

Lagserie. Den geologiske lagserie. Q.J.G.S.-tidsaksen

Af: Finn Boelsmand, lektor i fysik og kemi

Den geologiske lagserie.

Ligheder og forskelle:

- "Lighed betyder ikke nødvendigvis slægtskab".
- "Forskelse betyder ikke nødvendigvis manglende slægtskab".

Som forklaret i artiklen: "Når årsagsforklaringer er vanskelige at finde eller teste", Om hypoteser, kan ligheder og forskelle mislede med hensyn til fælles eller manglende historie. Man kan ikke alene ud fra kemiske og palæontologiske ligheder/forskelle afgøre lags rækkefølge. Så må der fysiske og geologiske ligheder/forskelle til. Hvad gør man hvis de 4 fag peger i forskellige retninger?

- "Ingen fortidsteori er 100% sand. Data peger altid i forskellige retninger".

1) Er "lagene" præcist afgrænset *kemisk* set? (Se Beskrivelsen af Kridt i tabel 1) Kommentér.

Ifølge videnskabsfilosoffen Karl R. Popper (1902-1994) er de bedste naturvidenskabelige teorier kendte tegnet ved "dristige gæt der kan sætte dele af teorien på spil – og om nødvendigt, delvist modsige den".

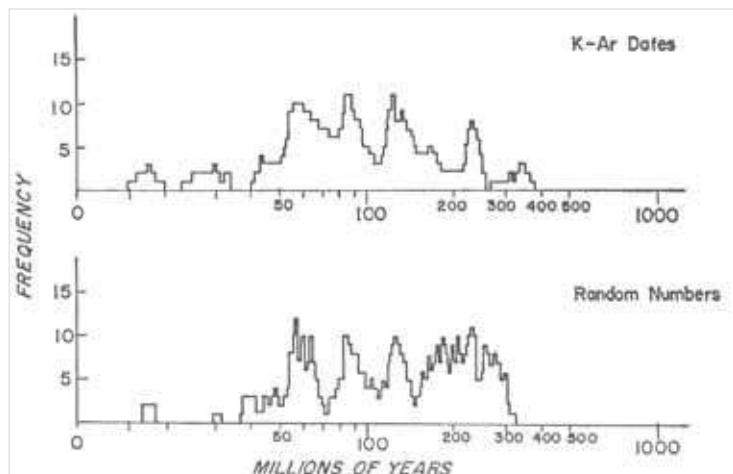
2) Kan man ud fra "lag"-teorien komme med dristige *kemiske* gæt, som kan sætte dele af teorien på spil – og om nødvendigt, delvist modsige den?

3) Kan den samme bjergart tilhøre 2-3 af lagseriens "lag"? Kommentér.

4) Betragt skemasøjlen "Længde" i tabel 2. Er der system i tallene? Kommentér.

5) Er perioderne præcist afgrænset med *fysiske* metoder (radio-metrisk datering er en fysikmetode)? Kommentér.

6) Kan man ud fra "periode"-teorien komme med dristige *fysiske* gæt, som kan sætte en del af teorien på spil – og om nødvendigt, delvist modsige den?



Figur 1. Sammenligning af histogrammer for K-Ar dateringer med tilfældige tal.²

7) Hvad mener du om Figur 1? Kommentér.

Litteratur

¹D.York og R.M.Farquhar: *The Earth's Age and Geochronology*. Pergamon Press (1972).

² ¹ side 123.

³ ¹ side 111.

⁴ <http://da.wikipedia.org/wiki/Ordovicium>

Den hypotetisk-deduktive metode.

1. ”sæt (en del af) teorien (=hypotesen) på spil”
2. ”afled (=deducér) konsekvenser /forudsigelser fra teorien”
3. ”tjek med ”nye” data”
4. ”lad data falde tilbage på teorien”
5. ”vær åben overfor at der kommer en (delvis) modsigelse”

Uniformitetsprincippet/uniformitetslære. Kataklysmeteorি.

”Naturens processer er altid foregået på samme måde og med samme fart som i nutiden – og derudfra kan man beregne alle geologiske forandringer.” (Uniformitetsprincippet/uniformitetslære).

Kataklysmeteorি, (gr. *kataklýsme* + *teori*), inden for geologi den opfattelse, at der mellem de geologiske perioder har været vældige naturkatastrofer; som forklaring på hvorfor dyre- og plantelivet ikke gennem hele Jordens historie har været det samme.

Q.J.G.S.-tidsaksen**Tabel 1.** Lagserien. Den geologiske lagserie.

Lag	Beskrivelse
Kvartær	quartarius (lat.) = fjerde Det ”4.” fossilbærende lag.
Tertiær	tertiarius (lat.) = tredje Det ”3.” fossilbærende lag.
Kridt	Kridt – aflejringer af mikroskopiske kokkolitter (kalk fra gul-alger). Kokkolitter findes kun i øvre kridttag og i nedre tertiarlag. Møns Klint. Stevns Klint. Det gigantiske Chicxulub-meteorne nedslag (Yucatán-halvøen, Mexico). Fiskelerlag med forhøjet Iridium.
Jura	Jurabjergene (Frankrig, Schweiz) Blev navngivet jura i 1799 af Alexander von Humboldt.
Trias	trias (gr.) = tretal, enhed bestående af 3 dele. Fra starten 3 lag i Mellemeuropa: 1.Buntsandstein. 2.Muschelkalk. 3.Keuper-ler. Blev navngivet trias i 1834 af Friedrich von Alberti. I Danmark kun på Bornholm i dybe boringer.
Perm	Zechstein = inddampet kalk (CaCO_3), gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), anhydrit (CaSO_4), store mængder stensalt (NaCl), få tilfælde af kalisalte (KCl). $\rho_{\text{NaCl}} = 2,2 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{sedimentære bjergarter}} = 2,3-2,6 \text{ g/cm}^3$. Saltet prøver at bryde igennem de overliggende sedimenter: saltpuder, diapirer, salthørste. Der dannes derved oliefælder, der gør olieindvinding rentabel, da olien koncentrerer i mindre områder. Masseeuddøen: 95% af arterne.
Karbon (Kul)	carbo (lat.) = kul Første erkendte ”lag”. Fra starten af 1800-tallet 4 lag i England: 1.The Coal Measures. 2. The Millstone Grit. 3. The Mountain Limestone. 4. The Old Red Sandstone. Blev navngivet carbon i 1822 af W.D.Conybeare og W.Philips som betegnelse for lag der ofte forekommer sammen og hvor mange indeholder kul. Senere blev Old Red Sandstone pillet ud p.g.a. afvigende fossilindhold. I U.S.A. betegnes karbon også Mississippian og Pennsylvanian. Der er ikke fuld overensstemmelse mellem de europæiske og amerikanske opdelinger. Stor interesse p.g.a. store kulaflétringer i NV Europa og Ø Nordamerika . Senere (>1950) interesse p.g.a. olie og gas.
Devon	grevskabet Devon (Sydengland)
Silur	silures = fra det romerske navn på en stamme i Wales
Ordovicium	ordovicium (lat.) = romersk navn for en stamme i Wales
Kambrium	kambrium (lat.) = romersk navn for Wales
Prækambrium	

Fra: Q.J.G.S. (1964). Q.J.G.S. = Quarterly Journal of the Geological Society. Gennemgået i¹.

Periode	Fra mio. år	Til mio. år	Længde mio. år	Radiometriske dateringer
				<p><i>Generelt: Grænserne er konstrueret ud fra ca. 380 radiometriske datering hvor 85% var K-Ar dateringer, 8% Rb-Sr datering og 4% U-Pb dateringer. Det er indlysende at der ønskes mange flere Rb-Sr og U-Pb dateringer. Over 85% af K-Ar dateringer gav aldre under 300 mio. år og kun 20% af alle dateringerne var over 300 mio. år. Det er ikke overraskende at de ældre perioder Kambrium, Ordovicium og Silur er de dårligst afgrænsede.³</i></p> <p>Bofinger and Compston (1967): Opsummerende kan det siges at den numeriske tidsskala forbliver forbavsende upræcis. Afgørende punkter er få og der er langt imellem. De to nødvendige krav, præcis stratigrafisk klassifikation og pålidelig radiometrisk datering, giver indtryk af nærmest at udelukke hinanden, næsten som en geologisk usikkerhedsprincip. Det er åbenlyst at mange flere dateringer af velplacerede vulkanske bjergarter er nødvendige og at Rb-Sr helklippedateringer af sedimenter såsom skifer, vil vise sig meget vigtige.</p>
Kvartær	2??	0	2	I 2009 blev grænsen flyttet fra 1,8 til 2,6.
Tertiær	65	2	63	<p>Som et resultat af en afstemning i <i>International Commission on Stratigraphy</i> (ICS) under <i>International Union of Geological Sciences</i> (IUGS) er alderen/ etagen Gelasien flyttet fra Tertiær til Kvartær.</p> <p>Stipp et al. (1967): ca. 2,5 mio. år (en kombination af geologiske, K-Ar og palæomagnetiske metoder)</p> <p>Flint (1965): Grænsen er obskur fordi der anvendes to definitioner – en baseret på biologisk ændring og en baseret på klimaændring.</p>
Kridt (Cretaceous)	136?	65	71	<p>Casey (1964): Den eneste pålidelige datering fra (nedre) Kridt er fra intrusiver (U.S.S.R.). Det er svært at afgøre dens værdi, da det er fra intrusiver.</p> <p>Grænsen sættes til 136 mio. år.</p> <p>Funnell (1964): ca. 65 mio. år (datering af vulkanske bjergarter, Canada og U.S.A.)</p>
Jura	195	136	59	Entydige dateringer af (øvre) Jura er sjeldne. De er næsten alle fra glauconit, som anses for upålidelige aldersindikatorer.
Trias	225?	195	30	<p>Smith (1964): 225 mio. år (dateringer på bjergarter fra New England, Australia. Bjergarter havde noget upræcise grænser.)</p> <p>Webb og McDougall (1967): 240 mio. år (K-Ar datering af biotit, tuf, ?) 218 mio. år (K-Ar og Rb-Sr helklippe datering af granit, Maryborough Basin, SØ Queensland)</p> <p>Webb og McDougall foreslår at grænsen flyttes fra 225 mio. år til 235 ± 5 mio. år.</p> <p>Erickson and Kulp (1961): ca. 193 mio. år (K-Ar datering af Palisade sill, New Jersey, U.S.A.)</p> <p>White et al. (1967): 200 \pm 5 mio. år (K-Ar datering, Guichon Creek batholith)</p>
Perm	280	225	55	
Karbon	345??	280	65	

Devon	395?	345	50	<p>Faul and Thomas (1959): 340 mio. år (K-Ar datering af biotit, Chattanooga-skifer, Tennessee) Adams et al. (1958): 385 ± 40 mio. år (Rb-Sr datering, Chattanooga-skifer, Tennessee) Cobb and Kulp (1960): 350 mio. år (U-Pb datering, Chattaanooga-skifer, Tennessee. Store korrektion for baggrundsby, hvorfor U235-Pb207-dateringen blev droppet.) 450 ± 70 mio. år (U-Pb datering, Chattaanooga-skifer, Tennessee. Én af prøverne.) Konklusion: Det ser ud til at denne skifer kun giver grænsen: >350 mio. år. Evernden and Richards (1962): 350 mio. år (K-Ar datering af biotit, Snob's Creek Rhyodacite (vulkansk), Victoria, Australien) McDougall et al. (1962): 366 mio. år (K-Ar datering af biotit, Snob's Creek Rhyodacite, Victoria, Australien) 367 ± 22 mio. år (Rb-Sr helkilde datering, Snob's Creek Rhyodacite, Victoria, Australien) 357 ± 10 mio. år (Rb-Sr datering af feldspat, Snob's Creek Rhyodacite, Victoria, Australien) McDougall et al. ønskede derfor at flytte grænsen fra 345 ± 10 mio. år til $>362 \pm 6$ mio. år. Hvis grænserne er 395 mio. år og 360-390 mio. år (revideret), bliver der kun 5-35 mio. år tilbage til længden af Devon-perioden. Siden cirka 50 mio. år efter gængse betragtninger betragtes som en nødvendig længde af perioden, må grænsen behøve at flyttes fra 395 mio. år til 410-430 mio. år (revideret). Friend og House: 420-425 mio. år (Rb-Sr datering af Shap and Creetown granit). Hvis Devon-grænsen flyttes må Silur og Ordovicium-grænserne naturligvis også flyttes. Som vi ser er der ikke meget til hinder for det.</p>
Silur	440???	395	45	<p>Silur var den periode der havde den dårligste radiometriske dækning. Strachan (1964): 8 dateringer på mineraler fra sedimentære lag, hvoraf 7 af dem var illiter, som åbenlyst var unormalt unge og den sidste var glauconit, som er en højst upålidelig aldersindikator. Med ret svage argumenter blev Silur sat til cirka 440 mio. år og 390 mio. år.</p>
Ordovicium	500?	440	60	<p>Perioden er et kompromis efter et skænderi mellem to engelske <i>naturfilosoffer</i> (det hed ikke geologer dengang), Adam Sedgwick (1785-1873) og Sir Roderick Murchison (1792-1871). Kort fortalt samarbejdede de to herrer om i 1831 at kortlægge et område af Wales' geologi.⁴ De eneste pålidelige data var fra betonitter fra Kinnekulle (Sverige), Tennessee og Alabama. 445 mio. år Der var ingen tilfredsstillende måde at bestemme grænserne på. De blev arbitraert sat til omkring 430-440 mio. år og 500 mio. år. Harris et al. (1965): 445 mio. år, 475 mio. år (K-Ar datering af hhv. biotit, Bail Hill mica andesit og Colmonell gabbro, Skotsk Ordovicium).</p>
Kambrium	570?	500	70	<p>Cowie (1964): "Kun 15 af dateringerne fortjener større opmærksomhed og ingen af dem er helt tilfredsstillende." Bl.a.: 495 mio. år, 515 mio. år, 540 mio. år, 570 mio. år. McCartney et al. (1966): 574 ± 11 mio. år (Rb-Sr helkilde datering, Holyrood granit (SØ Newfoundland)</p>
Prækambrium		570		

Tabel 2. Q.J.G.S.-tidsaksen.

Hypighed af grundstoffer i Jordskorpen

1																				8			
¹ H Hydrogen "Vand" 1.00794 1.00794																			² He Helium 4.002602				
³ Li Lithium 6.941 20	⁴ Be Beryllium 9.012182 2.8																	⁵ B Bor 10.811 10	⁶ C Carbon "Kalkstoff" 12.0107 200	⁷ N Nitrogen "Kælastof" 14.00674 20	⁸ O Oxygen "Vand"16.00000 44.00000	⁹ F Fluor 18.00000 42.00000	¹⁰ Ne Neon 20.1797 32.00000
¹¹ Na Natrium 22.98977 22.98977	¹² Mg Magnesium 24.3060 24.3060	¹³ Al Aluminium 26.98154 26.98154	¹⁴ Si Silicium 28.08552 28.08552	¹⁵ P Fosfor 30.97370 30.97370	¹⁶ S Sulfur 32.066 200	¹⁷ Cl Chlor 35.453 130	¹⁸ Ar Argon 39.948 3.5																
¹⁹ K Kalium 39.0983 20.000	²⁰ Ca Calcium 40.070 41.000	²¹ Sc Scan-dium 44.955910 22	²² Ti Titani 47.907 52.00	²³ V Vanadi 50.9415 135	²⁴ Cr Chrom 51.9961 100	²⁵ Mn Mangani 54.9408 95.0	²⁶ Fe Ferri 55.846 54.0	²⁷ Co Cobolt 58.933200 58.8934	²⁸ Ni Nikkel 58.969 28	²⁹ Cu Kobber 63.546 75	³⁰ Zn Zink 65.409 55	³¹ Ga Gallium 69.723 70	³² Ge Germanium 72.64 15	³³ As Arsen 72.92160 15.4	³⁴ Se Selen 78.96 200	³⁵ Br Brom 79.904 83.798	³⁶ Kr Krypton 83.798 83.798						
³⁷ Rb Rubidi- um 85.4678 90	³⁸ Sr Stron- tium 87.62 37.5	³⁹ Y Yttrium 88.90585 33	⁴⁰ Zr Zirkon 91.224 165	⁴¹ Nb Niobium 92.00638 20	⁴² Mo Molyb- dæn 95.9961 198	⁴³ Tc Technet- ium (98) 20	⁴⁴ Ru Ruthé- nium 101.07 100	⁴⁵ Rh Rhodium 102.90550 106.42	⁴⁶ Pd Palla- dium 107.8682 106.42	⁴⁷ Ag Sølv 112.411 107.8682	⁴⁸ Cd Cad- mium 114.818 114.811	⁴⁹ In Indium 118.710 118.710	⁵⁰ Sn Tin 121.760 120.59	⁵¹ Sb Antimon 127.60 207.2	⁵² Te Tellur 127.60 208.98038 12.5	⁵³ I Iod 131.293 209)	⁵⁴ Xe Xenon (210) (222)						
⁵⁵ Cs Cæsium 132.90545 137.327 428	⁵⁶ Ba Barium 138.0055 30	⁵⁷ La Lan- than 138.0055 30	⁵⁸ - ⁷¹ Hf Hafnium 178.49 180.9479	⁷² Ta Tantal 183.84 186.207	⁷³ W Wolfram 190.23 190.23	⁷⁴ Re Rhenium 192.217 192.217	⁷⁵ Os Osmium 195.078 195.078	⁷⁶ Ir Iridium 196.96655 200.59	⁷⁷ Pt Platin 204.3833 204.3833	⁷⁸ Au Guld 209.655 209.655	⁷⁹ Hg Aurum 216.93032 216.7259	⁸⁰ Tl Kvikselv 217.259 217.259	⁸¹ Tl Tallium 218.93421 217.259	⁸² Pb Bly 220.259 208.98038	⁸³ Bi Bismuth 221.000 209)	⁸⁴ Po Poloni- um (210) (222)	⁸⁵ At Astat (210) (222)	⁸⁶ Rn Radon (222)					
⁸⁷ Rf Fran- cium (223)	⁸⁸ Ra Radium (226)	⁸⁹ Ac Acti- num (227)	⁹⁰ - ¹⁰³ Rf Ruther- fordium (261)	¹⁰⁴ Rf Dub- rium (262)	¹⁰⁵ Db Seabor- gium (266)	¹⁰⁶ Sg Bohrium (264)	¹⁰⁷ Bh Hassium (277)	¹⁰⁸ Hs Hassium (277)	¹⁰⁹ Mt Meit- nerium (268)	¹¹⁰ Ds Darm- stadium (281)	¹¹¹ Rg Roent- genium (281)	¹¹² Uub Unun- bium (272)	¹¹³ Uut Unun- trium (285)	¹¹⁴ Uug Unun- quadium (284)	¹¹⁵ Uup Unun- pentium (269)	¹¹⁶ Uuh Unun- hexium (288)							
Lanthanider:		⁵⁸ - ⁷¹ Ce Cerium 140.116 60	⁵⁹ Pr Prase- odym 140.90765 8.2	⁶⁰ Nd Neodym 144.24 28	⁶¹ Pm Promethium (145)	⁶² Sm Sama- rium 150.36 6.0	⁶³ Eu Euro- pium 151.964 5.4	⁶⁴ Gd Gado- linium 157.25 6.0	⁶⁵ Tb Terbium 158.92534 5.4	⁶⁶ Dy Dyspro- sium 162.500 3.0	⁶⁷ Ho Hal- mium 164.93032 2.8	⁶⁸ Er Erbium 167.259 2.8	⁶⁹ Tm Thulium 168.93421 2.8	⁷⁰ Yb Ytter- bium 173.04 2.8	⁷¹ Lu Lute- rium 174.967 2.8								
Actinider:		⁹⁰ - ¹⁰³ Th Thorium 232.0381 9.8	⁹¹ Pa Protac- tinium 231.03588 2.7	⁹² U Uran 238.02891 2.7	⁹³ Np Neptu- nium (237)	⁹⁴ Pu Pluto- nium (244)	⁹⁵ Am Americ- um (243)	⁹⁶ Cm Curium (247)	⁹⁷ Bk Berke- lium (247)	⁹⁸ Cf Califor- niumpium (251)	⁹⁹ Es Einstei- niumpium (252)	¹⁰⁰ Fm Fermium (257)	¹⁰¹ Md Mende- levium (258)	¹⁰² Nb Nobe- lium (259)	¹⁰³ Lr Lawren- ciumpium (262)								

Tabel 3. Hypighed af grundstoffer i jordskorpen.

Farvekode	Hypighed i Jordskorpen (milliontedele, mg/kg)
	464000-1400
	1050-130
	100-25
	22-6
	5,4-2,7

atomnummer	Symbol
8	Oxygen "ilt" 15.9994
16	Molarmasse (g/mol)
464000	Hypighed i Jordskorpen (milliontedele, mg/kg)

Bemærk hypigheden af U, Th, Pb, Rb, Sr og de øvrige grundstoffer i jordskorpen. Mønsteret er kompliceret og der er noget at arbejde videre med.