

Andy Hirsch

# SKAŁY I MINERAŁY

Od jaskiń do kosmosu

Przełożyła  
ANNA STUDNIAREK

NASZA KSIĘGARNIA

Tytuł oryginału:

*Science Comics: Rocks and Minerals – Geology from Caverns to the Cosmos*

SCIENCE COMICS: ROCKS AND MINERALS

Copyright © 2020 by Andy Hirsch

Published by arrangement with First Second, an imprint of Roaring Brook Press,  
a division of Holtzbrinck Publishing Holdings Limited Partnership. All rights reserved.

© Copyright for the Polish edition by Wydawnictwo „Nasza Księgarnia”, Warszawa 2023

Przełożyła *Anna Studniarek*

Adaptacja okładki *Monika Pietras*

Konsultacja merytoryczna *dr Justyna Domańska-Siuda*, Wydział Geologii UW

Wydawnictwo NASZA KSIĘGARNIA Sp. z o.o.

05-075 Warszawa-Wesoła, ul. Apteczna 6

e-mail: [naszaksięgarnia@nk.com.pl](mailto:naszaksięgarnia@nk.com.pl)

tel. 22 643 93 89

Sprzedaż wysyłkowa: tel. 22 641 56 32

e-mail: [sklep.wysylkowy@nk.com.pl](mailto:sklep.wysylkowy@nk.com.pl)

[www.nk.com.pl](http://www.nk.com.pl)

Redaktor prowadząca **Anna Garbal**

Opieka redakcyjna **Joanna Kończak**

Korekta **Zuzanna Hertig, Joanna Kończak, Anna Garbal**

Redakcja techniczna, DTP **Joanna Piotrowska**

ISBN 978-83-10-13885-9

PRINTED IN POLAND

Wydawnictwo „Nasza Księgarnia”, Warszawa 2023 r.

Wydanie pierwsze

Druk: Drukarnia LEYKO Sp. z o.o., Kraków

**D**la geologa skała nigdy nie jest po prostu skałą. Skała to zwińczenie historii, której opowiedzenie trwało tysiące, a nawet miliony lat, i która tylko czekała, aż pojawi się właściwa osoba, by ją odkryć i przedstawić światu.

Kiedy myślę o swoim życiu, a zwłaszcza o dzieciństwie, odnoszę wrażenie, że to geologia mnie wybrała. Jedno z moich najbardziej wyrazistych wspomnień to wycieczka do asfaltowych jezior La Brea w Los Angeles w Kalifornii. Pamiętam, jak przyglądałam się przez szybę paleontologom pracownicy wydobywającym skamieniałości z epoki lodowcowej. Ubłagałam rodziców, żeby kupili mi pamiątkę w sklepiku, i wyszłam z niego, dumnie dzierżąc odlew kła machajrodona. Obok skamieniałości amonita, którą dostałam na urodziny, był jedną z najcenniejszych dla mnie rzeczy i przez lata zajmował honorowe miejsce na półce.

Wycieczka utwierdziła mnie również w przekonaniu, że w przyszłości pragnę zostać paleontolożką. Podczas gdy inne dzieci rysowały siebie jako strażaków, lekarzy albo gwiazdy rocka, ja wyobrażałam sobie, jak z młotkiem i dłutem w ręku odkopuję pozostałości dawno wymarłych dinozaurów i innych prehistorycznych zwierząt. Co prawda nie spełniłam marzeń z dzieciństwa, ale nie odeszłam od nich zbyt daleko. Choć nie podróżuję po świecie w poszukiwaniu nieodkrytych skamieniałości, podstawą mojej pracy zawodowej geolożki jest wykorzystanie paleontologii jako sposobu poznania historii Ziemi. Paleontologia to jedno z narzędzi i jedna z naukowych zasad pozwalających nam odkryć sens otaczającego nas świata. Są to te same narzędzia i zasady, które bohaterka tej książki, Sedona, wykorzystuje, by wyjaśnić historię geologiczną odłamka skały, przyniesionego jej przez młodego asystenta, Wally'ego.

Kiedy tato uczył mnie puszczać kaczki na wodzie, opowiedział mi, jak jako dziecko, wyciągał warstwowe czarne kamienie z ziemi w okolicach jeziora Skaneateles w stanie Nowy Jork. Kamienie, ze względu na płaski kształt doskonale do puszczenia kaczek, po rozdzieleniu ujawniały całe bogactwo skamieniałości. Pod kolejnymi warstwami ukazywały się trylobity, prehistoryczne robaki, koralowce i inni przedstawiciele morskiego życia, którzy zniknęli z tych ziem przed milionami lat. Pamiętam swoje zdziwienie, że skamieniałości i ślady dawnych oceanów znajdowały się niemal w zasięgu ręki. Jak to możliwe, skoro obecnie okolica była wyraźnie lądowa i jeziorna?

Kiedy byłam nastolatką, odwiedziliśmy kanion Red Rock niedaleko Las Vegas w Newadzie. Z tatą wspinaliśmy się coraz wyżej po potężnych pomarańczowo-czerwonych urwiskach, co niepokoiło mamę i brata, którzy zostali na dole. Pamiętam, że przyciskałam twarz do skalnych ścian, przesuwałam dłońmi po falistych warstwach piaskowca i myślałam, że bardzo przypominają niesiony wiatrem piasek na plaży. Ale

przecież stałam na środku pustyni i w zasięgu wzroku nie było żadnej wydmy. Jak to możliwe?

Odpowiedź na te pytania znalazłam później, kiedy pod koniec podstawówki i w szkole średniej zaczęłam się interesować naukami o Ziemi, a szczególnie kiedy zaczęłam studiować geologię na Uniwersytecie Rutgersa. Poznałam szczegóły tektoniki płyt, stratygrafii, sedimentologii, czasu geologicznego i paleontologii. Przypominało to zgłębianie nowego języka, bo nagle potrafiłam „odczytać” świat wokół mnie. Wykorzystując zasady stratygrafii i teorię płyt tektonicznych, zaczęłam rozumieć, że kontynenty mogą się poruszać po całej powierzchni Ziemi, tworząc nowe krajobrazy. To, co niegdyś znajdowało się na dnie morza, tworzyło teraz szczyty łańcucha górskiego, a procesy wpływające obecnie na ukształtowanie terenu można wykorzystać, by zrozumieć warstwy skalne i środowisko w przeszłości.

Wicie, że geolodzy i inni naukowcy odkryli około pięciu tysięcy czterystu różnych typów minerałów? A co roku odnajduje się od trzydziestu do pięćdziesięciu nowych! Te minerały łączą się, tworząc oszałamiającą liczbę różnych typów skał. Petrolodzy magmowi, geolodzy specjalizujący się w badaniu skał magmowych, nazwali i opisali ponad siedemset typów skał magmowych! Można by sądzić, że naukowcy odkryli już wszystkie nieznanne skały i minerały na naszej planecie, ale to nie jest prawda. W miarę jak Ziemia zmienia się poprzez procesy wietrzenia, erozji i tektoniki płyt, odsłaniają się nowe powierzchnie, co daje szansę niestrudżonym geologom.

Duża część naszej planety nie została jeszcze zbadana ze względu na trudności z dotarciem do głębin oceanów i robieniem tam zdjęć. Według amerykańskiej Narodowej Agencji Oceanów i Atmosfery ponad 95 procent światowych oceanów i około 99 procent dna oceanicznego nie zostało sprawdzonych. To oznacza około 343 miliony kilometrów kwadratowych niezbadanego terytorium. Ponadto naukowcy mają dokładniejsze mapy Marsa i Księżyca niż części oceanów. Na przykład zdjęcia z sateli-

tów o wysokiej rozdzielczości pozwoliły nam zobaczyć obiekty na powierzchni Marsa o wielkości od dziesięciu do dwudziestu metrów i większe. Tymczasem są fragmenty naszych oceanów, których mapy sporządzono w skali zaledwie 1:50 000, co oznacza, że obiekty o wielkości mniejszej niż pięćdziesiąt metrów są niewidoczne i nie można umieścić ich na mapie.

Chcę przez to powiedzieć, że zostało jeszcze dużo do zrobienia. Świat potrzebuje więcej naukowców takich jak Sedona i Wally, by poznać tajemnice ukryte w danych geologicznych. Nie tylko znajdą nowe skały, lecz także pomogą odkryć zasoby minerałów i paliw kopalnych, jak również wody, które są nam niezbędne. A kiedy ludzie zaczną przesuwac dalej granice naszego świata, geolodzy znajdą się w międzynarodowych zespołach badających powierzchnie nowych planet i księżyców.

Usiądźcie więc wygodnie i przeczytajcie tę historię, a później wyjdźcie i znajdźcie własne skały.

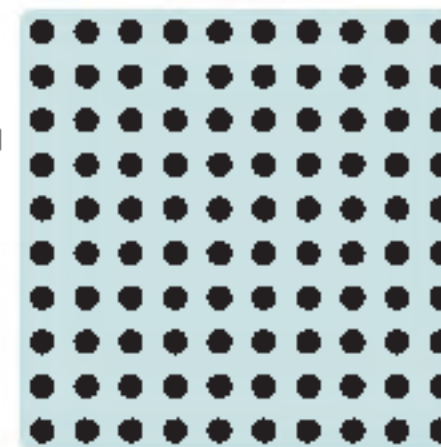
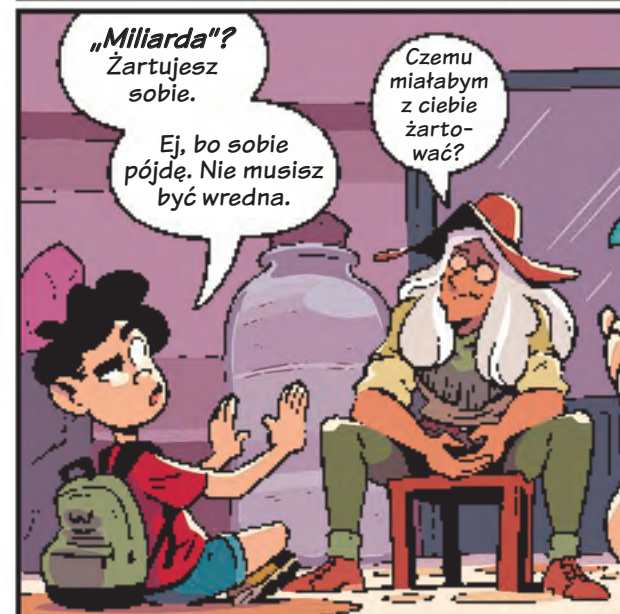
Dr Lauren Neitzke Adamo  
Geolożka, Muzeum Geologii Uniwersytetu Rutgersa



# DATY!



Ta opowieść zaczyna się 13,7 miliarda lat temu.



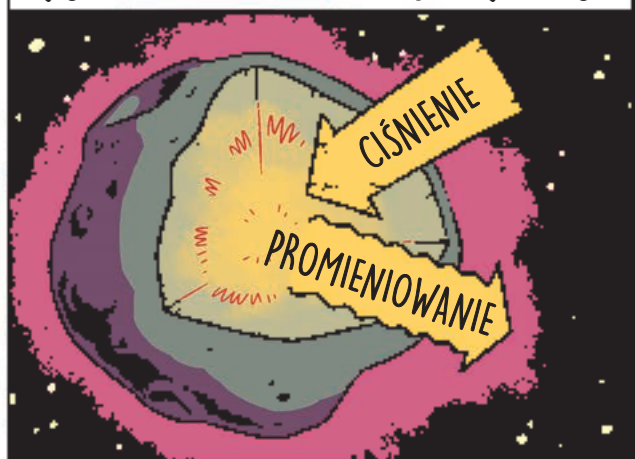
A może 100? Nawet sto wygląda już jak „dużo”.



Pamiętaj, na razie mamy tylko gwiazdę, wokół której orbituje garść chondrytów. Grawitacja i przypadkowe zderzenia stopniowo gromadzą je razem.

Taka duża gruda to **planetozymal**, jeszcze nie planeta.

Każdy z nich, kiedy osiągnie wystarczający rozmiar, około 80 km średnicy, zaczyna wytwarzać własne ciepło. Zarówno dzięki ciśnieniu w jądrze, jak i **rozkładowi radioaktywnemu** pewnych pierwiastków w jego wnętrzu, które tracą masę, wydzielając energię.



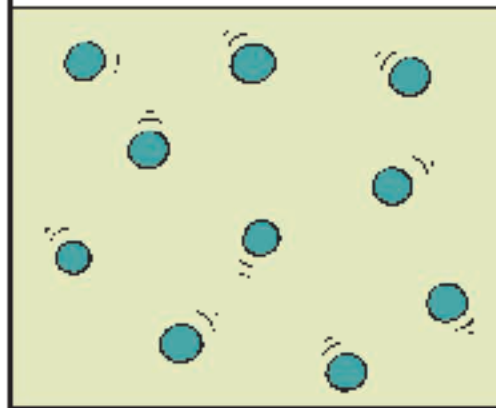
Planetozymale pojawiają się i znikają, zderzają i rozpadają, cały czas mieszając skalne składniki.



Ciężkie pierwiastki utworzone dawno temu przez gwiazdy budują ich żelazno-niklowe jądra, a ponad nimi znajdują się warstwy minerałów ułożone według gęstości.

**GĘSTOŚĆ** oznacza, ile czegoś znajduje się w określonej przestrzeni.

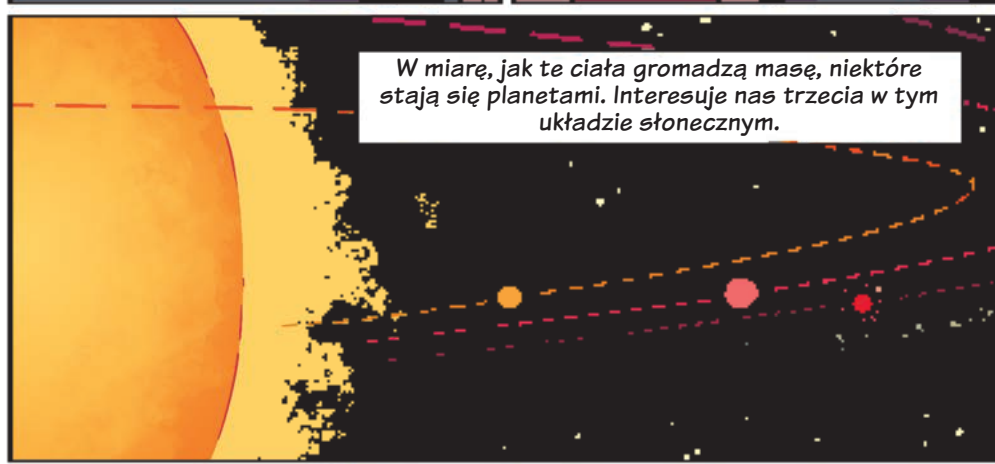
Odrobina materii rozmieszczona w **dużej** przestrzeni oznacza, że coś nie jest gęste.



Ale ta sama ilość materii w **małej** przestrzeni jest bardzo gęsta.



W miarę, jak te ciała gromadzą masę, niektóre stają się planetami. Interesuje nas trzecia w tym układzie słonecznym.





Ale nie wszystkie skały magmowe są tak powolne. Subdukcja pomaga **jednocześnie** tworzyć skały magmowe **wulkaniczne**. W przeciwieństwie do głębinowych, powstają z lawy na powierzchni.

Uch. ...nie miałbym nic przeciwko...

uch... poruszaniu się z prędkością...

uch... bardziej głębinową...

Kiedy zanurzająca się skorupa traci minerały, ciśnienie **wyciska** też wodę, którą nasiąknęła w trakcie podróży przez ocean, jakby to była kamienna gąbka.



Ta woda sprawia, że skały pęcznieją i **topią**. Magma wznosi się i gromadzi w **komorze magmowej**. Kiedy ciśnienie wewnątrz odpowiednio wzrośnie...

...wybuch!

Oj!



**Wulkany** pojawiają się wszędzie wzdłuż stref subdukcji, a wypływająca z nich lava tworzy różne skały, zależnie od tego, jakie minerały zawiera magma.

Poznaliśmy już bazalt, najpospolitszą skałę magmową wulkaniczną.



Mniej uczenia, więcej uciekania!



**Obeydian** powstaje z gęstej, lepkiej lawy pełnej skalenia i krzemionki. Szybko stygnie, żeby tworzyć duże kryształy, i często błyszczy jak szkło.

Wyglądasz na zmęczonego.



**Pumeks** powstaje głównie ze skalenia i kwarcu. Wygląda na gąbczasty ze względu na pęcherzyki powietrza uwięzione w jego wnętrzu, kiedy stygnął, i jest tak lekki, że unosi się na wodzie.

Pływający kamień?!



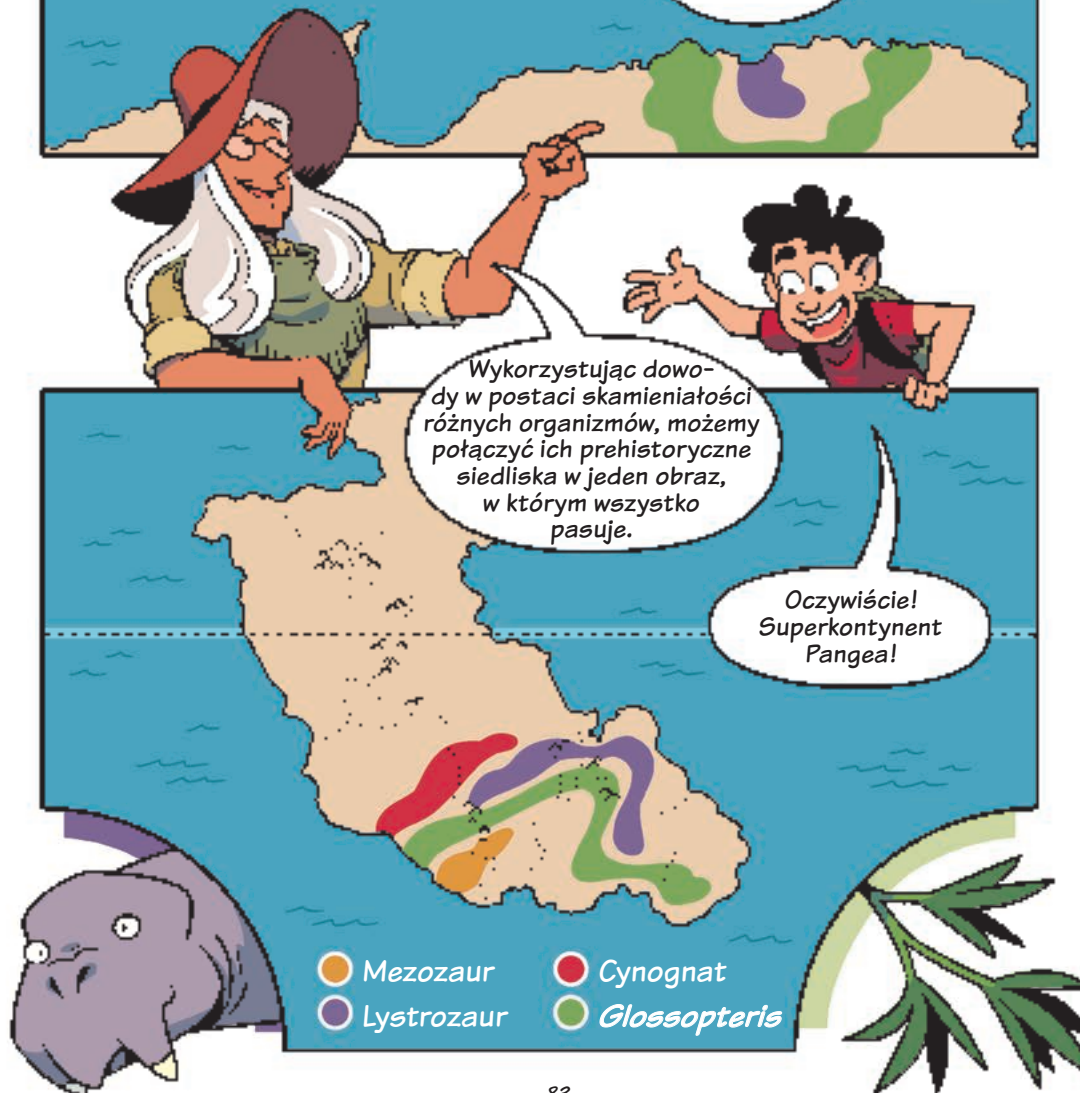
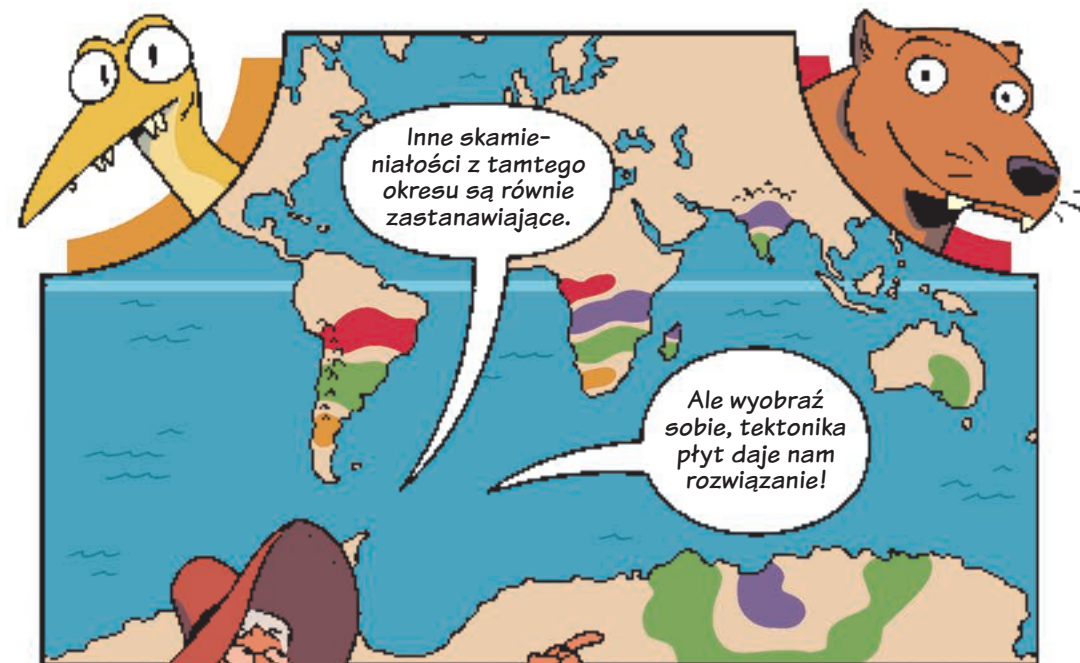
Weźmy mezozaura, niedużego słodkowodnego gada, który żył około 300 mln lat temu.

Skamieniałości umiejscawiają go w okolicach, które są teraz krańcem Ameryki Południowej.

Ale mówią również, że żył na południowym krańcu obecnej Afryki.



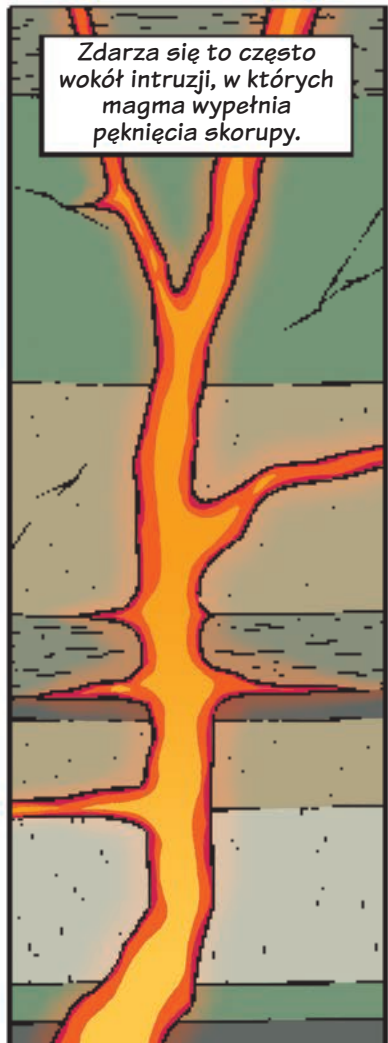
Na współczesnej mapie te siedliska są oddalone od siebie o **tysiące** kilometrów, a mały mezozaur nie doptynąłby tak daleko!



- Mezozaur
- Lystrozaur
- Cynognat
- Glossopteris



**Metamorfizm kontaktowy** ma miejsce, kiedy skała jest podgrzewana bez jednoczesnego wzrostu ciśnienia. Ponieważ powstała w ten sposób skała nie jest ściskana, nie ma foliacji.



Zdarza się to często wokół intruzji, w których magma wypełnia pęknięcia skorupy.



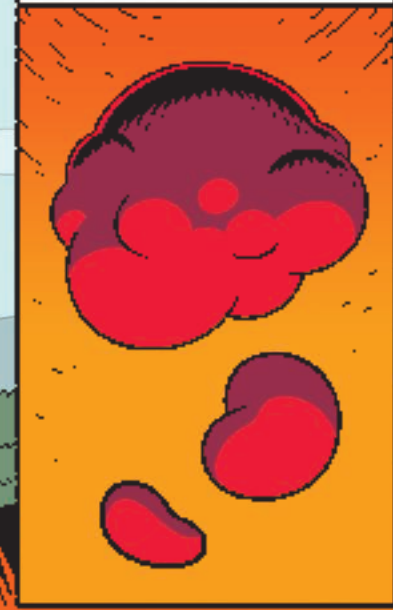
Metamorfizm kontaktowy może obejmować wszystkie trzy typy skał. Stygnała magma może stać się skałą **magmową** i ugotować otaczające ją skały **osadowe**, by stworzyć między nimi warstwę skały **metamorficznej**.

Możesz znaleźć bazalt i wapień z marmurem w środku, jak w kanapce!

„W kanapce”. Teraz jestem szkieletem, i do tego głodnym...

GRZECHOT

**Batolity** to inna częsta przyczyna metamorfizmu kontaktowego. Te wielkie ciała magmowe powstają z magmy, która zastygła przed dotarciem na powierzchnię.



A kiedy mówię: wielkie, mam na myśli **wielkie**. Największe batolity mogą ważyć **billard ton**. To **million miliardów**,  $10^{15}$ , liczba, z którą nawet **ja** mam problemy.

Wyobraź sobie coś tak wielkiego, że kryje się pod całym łańcuchem górskim. Nie tylko wypycha góry jeszcze wyżej, ale gotuje wszystkie skały w promieniu **setek** metrów.



Tymczasem skały metamorficzne takie jak **tupek glaukofanowy** powstają w warunkach niskiej temperatury i wysokiego ciśnienia – przeciwieństwo metamorfizmu kontaktowego.