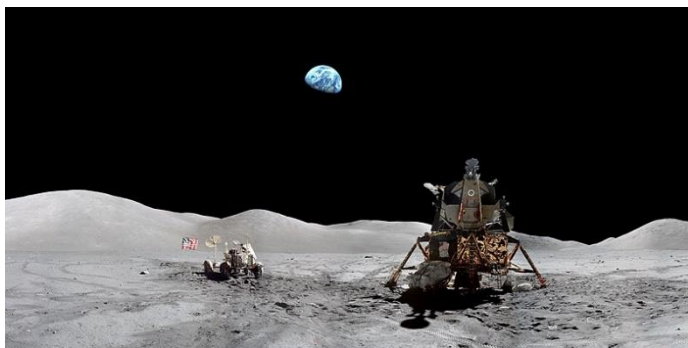


## Czy to ptak? Czy to samolot? Nie! To Superksiężyc!

Księżyc to najbliższe nam ciało niebieskie, choć jak wiemy, z barwą tą ma niewiele wspólnego. Majestatycznie wznoszący się ponad horyzont i rozświetlający noc, jest obiektem szczególnym. Opiewany przez poetów jest źródłem artystycznej inspiracji i uniesień. To także cel, którego osiągnięcie zwieńczone załogowym lądowaniem na jego powierzchni, było triumfem ludzkiego umysłu, determinacji i upor. Księżyc to również newralgiczny element równowagi ziemskiej biosfery, mający wpływ na cykle biologiczne, rytm dobowy roślin i zwierząt zamieszkujących środowiska lądowe i wodne. Dla zapałzonych w niebo jest to jednak jeden z najwzniecających i pasjonujących obiektów do obserwacji. Z pomocą nawet niewielkiego teleskopu lub silnej lornetki dostrzeżemy z łatwością jego surowe piękno. Góry, kratery, zastygłe dawno temu rozległe pola lawowe, szczeliny i spękania tektoniczne, wszystko to jest namacalnym świadectwem burzliwej przeszłości naszego naturalnego satelity. Zbliżająca się pełnia, wyjątkowa ze względu na imponujące widome rozmiary satelity, jest dobrą okazją, aby przyrzeć się bliżej odwiecznemu kosmicznemu tańcowi Ziemi i Księżyca, a także najciekawszym zjawiskom z nim związanym.

### Kosmiczne towarzystwo Ziemi

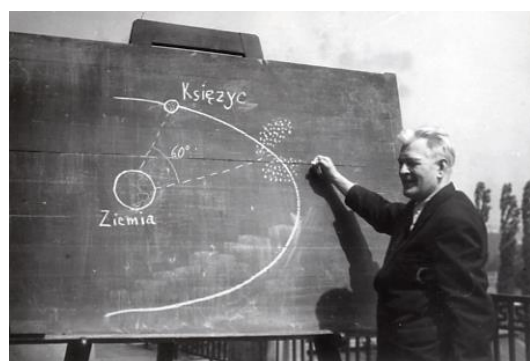


Fot. 1. Ziemia widziana z powierzchni Księżyca podczas misji Apollo 17

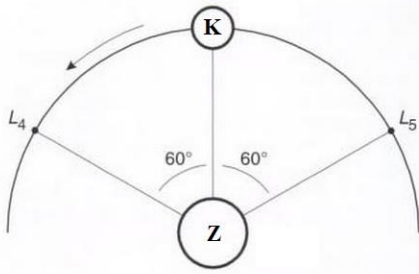
Księżyc jest jedynym naturalnym satelitą naszej planety, przynajmniej w klasycznym rozumieniu tego pojęcia. Jest ciałem o regularnym kulistym kształcie, porusza się w tę samą stronę co rotująca wokół osi planeta, jego prawie kołowa orbita jest tylko niewiele nachylona do płaszczyzny ziemskiego równika. Srebrny Glob jest jednym z największych naturalnych satelitów w Układzie Słonecznym. Ustępuje rozmiarami tylko jowiszowym księżycom – Ganimedesowi, Io, Kallisto, i księżycowi Saturna – Tytanowi. Pozbawiony jest atmosfery, co umożliwia bezpośrednie obserwacje

teleskopowe z Ziemi. Wykazuje pewien stopień aktywności sejsmicznej, stale się kurczy w wyniku powolnego stygnięcia swojego wnętrza. Prowadzi to do powstawania spękań tektonicznych na powierzchni. Księżyc jest jedynym ciałem niebieskim poza naszą planetą, po którym stąpała ludzka stopa. Pierwszy spacer człowieka po jego powierzchni miał miejsce 21 lipca 1969 roku (Neil Armstrong, Apollo 11), a jak dotąd ostatni 14 grudnia 1972 roku (Harrison Schmitt, Apollo 17). Księżyc był też celem kilku zdalnych próbników (min. Łuna, Łunochod, Surveyor, Chang'e, Yutu), które lądowały na jego powierzchni prowadząc zaplanowane eksperymenty naukowe. Znacznie więcej sond stało się sztucznymi satelitami Księżyca.

Głośną swego czasu była kwestia dwóch księżyców pyłowych, w latach 1956-1961 obserwowanych z Kasprowego Wierchu przez wybitnego polskiego astronoma Kazimierza Kordylewskiego, przez wiele lat związanego z obserwatorium astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Znajdują się one w punktach libracyjnych wokółziemskiej orbity, gdzie równoważy się wpływ grawitacyjny Ziemi i Księżyca. Umożliwia to istnienie stabilnych lokalnych zagęszczeń materii międzyplanetarnej, przewyższających rozmiarami Ziemię. Szacuje się, że masa zgromadzonej w nich materii jest jednak znikoma, nie przekraczająca kilkudziesięciu ton, przy liczebności pyłowych drobin kilkadziesiąt miliardów w każdym. Kilku osobom, z Kazimierzem Kordylewskim na czele, udało się nawet sfotografować owe ledwo dostrzegalne mgliste obłoki. Niestety na próżno szukać tychże fotografii w zasobach internetowych.



Fot. 2. Wykład Kazimierza Kordylewskiego, fot. CAF, J. Lewicki



Ryc. 1. Położenie pyłowych księżyców Kordylewskiego w punktach libracyjnych L4 i L5 orbity Księżyca

W latach 1969-1970 pewne poszlaki co do realności pyłowych księżyców ujawnił amerykański sztuczny satelita OSO-6, przeznaczony do obserwacji Słońca i jego interakcji z bliskim otoczeniem Ziemi. Zauważył on podwyższoną gęstość materii w przewidzianych teorią miejscach. Punkty libracyjne były też fotografowane przez astronautów misji Gemini 12, Apollo 14 i Apollo 16, ale bez znaczących rezultatów. W 1991 roku japońska sonda księżycowa Hiten przeszła przez oba punkty libracyjne, ale nie zanotowała podwyższonej gęstości cząstek materii międzyplanetarnej. Być może więc księżyce Kordylewskiego są tworamami okresowymi? Istnienie „polskich księżyców pyłowych” (nazwy tej używał sam odkrywca) można więc traktować jako astronomiczną ciekawostkę, czekającą wciąż na definitywne potwierdzenie.

Czasem wspomina się też o quasi-satelitach naszej planety, którymi są niewielkie planetoidy (np. (3753) Cruithne, (469219) 2016 HO<sub>3</sub>, czy 2014 OL<sub>339</sub>), których orbity wskazują na związek grawitacyjny z Ziemią (astronomowie mówią o rezonansie orbitalnym 1:1). Pierwsza z wymienionych, o średnicy około 5 km i nazwie wywodzącej się od pradawnego celtyckiego ludu zamieszkującego Wyspy Brytyjskie, porusza się po wokółsłonecznej orbicie o praktycznie identycznym rocznym okresie obiegu wokół gwiazdy. Wzajemne ruchy obu ciał, Ziemi i Cruithne, sprawiają, że gdyby wyznaczyć wypadkową orbitę planetoidy względem naszej planety, miałyby ona kształt nieco zdeformowanej podkowy lub fasoli. Taka swoista pętla wokół naszej planety zakreślana jest jednak w czasie aż 380 lat, co powinno ostudzić nieco przedwcześnie zapal entuzjastów „drugiego księżycza Ziemi”.

### Przybysz z daleka, czy „siódmy kontynent”?

Od dawna astronomowie poszukują odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób powstał Księżyc. Czy został przechwycony grawitacyjnie przez młodą Ziemię, czy uformował się razem z nią w tym samym czasie i miejscu, czy też jego istnienie wiąże się z kosmiczną katastrofą, która w zamierzchłej historii spotkała naszą planetę. Współcześnie dominująca i szeroko akceptowana teoria, która wyjaśnia genezę Księżyca, mówi o tym, że na wczesnym etapie istnienia naszej planety doszło do jej zderzenia z ciałem wielkości Marsa. W wyniku kolizji część stopionej ziemskiej materii została wyrwana w przestrzeń kosmiczną, gdzie wraz z budulcem owego przybysza utworzyła pierścień wokół planety. W przeciągu kolejnych milionów lat materia ta skupiła się grawitacyjnie w jedno ciało, które dało początek Księżycowi. Mówi się więc czasem, że Księżyc jest siódmym kontynentem, mając na uwadze jego „ziemskie” pochodzenie.

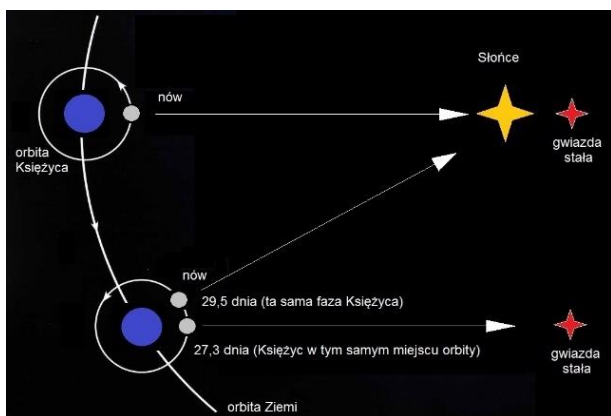


Ryc. 2. Etapy powstania Księżyca wg teorii kosmicznej katastrofy

Młody Układ Słoneczny był bardzo niegościnnym miejscem. Upadki meteorytów, zderzenia z kometami, czy intensywne zjawiska wulkaniczne i sejsmiczne, były codziennością w tym skrajnie nieprzyjaznym świecie. Współczesny wygląd Księżyca jest jednak równie majestatyczny co... martwy. Kratery, będące efektem uderzeń meteorytów, które miały miejsce przed setkami tysięcy lub dziesiątkami milionów lat są wciąż doskonale widoczne. Erozja biologiczna nie zachodzi, wietrzenie związane z działalnością wody i powietrza również. Za powolne niszczenie materiału skalnego na powierzchni Srebrnego Globu odpowiedzialne są więc tylko duże termiczne różnice zachodzące pomiędzy tamtejszym dniem i nocą, a także sporadyczne współczesne upadki meteorytów i mikrometeorytów. To one są przyczyną uformowania się grubej warstwy księżycowego regolitu, czyli pylastego zwiertzałego materiału skalnego o kilkumetrowej miąższości. Naszego naturalnego satelitę obserwujemy dziś takim, jakiego pamiętają zamierzchłe epoki geologiczne.

### Miesiąc miesiącowi nierówny

Cykliczność ruchu Księżyca wokół Ziemi rozpatrywana jest na kilka sposobów. Pierwszy z nich dotyczy wykonania jednego pełnego obiegu, kiedy satelita pokonuje pełną długość orbity liczoną względem gwiazd stałych. Okres ten, zwany miesiącem syderecznym lub gwiazdowym, trwa około 27 dni 7 godzin i 43 minuty (27,321 dnia). Drugi z okresów, zwany miesiącem synodycznym, związany jest z identycznym wzajemnym ustawieniem Ziemi, Księżyca i Słońca, inaczej mówiąc kiedy Księżyc ponownie wejdzie w tą samą fazę. Trwa on dłużej od syderecznego, bo około 29 dni 12 godzin i 44 minuty (29,531 dnia). Jest to efektem nałożenia się trwającego w tym samym czasie ruchu układu Ziemia – Księżyc po orbicie wokółsłonecznej. Dla naszych

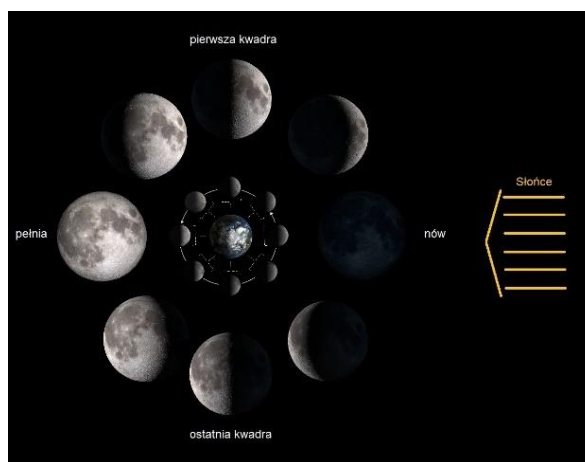


Ryc. 3. Różnica pomiędzy miesiącem synodycznym i syderecznym

późniejszych rozważań istotny będzie jeszcze jeden okres, zwany miesiącem anomalistycznym, dla którego punktem odniesienia jest perygeum, czyli punkt wokółziemskiej orbity Księżyc, położony najbliżej naszej planety. Czas przejścia Księżyc przez dwa kolejne perygea wynosi około 27 dni 13 godzin i 18 minut (27,554 dnia). Jak łatwo zauważyć, wszystkie wymienione okresy zbliżone są czasem trwania do kalendrzowego miesiąca. Znalazło to odbicie w rodzimej tradycji ludowej, w której naszego satelitę zwano często Miesiącem. Określenie to spotkać można w gwarze, literaturze staropolskiej, poezji, przesądach i tradycyjnych pieśniach, znanych z etnograficznej mapy naszego kraju. O tychże kwestiach opowiemy sobie jeszcze w dalszej części tego opracowania.

## Od nowiu do nowiu

Zmiany faz Księżyc są najbardziej charakterystycznym przejawem jego ruchu wokół Ziemi i wzajemnego ustawienia obu ciał względem Słońca. Każdy z nas doskonale wie, że zachodzą one w ciągu około miesiąca, podczas którego na niebie obserwujemy zmieniający się kształt tarczy satelity. Zaczynając od nowiu, czyli okresu kiedy Srebrny Glob ustawiony jest dokładnie pomiędzy Ziemią i Słońcem i jest niewidoczny, w kolejnych dniach jego tarcza zaczyna przyrastać. Najpierw przyjmuje kształt wąskiego sierpa, a po około tygodniu obserwujemy pierwszą kwadrę. Księżyc oddalony jest wtedy na nieboskłon od Słońca o kąt 90 stopni. Widoczna jest wtedy prawa połowa jego tarczy, mająca kształt litery „D”, co łatwo skojarzyć z jej „dopełnianiem się”. Tydzień później jest już pełnia, kiedy cały księżycowy dysk rozświetla ziemskie noce. Satelita znajduje się wtedy dokładnie po przeciwnej stronie Ziemi względem Słońca. Od tej pory jego tarcza zaczyna się zmniejszać poprzez ostatnią kwadrę, podczas której widzimy jej lewą połowę. Następnie obserwujemy wąski sierp o kształcie litery „C”, co kojarzymy „cofaniem się” Księżyc do kolejnego nowiu.



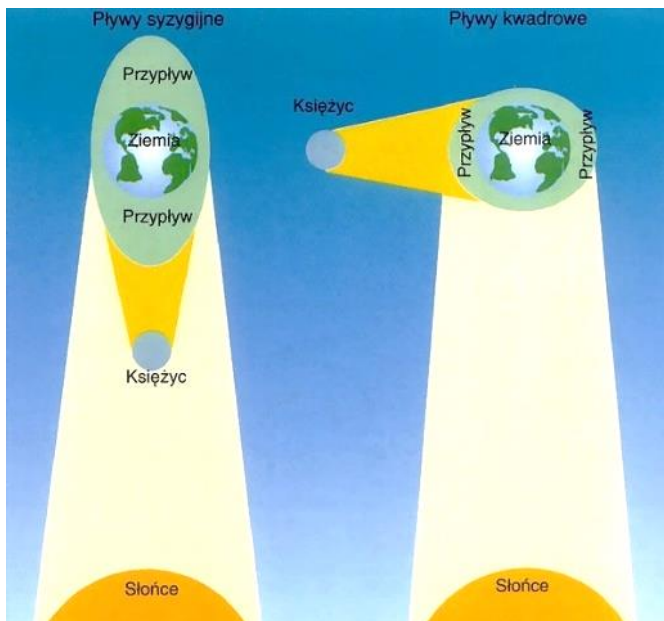
Ryc. 4. Schemat powstawania faz Księżyc

Warto w tym miejscu przypomnieć sobie letnie pełnie, kiedy Księżyc tylko nieznacznie wspina się ponad horyzont. W przeciwieństwie do nich, pełnie zimowe są wysokie, kiedy przez praktycznie całą noc satelita rozświetla niebo. Dlaczego tak się dzieje? To proste, jeśli przypomnimy sobie fakt, że zimą Słońce chowa się znacznie głębiej poniżej horyzontu niż latem. Orbita Księżyc tworzy z ekliptyką (kołem wielkim na sferze niebieskiej, wyznaczającym pozorną drogę Słońca wśród gwiazd w ciągu roku, tudzież rzutem płaszczyzny orbity ziemskiej na sferę niebieską) niewielki kąt, zatem satelita na niebie zawsze będzie w jej pobliżu. Jeśli więc zimą zachodzące Słońce chowa się głęboko pod horyzontem, to po przeciwnej stronie Ziemi Księżyc w pełni zawiśnie wtedy wysoko ponad nim. Latem sytuacja jest analogiczna.

## Cykliczne zmiany poziomu Wszechoceanu

Ze względu na duże rozmiary Księżyc, jego układ z Ziemią można traktować jako planetę podwójną, choć jest to określenie nieoficjalne, stosowane raczej kolokwialnie. Oba ciała wykonują obrót wokół środka masy układu, co przypomina trzymających się za ręce i obracających tancerzy. Środek masy układu Ziemia – Księżyc znajduje się nieco ponad 4600 km od środka Ziemi, a zatem położony jest pod powierzchnią naszej planety. Księżyc obiega Ziemię w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Każdy z nas dostrzegł, że stale zwrócony jest do nas tą samą stroną, co jest efektem grawitacyjnego synchronizowania czasu obrotu i obiegu wokół ciała centralnego, czyli Ziemi. Zjawisko takie jest w Układzie Słonecznym powszechne. Wykazują je księżycy Marsa (Fobos i Deimos), Jowisza (min. Io, Europa, Ganimedes, Kallisto), Saturna (min. Tytan, Japet, Dione, Mimas, Enceladus), Urana (min. Tytania, Ariel, Miranda, Oberon), Neptuna (Tryton), czy Plutona (Charon).





Ryc 5. Amplituda pływów syzygijnych (większa) i kwadraturowych (mniejsza)

Księżyc i jego oddziaływanie na naszą planetę w najbardziej widoczny sposób manifestuje się w postaci zjawiska pływów. Regularne podnoszenie się i opadanie poziomu wody w morzach i oceanach od zarania dziejów determinuje życie nadmorskich społeczności, a według badaczy początków życia na Ziemi, mogło mieć kluczowe znaczenie dla zasilania tzw. pierwotnej zupy związków organicznych w wymywane z lądów składniki mineralne. Przypływy mają miejsce mniej więcej dwukrotnie w ciągu doby, to samo dotyczy odpływów. Największa amplituda pływów (tzw. pływów syzygijnych) ma miejsce, gdy przyciąganie Słońca (ono też ma tutaj znaczenie) i Księżyca sumuje się, a więc podczas ustawienia wszystkich ciał w linii prostej. Mniejszą amplitudę mają pływy kwadraturowe, kiedy nasz satelita jest w pierwszej lub ostatniej kwadrze. Wtedy przyciągniętą przez Księżyc wodę ściąga w swoją stronę Słońce, przez co sumaryczny efekt jest mniejszy. Dla Morza Bałtyckiego zjawisko pływów jest praktycznie

niedostrzegalne, gdyż nie ma ono odpowiednio przepustowego połączenia z Oceanem Atlantyckim, a przy okazji jest zbiornikiem płytkim. Pływy obserwowane na oceanach są już wyraźnie widoczne, a czasem, w wyniku odpowiedniego ukształtowania terenu (np. w lejkowatych ujściach rzek) osiągać może kilkanaście metrów. Klasycznym podręcznikowym tego przykładem jest Zatoka Fundy w Kanadzie, gdzie amplituda pływów sięga nawet 16 metrów, podczas których w ruch wprawione jest ponad 100 miliardów ton wody morskiej.

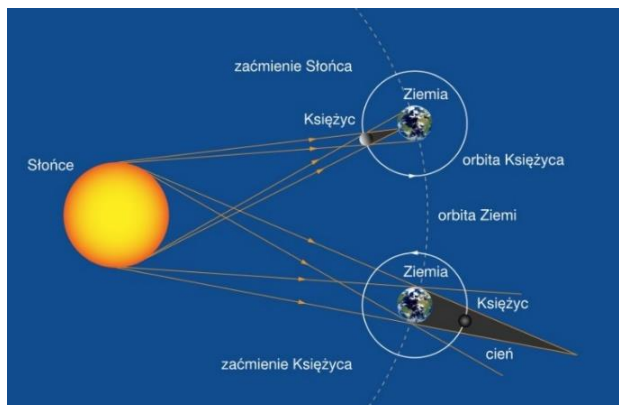
Pływy są czymś bardzo powszechnym w Układzie Słonecznym. Co prawda tylko w przypadku niedawno odkrytych zbiorników ciekłych węglowodorów na Tytanie możemy spodziewać się zmian poziomu tychże na podobieństwo ziemskich akwenów, jednak w pozostałych przypadkach pływy uwidaczniają się w cyklicznym odkształcaniu samej powierzchni księżyców planet. Dla Io, wulkanicznego księżycy Jowisza, amplitudy podnoszenia i opadania skorupy lądowej idą w setki metrów, co sprawia że jest to najbardziej aktywny wulkanicznie i sejsmicznie świat w słonecznej rodzinie. Dla pozostałych jowiszowych i saturnowych satelitów pływy są nieco mniejsze, ale i one wystarczają do wydajnego i nieprzerwanego generowania ciepła we wnętrzu ich globów. To właśnie pływy są odpowiedzialne za istnienie bardzo prawdopodobnych płynnych wodnych oceanów pod lodową skorupą Europy, Kallisto, Ganimedesa, Enceladusa, a także pod powierzchnią wspomnianego już Tytana.

Oddziaływania pływowe manifestujące się na Ziemi nieustannym transportem ogromnych ilości wody mają dla planety i jej satelity jeszcze inne zaskakujące konsekwencje. Okazuje się bowiem, że w wyniku pływów maleje okres rotacji Ziemi wokół osi, a Księżyc zwiększa swoją prędkość orbitalną i konsekwentnie się oddala. W pierwszym przypadku wydłużenie doby jest bardzo niewielkie, rzędu 0,002 s/100 lat. Ucieczka Księżyca odbywa się w tempie około 4 cm/rok. Liczby te wydawać się mogą mało znaczące, ale w geologicznej skali czasu wywoływany przez nie efekt zadziwia. Antycypacja w przyszłość wskazuje, że czas trwania ziemskiej doby zrówna się kiedyś z czasem obiegu Księżyca. Będą trwać około 47 obecnych dób. Synchronizacja ta nastąpi jednak dopiero za 3 miliardy lat. Nasz satelita zawiśnie wtedy stale nad jednym punktem na powierzchni naszej planety.

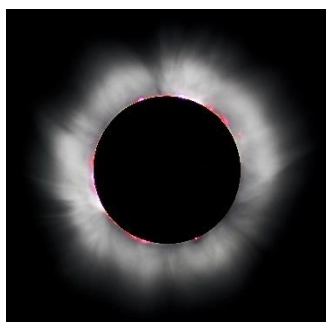
W międzyczasie Księżyc będzie stale przyspieszał i oddalał się od Ziemi, przez co zmniejszać się będzie jego średnica kątowna, a to za około 580 milionów lat doprowadzi w końcu do zaniku całkowitych zaćmień Słońca. Tarcza Srebrnego Globu nie będzie po prostu w stanie w pełni zasłaniać tarczy słonecznej. Na pocieszenie zostaną nam tylko zaćmienia typu obrączkowego i znacznie dłużej trwające zaćmienia Księżyca. Ale jeśli tempo wirowania naszej planety stale maleje, a Księżyc się oddala, to czy w zamierzonych epokach geologicznych oba ciała znajdowały się znacznie bliżej siebie, a ziemska doba była krótsza? Oczywiście że tak! Prawdopodobnie tuż po uformowaniu się młodego Księżyca orbitował on trzykrotnie bliżej niż teraz, obiegał Ziemię w niecały tydzień, a jej doba trwała zaledwie kilka godzin.

## Magia zaćmień

Niezwykła wprost koincydencja wielkości i odległości w układzie Słońce – Ziemia – Księżyc jest odpowiedzialna za jeden z najwspanialszych spektakli w przyrodzie, a mianowicie zaćmienia. Okazuje się, że nasz satelita jest tyle razy mniejszy od gwiazdy, ile razy jest bliżej Ziemi. Sprawia to, że widome średnice obu ciał na naszym niebie są zbliżone. Ma to szczególne znaczenie przy całkowitych zaćmieniach Słońca, kiedy nasza Gwiazda Dzienna zakrywana jest przez stopniowo nachodzący na nią księżycowy dysk. Podczas całkowitych zaćmień Słońca można obserwować rozpalone do temperatury kilku milionów stopni, zewnętrzne rejony jej atmosfery, zwane koroną słoneczną. Na brzegu tarczy gwiazdy pojawiają się strzępki protuberancji, czyli plazmy zawieszanej na łukowatych liniach sił pola magnetycznego. Pasjonujące jest też obserwowanie zmian w otaczającej przyrodzie, która zaskoczona nastaniem nocy w środku dnia reaguje czasem w dziwny sposób. Piszący te słowa, w 2006 roku podczas wiosennego całkowitego zaćmienia Słońca w Turcji, był świadkiem reakcji miejscowych wróbl, które zdeorientowane momentalnie zapadłym mrokiem przysiadły na ulicach i chodnikach, nie wiedząc co się dzieje. U człowieka, wyraźny spadek temperatury o kilkadziesiąt stopni (z 40°C przed zaćmieniem do 15°C podczas fazy całkowitej), wywołuje niezapomniane wrażenie, łączące w sobie tyleż fascynacji, co trudno definiowalnego niepokoju. Jeśli takie emocje odczuwa się w XXI wieku, to jakież musiały one być dla starożytnych społeczności?



Ryc. 6. Wzajemne ustawienie Słońca, Ziemi i Księżyca podczas zaćmień



Fot. 3. Całkowite zaćmienie Słońca

Całkowite zaćmienia Księżyca zwracają uwagę zwłaszcza, gdy tarcza naszego satelity przybiera ciemnoczerwone, czasem wręcz brunatne zabarwienie. Ginący stopniowo w cieniu Ziemi księżycowy dysk, nie budził aż tylu skrajnych emocji wśród dawnych obserwatorów co złowrogi zaćmienia Słońca, jednak przeważnie postrzegany był jako zły znak, wróżba nieurodzaju, choroby, śmierci w rodzinie, czy ogólnie bożego gniewu. Dziś pasjonujemy się po prostu pięknym zjawiskiem astronomicznym, tym bardziej interesującym i sprzyjającym, że w



Fot. 4. Całkowite zaćmienie Księżyca

przeciwieństwie do zaćmień Słońca, które dostrzegalne jest tylko z wąskiego pasa na Ziemi, można je obserwować wszędzie tam, gdzie satelita znajduje się akurat ponad horyzontem. Zaćmienia to zjawiska będące w ścisłym kręgu zainteresowania wielu astrofotografów, którzy w miarę możliwości podróżują do miejsc, w których spodziewamy się wyjątkowo sprzyjających warunków do ich obserwacji. Przepiękne mozaiki kolejnych faz zaćmienia, czy jego ujęcia na tle malowniczych elementów otaczającego krajobrazu, świadczą o talencie autora i są namacalnym dowodem wyjątkowości dzieła Matki Natury.

## Pełnia w perygeum, czyli Superksiężyc



Fot. 5. Porównanie widocznych rozmiarów tarczy Księżyca w apogeum (z lewej) i perygeum (z prawej), fot. Robert Vanderbei

Wróćmy jednak do głównego tematu naszych księżycowych rozważań. Orbita Księżyca jest elipsą o niewielkim stopniu spłaszczenia. W punkcie najbliższym Ziemi (perygeum), zbliża się on do niej na odległość średnio 363 100 km, to jest o około 43 000 km bliżej niż punkcie oddalonym od Ziemi najbardziej (apogeum). Różnica ta odpowiada mniej więcej długości ziemskiego równika. Podczas orbitowania wokół naszej planety zdarza się, że pełnia wypadnie w momencie przejścia Księżyca przez perygeum, albo gdy satelita mija apogeum (nie są to zdarzenia jednoczesne, gdyż dzieli je zazwyczaj kilka, kilkanaście lub kilkadziesiąt godzin). Dla tych dwóch przypadków widome rozmiary tarczy satelity widzianej z Ziemi zmieniają się wtedy w zakresie średnio od 33'28" do 29'55". Fotografia obok ilustruje te wyraźne różnice.

I tu zbliżamy się do wyjaśnienia tytułowej zagadki. Superksiężyc jest pojęciem zarezerwowanym właśnie dla tych szczególnych pełni, które zachodzą w perygeum lub w bezpośrednim pobliżu perygeum jego wokółziemskiej orbity. Wśród owych superksiężyców uwagę zwracają te, w których ze względu na duże zbliżenie do naszej planety satelita osiąga największe możliwe rozmiary kątowe. Jego tarcza jest wtedy o około 14% większa i 30% jaśniejsza niż w przypadku pełni zachodzącej w apogeum (zwanej też Miniksiężycem). W kwestii tegorocznego listopadowego Superksiężycza okazuje się, że od 25 stycznia 1948 roku będzie to największa kątowno pełnia (33'52") jaką dane nam będzie do tej pory obserwować. Wynika ona z bardzo dużego zbliżenia satelity do naszej planety na odległość zaledwie 356 512 km. Kolejne tej skali zjawisko zajdzie dopiero 25 listopada 2034 roku, kiedy podczas pełni Srebrny Glob zbliży się do naszej planety jeszcze bardziej, bo na odległość 356 448 km!



Fot. 6. Superksiężyc 11 marca 2011 roku w Waszyngtonie (po lewej Mauzoleum Abrahama Lincolna)

Rok	Data pełni	Data perygeum	Odległość Księżyca od Ziemi
2017	12 stycznia	10 stycznia	366 880 km
	4 listopada	6 listopada	364 004 km
	3 grudnia	4 grudnia	357 495 km
2018	2 stycznia	1 stycznia	356 565 km
	31 stycznia	30 stycznia	360 199 km
	22 grudnia	24 grudnia	363 368 km
2019	21 stycznia	21 stycznia	357 344 km
	19 lutego	19 lutego	356 761 km
	21 marca	19 marca	360 772 km
2020	9 lutego	10 lutego	362 479 km
	9 marca	10 marca	357 122 km
	8 kwietnia	7 kwietnia	356 908 km
	7 maja	6 maja	361 184 km
2021	28 marca	30 marca	362 170 km
	27 kwietnia	27 kwietnia	357 378 km
	26 maja	26 maja	357 309 km
	24 lipca	23 lipca	361 558 km

Tab. 1. Pełnie w pobliżu perygeum w latach 2017-2021 (za F. Espenak)

Jak łatwo zauważyć, Superksiężyc nie zdarza się przy każdej kolejnej pełni. Wynika to z różnicy pomiędzy okresem pomiędzy wykonaniem pełnego obiegu satelity wokół Ziemi, a czasem pomiędzy dwiema identycznymi kolejnymi fazami (patrz Ryc. 3). W ciągu roku pełni zachodzących 1-2 dni przed lub po perygeum zdarza się zwykle kilka (patrz Tab. 1). Odległość Księżyca od Ziemi może być wtedy jednak zbliżona lub nawet większa od odległości średniej co sprawia, że nie są to zjawiska spektakularne, przez co nie zwracamy na nie specjalnej uwagi. Zbliżający się ku końcowi rok 2016 był wyjątkowo obfity w takie pełni. Wymieńmy tu pełnię z 16 września (perygeum 18 września), 16 października (perygeum 17 października), a po zbliżającej się listopadowej, kolejna będzie miała miejsce 14 grudnia (perygeum 13 grudnia).

Data	Odległość Księżyca od Ziemi
14 listopada 2016	356 511 km
25 listopada 2034	356 448 km
6 grudnia 2052	356 429 km
17 grudnia 2070	356 466 km
17 stycznia 2098	356 464 km

Tab. 2. Największe pełni w perygeum w XXI wieku (za F. Espenak)



## Nie wierzymy astrologom, czytamy etnografów

Pojęcie „superksieżyca” nie okupuje akademickich podręczników astronomii. Ma ono astrologiczne pochodzenie i zostało wymyślone, aby zwracać uwagę na wyjątkowo urzekające i tajemnicze zjawisko mogące mieć wpływ na życie człowieka. Co do astrologicznego wpływu ciał niebieskich na naszą egzystencję napisano już całe tomy. Równie wiele prac stanowczo dementowało te rewelacje i jest to oficjalne stanowisko nauki. Nie istnieją bowiem żadne dowody na to, aby wzajemne ustawienia planet i ich zmieniające się położenie na tle gwiazd może determinować ludzkie zachowania, popędy, wpływać na takie a nie inne koleje losu. Zainteresowanie naszym naturalnym satelitą przez prosty lud jest jednak samo w sobie niezmiernie interesujące z etnograficznego punktu widzenia. Warto się temu przyjrzeć bliżej.

W kulturze ludowej słowiańszczyzny Księżyc zajmował szczególne miejsce. Dawne wierzenia i przesady przekazywane były z pokolenia na pokolenie i dotrwały do czasów współczesnych. Nawet dziś w dobie powszechnej oświaty nietrudno znaleźć osoby zafascynowane lunarnymi zabobonami. Na przełomie XIX i XX wieku, badania etnograficzne prowadzone wśród żyjących mieszkańców wiejskich rejonów Lubelszczyzny wykazały szerokie zainteresowanie cyklami naszego naturalnego satelity. Co ciekawe, wśród mężczyzn częściej obserwowano inklinację w kierunku wiedzy astronomicznej i prób racjonalnego wyjaśnienia zjawisk zachodzących na niebie. U kobiet prym natomiast wiodła astrologia i wiara w zjawiska nadprzyrodzone. Bez względu jednak na płeć, jak już wcześniej wspomnieliśmy, powszechne było określanie Księżyca mianem Miesiąca, ze względu na zbliżony czas trwania cyklu jego faz. Ludzie świadomi byli też kłopotów swoich odległych przodków z kalendarzem, który tak istotny był dla ich codziennego życia, ściśle dowiązanego do rytmów przyrody. Donosili bowiem o "trzynastym księżycu", który co kilka lat miał kompensować różnicę pomiędzy rokiem słonecznym a księżycowym. Dodawanie owego trzynastego miesiąca (Księżyca) i problematyczność tejsze korekty, mogły dać początek przesądowi o feralności trzynastki.

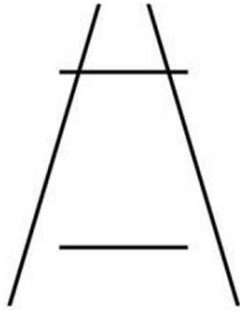
Ludowe podania czerpią garściami z okresu, kiedy Księżyc otaczany był pogańskim kultem. Pojawia się w nich wiele informacji na temat jego wpływu na życie ludzi, łączeniu aktualnej fazy z narodzinami lub śmiercią, czy konsekwencjami tychże faktów w dalszym życiu doczesnym lub pozagrobowym. Według mitów i legend Księżyc uważany był za syna Słońca, który zastępuje je w nocy, gdy te odpoczywa pod horyzontem po ciężkim dniu. Istnieją relacje, że jeszcze przed II wojną światową na wsiach, ludzie idąc przez pole i widząc Księżyc na niebie, zdejmowali czapki witając się z kosmicznym gościem. Grzechem było oddawać mocz, czy spluwać w kierunku Księżyca. Oskar Kolberg (1814-1890) wspominał, że nów był okazją do wnoszenia zabobonnych modłów do Księżyca z prośbami o powodzenie i dobry los. Nów był również idealną porą na płodzenie dzieci, poród, czy odstawienie ich od piersi. Kobiety ciężarne miały z kolei wystrzegać się pełni, zamykać okiennice na noc, aby jego światło nie wpadało do izby. Nowo narodzone dziecko pod żadnym pozorem nie mogło być wystawiane na blask Księżyca, co groziło chorobami oczu, biegunką, skurczami, bólami głowy, a w dorosłym życiu lunatykowaniem. Inne społeczności z kolei uważały pełnię za fazę szczęścia – wprowadzano się wtedy do nowych domów, zasiewano pola. Nów z kolei traktowano jako porę układania się czarownic z diabłami i występowania z piekieł upiórów, które straszły ludzi. Archetypiczna jest już ludowa legenda o szlachcicu Janie Wawrzyńcu Twardowskim, którego diabły uniosły do piekieł i upuściły przelatując nad Księżycem. Do dziś ów "pierwszy polski selenonauta" ma oczekiwać tam na dzień sądu ostatecznego.



Fot. 7. Mistrz Twardowski sprzedający duszę diabłu (kadr z filmu z 1936 roku)

Można się też zapytać, czy superpełnie mają jakiś istotny wpływ na naszą planetę. Okazuje się, że obawy o wzmogłą sejsmikę i związane z nią zjawiska wulkaniczne spowodowane zwiększonymi pływami, nie znajdują naukowego potwierdzenia. Nie stwierdzono bowiem żadnej korelacji czasowej pomiędzy nimi, a ewentualnymi trzęsieniami ziemi, czy erupcjami wulkanów, które mogłyby być następstwem pływowego naruszenia równowagi w ziemskiej litosferze i warstwach gorącej magmy znajdujących się bezpośrednio pod nią. Pełnie mają znacznie szerszy wydźwięk w kulturze masowej, jako katalizatory różnego rodzaju relacji o zjawiskach paranormalnych o somnambulicznym tle. Większość grzybiarzy powie nam, że do lasu wybierają się tylko po pełni choć wiadomo, że wzrost grzybni uzależniony jest głównie od pory roku, temperatury i wilgotności ściółki leśnej (zresztą niektórzy grzybiarze twierdzą, że grzyby rosną lepiej przed pełnią). Podobnie ma się rzecz z wędkarzami, którzy uważają, że podczas pełni ryba słabo bierze. Istnieją badania wiążące wzrost liczby wypadków drogowych, incydentów kryminalnych, a także zachowań ludzkich o charakterze agresywnym, z fazą pełni. Trudno jednoznacznie komentować te wszystkie rewelacje, potraktujmy je więc tu ze stosownym przybliżeniem oka.

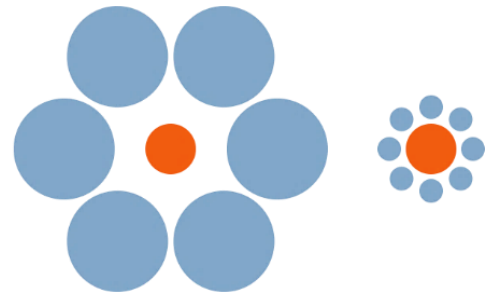
## Oszukany mózg, czyli superksiężycowa iluzja



Ryc. 7. Efekt Ponzo

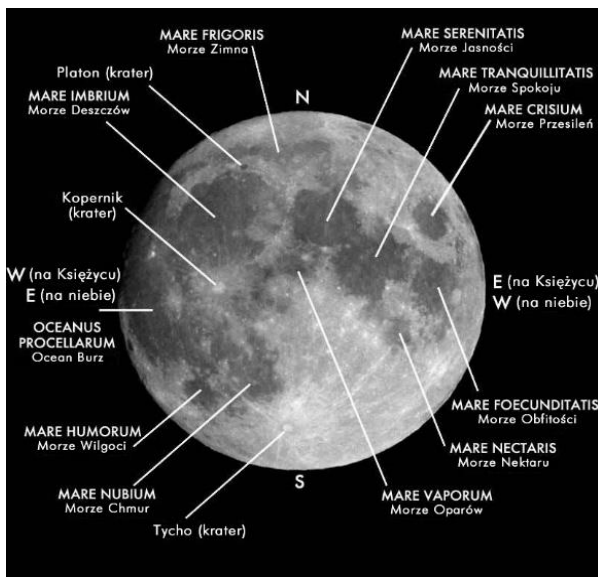
Istnieje jeszcze jeden interesujący efekt, który wydatnie potęguje rozmiary superksiężyców. Z pewnością przy okazji zwykłych pełni wielu uważnych obserwatorów zauważyło, że tuż nad horyzontem tarcza Srebrnego Globu wydaje się większa niż kilka godzin później, gdy satelita wzejdzie wyżej. Wiele źródeł błędnie tłumaczy to zjawiskiem refrakcji, wynikającym z załamywania się promieni świetlnych w grubszej warstwie atmosfery w pobliżu horyzontu. Jak się jednak okazuje, „atmosferyczna soczewka” powoduje nie powiększenie, ale zmniejszenie się (i to w dodatku nierównomierne w obu osiach) widomych rozmiarów obiektów położonych nisko nad horyzontem. Jakby tego było mało, Księżyc w pobliżu horyzontu jest w rzeczywistości o kilka tysięcy kilometrów bardziej od nas oddalony, niż gdy znajduje się w zenicie, kątoowo jest więc zatem nieco mniejszy! Skąd więc bierze się to zupełnie inne wrażenie?

Mamy tu do czynienia ze zjawiskiem, zwanym iluzją Ponzo. Włoski psycholog Mario Ponzo (1882-1690) zauważył, że ludzki mózg ma tendencję do zawyżania rozmiarów przedmiotów, gdy umieścimy je na tle zmniejszonego perspektywicznie otoczenia. Dobrze ilustruje to zamieszczony obok przykład. Górny odcinek wydaje nam się wyraźnie dłuższy od dolnego, choć w rzeczywistości są tej samej długości. Zbiegające się u góry linie (jak tory kolejowe zbieżne do odległego punktu na horyzoncie) wprowadzają jednak nasz mózg w błąd, sugerując ewidentną różnicę. Podobnie ma się rzecz z Księżycem, który ponad horyzontem obserwujemy najczęściej na tle oddalonych i perspektywicznie pomniejszych budynków, drzew, czy infrastruktury sieci energetycznej. Dobrym przykładem oszukiwania mózgu jest też złudzenie opisane przez niemieckiego psychologa Hermanna Ebbinghaus (1850-1909). Według niego percepcja wielkości danego obiektu zmienia się w zależności od wielkości obiektów go otaczających. Widoczne na ilustracji pomarańczowe koła są tej samej średnicy, chociaż prawe wydaje się zdecydowanie większe od lewego. Swoją drogą, czyż reguła ta nie znajduje potwierdzenia w innych, zupełnie niezwiązanych z astronomią, dziedzinach życia?



Ryc. 8. Złudzenie Ebbinghaus

## Jak i gdzie obserwować?

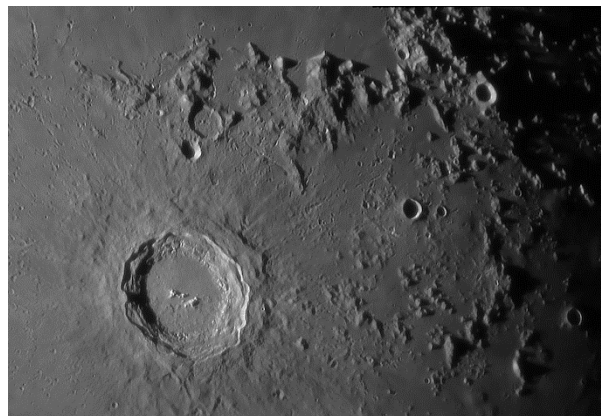


Fot. 8. Główne morza księżycowe

14 listopada br. w późnych godzinach popołudniowych warto wybrać się w miejsce z odsłoniętą linią horyzontu i zaczekać na moment wschodu Księżycy. Nastąpi to mniej więcej od godzinie 16:30 czasu polskiego, około 20 stopni w lewo od kierunku wschodniego. Przez kolejne kwadransy Srebrny Glob wspinąć się będzie po nieboskłonie, aby około północy górować na wysokości około 50 stopni dokładnie ponad południowym horyzontem. Do obserwacji użyjmy po prostu własnych oczu, lornetki na statywie lub amatorskiego teleskopu. Pełnia nie jest specjalnie dobrą fazą do studiowania detali na powierzchni Księżycy. Ze względu na brak cieni są one mało plastyczne, a najbardziej spektakularne góry i kratery tracą na efektowności. Jest to jednak doskonała okazja do studiowania rozmieszczenia księżycowych mórz, jezior i zatok, czyli ogromnych pól dawno zastygłej bazaltowej lawy o wyraźnie ciemniejszym odcieniu. Ich poetyckie nazwy – Ocean Burz, Morze Chmur, Morze Deszczów, Morze Przesileń, Morze Nektaru, Morze Spokoju i inne, pobudzały wyobraźnię dawnych astronomów, ale ich potencjał w tej materii do dziś wydaje się nienaruszony i aktualny.



Kolejne dni po listopadowej superpełni coraz bardziej będą sprzyjały obserwacjom wspomnianych wcześniej gór i kraterów. Ich plastyczne kształty i formy najlepiej będą widoczne w pobliżu linii oddzielającej część oświetloną i zacienioną, którą określa się mianem terminatora. Silna lornetka lub teleskop ukażą nam takie cuda jak chociażby krater Kopernik (o średnicy 93 km), Platon (100 km), Archimedes (83 km), Heweliusz (114 km), Eratostenes (58 km) i wiele innych. Z łańcuchów górskich wyraźnie dostrzeżemy księżycowe Alpy (najwyższy szczyt 3600 m), Apenniny (5500 m), Karpaty (2400 m), Kaukaz (6000 m), czy Pireneje (3000 m). Dostępne w Internecie mapy utworów powierzchniowych Księżyca z pewnością pomogą w rozpisaniu kilku lub kilkunastodniowej wędrówki po tarczy naszego naturalnego satelity. Dla tych, którym pogoda lub niecierpiące zwłoki obowiązki nie pozwolą na obserwacje superpełni 14 listopada, jest dobra wiadomość. Kolejna, choć nie tak spektakularna, pełnia w pobliżu perygeum wydarzy się dokładnie miesiąc później 14 grudnia. Powodzenia!



Fot. 9. Teleskopowy obraz okolic krateru Kopernik i łańcucha Karpat (powyżej krateru), fot. Michael Vlasov

Przemysław Rudź  
Polska Agencja Kosmiczna - Gdańsk  
[Przemyslaw.Rudz@polsa.gov.pl](mailto:Przemyslaw.Rudz@polsa.gov.pl)  
08.11.2016

PS. Mieszkańcy Gdańska i okolic, chętni aby obserwować tegoroczny Superksiężyc przez teleskop, a przy okazji wysłuchać ciekawych wykładów popularnonaukowych, prezentacji multimedialnych i filmów, mogą udać się tego dnia do Obserwatorium Astronomicznego im. Roberta Głębockiego, zlokalizowanego w Gdańskim Liceum Autonomicznym (ul. Osiek 11/12). Polska Agencja Kosmiczna patronuje temu wydarzeniu. Początek spotkania o godz. 19.00. Link do strony www imprezy: <http://obserwatorium.gfo.pl>