

# 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.

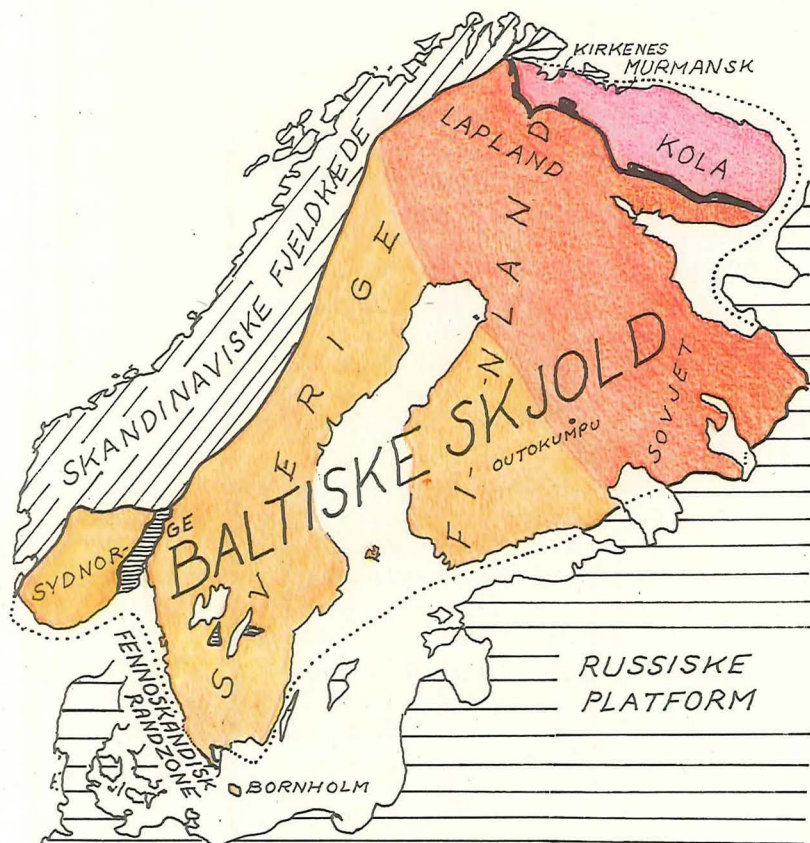
Det meste af den første basaltiske jordskorpe må have været vanddækket, men vanddybden var mindre end i de nutidige oceaner, og i modsætning til skorpen under de nutidige unge oceaner, der er opstået ved at ny oceanbund er spredt ud fra midt-oceaniske rygge, var ur-oceanernes skorpe ikke gennemsat af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

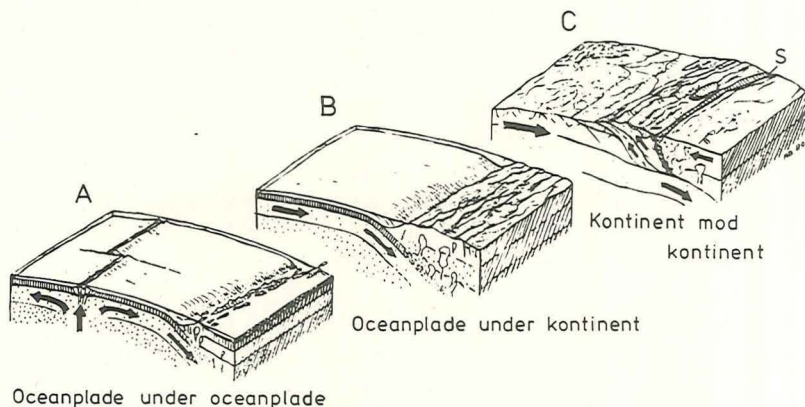
Inden for det Baltiske skjold er grundfjeldsbjergarterne enten blottede eller ligger ret nær overfladen, ofte kun skjult af istidsaflejringer. Betegnelsen ”skjold” sigter til, at grundfjeldsoverfladen danner en svagt hvælvet storform. Ser vi nærmere på skjoldets overflade, vil vi dog opdage, at der er 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 Kale-doniske 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.

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 pålejrede sedimenter 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, sedimenter aflejredes, vulkaner dannedes, smeltmasser trængte op fra dybet, og som i nyere geologisk tid, indtraf med mellemrum store bjergkædefoldninger.

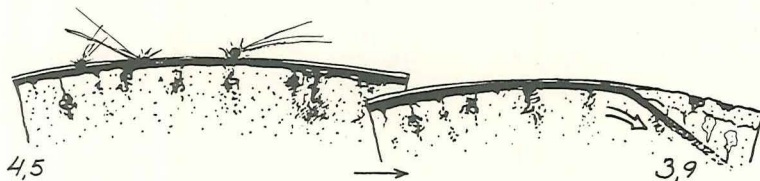
Det, at de nutidige geologiske processer også var virksomme i Jordens ældre tider, betegnes ofte det aktualistiske princip.

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!

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 !

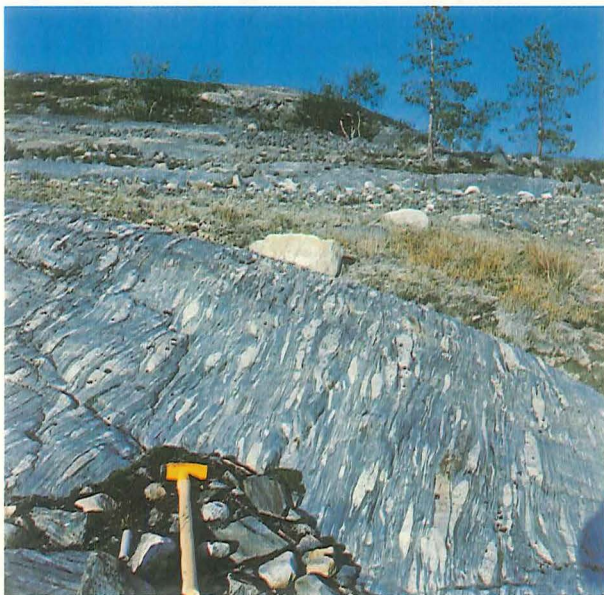
Det er også klart, at vi, når vi forsøger at udrede det Baltiske skjolds tilblivelse ved hjælp af den moderne pladetektoniske teori, ikke bør starte ensidigt med at studere de ældste enheder i skjoldet. Vi bør tværtom begynde med at undersøge de yngste Prækambriske dannelser og strukturer, før vi tager 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 meget 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 kontinent skorpe-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.



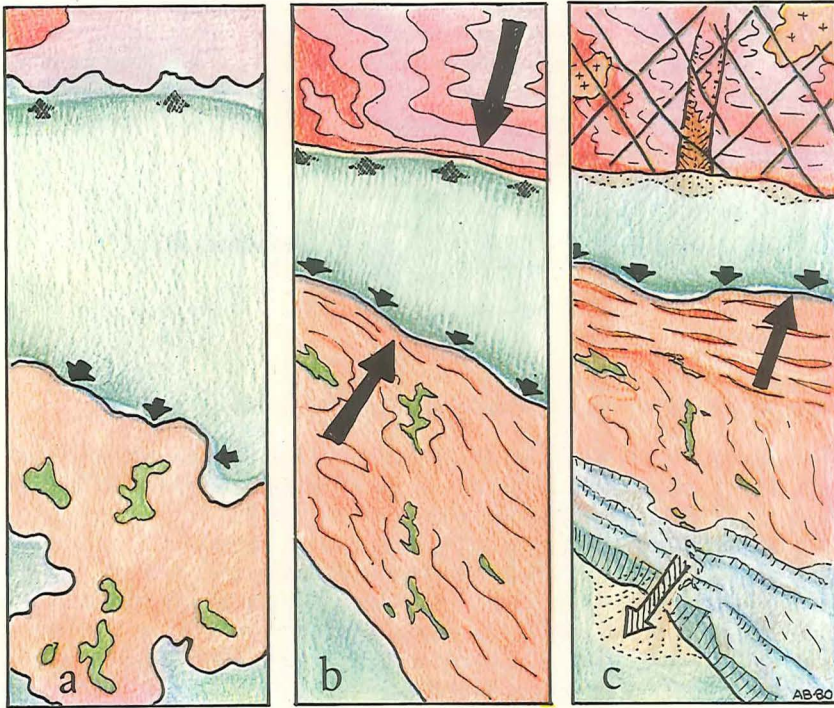
*Figur 4. Deformeret konglomerat med rullesten fra det ældste Murmansk-kontinent. Konglomeratet indgår i den jernmalm-førende lagserie ved Bjørnevatn, syd for Kirkenes, Norge. Foto: forfatteren.*

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. Sammensknubning medførte pladsmangel og derfor foldedes og omdannedes de jernmalmførende sediment 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 gennemsattes 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

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

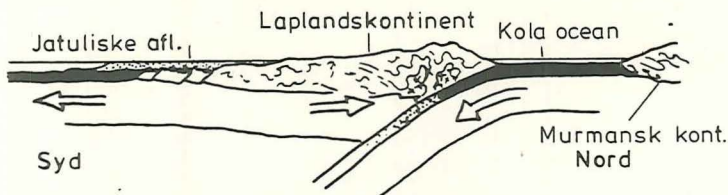


Figur 5. Diagram visende udviklingen i den ældste del af det Baltiske Skjold. Murmansk-kontinentet i nord (øverst) adskilles af Kola-oceanet fra Laplandskontinentet (nederst). a: Situationen for ca. 2,7 milliard år siden, hvor Murmansk-kontinentet er delvis havdækket, og hvor Laplandskontinentet er under 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 sydrend 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 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.