "ferretto"



Figur 7. Randmoræner syd for Sedena.



Figur 4. Smeltevandsslette med randmoræner i baggrunden sydøst for Castiglione.



Figur 5. Morænemateriale fra første istid. Det består næsten udelukkende af kalksten.



Figur 4. Lavafronten breder sig langsomt frem og antænder plantevæksten (gule flammer). I baggrunden ses hovedspalten.



Figur 5. Nærbillede af tov-lava ved lavafronten. Denne overfladeform er karakteristisk for tyndtflydende basaltisk lava.

Udbruddet var startet kl. 12.45 lokal tid, og allerede en time efter kunne vi tydeligt se dampskyen fra udbruddet på ca. 5 km's afstand, fig. 2, og selv om vi måtte tilbagelægge de sidste 10 km til fods, var vi 2 timer efter udbruddets start fremme ved udbrudsområdet. Her mødte vi en dansk vandreturist, der helt uforvarende havde været i området og endda i faretruende nærhed af stedet, hvor det først brød løs. Vi fik således en frisk beretning om hvad der var hendt, inden vi nåede frem og selv kunne af-fotografere naturskuespillet på vore nethinder og farvefilm. Vi blev tre timer på skuepladsen, men vendte tilbage to dage senere. Inden da, havde endnu en dansk geolog (KÅJ) natten mellem 10. og 11. juli været i området og bl.a. taget forsidebilledet. Allerede 12. juli så udbruddet ikke så voldsomt ud, men det ophørte dog først 19. juli - ret pludseligt.

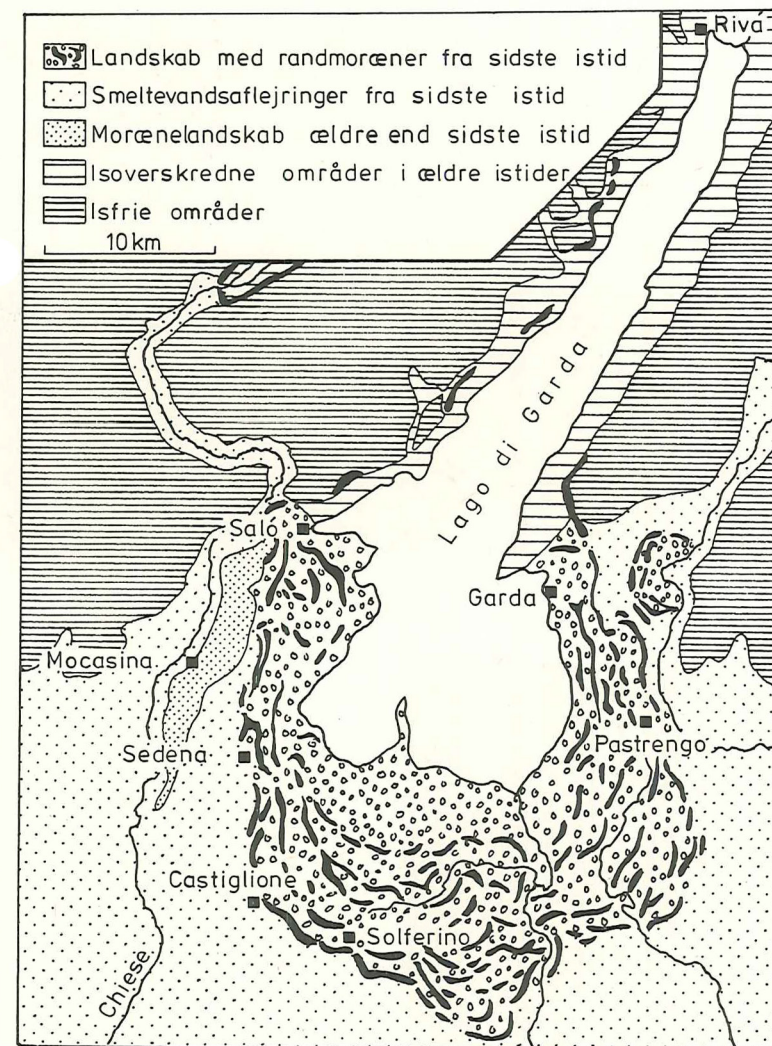
Allerede om morgenen 10. juli havde en række jordskælv forvarslet udbruddet. De var så kraftige, at telt-liggere vågnede derved. Også efter udbruddets start indtraf der jordskælv i takt med lavaens optrængen i spaltesystemerne. Det skete under stort tryk og med næsten eksplosiv kraft, og nye spalter åbnedes. Under udbruddet 10. juli opstod vandrette forskydninger langs spalterne på op til flere meter, og visse landområder udsattes for hævnings eller sænkninger af næsten samme størrelse.

Vulkanudbruddet i Krafla-systemet 10.-19. juli var et SPALTEUDBRUD, hvor lavaen strømmede op gennem flere km-lange, men ret smalle (ca. 1 m) spalter. Denne udbrudsform førte ikke til dannelse af en egentlig vulkankegle - dels fordi området allerede før udbruddet var stærkt opsprækket, dels fordi lavaen var så tyndtflydende, at den kunne brede sig som et tæppe ud over landskabet. Opsprækningen i området (fig. 1), hænger sammen med at det er under konstant udvidelse fordi Island, der rider på den Midatlantiske Ryg, er delt i to halvdele, der bevæger sig væk fra hinanden sammen med de to store pladeenheder, de tilhører. Ved sådanne spalteudbrud trænger BASALTISK lava frem. Den har et lavt indhold af kiselsyre (45-50 % SiO_2), og når den når overfladen er dens temperatur ca. 1150° . Derfor er den meget tyndtflydende.

Vulkanudbruddet fandt sted inden for et område med varme kilder og vedvarende dampudstrømning, et såkaldt termal område. Den danske vandreturist fortalte, at det hele begyndte med, at dampudslippet tog til og så fulgte den glødende lava. Presset nede fra var så stort, at lavaen blev sprøjtet op i høje springvand, såkaldte lavafontæner, fig. 3 og 6. De nåede i begyndelsen højder mellem 100 og 200 m, men var, hvor vi lidt senere nåede tæt på, "kun" 10-12 m høje, fig. 6.

Udbruddet var i starten ret lokalt, men bredte sig hurtigt inden for sprækkezonen, og da vi var fremme omfattede det en række spalter på ca. 4 km's længde. Vi kom helt tæt på en af spalterne (fig. 3). På det tidspunkt nåede lavafontænerne længere nordpå endnu højder over 100 m.

Da udbruddet var på sit højeste, blev lava-udstrømningen anslået til at være



Figur 3. Forenklet kvartærgeologisk kort over Gardasøens område.

"Ferretto". Som hovedregel gælder, at forvittringsdybden var størst i første mellemistid, og mindst i sidste. De interglaciale forvittringshorisonter kan således anvendes til at give en omtrentlig minimumsalder af de underliggende aflejringer.

I de forskellige istider har gletscherne under deres bevægelse bort fra de centrale højtliggende Alpeområder eroderet sig dybt ned i underlaget, skabt nye dale og uddybet allerede eksisterende. Det er i en af disse, at vi finder Gardasøen. Søen, der er ca. 50 km lang, er mod øst og vest udformet i kraftigt foldede Jura-, Kridt- og Tertiærbjergarter. Det højeste punkt i området er Cima Valdrutta i Mt. Baldo bjergkæden på søns østside, 2218 m. Den glacial erosion har været kraftigst i søns nordlige smalle del, hvor der findes dybder på op til 350 m. Dybden aftager mod syd, samtidig med at søen bliver bredere.

Würm	Weichsel
Interglacial	Eem
Riss	Saale
Interglacial	Holstein
Mindel	Elster
Interglacial	Cromer
Günz	Menap

Figur 2. Inddeling i istider og mellemistider. Til venstre den ældre alpine inddeling, til højre den nyere nordeuropæiske.

Hele søns sydende omkranses af et imponerende randmorænelandskab, der har en bredde på op til 15 km (fig. 3). Landskabet har form som et amfiteater, hvor de yderste randmoræner har en højde på op til 250 m. Højden aftager gradvist ind mod søen. Ofte udgøres trinnenens flader af smeltevandsaflejringer, mens de stejle partier består af moræneler. Uden for randmorænelandskabet finder man store sletter bestående af smeltevandssedimenter, der er aflejret af vand, som er strømmet ud fra isen og igennem randmorænelandskabet (fig. 4).

Selv om området hovedsagelig er præget i den sidste istid, findes spredte aflejringer af langt højere alder. I et område vest for søen (fig. 3) findes rester af et ældre randmorænelandskab, hvis udbredelse ikke er helt kendt, men som må formodes at danne fundamentet for de yngste aflejringer. Langs østbredden af den dybt nedskårne Chiese flod kan man i enkelte profiler se morænemateriale, som er aflejret i den første istid (fig. 5).

På grund af områdets placering syd for Alperne har klimaet i mellemistiderne været noget varmere end det f.eks. var i Danmark. Det milde klima medførte, især i den første mellemistid, en meget kraftig kemisk forvitring. Flere steder er aflejringerne helt rødfarvede af iltet jern (fig. 6). Disse har fået navnet

"nogle hundrede" kubikmeter I SEKUNDET. Efter 5-6 timers udbrud sprang lavafontænerne ikke mere så højt, og da vi 12. juli vendte tilbage, var udbruddets styrke tilsyneladende kun 15 % af det maksimale. Den nydannede lava dækkede, da udbruddet ophørte 19. juli, et område på ca. 7 km², og den havde et rumfang på mellem een og to tiendedele KUBIKKILOMETER. Sammenlignet med det berømte Laki-udbrud i 1783 på Sydisland, var "vores udbrud" dog kun en dværg. Laki-udbruddet producerede ca. 100 gange så megen lava.

De første timer under udbruddet bredte lavaen sig hurtigt ud over terrænet. Først fyldtes lavningerne, siden næsten hele landskabet. I udbruddets tidlige fase løb megen lava også ned i åbne, ikkeaktive spalter. Det var især på dette tidspunkt, det var farligt at opholde sig i området. Dels dannedes der hele tiden nye spalter, og dels flød lavaen så hurtigt, at det ville være vanskeligt at undslippe, selv om man var rask på benene. Senere, da lavastrømmen havde bredt sig et godt stykke bort fra udbrudspalten, bevægede lavafronten sig langsommere på grund af den tiltagende afkøling, og vi kunne komme tæt på den, fig. 4 og 5.

De første mere detaljerede opmålinger af udbruddet tyder på, at udbruddets styrke i virkeligheden forblev ret konstant selv om lavafontænerne springhøjde aftog med tiden. Det skyldes sikkert, at den lava, som trængte frem efter den første voldsomme fontæne-aktivitet, bredte sig ud UNDER den nydannede lavastrøms størkede overflade, så denne løftedes i vejret, og lavadækket gradvist voksede i tykkelse.

Under denne fase i udbruddet begyndte dannelsen af LAVAFLODER, fig. 7. Tyndtflydende glødende lava strømmede som rivende elvløb ud over det nydannede lavadække, og hvor underlaget var ujævnt dannede lavastrømmen "vandfald", såkaldte LAVAFALD. Lavafloderne udspang, hvor opstigende frisk og varm lava brød igennem lavadækket, som på grund af afkølingen bevægede sig for trængt til at kunne optage den lava, de aktive spalter producerede.

Krafla vulkansystemet har i nyere tid kun været aktivt siden december 1975, hvor det første af de nu i alt 5 nyere udbrud indtraf. 10. juli-udbruddet 1980 blev det hidtil største af disse, og det første der varede mere end nogle få timer. Man skal helt tilbage til årene 1724-1729 for at finde beretninger om ældre udbrud - da i systemets sydlige del. Disse 1700-tals udbrud, der i de historiske beretninger omtales som "Myvatn fyrværkeriet" havde mange ligheder med 1975-1980 udbruddene. Der berettes således om, at der med jævne mellemrum indtraf jordrustelser og mindre vulkanudbrud, og at der opstod nye termalfelter. 1700-tals udbruddene sluttede med et udbrud, der varede to år.

Udbruddet 10. juli 1980 var det hidtil længste af de nyere udbrud i Krafla sprækkezonen. En række geologiske forhold tyder på, at Krafla systemet nu er ved at være lavamættet, og hvis tilstrømningen af lava fra dybet fortsætter, må man regne med, at der inden for et års tid vil indtræffe flere og mere langvarige udbrud. Nøjagtigt hvornår de vil komme, er dog svært at spå om !



Figur 6. Ca. 10 m høje lavafontæner i lille sidespalte 2 timer efter udbruddets start. Der ses begyndende afsætning af udslynget lava langs spaltens kant. Den glødende lava er ca. 1100° varm.



Figur 7. Nærbillede af lavaflod (ca. 5 m bred) i lavadækket natten mellem 10. og 11. juli. Den glødende lavaflod lyser op mod den omgivende delvist størknede, sorte lava.

Istid ved Gardasøen

af Poul Erik Nielsen

Området omkring Gardasøen i Norditalien er af mange skandinaviske turister kendt og elsket for sit milde klima og frodige plantevækst, hvor cypresser, palmer og blomstrende vækster leder tanken hen på langt fjernere himmelstrøg (fig. 1).

Mere ukendt er måske, at søen og dens omgivelser frembyder et af de mest storslåede eksempler på aflejringer og landskabsformer dannet af en istids-gletscher.



Figur 1. Udsigt over bugten ved Saló set fra bjergvejen sydøst for byen.

Det var først og fremmest ved hjælp af undersøgelser i Alpeegnene, at man inddelte Kvartærperioden i fire istider og tre mellemistider (fig. 2). En stor del af æren for dette må tillægges den østrigske geolog Albrecht Penck (1858-1945), som har navngivet de forskellige nedisninger efter bifloder til Donau. Da det senere har vist sig vanskeligt, at sammenstille de alpine nedisninger med de nordeuropæiske, er man i Nordeuropa nu gået over til en anden inddeling (fig. 2).