

Wprowadzenie



Rosnące zainteresowanie naukami o Ziemi można odczytać zarówno z obleganych stoisk giełd skamieniałości i minerałów, jak i coraz częściej spotykanych w plenerze turystów-geologów zaopatrzonych w młotki do rozbijania skał, i wreszcie z wydłużających się z roku na rok kolejek do komisji rekrutacyjnych na wydziałach geologicznych wyższych uczelni. Podręcznik *Historia Ziemi* jest adresowany nie tylko do profesjonalistów i studentów. Może być nieocenioną pomocą dla wszystkich, którzy pragną zgłębić tajemnicę zarejestrowanych w skałach procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych, które modelując w ciągu wielu milionów lat oblicze Ziemi, ukształtowały nas i nasze przyrodnicze środowisko. W

Polsce można znaleźć wiele miejsc dających możliwość prześledzenia fragmentów dawnej historii. Zapraszamy do odwiedzenia na stronach WWW kilkunastu spośród nich. Przedstawione dane mogą być nie tylko przewodnikiem po odsłonięciach, ale także uzupełniającym podręcznik *Historia Ziemi* materiałem dydaktycznym dla nauczycieli i studentów. Służyć temu mogą również zamieszczone po opisach odsłonień pytania kontrolne oraz spisy cytowanej i uzupełniającej literatury. W celu uniknięcia nadmiernych powtórzeń, dane bibliograficzne kilku podstawowych pozycji ułatwiających zrozumienie terminologii geologicznej, zamieszczono na końcu wstępu. Stosowane w opracowaniu terminy stratygraficzne można znaleźć w szczegółowej tabeli stratygraficznej zamieszczonej na ostatniej stronie WWW.

Tym z Państwa, których przedstawiona dalej prezentacja odsłonień zachęci do samodzielnych wycieczek terenowych, przypominamy o konieczności uzyskania zgody dyrektora na wstęp do czynnych kamieniołomów oraz o zachowaniu należytej ostrożności we wszystkich odsłonięciach. Pamiętajmy przede wszystkim o nie zbliżaniu się do stromych ścian ze względu na zagrożenie obrywami skalnymi.

Autor aneksu pragnie podziękować koleżankom i kolegom z Instytutu Geologii Podstawowej Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego za wszechstronną pomoc w realizacji tego opracowania.

Bogusław Waksmundzki, lipiec 2003 r.

Literatura

1. Machalski, M., Stolarski, J. 2000. *Paleofakty*. Wyd. 2. Wydawnictwo RTW, Warszawa.
2. Jaroszewski, W., Marks, L., Radomski, A. 1985. *Słownik geologii dynamicznej*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
3. Radwańska, U. 1999. *Przewodnik do ćwiczeń z paleontologii*. Wydawnictwo Naukowe INVIT, Warszawa.
4. Roniewicz, P. (red.). 1999. *Przewodnik do ćwiczeń z geologii dynamicznej*. Polska Agencja Ekologiczna SA, Warszawa.

O autorze aneksu

Bogusław Waksmundzki jest od 1983 roku pracownikiem Zakładu Geologii Historycznej i Regionalnej na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Tematyka aneksu internetowego do podręcznika *Historia Ziemi* jest bliska jego zainteresowaniom dydaktycznym, gdyż od wielu lat prowadzi zajęcia (w tym również terenowe) z *Historii Ziemi* i *Geologii ogólnej* dla studentów 3-go i 1-go roku studiów. Zainteresowania plastyczne autora ułatwiły wykonanie blokdigramów i rysunków skamieniałości, prezentowanych w niniejszym opracowaniu.

Krótko o książce

Historia Ziemi jest znanym i cenionym podręcznikiem akademickim z zakresu geologii historycznej. Autor opisuje w nim dzieje Ziemi, od jej powstania do czasów współczesnych, oraz rozwijającego się na niej życia. Ujęcie bazuje na uznaniu Ziemi za jednolity system fizyczno – chemiczny i biologiczny. Są w nim opisane m. in. procesy kształtujące w przeszłości powierzchnie Ziemi, metody ustalania wieku skał i ewolucja świata organicznego.

Przejrzystość treści, staranny układ, liczne, bardzo pouczające barwne ilustracje oraz nowatorstwo i aktualność książki sprawiają, że jest to świetny podręcznik akademicki i, co podkreślają recenzenci, przydatny do nauczania geologii na polskich uczelniach. Może być także cennym źródłem wiedzy dla studentów z innych kierunków przyrodniczych oraz nauczycieli i uczniów szkół średnich.

W niniejszym aneksie internetowym udostępniamy dodatkowe, niepublikowane materiały uzupełniające treść książki o przykłady z Polski.

O autorze książki



Steven M. Stanley jest profesorem Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Johns Hopkinsa w Baltimore, USA, i należy niewątpliwie do współtwórców współczesnej paleobiologii. Jest uznanym zarówno paleontologiem i ewolucjonistą, jak i znakomitym geologiem i biogeografem. Jego najnowsze projekty badawcze ustawiają go w szeregu geobiologów. O wysokiej pozycji profesora Stanleya świadczy fakt powierzenia mu przewodnictwa w przygotowaniu projektu strategii badawczej w dziedzinie paleobiologii dla Narodowej Fundacji Nauki [National Science Foundation] w Stanach Zjednoczonych decydującej o kierunkach finansowania i priorytetach badawczych Stanów Zjednoczonych na najbliższe lata. Ta nowa inicjatywa *Geobiologia Przełomowych Momentów w Historii Ziemi* [*Geobiology of Critical Intervals*] to interdyscyplinarny projekt łączący paleontologię, paleoceanografię, paleoklimatologię i paleogeografię oraz szereg dziedzin niezbędnych do jego realizacji.

Swoją przygodę z paleontologią i geologią Steven M. Stanley rozpoczyna bardzo wcześnie. W wieku 8 lat ma już za sobą pierwsze wyprawy geologiczne, kolekcjonując skały i minerały w okolicach domu rodzinnego, wzdłuż rzek i strumieni wpadających do jeziora Erie, jednego z Wielkich Jezior na granicy Stanów Zjednoczonych i Kanady. Kończąc liceum przygotowuje duży projekt badawczy, który zaowocował poważną rozprawą na temat historii geologicznej i genezy skał paleozoicznych budujących jedną z dolin rzecznych. Po szkole średniej rozpoczyna studia licencjackie na Uniwersytecie Princeton, które kończy w 1963 roku. Stopień doktora uzyskuje w 1968 roku na Uniwersytecie Yale. Opublikowana w 1970 rozprawa doktorska to klasyczna już monografia morfologii funkcjonalnej małżów [*Relation of shell form to life habit of the Bivalvia (Mollusca)*]. Tej grupie pozostaje zresztą wierny przez długie lata, publikując szereg artykułów naukowych na temat tempa i modeli przemian ewolucyjnych czytanych w jej zapisie paleontologicznym. Z biegiem czasu jego zainteresowania przesuwają się w stronę ewolucjonizmu i geobiologii i koncentrują się na ewolucji życia na Ziemi oraz historii ekosystemów w kontekście zmieniających się warunków środowiskowych. Ostatnie lata to interdyscyplinarne studia geobiologiczne, z listą ważkich osiągnięć. Niewątpliwie jednym z najważniejszych jest próba powiązania cykliczności zmian charakteru mineralogicznego węglanów ze zmianami stosunku magnezu do wapnia w wodzie morskiej, powodowanych zmieniającym się tempem spredingu, i prowadzących do cyklicznego następstwa mórz aragonitowych i mórz kalcytowych. Profesor Stanley zaproponował również nowe wyjaśnienie genezy ostatniej Epoki Lodowej, zainicjowanej zmianami głębokiej cyrkulacji oceanicznej na Atlantyku i odcięciem od "Atlantyckiego ciepła" Oceanu Arktycznego.

Polskiemu czytelnikowi, poza *Historią Ziemi*, Steven Stanley jest znany z *Podstaw Paleontologii* [*Principles of Paleontology*; PWN 1984], niewątpliwie jednego z najlepszych

akademickich wstępów do paleontologii, napisanego wspólnie z Dawidem Raupem, profesorem (obecnie emerytowanym) Uniwersytetu w Chicago. Był to pierwszy podręcznik paleontologii ukazujący narodziny paleontologii ilościowej, opartej na osiągnięciach biologii systematycznej i ekologii teoretycznej. Dobrze znana, aczkolwiek nie tłumaczona na język polski, jest jego książka *Macroevolution: pattern and process* (1979) [*Makroewolucja: modele i procesy*]. Chociaż książka koncentruje się wokół kontrowersji: punktualizm a gradualizm, tematu spopularyzowanego w latach siedemdziesiątych publikacjami Eldredge'a i Gould'a (1972, 1977), to stanowi jednocześnie świetnie napisaną, krytyczną i nowatorską dyskusję niemal wszystkich najistotniejszych zagadnień makroewolucyjnych, a nowe spojrzenie na takie tematy jak "żyjące skamieniałości", masowe wymierania, czy radiacje adaptatywne, pozwoliły na umieszczenie ich w generalnym modelu ewolucji. Inny "gorący temat" lat osiemdziesiątych porusza w swojej kolejnej książce, *Extinction* [*Wymieranie*] z 1987 roku, ukazującej efekty wielkich wymierań w historii Ziemi wraz z próbą znalezienia ich przyczyn. W 1995 roku publikuje *Children of the ice Age: how a global Catastrophe Allowed Humans to Evolve* [*Dzieci Epoki Lodowej: globalna katastrofa przyczyną ewolucji człowieka*], w której proponuje nowy scenariusz pojawienia się rodzaju *Homo*. Według Stanleya powstanie rodzaju *Homo* jest wynikiem łańcucha zdarzeń zainicjowanych utworzeniem się Przesmyku Panamskiego, powstanie którego spowodowało zmiany głębokiej cyrkulacji na obszarze Atlantyku, a to z kolei doprowadziło do rozpoczęcia się Epoki Lodowej na półkuli północnej. Związane z tym zmiany klimatyczne i zmniejszenia się pokrywy leśnej na kontynencie afrykańskim znacznie przyspieszyły procesy ewolucyjne zamieszkujących kontynent afrykański hominidów; z izolowanych populacji rodzaju *Australopithecus* powstaje, w wyniku przyspieszonych przemian ewolucyjnych (punktualistycznych), rodzaj *Homo*.

Trudno omówić w tym miejscu wszystkie intrygujące propozycje i interpretacje Stanleya, ale mam nadzieję, iż nawet te nieliczne, zasygnalizowane publikacje zachęcą do studiowania jego różnorodnych prac do czego gorąco namawiam. Wiele z nich w różnorodnej formie znajduje się również na kartach *Historii Ziemi*.

Ireneusz Walaszczyk
Warszawa, październik 2002

Literatura:

1. Eldredge, N. & Gould, S.J. 1972. *Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism*. In: Shopf, T.J.M. (ed.), *Models in Paleobiology*. San Francisco; Freeman, Cooper.
2. Gould, S.J. & Eldredge, N. 1977. *Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered*. *Paleobiology*, 3, 115-151.
3. Raup, D.M. & Stanley, S.M. 1978. *Principles of Paleontology* (drugie wydanie). W.H. Freeman and Company [*Podstawy Paleontologii* - tłumaczenie polskie J. Kaźmierczak i H. Osmólska 1984, PWN].
4. Steven M. Stanley 1970. *Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca)*. *Memoir of the Geological Society of America*, 125.
5. Steven M. Stanley 1979. *Macroevolution: pattern and process*. W.H. Creeman and Company [wydana powtórnie w 1998 roku przez The John Hopkins University Press].
6. Steven M. Stanley 1987. *Extinction*. Scientific American Books. New York.
7. Steven M. Stanley 1996. *Children of the Ice Age: How a Global Catastrophe allowed Humans to Evolve.*, Harmony Books.

Ziemia jako system

Spośród podróżujących autostradą lub wspinających się górskim szlakiem, tylko niewiele osób zdaje sobie sprawę, jak bogatą i różnorodną historię mają otaczające ich skały. Poza geologami, zapewne niewielu z nich próbowało rozpoznać kiedykolwiek w poszczególnych urwiskach skały utworzone na równiach pływowych, rozciągających się wokół minionych mórz,

czy też czytać ze skał zboczy górskich historię wymarłych lasów, pochłoniętych w ogniu erupcji wulkanicznych. Podobnie niewielu z nich próbowało znaleźć ślady łańcuchów górskich rozpościerających się kiedyś w miejscach zupełnie dzisiaj płaskich. Ten język natury znany jest natomiast geologom, mającym do swej dyspozycji zasób informacji zbieranych w ciągu dwóch stuleci istnienia współczesnej geologii. Celem tej książki jest prezentacja danych i zasad wnioskowania geologicznego na poziomie pozwalającym zrozumienie ogólnej historii naszej planety i życia na niej. Kolejne rozdziały opisują historię powstania świata fizycznego takiego, jakim jest dzisiaj i rodowód jego dzisiejszych mieszkańców. Odkrywają również sposób, w jaki geolodzy weszli w posiadanie tych wszystkich informacji. Studenci historii Ziemi odkryją niewątpliwie, iż perspektywa, którą zyskują dzięki tej wiedzy, zmieni ich pogląd na samych siebie oraz na otaczający ich świat.

Znajomość historii Ziemi ma również ogromne znaczenie praktyczne. Poprzez lokalizację porowatych ciał skalnych i poprawną interpretację ich położenia w stosunku do innych skał, geolodzy odkrywają zbiorniki ropy naftowej, złoża węgla i rud metali oraz innych złóż naturalnych znajdujących się we wnętrzu Ziemi.

Spis treści

Rozdział 1. Ziemia jako system;

wprowadza zagadnienie podejścia systemowego, kładąc nacisk na cykle skalny i hydrologiczny oraz na obieg materii w procesach tektoniki płyt.

Rozdział 2. Minerale skałotwórcze i skały;

prezentuje ważniejsze grupy skał i minerałów skałotwórczych oraz wyjaśnia ich wzajemne relacje w cyklu skalnym. Obejmuje również opis zależności pomiędzy właściwościami poszczególnych minerałów a ich strukturą chemiczną.

Rozdział 3. Różnorodność życia;

jest przeglądem królestw organicznych i wprowadzeniem do rekonstrukcji filogenetycznej.

Rozdział 4. Środowisko i życie;

jest obszerną dyskusją na temat wpływu różnych czynników środowiskowych na dystrybucję organizmów

Rozdział 5. Środowiska sedymentacyjne;

obszernie charakteryzuje środowiska sedymentacji lądowej i morskiej kładąc nacisk na przydatność skamieniałości dla rekonstrukcji facjalnych

Rozdział 6. Korelacja i datowanie zapisu skalnego;

przedstawia narodziny współczesnej stratygrafii i charakteryzuje formalne jednostki stratygraficzne oraz metody datowania skał.

Rozdział 7. Ewolucja i zapis paleontologiczny;

prezentuje narodziny współczesnych poglądów na mechanizmy ewolucji. Omawia również zagadnienie masowych wymierań.

Rozdział 8. Teoria tektoniki płyt;

przedstawia rozwój poglądów na ewolucję skorupy ziemskiej i w nowoczesny i zarazem przystępny sposób wyklada teorię tektoniki płyt.

Rozdział 9. Tektonika kontynentów a pasma górskie;

odwołując się do aktualistycznych przykładów tłumaczy mechanizmy powstawania orogénów na gruncie teorii tektoniki płyt

Rozdział 10. Główne cykle geochemiczne;

analizuje cykl tlenowy i węglowy, jednocześnie opisując czynniki kontrolujące poziom tlenu atmosferycznego i dwutlenku węgla.

Rozdział 11. Eon archaiczny prekambru;

omawia powstanie Ziemi na tle ewolucji Układu Słonecznego, narodziny kontynentów oraz powstanie życia.

Rozdział 12. Eon proterozoiczny;

charakteryzuje główne zdarzenia w końcowym okresie eonu proterozoicznego, łącznie z powstaniem superkontynentu, rozwojem ogromnego zlodowacenia, pojawieniem się tlenu w atmosferze i eksplozywnym różnicowaniem się organizmów wielokomórkowych.

Rozdział 13. Wczesny paleozoik

Rozdział 14. Środkowy paleozoik

Rozdział 15. Późny paleozoik

Rozdział 16. Wczesny mezozoik

Rozdział 17. Kreda

Rozdział 18. Paleogen

Rozdział 19. Neogen i plejstocen

Rozdział 20. Holocen

Rozdziały 13-20 stanowią zgodny z najnowszym stanem wiedzy obszerny przegląd najważniejszych wydarzeń ewolucyjnych, klimatycznych, diastroficznych oraz zmian w globalnej paleogeografii, z licznymi przykładami regionalnymi.

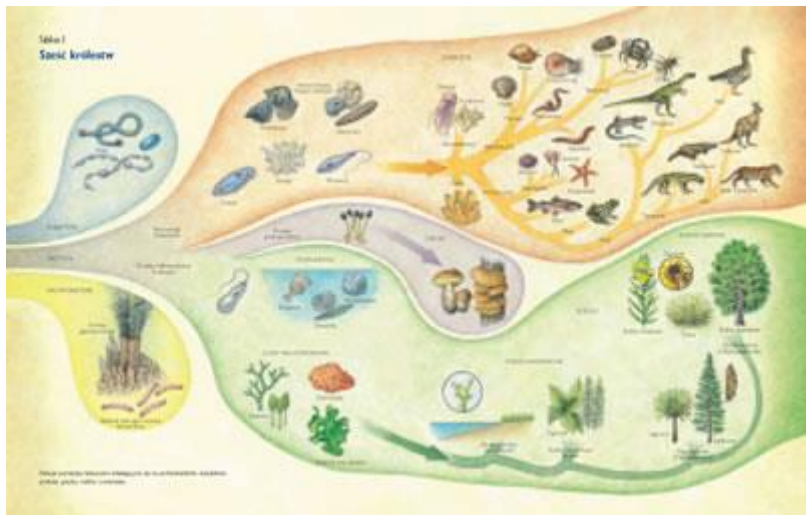
Układ książki

Nowa wizja, nowa książka

Wiele cech *Historii Ziemi* zaznacza jej nowatorskie podejście, na przykład występujące na początku każdego rozdziału *Tablice*.

Tablice

Poprzez zestaw kolorowych ilustracji, tablice pokazują główne zagadnienia i koncepcje rozdziałów: od drugiego do dwudziestego. Stanowiąc rozszerzoną wersję *Głównych zdarzeń* z poprzedniego wydania, *Tablice* te są zwięzłą prezentacją głównych zdarzeń w historii Ziemi i cykli geologicznych.



Do pracy z *Tablicami* powinny motywować *Pytania przeglądowe*, znajdujące się na końcu każdego rozdziału, a wśród nich pytania prowokujące do samodzielnej syntezy głównych zagadnień z poszczególnych rozdziałów. Każde z takich pytań zaznaczone jest sygnaturą **11**. Świat żywy przeszedł ogromne zmiany w proterozoiku. Korzystając z tablicy 12 oraz wiadomości zdobytych w tym rozdziale, opisz te zmiany i wyjaśnij związek niektórych z nich ze zmianami chemizmu oceanów.

Warto przeczytać 19

Największa powódź w historii Ziemi

Woda, w najdłuższym kontynentalnym cieku, jaki przepływa przez Amerykę, przynosi wodę, graniczącą z jeziorami, do Chicago. W ten sposób życie człowieka zaczyna się od wodnych zwierząt, które przetrwały dzięki wodnym zwierzętom, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie.

Woda, w najdłuższym kontynentalnym cieku, jaki przepływa przez Amerykę, przynosi wodę, graniczącą z jeziorami, do Chicago. W ten sposób życie człowieka zaczyna się od wodnych zwierząt, które przetrwały dzięki wodnym zwierzętom, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie.

Opisane systemy odpowiadają 1000 latom, ponieważ woda, która przepływa przez te systemy, jest czarna i niewidoczna.

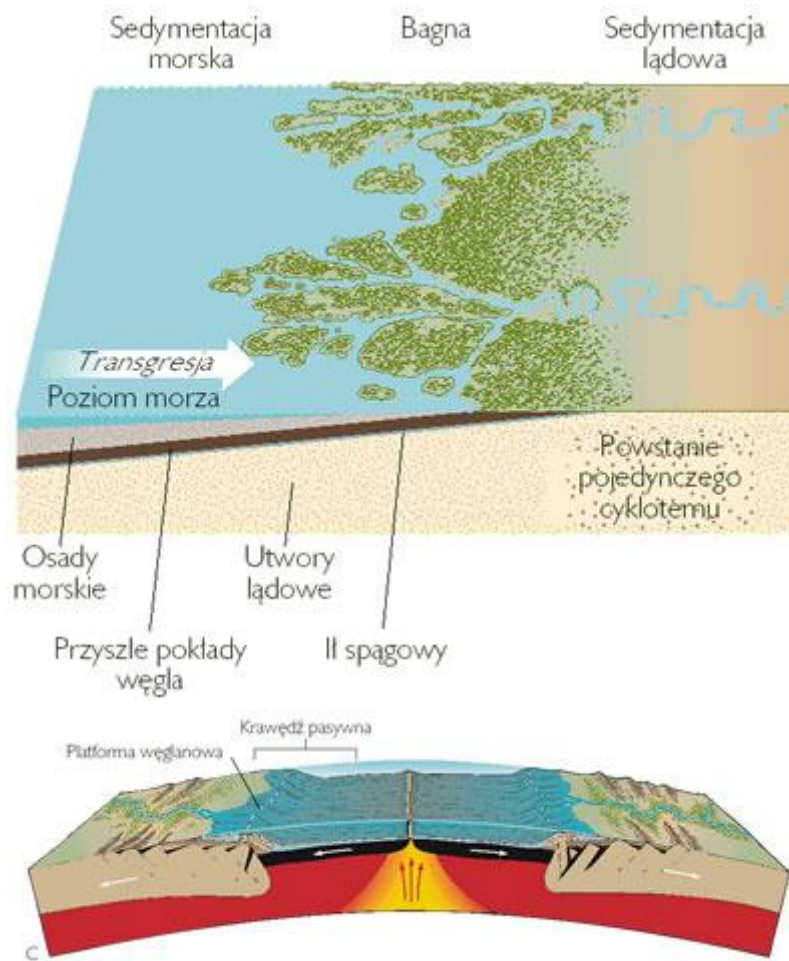
Woda, w najdłuższym kontynentalnym cieku, jaki przepływa przez Amerykę, przynosi wodę, graniczącą z jeziorami, do Chicago. W ten sposób życie człowieka zaczyna się od wodnych zwierząt, które przetrwały dzięki wodnym zwierzętom, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie, jak na przykład rybom, które żyją w wodzie.

Warto przeczytać

Rozdziały od 2 do 20 zawierają specjalne części *Warto przeczytać*, stanowiące pogłębione przykłady różnorodnych zagadnień z historii Ziemi, problemów środowiskowych, ewolucyjnych bądź dotyczących zasobów naturalnych. Obejmując tematykę od wymierania dinozaurów po wiercenia naftowe u wybrzeży stanu New Jersey, części te prezentują konkretne przykłady z historii Ziemi.

Ilustracje

Dużą zaletą niniejszego podręcznika jest komplet barwnych ilustracji. Wiele ilustracji czarno-białych z poprzedniego wydania zostało zastąpionych znacznie lepszymi fotografiami barwnymi. W celu lepszego zilustrowania wybranych procesów, cykli i zdarzeń z historii Ziemi, zamieszczono także wiele wykresów i diagramów. Bardzo często rysunki ilustrujące model zjawiska zestawiono z fotografiami, które są jego egzemplifikacją z realnie istniejącego obiektu.



Podsumowania rozdziałów, pytania przeglądowe oraz literatura uzupełniająca

Na końcu każdego rozdziału znajdują się materiały mające pomóc studentom w utrwaleniu głównych zagadnień poruszanych w każdym z nich. W *Podsumowaniu* powtórzono zasadnicze koncepcje i fakty, *Pytania przeglądowe* powinny pomóc w zrozumieniu i zapamiętaniu głównych idei, natomiast *Literatura uzupełniająca* jest ofertą dodatkowych źródeł dla studentów zainteresowanych rozszerzeniem swojej wiedzy o historii Ziemi.

Apendyks

Apendyks stanowi komplet tabel stratygraficznych z podziałem historii Ziemi do poziomu piętra.