"WIELKA KLATKA SCHODOWA" (*GRAND STAIRCASE*) WYŻYNY KOLORADO

Agnieszka Muszyńska

Wprowadzenie

Geologia, nauka o budowie i historii Ziemi i w szczególności o skałach, wyłoniła się w połowie 19-go wieku z biologii, a ściślej mówiąc, z paleontologii. Dopiero jednak w obecnych czasach, wykorzystując nowoczesne radiometryczne (izotopowe) metody datowania, geolodzy uzyskali wiarogodniej udokumentowane informacje o wieku najróżniejszych skał. Z ich badań wynika, że najstarsze skały na Ziemi mają około 4,6 miliardów lat Stworzona więc została bezwzględna miara wieku skał oraz wieku całej naszej planety (patrz Dodatek). Poprzednio istniała tylko względna skala geologiczna, podzielona na "Ery", a w nich "Okresy", i określana przez znaleziska paleontologiczne w skałach: Era Paleozoiczna – to era starych zwierząt, Mezozoiczna – era średnich zwierząt i Kenozoiczna – jest erą najmłodszych zwierząt. Okazało się, że poprzednia spekulatywna skala czasu, zbudowana na bazie skali względnej, obejmowała tylko 12% objektywnej skali bezwzględnej i że w rzeczywistości Ziemia jest znacznie starsza niż myślano. W istocie, więcej niż połowa historii Ziemi minęła zanim pojawiły się na niej pierwsze znaki życia: bakterie, a potem algi. Dalsze 25% czasu historii Ziemi upłynęło zanim urosły pierwsze rośliny. Zwierzęta pojawiły się w okresie ostatnich 10% czasu historii Ziemi, a człowiek – dopiero w jej ostatnich 0.0002 procentach.

Skorupa ziemska złożona jest z płyt kontynentalnych o grubości od 8 do 65 km, które pływają, po wzburzonym morzu płynnej magmy, jak kry lodowe na wezbranej rzece. Wskutek sił tektonicznych, a być może i innych sił we wnętrzu ziemi, jak i wskutek sił kosmicznych, płyty te pękają i rozchodzą się, albo też nachodzą na siebie stwarzając lokalne wybrzuszenia skorupy ziemskiej. Wydaje się, że kontrowersyjna poprzednio teoria wędrowki kontynentów została obecnie przyjęta: W początkach historii Ziemi istniał tylko jeden kontynent, Pangea, który poźniej rozpadł się "poziomo" (równoleżnikowo) na części północną i południową (Laurasia i Gondwana), a następnie, około 200 milionów lat temu, obie te części pękły "pionowo" (południkowo) i rozeszły się, tworząc Ocean Atlantycki. Obecnie istnieje sześć dużych płyt kontynentalnych (włączywszy płyty pod dnem oceanów), oraz kilka małych. Zbadano, że przesunięcia płyt wynoszą obecnie od 4 do 12 cm rocznie. Gdy płyty dochodzą do siebie i dotykają się, wtedy ciśnienie między nimi wzrasta. Prowadzi to do trzesień ziemi, które w katastrofalny sposób to ciśnienie zmniejszają.

Po wielkiej migracji kontynentów, które odbywały sie w erze Paleozoicznej, część płyty ziemskiej skorupy zaczęła wędrować z zachodu dzisiejszej Północnej Ameryki na wschód, w kierunku dawno wyschniętego dna morskiego. 130 milionów lat temu, napotkawszy opór, płyta ta wzniosła się, wybrzuszyła i pękła na szczycie nowo utworzonej fałdy, odsłaniając płynne, skotłowane wnętrze Ziemi. Masy roztopionej skały, magmy, zaczęły wylewać się, rozluźniając nacisk i krzepły, tworząc 3000-metrowy bazaltowy próg ponad miekkim wapiennym i piaskowcowym dnem. Magma pod dużym ciśnieniem znajdowała również ujścia na zewnątrz w szczelinach pęknieć zakrzepłych skał, powodując kolejne wybuchy wulkaniczne, które przemieszały przywalone archaiczne morskie piaskowo-wapienne dno z krzepnącą magmą, tworząc nowe, metamorficzne skały i w rezultacie komponując kalejdoskopową szachownicę wyniesionych w górę kolorowych struktur. (Metamorfizm skał to wewnętrzna przebudowa struktury i tekstury skały w warunkach różnych temperatur i ciśnień; na przykład w przypadku średnich ciśnień i średnich temperatur miękkie wapienie i dolomity przekształcają się w twardy marmur.) W następnych epokach, pory roku na przemian mrożąc i topiąc opady, osadzały na powierzchni skalistych gór lodowce, które swym ciężarem wygniatały doliny, tworząc koryta rzek. Rzeki, z kolei coraz głębiej rzeźbiły krajobraz, podczas gdy wiatry i inne atmosferyczne czynniki, kształtowały wierzchołki i zbocza gór. W ten sposób powstały Góry Skaliste w Ameryce Północnej.

Podobnie, płyta półwyspu Indyjskiego, która początkowo znajdowała się blisko Bieguna Południowego, powędrowała na północny wschód i wbiła się pod płytę południowej Azji, tworząc tam ogromne wybrzuszenie terenu, wulkaniczne wybuchy i wylewy magmy, jej krzepnięcie oraz następujące potem podobne erozyjne działania przyrody. Powstałe tam góry znane są obecnie jako najwyższe góry świata, Himalaje.

Wyżyna Kolorado

W Stanach Zjednoczonych w okolicy punktu, gdzie zbiegają się proste, równoleżnikowo/południkowo usytuowane linie granic stanów Utah, Kolorado, Nowego Meksyku i Arizony, znajduje się centrum ogromnej, najwyższej na świecie Wyżyny *(Plateau*) Kolorado. Wyżyna ta, o południkowo wydłużonym eliptycznym kształcie, z dużą średnicą ponad 4000 mil (około 6500 km), to wynik wypiętrzenia w górę, wskutek nakładania się na siebie płyt skorupy ziemskiej. Wzdłuż uskoku Hurricane, siły natury tektonicznej wyniosły tę obecną wyżynę z poziomu morza do wysokości przekraczającej 10,000 stop (najwyższy szczyt tej wyżyny, *Humphrey's Peak*, ma 12,671 stóp = 3862 m). Wyżynę tę miejscowi Indianie nazywali *Kaibab*, co znaczy "góra bez wierzchołka". Wyżyna ograniczona jest od południa przez pustynie *Sonoran Desert* i *Painted Desert*, ze wschodu przez Góry Skaliste, od północy przez góry *Uinta*, a od zachodu przez pasmo górskie *Wasatch* i *Great Basin* w Newadzie. W strefie brzeżnej wyżyny wznoszą się masywy wygasłych wulkanów. Wyżyna Kolorado to w większości słona lub piołunowa pół-pustynia, porośnięta okazałymi bylicami krzewiastymi (sage brush). W miejscach wyższych rosną laski niskich sosen i drzewiastych jałowców. Wiosną, po śnieżnej zimie, te tereny są znacznie bardziej urodziwe: świeża zieleń oraz kwitnące wielokolorowe kwiaty upiększają pustynny pejzaż.

Powolne siły wypychające wyżynę Kolorado w górę, które zapoczątkowane zostały około 300 milionów lat temu, są nadal aktywne. Nie było jednak na tej wyżynie drastycznych "kataklizmow geologicznych"; warstwy osadowe osiadały równo, płasko. W czasie procesu wznoszenia się ziemi, strumienie i rzeki w naturalny sposób spływały do utworzonych niższych terenów, powodując erozję brzegów oraz dna, i w ten sposób rzeźbiąc wyżynę Kolorado.

Pierwszy wielki stopień geologicznej "Klatki Schodowej"

Najbardziej aktywną rzeką na tym terenie była rzeka Kolorado. Źródło jej mieści się w Górach Skalistych koło szczytu *Longs Peak*, a historyczne już jej ujście – w Zatoce Kalifornijskiej. Historyczne, gdyż seria zapór na rzece Kolorado (*Hoover Dam*, *Glen Canyon Dam*, *Parker Dam*, *Davis Dam*) oraz jej dopływach, nie tylko zlikwidowała niekontrolowane powodzie, lecz również umożliwiła zbudowanie licznych rurociągów, kierujących wodę do nawadniania pól oraz do miast, szczególnie w jej dolnym odcinku (do *Los Angeles* i *San Diego*). Tak więc woda rzeki Kolorado jest obecnie w pełni wykorzystywana na całej 2900-kilometrowej długości jej biegu (co zresztą powoduje spore napięcia między Stanami Zjednoczonymi a Meksykiem, który nie otrzymuje już prawie żadnej wody z tej ogromnej niegdyś rzeki).

W średnim odcinku Kolorado, siły erozji tej rzeki, które szczególnie zaktywizowały się w połowie ery Kenozoicznej (30 milionów lat temu), kiedy wskutek nakładania się płyt kontynentalnych wyżyna Kolorado zaczęła dużo szybciej rosnąć w górę, stworzyły unikalny ewenement geologiczny – Wielki Kanion Rzeki Kolorado, długości 277 mil (446 km). Rzeka Kolorado żłobiąc kanion jak nóż przecinający tort, odkryła serię warstw skał osadowych, nagromadzonych tam chronologicznie przez ponad 600 milionów lat! Na poziomie wyżyny szerokość kanionu dochodzi do 29 km, a głębokość kanionu przekracza 1500 m. Górna płaskowyżowa część kanionu leży na wysokości od 2100 do 2400 m nad poziomem morza. Skaliste zbocza kanionu, są silnie rozczłonkowane, z licznymi występami o fantastycznych kształtach baszt, kolumn, czy piramid i prezentują bogatą paletę kolorów: białości, różu, fioletu, żółci, cynobru, i – dominującej czerwieni. Czerwonawy kolor wielu warstwom skał nadają tlenki żelaza, w większości znana wszystkim rdza. Biały kolor mają wapienie, najczęściej powstałe z osadów morskich skorupiaków. Mangan ujawnia się ciemnym fioletowym kolorem. Fantastyczne i monumentalne kształty formacji skalnych Kanionu są efektem erozji spowodowanej wiatrem i cykliczną przemiennością wysokich i niskich temperatur. Erozja ta, zapoczątkowana "dopiero" 30 milionów lat temu, gdy Kanion powstawał, nie zdołała jeszcze zniszczyć wszystkich wyeksponowanych najstarszych warstw geologicznych.



Grand Canyon rzeki Kolorado

Kanion przyciąga geologów i paleontologów z całego świata, oferując odkrytą historię całej ery Paleozoicznej. Kolorowe warstwy skał zostały tam osadzone przez liczne i naprzemienne serie antycznych mórz, bagien, lasów i pustynnych wydm piaskowych. W samej głębi kanionu, obnażone przez erozje rzeki Kolorado, znajdują się unikalne

skały z jeszcze starszej ery poprzedzającej Paleozoik, z okresu Prekambru. Metamorficzne skały grupy *Vishnu Schist* i *Zoroaster Granit*, zidentyfikowane na brzegach rzeki Kolorado w głębi Kanionu są starsze niż 550 milionów lat! Przedstawiaja więc najstarsze pokłady geologiczne, jakie kiedykolwiek odkryto na Ziemi. Era Prekambru, w której nie znaleziono żadnych śladów życia, trwała od 4500 do 544 milionów lat temu. Kolejne, nałożone wyżej różnokolorowe warstwy osadowe piaskowców, wapieni, iłów warstwowych i wstęgowych, mułowców, łupków ilustrują historię tej ziemi od okresu Kambru ery Paleozoicznej (544 do 505 milionów lat temu) do warstwy zewnętrznej wyżyny, mianowicie wapieni *Kaibab* z okresu Permu tejże ery (248 do 286 milion ów lat temu). Wielki Kanion umożliwia podziwianie i badanie warstw skalnych reprezentujących około 1.7 miliardów lat, czyli jedną trzecią historii naszej planety. Ciekawe, że następne, wyższe warstwy strefy Wielkiego Kanionu z epok Mezozoicznej z Kenozoicznej, osadzane tam w ciągu następnych dwustu milionów lat, zostały zniszczone i całkowicie zlikwidowane przez tysiąclecia erozji (zmienne temperatury rozsadzające skały, wiatry, ulewne deszcze i powodzie), zanim jeszcze wznosząca się wyżyna i przecinająca ją rzeka Kolorado odkryły te starsze warstwy.

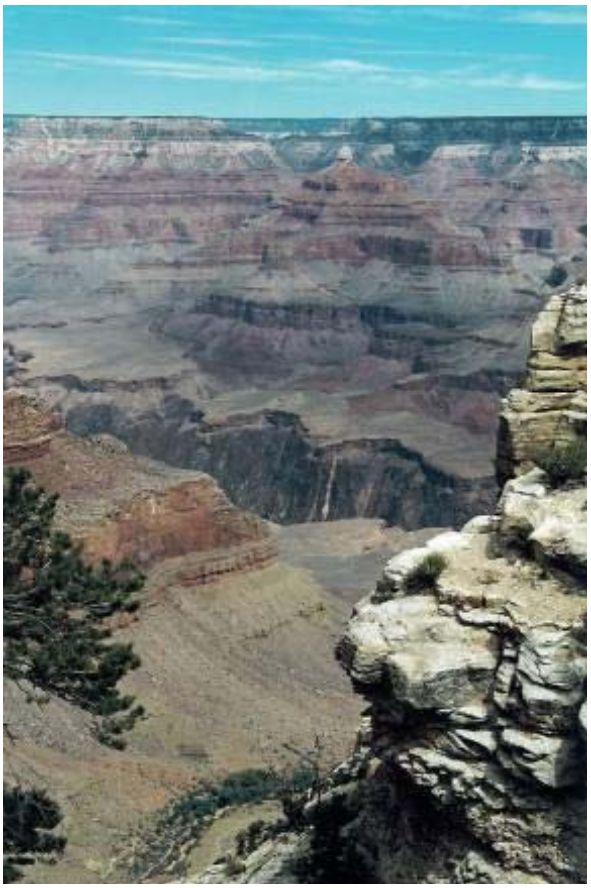


Skalne formacje Wielkiego Kanionu Kolorado

Obok geologów, Wielki Kanion Rzeki Kolorado przyciąga też mnóstwo turystów. Jego zapierający dech w piersiach widok pozostaje na zawsze w pamięci i sprawia, że nie sposób oprzeć się egzystencjonalnym myślom o naszej ludzkiej małości. Poza zachwytem – budzi głęboki respekt i pokorę wobec wszechpotężnej Natury.

Park Narodowy Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado powstał w 1932 roku, jako najwyższej klasy dziedzictwo całej ludzkości.

Zwykli turyści oglądają na ogół Wielki Kanion z jego górnej krawędzi, najczęściej krawędzi południowej. Rzut oka na przeciwległą krawędź kanionu, oddaloną o blisko 30 km, ukazuje niekończący się płaski teren, podczas gdy cała niezwykłość gór pozostaje przewrotnie… w głębokiej dolinie. Obowiązkową atrakcją jest obejrzenie zachodu (lub wschodu) słońca z krawędzi Wielkiego Kanionu. Natomiast zejście 9-ciomilową stromą ścieżką do dna Kanionu jest trudną wyprawą (dróg dla jakichkolwiek pojazdów kołowych w Kanionie nie ma). Wymaga ono co najmniej 8-miu godzin, tak więc praktycznie nie można w ciągu jednego dnia zejść i wejść spowrotem na krawędź. Temperatura w głębi kanionu jest zwykle o 30 stopni wyższa niż na jego krawędzi i w lecie może przekraczać 100 stopni Fahrenheit'a (38 ° C). Liczne tablice ostrzegają lekkomyślnych turystów przed śmiercionośnym upałem: "*HEAT KILLS*!" (UPAŁ ZABIJA!) Należy je traktować poważnie. Teren jest typowo pustynny, wody praktycznie brak. Wycieczka w głąb Kanionu wymaga wczesnego i dokładnego planowania (potrzebne jest, między innymi, pozwolenie władz Parku Narodowego). Niektórzy turyści wynajmują muły w celu zwiedzenia głębi Kanionu. Inni opłacają wycieczki helikopterami do głębi Kanionu i ponad Kanionem. Bardziej odważni spływają przez Wielki Kanion łodziami, tratwami lub pontonami w dół burzliwej rzeki Kolorado. Taka wycieczka trwa zwykle kilkanaście dni. W Kanionie rzeka Kolorado ma strome, niedostępne brzegi, a jej nurt jest pełen wirów i stromych stopni kaskadowych.



Warstwy geologiczne skał Wielkiego Kanionu

Wielki Kanion bynajmniej nie jest pozbawionym życia

pustkowiem. Żyją w nim liczne gatunki zwierząt pustynnych, owce, antylopy, sarny, króliki, pumy, szopy pracze "*ringtail'e*", a także rzadkie gatunki ptaków, między innymi kruki, sokoły, kondory, orły i sępy. Sporo jest też owadów, zwłaszcza pająków i skorpionów, oraz gadów – jaszczurek (np. wielki jaszczur "*chucwalla*") i węży, w tym – jadowitych grzechotników.

Przez tysiące lat południowo-zachodnie strony Ameryki Północnej znane były jedynie autochtonom. Około roku 2000 p.n.e. indiańskie plemiona Anasazi zamieszkiwały te okolice w specjalnie przystosowanych jaskiniach skalnych. Wejścia do ich antycznych domostw można oglądać na zboczach Kanionu. Anasazi polowali na zwierzynę i uprawiali kukurydzę, fasolę oraz inne rośliny. 800 lat temu porzucili te miejsca, prawdopodobnie po okresie długiej, dewastującej suszy. Pozostawili po sobie wiele petroglifów wymalowanych, a raczej wyskrobanych na okolicznych skałach.

Pierwsza legendarna ekspedycja europejska, kierowana przez hiszpanskiego kapitana Gracia Lopez de Cardenas oraz badacza Francisco Vasquez de Coronado, dotarła do południowej krawędzi Wielkiego Kanionu w 1540 roku. Dopiero jednak geolog, etnolog i major Armii USA, John Wesley Powell, w roku 1869 zlustrował dokładnie te tereny i wraz z niewielką grupą ludzi pokonał łodziami rzekę Kolorado na całym jej odcinku w Kanionie. Powell dokonał później sporo pomiarów geodezyjnych, stworzył mapy wielu terenów wyżyny Kolorado i przekonał ówczesny Kongres USA o znaczeniu i gospodarczej przyszłości tych ziem, które do tamtej pory były zupełnie zaniedbane, uchodząc jako "*Great Unknown*" (Wielkie Nieznane).

Eksponując skały pochodzące z najstarszej ery geologicznej, Prekambru, okolice Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado są określane jako najniższy "wielki stopień" w tak zwanej geologicznej "Wielkiej Klatce Schodowej" (*Grand Staircase*) wyżyny Kolorado. Koncept geologicznej "Klatki Schodowej" wprowadził Clarence Dutton już w latach 1870-tych. Warstwy skalne oznaczył wtedy kolorami: różowa, szara, biała, cynobrowa, czekoladowa. W późniejszych latach geolodzy rozróżnili i oznaczyli bardziej precyzyjnie warstwy skalne. Każda warstwa osadowa wewnątrz Wielkiego Kanionu jest kolejnym "małym stopniem" geologicznym Klatki Schodowej.

Drugi wielki stopień geologicznej "Klatki Schodowej" Wyżyny Kolorado

Następny duży stopień w górę tej geologicznej "Klatki Schodowej" reprezentowany jest przez Kanion Zion, znajdujący się w odległości około 100 mil (160 km) na północny zachód od Wielkiego Kanionu Kolorado. Tym razem rzeka *Virgin River* i jej dopływy są przyczyną wyrzeźbienia tego kanionu. Zion jest geologicznie znacznie młodszy od Wielkiego Kanionu. Warstwa leżąca w głębi kanionu na poziomie powierzchni rzeki Virgin jest tą samą warstwą wapieni *Kaibab*, co najwyższa warstwa Wielkiego Kanionu! Głębokość Kanionu Zion dochodzi do 1600 m. Największą górą w kanionie jest *West Temple* (Zachodnia Świątynia; 7,795 stop; 2376m).

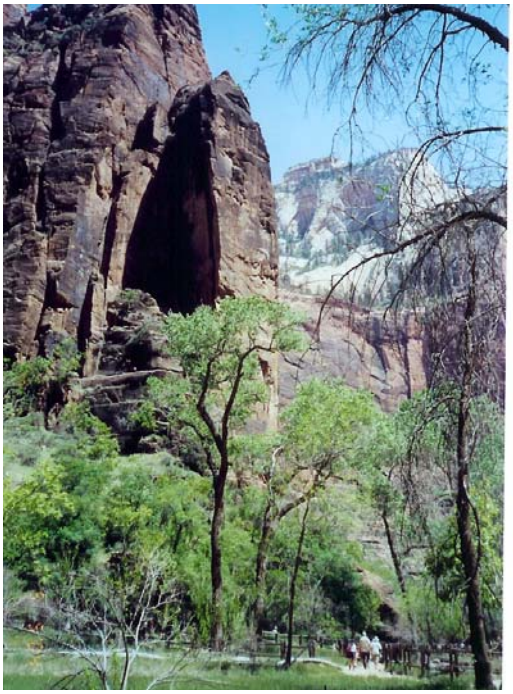


Jeden z wodospadów Kanionu Zion

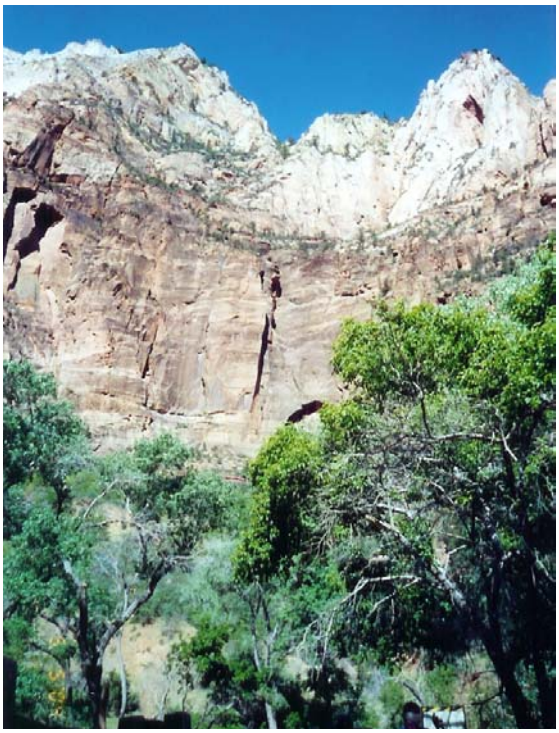
Skały osadowe w Kanionie Zion pochodzą ze znacznie późniejszych okresów geologicznych – Triasu i Jury ery Mezozoicznej (248 do 145 milionów lat temu). Są to również warstwy wapieni, mułowców i piaskowców, wśród których królują monumentalnością czerwono-brunatne, zawierające dużo żelaza, prawie pionowe, stosunkowo twarde skały piaskowe, *Navaho Sandstone*, z okresu Środkowej Jury. Widoczne obecnie najstarsze skały Zionu zostały osadzone przez płytkie morze, a następnie jeziora z wodą słodką. W tym czasie powstawała dość twarda warstwa osadowa "*Chinile Formation*" o fantastycznych kolorach od białego poprzez różowy, czerwony, do fioletowego. W tej warstwie znajdują się również popioły wulkaniczne przywiane z odleglejszych wulkanów. Nieco później, na owych terenach biegały hordy dinozaurów po bagiennych okolicach (niedaleko Zion'u powstaje obecnie muzeum odkrywkowych wykopalisk paleontologicznych z epoki dinozaurów, których mnóstwo już tam znaleziono). Potem na terenach Zion'u, około 140 milionów lat temu, klimat zmienił się i powstała pustynia, która pozostawiła najgrubszą warstwę typowych dla tej wyżyny piaskowców, *Navaho Sandstone*, które w rzeczywistości są skamieniałymi wydmami piaskowymi (warstwa skał grubości około 2,000 stóp, 610 m). Następnie ponownie morze zalało to miejsce, a osadzana na

dnie morska fauna i flora stworzyły szczytową, najwyższą warstwę gór Zion'u, formację wapieni *Carmel*. Potem, wskutek ciągłego wypiętrzania się wyżyny oraz wskutek zmian klimatycznych, morze to znikło. Ciekawe, że podobnie do Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado, w obszarze Zion'u wyższe warstwy osadowe z ostatnich 135-ciu milionów lat zostały zerodowane i zmiecione z powierzchni.

Góry Zion'u są już solidnie zwietrzałe i proces erozji jest dość szybki i widoczny. W 1995 roku z okolic szczytów *Beehives* (6904 stop, 2101 m) i *Sentinel* (7157 stop, 2181 m) ruszyła w dół lawina kamieni, zasypując drogę, niszcząc kilkanaście domów i zmieniając koryto rzeki *Virgin*. Geolodzy twierdzą, że również 7000 lat temu, w tym samym miejscu, podobna lawina stworzyła głębokie na 200 stóp jezioro, zatrzymując na jakiś czas bieg rzeki *Virgin*.



Piaskowe skały *Navaho* w Kanionie Zion



West Temple, 2376 m
Niższe warstwy to czerwonawe skały *Navaho Sandstone*, wyższe – wapienie *Carmel*

Kanion Zion odkryła grupa mormońskich kolonistów w 1861 roku. Zafascynowani jego monumentalnością nazwali ten kanion "*Little Zion*" (nazwa "*Zion*" w antycznym państwie Żydowskim oznaczała pustynne kamieniste wzgórze na wschód od Jerozolimy, obecnie znane jako Wzgórze Świątyń, *Temple Hill*; na tym wzgórzu król David zbudował cytadelę, która stała się kolebką "miasta Davida"; wzgórze to przez wieki było centrum życia politycznego i kulturalnego Żydów; później "*Zion*" stał się dla Żydów symbolem nadziei na odrodzenie). Mormońscy koloniści uznali, że góry tego Kanionu są ogromną świątynią Natury, w której można się modlić tak samo jak w wielkiej Katedrze zbudowanej przez ludzi i opowiednio nazwali wiele czerwonawych gór zakończonych białawmi szczytami: *East Temple* (Świątynia Wschodnia; 7709 stóp, 2350 m), *Cathedral Mountain* (Góra Katedralna), *Mount Majestic* (Góra Majestatyczna), *Angel Landing* (Miejsce Lądowania Aniołów), *Towers of the Virgin* (Wieże Boskiej Dziewicy), *Altar of Sacrifice (*Ołtarz Ofiarny), *Great White Throne* (Wielki Biały Tron), *Temple of Sinvawa* (Świątynia Sinwały; 4418 stóp, 1347 m), *Job's Head* (Głowa Joba), oraz Trzej Patriarchowie: Abraham (6890 stóp, 2101 m), Izaak (6825 stóp, 2081 m) i Jakób (6831 stóp 2083 m).

Podobnie do Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado, Zion ukazuje dramatyczny efekt bliźniaczych sił przyrody: erozji i wznoszenia się płyty Ziemi. Jest jednak zupełnie inny niż Wielki Kanion Kolorado i przede wszystkim znacznie mniejszy. Do Zionu wjeżdża się wąską szosą prowadzącą w górę krętej rzeki *Virgin*, której woda, daleka od przezroczystości, niesie pełno mułu i piasku – końcowego efektu erozji skał (nota bene związany jest z nią dwuznaczny dowcip: "*Virgin River*? *Nobody has seen her bottom*"; (Nikt nie widział jej… "*bottom*" znaczy zarówno "dno" jak i "tyłek").



Góra *Angel Landing*

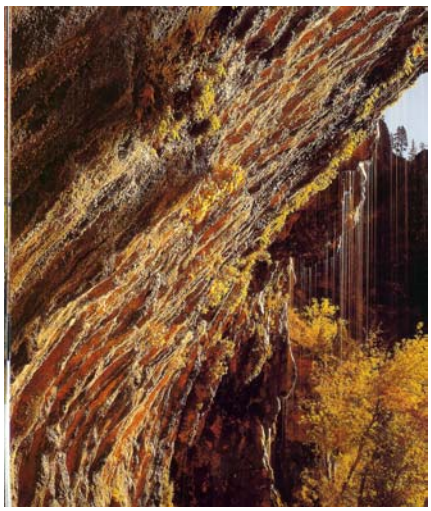
Samochodem wjeżdża się od razu w wąską otchłań bardzo stromych gór. A wyjeżdża się z kanionu wznosząc się serpentynami, wyrzeźbionymi na półkach zboczy, z poziomu rzeki Virgin, pokonując następnie blisko dwukilometrowy tunel wyryty w monolicie gór, i dalej serpentynami dociera się do poziomu najwyższych szczytów Zionu, lądując na otwartej zielonej wyżynie, rozciągającej się dalej kilometrami, na której pasą się owce, krowy i… bizony. Powierzchnia tej wyżyny jest osadem wapiennym *Carmel*, pozostałością po antycznym morzu z końca jurajskiego okresu, którym charakteryzują się wysokie białawe szczyty gór Zion'u.



Rzeka *Virgin River* w Kanionie Zion

Budowę wspomnianego wyżej tunelu oraz szosy skończono w 1930 roku, udostępniając tym samym Kanion Zion zarówno badaczom jak i turystom. Ciekawostką jest, że asfalt szos na obszarze Kanionu Zion nie jest, jak zwykle, szary. Aby nie psuć krajobrazu, dodano do asfaltu czerwonawą farbę w kolorze otaczających gór…

Kanion Zion, który od 1909 roku jest Parkiem Narodowym USA, przez cały rok przyciąga turystów oferując piękne pejzaże i krajobrazy: nadbrzeżne lasy, kaskady wodospadów, wspaniałe i groźne wąskie kaniony, z pionowymi ścianami skalnymi, piętrzącymi się ponad 200 metrów wzwyż. Góry Kanionu Zion prezentują ciekawe kształty brył i powierzchni, jak na przykład porysowane powierzchnie, przypominające szachownice, co spowodowane zostało specyficzną erozją: poziome szczeliny powstały wskutek naprzemiennych osadów bardziej lub mniej odpornych na erozje; pionowe szczeliny ("*joints*") – to dzieło erozji wskutek zmian temperatur. Są też góry o powierzchniach powarstwionych w rożnych kierunkach: to piaskowce powstałe z wydm piaskowych targanych wiatrami o zmiennych kierunkach. W Zion'ie istnieje kilkanaście formacji skalnych wyerodowanych w postaci otwartych mostów (na przykład *Kolob Arch*) oraz zamkniętych łukowatych wgłębień, widoczych na fasadach skał.



***Weeping Rock* (Płacząca Skała)**

Niektóre wyższe szczyty są wapiennymi płaskowyżami, pokrytymi roślinnością (na przykład *Angel Landing*), inne mają ostre piki skał *Navaho Sandstone* (Patriarchowie). Zewnętrzne zerodowane warstwy wapieni *Carmel* tworzą żyzną glebę dla rozsiewanych wokół nasion dzikich roślin, podczas gdy twarde, lecz porowate piaskowce *Navaho Sandstone* pozwalają roślinom rosnać w szparach pęknieć, dostarczających wodę. Porowatość i łatwa przesączalność wody piaskowców *Navaho* powoduje, że niektóre skały "płaczą", dając ujście wodzie nagromadzonej wewnątrz, która zatrzymuje się na warstwach twardszych i zaczyna płynąć poziomo, docierając do powierzchni zbocza. Jest bardzo dużo roślinności wokół, często w postaci "wiszących ogrodów"; roślin takich jak mchy, paprocie i różne rośliny kwiatowe. Zakorzeniają się one w szczelinach skalnych (co powoduje dalszą erozję tych skał). W górach Zionu znajduje się dużo spektakularnych wodopadów, niekiedy wytryskających ze środka pionowych skał, oraz kilka niewielkich stawków (jak *Lower, Middle* i *Upper Emerald Pools*).



"Szachownicowe" powierzchnie gór Zionu



Pionowe skały *Navaho Sandstone* Kanionu Zion

Sporo najrozmaitszych zwierząt i ptaków żyje w Zion'ie. Niedawno

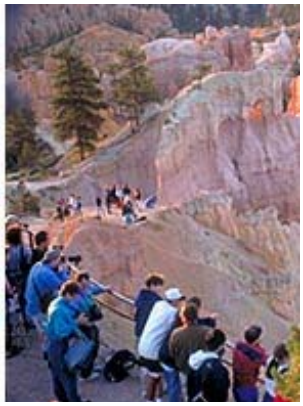
zidentyfikowano tam zupełnie unikalny gatunek ślimaków o wielkości główki od szpilki.

Park Narodowy Zion oferuje spacery, górskie wycieczki piesze, rowerowe, konne oraz wspinaczki alpejskie (po górach *Yosemite* w Kalifornii, Zion jest w USA drugim pasmem górskim najczęściej nawiedzanym przez alpinistów).

Po szosach wewnątrz parku kursują bezpłatne autobusy, a ich kierowcy udzielają rad i turystycznych wskazówek ("bezpłatność" jest umowna; koszty wliczone są w cenę biletu wstępu do Parku Narodowego Zion).

Trzeci wielki stopień geologicznej "Klatki Schodowej"

Trzecim i ostatnim dużym stopniem geologicznym "Wielkiej Kaltki Schodowej" wyżyny Kolorado jest najwyższa na świecie wyżyna *Pausaugunt*, na której znajduje się perełka tego rejonu, Kanion Bryce, oddalony od kanionu Zion około 70 mil (113 km) na północny wschód. Kanion ten, którego brzegi znajdują sie na wysokości od 8000 stóp (2438 m) do 9000 stóp (2743 m) nad poziomem morza, nazwany tak został dla uczczenia emigranta ze Szkocji, Ebenezer'a Bryce, Mormona z okresu pionierów, który ten kanion odkrył. Ebenezer Bryce doglądał wielkiego stada krów na tym terenie. O Kanione Bryce wyraził sie dość dobitnie: "*It's a heck of a place to loose a cow*!" ("Cóż to za cholerne miejsce na poszukiwanie zagubionej krowy!") Nazwa "kanion" nie jest całkiem właściwa, gdyż nie ma tam rzeki, która byłaby przyczyną zerodowania terenu.



Kanion Bryce widziany z punktu widokowego Sunset



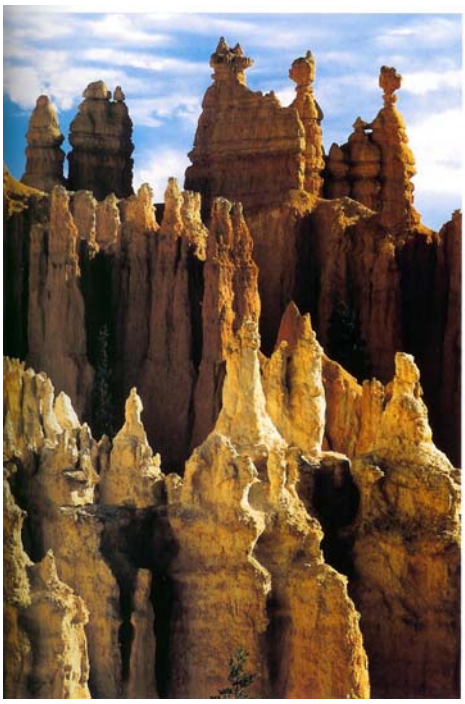
Geneza Kanionu Bryce wiąże się z obsunięciem się półki skalnej z wysokiego płaskowyżu. Podobnie do rosnącego pieczącego się ciasta drożdżowego, wybrzuszenie wielkiej wyżyny Kolorado spowodowało w tym miejscu dramatyczne popękanie ziemi na obszarze ponad 36 tysiecy akrow. Erozja wskutek zmian temperatury, działania wody, lodu, wiatru i grawitacji, dokonała reszty.

Tak jak Kanion Zion jest monumentalny i majestatyczny, tak Kanion Bryce jest zupełnie fantastyczną krainą baśni.

Do Kanionu Bryce dojeżdża się łagodnie wznoszącą się drogą na wyżynie Pausaugunt. Podobnie jak w przypadku Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado, Kanion Bryce ogląda się najwpierw z góry, z odpowiednio przygotowanych punktów widokowych o fascynujących nazwach: "*Fairyland View*", "*Rainbow*", "*Sunrise*", "*Sunset*", "*Inspiration*", nazwach, które dość wiernie odzwierciadlają rozciągające się stamtąd, nadzwyczajne widoki. Następnie zaś można zrobić kilkugodzinną dość trudną pieszą wycieczkę w dół kanionu (jest ona jednak znacznie krótsza i łatwiejsza od podobnej wycieczki wgłąb Wielkiego Kanionu Kolorado; temperatury w Kanionie Bryce są na ogół niskie, ze względu na jego wysokie



Skalne formacje Kanionu Bryce, wyglądające jak ruiny starożytnego miasta



Formacje *Hoodoo*

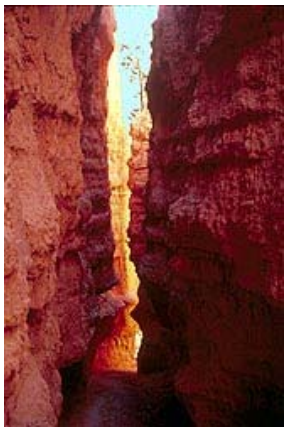
położenie nad poziomem morza). Idzie się stromymi zakosami, 300 metrów pionowo w dół kanionu, gdzie rosną krzewy i drzewa, w tym – drzewa mahoniowe i 800-letnie jodły. Można też wynająć konie i zwiedzić kanion konno.

Wskutek "wybrzuszania się" wyzyny oraz erozji, w Kanionie Bryce powstały unikalne żółto-różowo-białe fantastyczne figury: groteskowe bryły, kolumny, stożki, maczugi, iglice, spirale, świetliki w skałach, mosty i kopuły oraz sporo formacji o specyficznych kształtach, nazywanych "*hoodoo*". Piaskowcowe formacje geologiczne o wysokości do 300 metrów od dna kanionu, ilustrujące geologiczną historię ostatnich 50 milionów lat, ustawione są niemal równo, regularnie, w półkolistych labiryntach jakby amfiteatrów. Z brzegu Kanionu niektóre grupy "stalagmitycznych" formacji wygladają jak równo ustawiona armia wyprostowanych na baczność żołnierzy, albo w innej stronie, jak ruiny dawnych miast, albo przechylonych, tonących statków. Niektórzy widzowie w poszczególnych formacjach skalnych dopatrują się kształtów zwierząt lub postaci ludzkich, na przykład Królowej Wiktorii albo Elvis'a. Wąski spektakularny kanion, w którym słońce przebija się przez rozmaitej grubości różowawe skały, tworząc paletę kolorów, nazwano Wall Street.

Niektóre niezwykłe formacje skalne "*hoodoo*", przypominają grzyby, z trzonkiem ze skały bardziej podatnej na erozje (piaskowiec) i z kapeluszem z twardszej skały (wapienie). Wysoka i odsłonięta wyżyna jest często nawiedzana przez huragany; erozji wskutek działania wiatru towarzyszą zwykle specyficzne akustyczne piski. Nazwa "*hoodoo*" powstała z afrykańskiego, a poźniej i karaibskiego słowa "*woodoo*" czyli "*casting spell*" (rzucać urok). Nie bez kozery żyjący tam Indianie Pajuci, od wieków uważają Kanion Bryce za miejsce święte, albo ściślej – miejsce nawiedzane przez duchy.

Na wszystkich figurach skalnych Kanionu Bryce wyraźnie widać przeplatające się kolejne warstwy piaskowców i wapieni, które pochodzą z formacji *Claron* i *Wasatch*. Te osadowe warstwy ze sporą zawartością związków żelaza i manganu, przedstawiające sobą pozostałość po antycznym jeziorze, są bardzo kruche i bardzo "młode"; pochodzą z epoki Eocenu w okresie Trzeciorzędu ery Kenozoicznej, licząc sobie "tylko" 50 milionów lat. Erozja postępuje w Kanionie Bryce niestety bardzo szybko. Dół Kanionu jest usłany grubą warstwą różowo-złotego miałkiego piasku – wynik postępującej erozji skał. Niekiedy na tym piasku przeświturją białe płaty: to sól, która krystalizuje się na powierzchni.

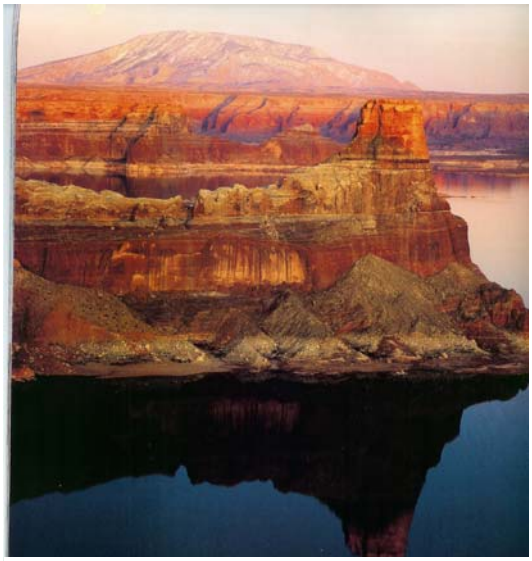
Kanion Bryce jest Parkiem Narodowym USA od 1928 roku.



Kanion "*Wall Street*"

Zakończenie

W sumie – geologiczna "Wielka Klatka Schodowa" wyżyny Kolorado, począwszy od najniższych warstw geologicznych Wielkiego Kanionu Rzeki Kolorado do wyżyny *Paunsaugunt*, to nie tylko wspomniane wyżej kaniony jako jej wspaniałe trzy "wielkie stopnie", lecz 6,000 pionowych stóp (1229 m) i 150 poziomych mil (241 km) naprzemiennych zboczy gór, urwisk skalnych oraz dużych płaskich tarasów. Wśród nich – wiele innych cudów Natury, jak "*Grand Staircase Escalante National Monument*", "*Capitol Reef National Park*", "*Rainbow Bridge National Monument*", "*Natural Bridges National Monument*", "*Canyonlands National Park*", "*Arches National Park*", " *Antelope Canyon*", "*Valley of the Gods*", "*Red*



Jezioro Powell w promieniach zachodzącego słońca

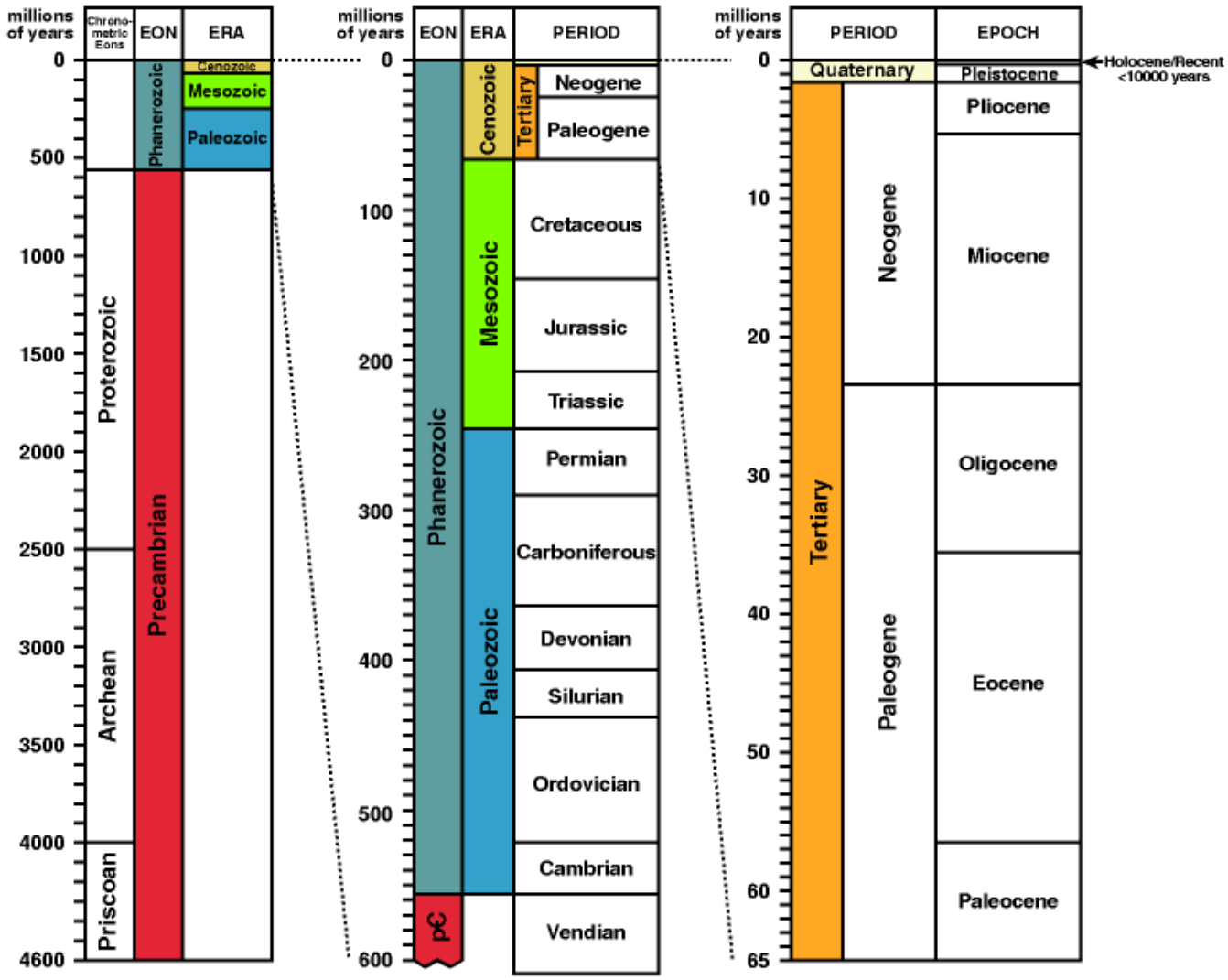


Słońce przebijające się przez piaskowce kanionu *Antelope*; ulubione miejsce fotografów

Canyon", "*Goblin Valley State Reserve*", "*Goosenecks State Reserve*", "*Pipe Spring National Monument*", "*Grand Canyon Parashant National Monument*", "*Paria Canyon Vermilion Cliffs Wilderness*", "*Kaibab National Forest*", "*Lake Powell*", "*Glen Canyon National Recreation Area*"…. Ogromna przestrzeń unikalnych geologicznych cudów Natury.

Obszar Wyżyny Kolorado jest niezrównanym rajem dla turystów, ale przede wszystkiem jest rajem wszystkich geologów i paleontologów na całym świecie.

DODATEK: SKALA GEOLOGICZNA (Tabela Stratygraficzna)



Gardnerville, Nevada, w maju 2004
Uzupełnione w listopadzie 2005



Prof. Dr Agnieszka Muszyńska