

Niekompletna księga czasu

Według dotychczasowej wiedzy, nasza planeta istnieje około 4,6 miliarda lat. Jest rzeczą naturalną, że chcielibyśmy dowiedzieć się jak wyglądała jej przeszłość i jakim wydarzeniom zawdzięcza swój obecny wygląd. Aby tego dokonać niezbędne będą dowody dokumentujące zdarzenia z przeszłości. Ale, czy wszystkie etapy ewolucji Ziemi zostawiły ślady, które przetrwały do dziś tak, że na ich podstawie możemy dokładnie odtworzyć jej historię?

W podobny sposób możemy także spojrzeć na naszą cywilizację. Człowiek rozumny (*Homo sapiens*) pojawił się na Ziemi pomiędzy 300 000 a 200 000 lat temu. Jak wyglądała nasza przeszłość? Czy wszystkie etapy ewolucji ludzkości pozostawiły ślady, które przetrwały do dziś tak, że na ich podstawie możemy dokładnie odtworzyć naszą historię?

W obu przypadkach odpowiedź jest taka sama: **NIE!**

Oznacza to, że wiedza o tym co wydarzyło się dawniej, niezależnie od dziedziny, nie jest niestety kompletna. Dlaczego? Aby odpowiedzieć na to pytanie zastanówmy się co może być źródłem informacji o minionych czasach. Zaczniemy od prostego przykładu. Jeśli chcemy cofnąć się w czasie, powiedzmy o 10 lat, mamy do dyspozycji mnóstwo źródeł danych. Pamięć - naszą lub naszych bliskich, archiwa (telewizyjne, radiowe, prasowe, fotograficzne) lub inne zbiory, nie tylko dokumentów. W efekcie, z racji na mnogość informacji możemy szczegółowo odtworzyć interesujące nas wydarzenie i bardzo precyzyjnie osadzić je w czasie. Tak precyzyjnie, że będziemy mogli, na przykład podać, iż miało to miejsce w Warszawie, przy ulicy Polnej 2, 10 stycznia 2004 roku, o godzinie 13.42 i trwało 12 minut.

Ale jeśli zapagniemy przenieść się w czasie o 500 lat, co wtedy? Zbiór informacji będzie wówczas bez porównania uboższy. Niewątpliwie będziemy mogli sięgnąć do archiwów, księzek, zbiorów muzealnych, pamiątek rodzinnych itp. Ale nie będziemy już mogli skorzystać z tych źródeł, które są wytworem powstałych niedawno technologii. Musimy również pamiętać, że dostępne nam zasoby obejmować będą wyłącznie obiekty, które w czasie 500 lat nie uległy zniszczeniu. Na drodze zwykłego zużycia lub w wyniku różnego typu kataklizmów – pożarów, powodzi, wojen. Próba odtworzenia tak dawnych wydarzeń będzie zatem znacznie trudniejsza, a z racji na mniejszą liczbę danych niepełna. Brakujące fakty będą musiały pozostać w strefie domysłów.

Jak zatem podjąć próbę odtworzenia historii Ziemi, kiedy chcemy przenieść się wstecz nie o setki, a o miliony lat? Jest to niewątpliwie znacznie trudniejsze. Po pierwsze musimy skorzystać z zupełnie innych nośników informacji. Inny będzie również zakres odtwarzanych wydarzeń. W przypadku historii Ziemi możemy rekonstruować (na podstawie ich skutków) jedynie naturalne procesy, które miały miejsce w jej wnętrzu i na powierzchni. Konieczne jednak będzie przyjęcie założenia (na szczęście, do tej pory nie obalonego), że zawsze, od początku istnienia naszej planety, aż po czasy współczesne, wszystkie procesy geologiczne, tak fizyczne jak i chemiczne działały według tych samych praw. Jest to zasada aktualizmu geologicznego.

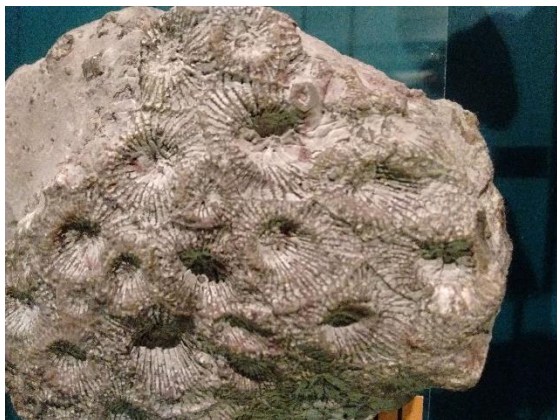


A zatem, każdy znajdujący przez nas rodzaj skały, niezależnie od tego kiedy powstał, formował się w takich samych warunkach i w takim samym środowisku. W dużym uproszczeniu powstawanie piaskowców (Ryc. 1) wiąże się z cementowaniem ziaren piasku nagromadzonego, na przykład w płytszych strefach zbiorników wodnych (morskich lub lądowych). Z kolei bazalty (Ryc. 2) powstały na skutek, związanych z aktywnością wulkaniczną, wylewów law o małej gęstości. Skały są więc formą dokumentów zawierających informacje.

Ryc. 1. Piaskowiec

Dodatkowym źródłem informacji mogą być skamieniałości, zachowane w niektórych skałach (osadowych). Choćby koralowce, będące głównym budulcem wapieni koralowych (Ryc. 3), które zarówno w przeszłości jak i obecnie najlepiej rozwijają się w płytkich, przybrzeżnych strefach mórz. W ciepłych, dobrze naświetlonych i natlenionych wodach.

Tak więc, każda ze skalnych warstw, jaką uda nam się znaleźć, jest zapisem stanu środowiska w miejscu i czasie jej powstania. Można by rzec, że jest osobną kartką w „księdze czasu”. Ale czy istnieje jedna księga dla całej planety? A może jest ich wiele, a każda opisuje inne miejsce lub rejon.



Ryc. 3. Wapień koralowy



Ryc. 2. Bazalt – „Organy Wielisławskie”

Zapewne chcielibyśmy aby był to ten pierwszy przypadek. Ale, tak jak we wszystkich badaniach historycznych, droga do niego prowadzi poprzez łączenie informacji zapisanych w wielu „księgach”. Przecież nie ma na świecie jednego miejsca, w którym odsłaniałby się kompletny profil wszystkich warstw skalnych utworzonych od początku istnienia Ziemi - jedna na drugiej od najstarszej do najmłodszej. W rzeczywistości, w izolowanych od siebie odsłonięciach mamy dostęp jedynie do większych lub mniejszych (zwykle mniejszych) fragmentów tego profilu. Nawet w nieodległych od siebie miejscach, widoczne w odsłonięciach skały mogą być zupełnie inne co do rodzaju, składu mineralnego, miąższości warstw, czy też obecnych w

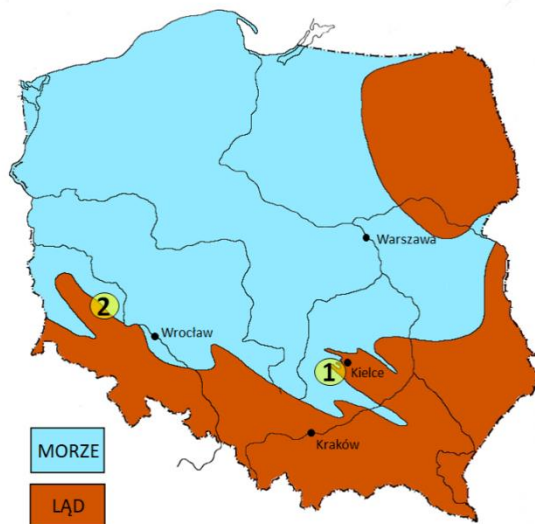
nich skamieniałości. A to oznacza, że są zapisem różnych momentów czasu. Trzeba to spróbować ze sobą połączyć. W jaki sposób - patrz tekst: <http://mz.pan.pl/pl/co-jest-starsze/>. Sporym ułatwieniem są oczywiście rdzenie (Ryc. 4) pozyskiwane podczas głębokich wierceń. Dają bowiem dostęp do bez porównania dłuższych profil skał, niż w przypadku odsłonień powierzchniowych. Ale nadal są to jedynie obserwacje punktowe, które bezpośrednio nie są ze sobą połączone.

Trzeba mieć również na uwadze, że tak w przeszłości jak i obecnie, w tym samym czasie, w różnych, zwłaszcza odległych od siebie miejscach powierzchnia Ziemi wyglądała inaczej. W jednych miejscach był ląd w innych morze. Ukształtowanie terenu na lądzie też mogło być różne - góry lub niziny. A morze, morzu też nierówne - w jednych miejscach mógł to być płytki zbiornik śródlądowy, a gdzie indziej otwarty, głęboki ocean.

Jeśli jeszcze nałożymy na to lokalizację w różnych strefach klimatycznych, to staje się oczywiste, że musiały się tam gromadzić różne osady i w efekcie powstały z nich różne skały. To tak jak w 2021 roku porównać rejon Wielkiej Rafy Koralowej i Zatoki Gdańskiej lub Grenlandię i Saharę. Kopalny przykład takiego stanu rzeczy

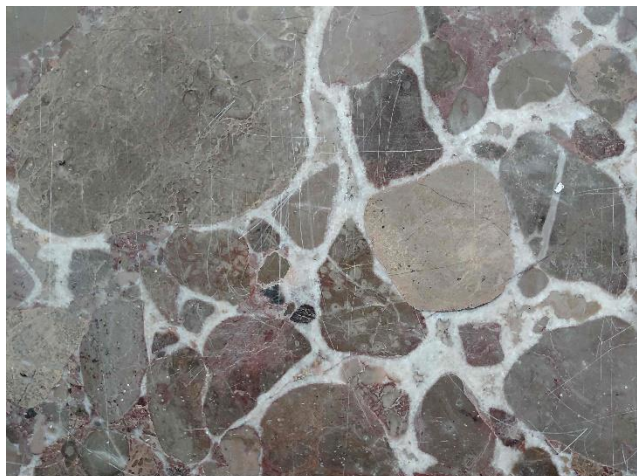


Ryc. 4. Rdzeń wiertniczy.



Ryc. 5. Zasięg morza w cechszynie

możemy znaleźć w nieodległych Górach Świętokrzyskich i na Przedgórzu Sudeckim. W górnym permie (cechszynie), w obu tych rejonach, mniej więcej w tym samym czasie, morze wdarło się na obszary lądowe. Tyle tylko, że ląd w miejscu dzisiejszych Gór Świętokrzyskich (Ryc. 5, obszar 1) miał o wiele bardziej urozmaiconą rzeźbę. Transgredujące morze niszczyło strome miejscami brzegi, a w zalewanych obniżeniach terenu, przerabiało masy rumoszu skalnego, który nagromadził się tam podczas długotrwałego wietrzenia skał na lądzie. W ten sposób w strefie kontaktu morza i lądu, powstały charakterystyczne „zlepieńce zygmuntofskie”, zbudowane głównie ze scementowanych okruchów dewońskich wapieni i dolomitów (Ryc. 6). Tymczasem na Przedgórzu Sudeckim (Ryc. 5, obszar 2) morze zalało płaski, wyrównany ląd. Z osadzonego na jego dnie materiału skalnego powstały piaskowce, wapień, dolomity, anhydryty, łowce i przede wszystkim łupki miedzionośne (Ryc. 7). Jak więc widać może być wiele przyczyn, mających wpływ na to, że tworzące się w tym samym czasie, ale w różnych miejscach sekwencje skał muszą być inne.



Ryc. 6. „Zlepieniec zygmuntofski”



Ryc. 7. Łupki miedzionośne

Nie jest to niestety koniec problemów z którymi musi się zmierzyć geolog pracujący nad odczytywaniem historii Ziemi. Od zawsze z procesami prowadzącymi do powstawania skał (np. w zbiornikach morskich) ścierały się procesy niszczące je, a mające swoje źródła wewnątrz i na zewnątrz globu. Utworzone w morzach skały, poddawane działaniu procesów tektonicznych wynurzały się z wody i stając się lądem, natychmiast ulegały procesom niszczącym - wietrzeniu, erozji, ruchom masowym, co bezpowrotnie likwidowało zapisane w nich informacje o tym jak powstały. Można by zatem rzec, że z „księgi czasu” wrywane były kolejne kartki.

Jak to wygląda w rzeczywistości? Oto jeden z przykładów, na dodatek łatwy do zobaczenia „w naturze”. Mowa o pomniku przyrody nieożywionej w rezerwacie przyrody „Kamieniołom Zachemnie”, na Świętokrzyskim Szlaku Archeo-Geologicznym - koło Zagnańska (Ryc. 8). Kilkanaście kilometrów na północ od Kielc. W trakcie eksploatacji kamieniołomu, na jego północnej ścianie odsłonięty został kontakt dwóch kompleksów skalnych. Środkowodewońskich dolomitów, powstałych ok. 395 mln lat temu oraz leżących na nich niezgodnie górnopermskich brekcji i zlepieńców oraz dolnotriasowych piaskowców, których wiek określono na ok. 255-251 mln lat. Widoczna na zdjęciu czerwona linia to uczytelniony ślad powierzchni

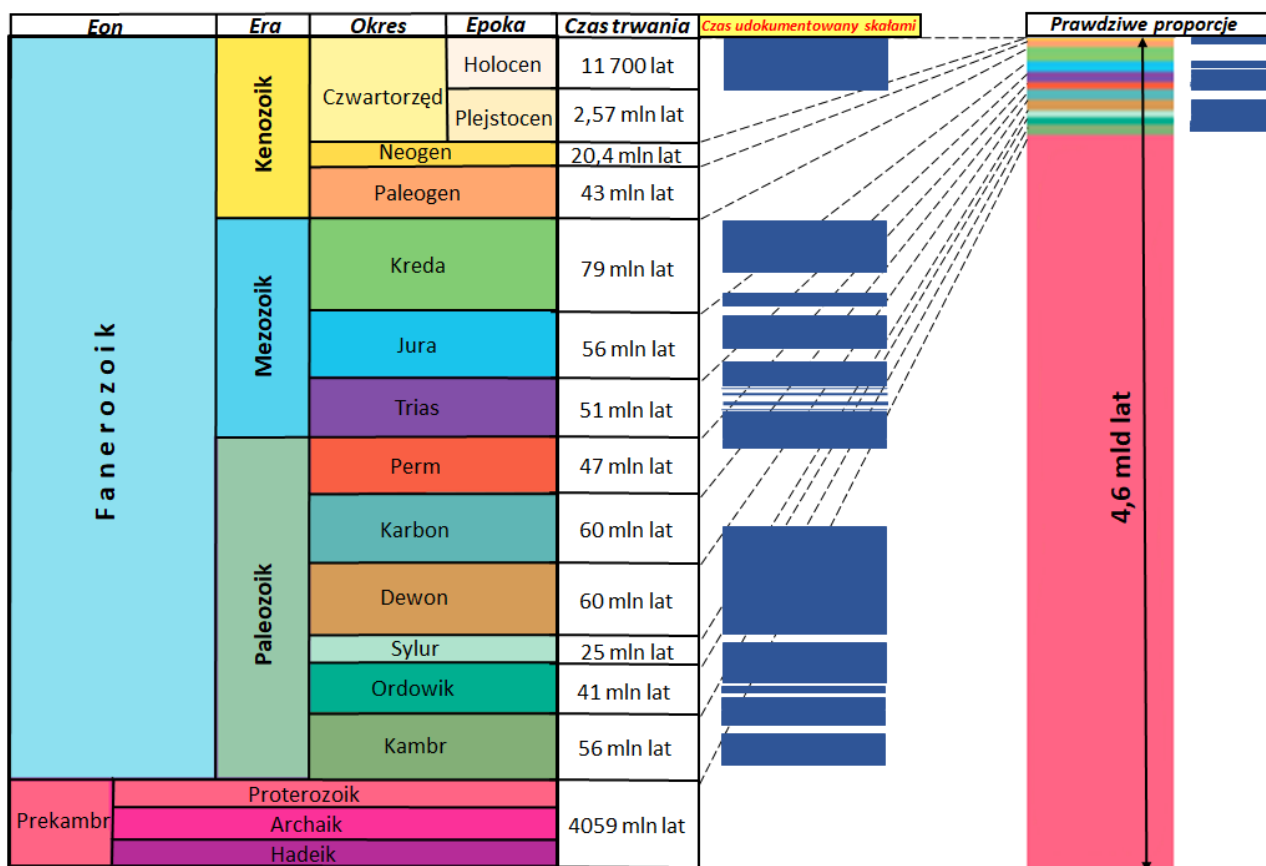
erozyjnej = powierzchni terenu, powstałej po usunięciu przez erozję skał młodszych od dewońskich. Na tej powierzchni, osadziły się znacznie młodsze skały, powstałe w górnym permie i triasie. I, tak to erozja zlikwidowała informacje dotyczące górnego dewonu, karbonu i dolnego permu czyli okresu około 140 milionów lat.

Ale stwierdzona tam luka erozyjna musiała przecież mieć przyczynę. W tym przypadku były to ruchy tektoniczne związane z orogenezą hercyńską (waryscyjską), która rozpoczęła się po dolnym karbonie i trwała od około 325 do 299 mln lat temu. Jej skutkiem było fałdowanie powstałych wcześniej skał, pocięcie ich uskokami

i wreszcie, wypiętrzenie tak, że stały się obszarem lądowym, tworzącym rozległy, choć niezbyt wysoki masyw górski. Przez kilkadziesiąt milionów lat był on niszczone, a jedynie miejscami, w zagłębieniach terenu – w dolinach rzek, strumieni i na dnie płytkich wysychających jezior – gromadził się początkowo rumosz skalny, a później pokłady żwiru i piasku. Ich pozostałości znajdujemy współcześnie jako płyty brekcji lub zlepieńców (np. „zygmuntowskich”), przykryte czerwonymi piaskowcami. Dopiero w młodszej części dolnego triasu, gdy obszar ten ponownie w całości zalało morze powstały dogodne warunki do tworzenia nowych grubych pokładów skał osadowych. A zatem, mimo „powyrywanych kartek”, z niekompletnej „księgi czasu” daje się czasem odczytać trochę więcej.



Ryc. 8. Kamieniołom Zachętnie



Ryc. 9. Wiek skał stwierdzonych w Górach Świętokrzyskich

Do dziś pokoleniom geologów udało się zebrać i ułożyć wiele „stron” w lokalnych „księgach czasu” oraz skorelować je ze sobą. Graficznym zestawieniem informacji o rodzajach skał występujących na danym obszarze, uporządkowanych w kolejności od najstarszych do najmłodszych, jest profil geologiczny. Jednakże na potrzeby tego artykułu wiedza o zmianach litologii skał nie była najważniejsza, a raczej to jak długie przedziały czasu one dokumentują. Dla zilustrowania tego zagadnienia wybrano Góry Świętokrzyskie, jeden z najlepiej rozpoznanych geologicznie rejonów Polski (Ryc. 9). Granatowymi prostokątami, których wysokość jest miarą czasu, zaznaczono obecność skał stwierdzonych na tym obszarze. Jak widać nie tworzą one jednolitej kolumny. Po zsumowaniu wysokości wszystkich prostokątów okazuje się, że dla Fanerozoiku (ostatnich 542 mln lat) dysponujemy, zapisem historii obejmującej około 317 milionów lat, czyli w przybliżeniu 58% czasu. Jeśli natomiast weźmiemy pod uwagę okres jaki upłynął od powstania Ziemi to ten zapis (patrz prawa część Ryc. 9) dotyczy zaledwie niecałych 7% czasu! Dramatycznie mało. Czy można coś na to poradzić? Czy na pewno luki w profilu nie zawierają żadnej informacji? Przecież przykład z Zachełmia wskazuje, że mogą być one wykorzystane w interpretacji geologicznej historii obszaru. Owszem, ale niestety w bardzo ograniczonym zakresie.

Jak więc widać odtwarzanie historii naszej planety jest niezwykle żmudnym i długotrwałym procesem polegającym na zbieraniu informacji o naturalnych wydarzeniach z różnych rejonów świata. Segregowaniu ich pod kątem kolejności powstania, wychwytywaniu podobieństw i różnic, odtwarzaniu tempa i zasięgu zmian itd. Zgodnie z zasadą – „od szczegółu do ogółu”, punktowe obserwacje stają się punktem wyjścia do interpretacji obejmujących coraz większe obszary. I mimo, że w tym samym czasie, w jednych miejscach na Ziemi skały tworzyły się, a w innych były niszczone, dzięki ciągle prowadzonym badaniom przynoszącym nowe odkrycia powoli udaje się zapełniać naszą niekompletną „księgę czasu”. Daje to nadzieję na uzupełnienie wiedzy o tym czego dziś jeszcze nie wiemy, choć z pewnością wszystkich niewiadomych nie uda się zlikwidować.

Dr Ryszard Szczęśny

Wykorzystano:

- Brytan J., Kowalski A., Cizek D. 2019. *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Rudna (652), aktualizacja na podstawie arkusza Rudna (652) J. Winnickiego (1979). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy.*
- Kotański Z. 1968. *Z plecakiem i młotkiem w Góry Świętokrzyskie. Przewodnik geologiczny dla turystów. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.*
- Książkiewicz M. 1979. *Geologia dynamiczna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.*
- Peryt T.M. 1976. Ingresja morza turyńskiego (górnym perm) na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 46, 455-465.
- Skompski S. Karbon – www.eceg.uw.edu.pl/1-1-paleozoik/1-1-5-karbon
- Wagner R.[red] 2008. *Tabela Stratygraficzna Polski, Polska pozakarpacka. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.*
- Złonkiewicz Z., Mader A. 2018, *Walory geoedukacyjne kamieniołomu Zachełmie w Górach Świętokrzyskich (Polska Południowa). Geotourism 3–4 (54–55), 11-26.*
- http://szlakarcheogeo.pl/pl-PL/opis_obiektu10.html
- <https://www.britannica.com/topic/Homo-sapiens/Origin>

Ilustracje:

Ryc. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 - autor

Ryc. 8. Ryszkievicz M. - wystawa „Z przeszłości geologicznej Ziemi” PAN Muzeum Ziemi w Warszawie

Ilustracja tytułowa – autor