

Księżycowy Kącik Śląski

Wiadomość o premierze nowego seansu o Księżycu wzbudziła ciekawość mieszkańców Górnego Śląska. „Wokół Księżyca” to najnowsza propozycja w repertuarze Planetarium Śląskiego, jednego z najciekawszych miejsc naszego regionu.

Największe i najstarsze polskie planetarium powstało w 1955 roku dla uczczenia pamięci wielkiego astronoma, Mikołaja Kopernika. Zostało wyposażone w aparaturę projekcyjną, umieszczoną pod 23-metrową kopułą, stanowiącą ekran sztucznego nieba. Widownia mieści jednocześnie prawie 400 osób. Pod niebem Planetarium, wiernie naśladującym rzeczywisty firmament, odbywają się popularne prelekcje astronomiczne, lekcje astronomii i geografii, a także inne zajęcia oraz różne spektakle. Obserwatorium astronomiczne jest wyposażone w największą w Polsce lunetę o 30-centymetrowym obiektywie i liczne mniejsze teleskopy. W podziemiach Planetarium zlokalizowana jest stacja sejsmologiczna wyposażona w zabytkowe sejsmografy Wiecherta, krótkookresowe sejsmografy elektrodynamiczne SK-58 oraz współczesne sejsmometry z rejestracją na nośnikach cyfrowych.

Zainteresowany premierą seansu o Księżycu, polecając go jednocześnie czytelnikom Kącika Śląskiego, postanowiłem odwiedzić Planetarium. Gościny udzielił mi wicedyrektor Planetarium Śląskiego, pan **Stefan Janta**, którego poprosiłem o rozmowę na temat Księżyca, spraw Ziemi, kosmosu i nie tylko.

A.C.: Codziennie, a właściwie każdej nocy, patrząc w niebo obserwujemy największy widoczny obiekt na niebie, jakim jest Księżyc. Wszyscy go znamy, ale czy wiemy coś więcej ponadto, że świeci i czasami pokazuje swoją pełną twarz. Czy wiemy w jaki sposób powstał Księżyc?

S.J.: Jest kilka teorii dotyczących powstania Księżyca. Ta, która obecnie cieszy się największą popularnością i zyskuje coraz więcej zwolenników, to teoria zderzenia Ziemi z ciałem wielkości Marsa. Mogło to nastąpić zaledwie kilkadziesiąt milionów lat po uformowaniu się Ziemi, która – jak cały Układ Słoneczny – została utworzona z elementów materii zwanych planetozymalami. Na wskutek zderzenia z Theą, bo tak został nazwany ten obiekt, obydwie ciała prawdopodobnie ze sobą się zespoliły, a część materii została wyrzucona w przestrzeń kosmiczną i utworzyła pierścień orbitujący wokół Ziemi. Z tego pierścienia mniej więcej po około 3 milionach lat skleił się z powrotem nowy obiekt, który jest do dzisiaj księżycem Ziemi. Wszystko to było możliwe, bo Ziemia była wtedy półpłynna, a nawet do dzisiaj całkowicie jeszcze nie wystygła.

Teoria o pojawieniu się Thei wskazuje na powstanie jej w jednym z punktów libracyjnych. Na orbicie Ziemi są dwa takie punkty libracyjne, zwane punktami Lagrange’a. Leżą po dwóch stronach Ziemi w wierzchołkach trójkątów równobocznych, których wspólnym bokiem jest linia łącząca Ziemię ze Słońcem. Punkty Lagrange’a to swoiste pułapki grawitacyjne, stanowią takie obszary przestrzeni, które przyciągają w to miejsce inne ciała. Mówimy o pułapkach grawitacyjnych, ponieważ przestrzeń w tym miejscu zachowuje się tak, jakby tam było ciało niebieskie obdarzone masą, mimo iż żadnego ciała tam nie ma. To stosunek mas Ziemi i Słońca powoduje, że tworzą się punkty libracyjne. Planetozymale, czyli elementy drobnej materii, którą był wtedy wypełniony tworzący się Układ Słoneczny, tam właśnie zaczęły się sklejać ze sobą i bardzo szybko utworzyły obiekt, który do-



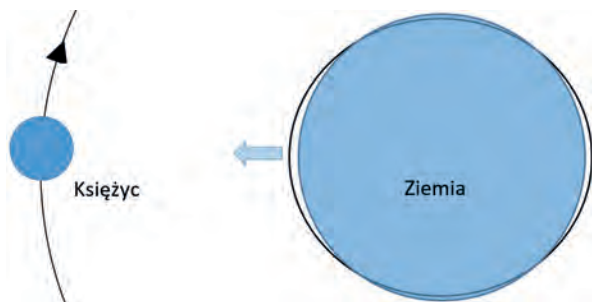
Fot. 1. Księżyc. Zdjęcie: Aleksander Biada

równywał, jak się sądzi, rozmiarami obecnego Marsa, czyli Theę. Na wskutek przekroczenia pewnej masy krytycznej Thea opuściła punkt Lagrange’a, zaczęła okrążyć oscylacyjnie to miejsce, zbliżając i oddalając się od Ziemi, aż w końcu w nią trafiła.

Okružający Ziemię Księżyc ma widoczny wpływ na zachowanie się Ziemi. Znaną są zjawiska przyptyków i odpłyłów wód oceanów i mórz.

Obserwujemy wpływ Księżyca na powierzchnię Ziemi w postaci pływów. Wszyscy wiemy, że one istnieją. Jednak skąd się biorą? Księżyc sprawia, że bliższe mu punkty na powierzchni Ziemi są silniej przyciągane w stronę Księżyca. Siła grawitacji Księżyca oraz siły bezwładności w ruchu obrotowym powodują, że powstają dwie fale pływowe po przeciwnych stronach Ziemi. Nasza planeta obracając się sprawia, że te fale cały czas utrzymują się pod Księżycem i podążając za nim obiegają Ziemię w okresie ok. 13 godzin. Dlatego 13 a nie 12, bo Księżyc też w tym czasie przemieszcza się na swojej orbicie. Na lądzie wysokość fal pływowych to około 40 cm. Czyli możemy powiedzieć, że co 13 godzin

poruszamy się 40 cm w górę i w dół. Na oceanie przekracza nawet 50 cm. Gdy oddziaływania Słońca i Księżyca sumują się, czyli podczas każdej pełni i nowiu, fala pływowa jest największa. Szczególnie widoczne jest to w pobliżu brzegów, gdzie ukształtowanie linii brzegowej może spowodować różnice poziomu morza między przypływem, a odpływem sięgające wielu metrów.



Fot 2. Mechanizm tworzenia się fal pływowych na Ziemi

Ziemia jest twarda i mało kto wyobraża sobie, aby poza wodami również ląd podlegał temu zjawisku pływów.

Ziemia pod nami jest twarda na głębokości od 10 do 70 km. Skorupa ziemska na terenie Europy ma średnio 20 km. Pod nią znajduje się tak zwana strefa nieciągłości i Astenosfera, będąca w istocie warstwą płynnej magmy. Dalej idąc w głąb Ziemi trafiamy na płaszcz górny i „ciastowaty” płaszcz dolny przechodzący w płynne jądro zewnętrzne, w którym z kolei pływa żelazo-niklowe, twarde jądro wewnętrzne. Tak więc naprawdę żyjemy na warstwie, którą możemy porównać do kożucha na mleku. Gdybyśmy sobie wyobrazili czym jest ta twarda powierzchnia Ziemi, po której chodzimy i porównalibyśmy ją z pomarańczą, to ta warstwa jest ową bibułą, w którą się czasami opakowuje pomarańcze. W dodatku ta bibułka, czyli skorupa ziemska nie jest jedną całością, ale składa się z kawałków – płyt tektonicznych. Na stykach płyt tektonicznych usadowiły się wulkany. I całe szczęście, że tak jest, bo nasza planeta jest dynamiczna. Cały czas we wnętrzu Ziemi odbywają się różne procesy. Ona się cały czas ogrzewa, w czym ma swój udział i Księżyc. Jego oddziaływanie powoduje tarcie wewnętrznych warstw Ziemi i co za tym idzie – wytwarzanie ciepła. Rotacja wewnętrznego jądra Ziemi z nieco inną prędkością niż reszta planety powoduje zaś wytwarzanie pola magnetycznego. Mamy więc wewnątrz Ziemi prawdziwe „dynamo” oraz mechanizmy wytwarzania ciepła. Zjawiska rozpadów promieniotwórczych pierwiastków, które są ukryte głęboko w Ziemi, również ciągle jeszcze przyczyniają się do jej ogrzewania i gdzieś to ciepło trzeba odprowadzić. Wulkanizm, płyty tektoniczne i promieniowanie powodują, że Ziemia jednocześnie cały czas się schładza, jest więc w miarę stabilna. Gdyby nie było wulkanów, które stanowią swoiste wentyle bezpieczeństwa, powierzchnia Ziemi ulegałaby ciągłej destrukcji.

Czy zjawiska trzęsienia ziemi zdarzają się również na Księżycu?

Tak, na Księżycu również spotykamy się z trzęsieniami. Główną ich przyczyną są jednak upadki meteorytów. Rzadziej niż na Ziemi zdarzają się tam zjawiska tektoniczne.

Ciekawe jest, dlaczego Księżyc tak uparcie i stale odwrócony jest jedną stroną w kierunku Ziemi. Czy to jakiś przypadek?

To jest ciekawe pytanie. Przypadki zdarzają się, ale w gramatyce. Tu przypadków nie ma. Księżyc jest stale zwrócony w kierunku Ziemi jedną stroną i właśnie tą, a nie inną, bo „nigdy swojej Pani pleców nie pokazuje”. Jego ruch obrotowy wokół własnej osi jest równy okresowi obiegu wokół Ziemi. Znajduje się więc w ruchu synchronicznym, co nie jest cechą jedynie naszego Księżyca. Większość księżyców, a wszystkie duże księżyce w Układzie Słonecznym, tak właśnie się poruszają kierując w stronę macierzystej planety zawsze tę samą stroną. Na skutek sił pływowych, tym razem pochodzących od Ziemi, Księżyc wyhamował swój ruch obrotowy i zsynchronizował z ruchem obiegowym. Dlaczego jednak wybrał tę stronę, a nie inną by pokazywać ją Ziemi? Od czasu swego powstania, Księżyc był tak jak i wszystkie planety bombardowany przez różne obiekty. Około 3 miliardy lat temu nastąpiła ostatnia fala bombardowań. Reszta tych planetozymali, które jeszcze pozostały w Układzie Słonecznym, została przez planety przejęta. Księżyc też tego doświadczył. Na Ziemi wskutek erozji atmosferycznej większość kraterów zanikła. Na Księżycu nie ma atmosfery i tam one zostały. Z tamtego okresu pochodzą także wbite w jego powierzchnię tzw. maskony, czyli jakieś ciała niebieskie, których gęstość jest znacznie większa od średniej gęstości Księżyca. Średnia gęstość Srebrnego Globu wynosi 3,5 g/cm³, czyli mniej więcej tyle ile gęstość powierzchniowych warstw Ziemi. Cała Ziemia jest nieco gęstsza, jej średnia gęstość wynosi 5,5 g/cm³. Jest to też jeden z dowodów na to, że Księżyc powstał z warstw powierzchniowych Ziemi. Z kolei maskony, których średnice sięgają nawet 200 km, mają większą gęstość. Wbiły się w powierzchnię Księżyca i spowodowały, że lava ukryta pod powierzchnią wypłynęła na zewnątrz tworząc duże równiny, zwane morzami księżycowymi. To te ciemne obszary, które z Ziemi widzimy jako „twarz” Księżyca. Na odwrotnej stronie Księżyca nie ma mórz. Cała zryta jest kraterami. Tam spadały głównie drobne ciała. Nie wiemy dlaczego większość maskonów uderzyła z jednej tylko strony Księżyca. Być może pochodzą od jednego większego ciała, które przed uderzeniem w Księżyc rozpadło się na więcej kawałków. Dziesięć największych maskonów znajduje się po jednej stronie, pod księżycowymi morzami i sprawia, że Księżyc jest jakby „niewyważony”. Grawitacja Ziemi powoduje, że właśnie tą cięższą stroną stale odwrócony jest w kierunku Ziemi.

Jak dotychczas Księżyc to jedyne ciało niebieskie, na którym wylądował człowiek. Wylądowało tam dotąd 12 osób. Odbyło się sześć wypraw, od Apollo 11 do Apollo 17. „Trzynastka” miała pecha i po wypadku w drodze na Księżyc szczęśliwie powróciła bez lądowania na Księżycu. Jedna z misji Apollo zainstalowała tam urządzenie, które pozwala dokładnie zmierzyć odległość od Ziemi. Czy ta odległość jest stała?

Już w 1969 roku podczas misji Apollo 11 zainstalowano odbłyśnik laserowy. Ten odbłyśnik funkcjonuje od tamtego czasu nieprzerwanie, chociaż został z czasem porysowany przez spadające mikrometeority i już teraz nie odbija z taką samą jakością, jak na początku. Mimo to nadal jesteśmy w stanie zmierzyć odległość do Księżyca i to coraz dokładniej, dzięki coraz nowocześniejszej technice. Na początku była to dokładność rzędu centymetrów, ale postęp techniki cyfrowej sprawił, że obecnie mierzymy tę odległość z dokładnością do 1 mm. Pomiar ten odbywa się za pomocą teleskopu wyposażonego w czujnik i laser. Laser wysyła wiązkę światła w stronę odbłyśnika w określonym momencie zarejestrowanym przez zegar atomowy i następnie zegar ten rejestruje czas powrotu wiązki. Teleskop jest potrzebny, ponieważ po odbiciu wiązka światła, która do nas powraca stanowi milionowe części tej wysłanej, więc należy ją zebrać i skupić dla lepszego pomiaru. Dzięki pomiarowi czasu, znając stałą prędkość z jaką światło rozchodzi się w próżni można obliczyć odległość Księżyca od Ziemi. Dzięki tym pomiarom dowiedzieliśmy się, że Księżyc oddala się stale od Ziemi około 4 cm rocznie.

Co się stanie, gdy Księżyc pożegna się z nami i odleci w przestrzeń?

Księżyc stabilizuje oś obrotu Ziemi. Jego oddziaływanie powoduje precesję. Oś Ziemi jest obecnie skierowana w pobliżu Gwiazdy Polarnej. Miejsce gdzie oś Ziemi przecina sferę niebieską nazywamy biegunem niebieskim. Oś ziemską precesuje, tzn. zatacza w przestrzeni taki stożek. Okres zakreślenia tego stożka to ok. 26 tysięcy lat. Jeszcze przez około 50 lat oś Ziemi będzie się zbliżała w kierunku Gwiazdy Polarnej. Potem zacznie się od niej oddalać. W ten sposób za jakieś 13 tysięcy lat gwiazdą polarną będzie Vega z gwiazdozbioru Lutni. Ale to zjawisko nas ludzi może interesować w mniejszym stopniu. Gdyby jednak rozważyć opuszczenie przez Księżyc orbity wokółziemskiej to efektem tego mogłyby być takie zjawiska, jak zmiany precesji osi Ziemi i zmniejszenie intensywności pływów, które w mniejszym stopniu i tak pozostałyby jako skutek oddziaływania grawitacyjnego Słońca. Można by się także spodziewać wydłużenia doby. Życie na Ziemi raczej nie byłoby zagrożone.

Precesja osi Ziemi z pewnością dotyczy zarówno Gwiazdy Polarnej, jak i odpowiadającemu jej na południu Krzyża Południa. Wygląd nieba nad horyzontem nie jest stały.



Fot. 3. Fragment Księżyca.

Zdjęcie: Tomasz Piwek, Obserwatorium PTMA im. Jana Palta

Ponad dwa tysiące lat temu, gdy tworzone zodiak, gwiazdozbiory i znaki zodiaku pokrywały się ze sobą. Na skutek precesji elementy ekliptyki, które nazywamy znakami zodiaku, przemieściły się w stosunku do gwiazdozbiorów już o cały jeden znak. I tak np. punkt Barana czyli miejsce, w którym przebywa Słońce na początku wiosny, leżący niegdyś w Baranie, w naszych czasach znalazł się w Rybach i to na granicy z Wodnikami.

To samo dotyczy Krzyża Południa, który nie jest odpowiednikiem Gwiazdy Polarnej, ale Wielkiego Wozu. Jego gwiazdy wskazują na położenie bieguna, tak jak tylna oś Wielkiego Wozu wskazuje na położenie Gwiazdy Polarnej na naszym niebie. Na południu taką gwiazdą biegunową jest niewielka słaba gwiazdka Sigma Octantis. Mieszkańcy półkuli południowej doskonale znają położenie Krzyża Południa i tej małej gwiazdki. Na flagach większości państw południowej półkuli znajduje się Krzyż Południa, co wskazuje, że jest on dla nich ważny.

Ostatnio obserwowaliśmy bardzo spektakularne zjawisko, jakim była „superpełnia”. Mieliśmy okazję oglądać wyjątkowo dużą tarczę Księżyca, który zbliżył się do Ziemi. Czy to jakaś anomalia w ruchu naszego satelity?

To jest istotnie zjawisko medialne. Jak wiemy Księżyc porusza się po elipsie. Kiedy jest w perygeum – jest najbliżej Ziemi, kiedy jest w apogeum – jest najdalej. Rzadko jednak się zdarza, aby to perygeum pokryło się z pełnią, która jest wtedy, gdy Księżyc jest po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce. Gdy to co jakiś czas następuje, obserwujemy wtedy wyjątkowo dużą tarczę Księżyca w pełni, czyli właśnie „superpełnię”. Księżyc świeci wtedy i kilkanaście procent jaśniej niż zwykle. Skutkiem tego, że Księżyc oddala się od nas jest to, że Ziemia zwalnia. Moment pędu, zgodnie z prawami fizyki, musi być zachowany; także w układzie Księżyc - Ziemia musi być stały. Skoro Księżyc się oddala, promień rośnie – to on zabiera nam moment pędu kosztem Ziemi.

Księżyc porusza się wokół Ziemi i na pewnym odcinku swojej drogi przecina swoistą przestrzeń magnetosfery, w której wiatr słoneczny i plazma biegnąca ze słońca zakrzywia pole magnetyczne. To powoduje powstawanie na powierzchni poruszającego się w tym miejscu Księżyca napięcia elektrycznego rzędu kilkuset voltów. Czy może być to sposób na pozyskanie energii elektrycznej?

Każde zmienne pole magnetyczne zgodnie z prawami Maxwella może być źródłem pola elektrycznego. W okolicy Księżyca pole magnetyczne Ziemi jest o wiele mniejsze niż na Ziemi, jest bardzo słabe. Rzeczywiście wiatr słoneczny powoduje zniekształcenia pola magnetycznego w taki sposób, że wydłuża się ono w stronę odsłoneczną. Kiedy Księżyc w swej wędrówce przechodzi przez ten „ogon” pola magnetycznego Ziemi może na jego powierzchni wyindukować się jakiś potencjał elektryczny. Jednak czy to wystarczyłoby, aby wyprodukować użyteczną ilość energii elektrycznej, trudno powiedzieć.

W przestrzeni kosmicznej występują różne zjawiska związane z występowaniem pól magnetycznych.

Pola magnetyczne są bardzo ciekawym zjawiskiem i przyczyniły się do wielu ciekawych odkryć. Sondy Galileo i Cassini, które krążą w układach księżyców Jowisza i Saturna odkryły duże ilości wody w księżycach. To, że Europa (drugi księżyc Jowisza) posiada dużo wody – praktycznie jest zbudowana z wody – wiadano wcześniej. Ale to, że Ganimedes czy Callisto również są księżycami wodnymi wiemy od niedawna. Okazuje się, że księżycy te, nie posiadające własnego pola magnetycznego, przechodząc w potężnym polu Jowisza, same wytwarzają indukowane pole magnetyczne. A skoro indukowane, to w tych księżycach muszą istnieć jakieś przewodniki. Stwierdzono, że takim przewodnikiem może być słona woda, czyli elektrolit. Na powierzchni tych księżyców jej nie widać, a zatem pod powierzchnią musi być duża warstwa ciekłej, słonej wody, która jest w stanie wytworzyć właśnie indukowane pole magnetyczne. Dzięki tym badaniom wiemy, że w układzie słonecznym jest naprawdę dużo wody.

Z pewnością sondy kosmiczne są źródłem wielu ciekawych informacji.

Mamy zdjęcia Enceladusa, księżyc Saturna, który jak się okazuje jest głównym źródłem pyłowego pierścienia Saturna, nazywanego pierścieniem E. Z południowego bieguna Enceladusa wydostaje się poprzez zespół gejzerów cały czas para i woda, która już nie wraca na powierzchnię i ciągle zasila pierścień w drobne kryształki lodu. Szacuje się, że Enceladus traci jakieś 250 kg wody w ciągu każdej sekundy. Jak łatwo policzyć daje to około 900 ton traconej masy na godzinę, jednak Enceladus to duży księżyc, więc jego istnienie nie jest zagrożone.

Na koniec trochę plotek. Słysząc czasem wątpliwości czy człowiek rzeczywiście był na księżycu. Co Pan o tym sędzi?

Ta teoria spiskowa jest znana. Ale odpowiadając mógłbym zapytać tak: jak wytłumaczyć to, że orbiter Księżycowy fotografują pozostałości po lądowaniach na powierzchni Księżyca? Są zdjęcia podstaw po lądownikach, zdjęcia odbłyśnika, a nawet zdjęcia śladów opon pozostawione przez Rovera, czyli samochody elektryczne, którymi poruszali się po Księżycu Astronauci. Zdjęcia te pochodzą ze sztucznych satelitów Księżyca i są całkiem współczesne.

Lądowanie na księżycu to była inna epoka.

Tak, warto z kolei zauważyć, że technika kosmiczna wchodząc na rynek cywilny posunęła naszą cywilizację o dziesiątki lat do przodu. To dzięki wyścigowi na Księżyc, a głównie dzięki programowi *Apollo* mamy wiele przydatnych dziś rzeczy. Trzeba było rozwiązać różne problemy. Podczas programu Gemini powstał problem, jak do statku, który był przystosowany do jednej osoby dodać drugiego astronautę. Trzeba było odciążać całość i usunąć kilka akumulatorów. A więc należało inaczej rozwiązać sprawę zasilania elektrycznego. Wykorzystano wtedy ogniwo paliwowe, które było już wcześniej znane, ale nigdy jeszcze nie zastosowane w praktyce. Załogę statku wyposażono w butle tlenowe i wodorowe. Prąd więc produkowany był na miejscu, a dodatkowo uzyskiwano jeszcze wodę. Dzisiaj te ogniwa paliwowe wchodzi dopiero do powszechnego użytku, a w kosmosie były używane od początku lat sześćdziesiątych. Albo rzep, który miał służyć do tego, aby w nieważkości przedmioty nie uniosły się przypadkowo w kabinie statku. W *Apollo 1* kabina była cała wyłożona specjalnym filcem, a każdy przedmiot, który znajdował się w środku miał ten drugi materiał z haczykami, żeby można go było przykleić w momencie wejścia w stan nieważkości i ustabilizować. Tak duża ilość plastiku w kabinie w tlenowej atmosferze stała się przyczyną tragedii załogi *Apollo 1*. Jednak obecnie rzep stał się powszechnie używany. Przykładów wykorzystania technologii kosmicznych dla celów cywilnych można mnożyć: chłodząca bielizna, wypełnienia piankowe do obuwia i foteli, materiały ognioodporne czy nawet... zminiaturyzowana wersja zaworu do dawkowania paliwa w silnikach rakietowych to znana powszechnie strzykawka do dawkowania leków, termometry doustne, pompa insulinowa, plastikowe szkła optyczne, joystick, filtry do wody, wykrywacze dymu, bezprzewodowe narzędzia, indukcyjne ładowanie baterii (w tlenowej atmosferze *Apollo* nie mogło być żadnych urządzeń iskrzących) i wiele innych. Czy ktoś zastanawiał się po co wymyślono flamastry? Jak pisać w stanie nieważkości, gdy tusz czy atrament nie spływa, bo nie ma grawitacji. Można wtedy użyć nasączonego tuszem filcu, zamkniętego w plastikowej rurce. Można było oczywiście pójść inną drogą – tak zrobili Rosjanie – używali ołówków! One piszą wszędzie.

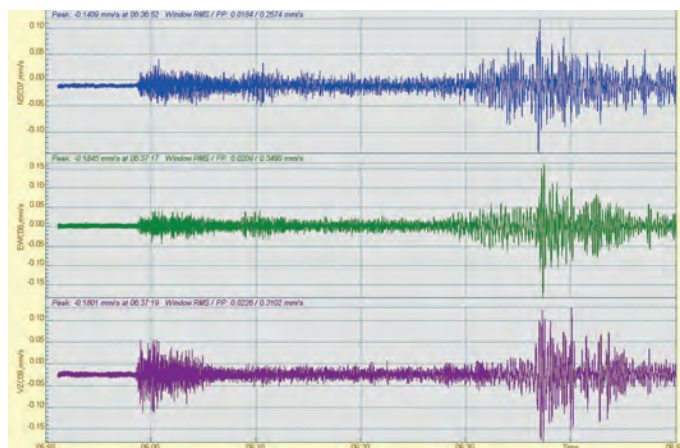
Planetarium Śląskie to również stacja sejsmologiczna. To jest miejsce, w którym rejestrowane są ruchy tektoniczne ziemi, czy też nasze śląskie „tąpnięcia”. Rejestracja tego, co już następuje. Po ostatnich trzęsieniach ziemi we Włoszech kolejny raz pojawia się pytanie, czy są sposoby na to, aby przewidzieć kataklizm?

Póki co nie mamy takich możliwości. Nie jesteśmy w stanie przewidzieć wstrząsów. Możemy jedynie ostrzegać przed tymi, które już zaistniały. Fale sejsmiczne rozchodzą się z różnymi prędkościami. Jeżeli wstrząs zdarzy się daleko od nas, to pierwsza dotrze do nas fala podłużna, nazywana P, która jest najszybsza. Może rozchodzić się także w głąb Ziemi i obita od kolejnych warstw naszej planety dociera w odległe zakamarki jako groźny zwiastun. Fale poprzeczne, zwane S, rozchodzą się wolniej i docierają do obserwatora jako drugie. Najwolniej poruszają się fale powierzchniowe, poruszające się po powierzchni Ziemi. Jednak to one niosą ze sobą najwięcej energii i to one powodują zniszczenia. Jeżeli jesteśmy dostatecznie daleko i zarejestrujemy tę wstępną falę oraz w tym momencie jesteśmy w stanie to ogłosić, to być może zanim dotrze do nas fala powierzchniowa można uratować wiele osób. Wystarczy wyjść z domu. Jednak to jest mało prawdopodobne. W przypadku, kiedy trzęsienie występuje np. na oceanie i powoduje falę tsunami, to można ostrzec mieszkańców lądu odpowiednio odległego. Tak zrobili Amerykanie rejestrując trzęsienie na Pacyfiku, jakie wystąpiło w czasie świąt Bożego Narodzenia w 2004 r., i następnie ostrzegając mieszkańców Indonezji o zbliżającej się fali. Wtedy mieli na to pół godziny. Informacja została jednak zlekceważona. W przypadku ostatnich trzęsień we Włoszech niestety nie było to możliwe. Gdy przychodzi fala wstępna, nigdy nie wiadomo kiedy nadejdzie powierzchniowa.

Najbardziej zaawansowani w poszukiwaniach zwiastunów trzęsień Ziemi są Chińczycy, bo oni, jak dotąd, ponieśli największe straty wskutek trzęsień ziemi. Oni zauważyli, że występują mikrosejsmy, które się pojawiają wcześniej, jako zmiany w polu magnetycznym Ziemi. W miejscach, w którym występują trzęsienia najczęściej wcześniej znika woda w studniach oraz występują różne dziwne zjawiska, ale one ciągle jeszcze nie są usystematyzowane i nie dają jednoznacznych wyników. Nigdy nie wiemy, czy wystąpienie fali wstępnej da w efekcie falę, która wyrządzi straty, natomiast zawsze warto ostrzec, by ludzie opuścili budynki. Zazwyczaj giną tylko ci, którzy pozostają w budynkach, które się zawalają. Jak dotychczas jest to nauka post factum. Być może w przyszłości uda się na podstawie rejestracji odpowiednich zjawisk przewidzieć trzęsienie ziemi. Tak jak w przypadku wulkanologii, gdzie udało się wypracować metody przewidywania erupcji wulkanów. Jedną z takich metod jest badanie ilości dwutlenku węgla emitowanego z ziemi.

Gwałtowny wzrost obecności tego gazu z dużym prawdopodobieństwem świadczy o zbliżającym się wybuchu.

Nas, w Planetarium Śląskim najbardziej jednak interesują wstrząsy antropogeniczne, czyli tąpnięcia. To są zjawiska, które mają wielkie znaczenie na Śląsku, w rejonach górniczych, bo tutaj pracują ludzie i trzeba zadbać o ich bezpieczeństwo. W naszej stacji sejsmologicznej rejestrujemy te zjawiska przy współpracy z Głównym Instytutem Górnictwa. Oczywiście rejestrujemy także odległe trzęsienia. Zarówno te we Włoszech, czy w Japonii w marcu 2011 r., którego fala tsunami przyczyniła się do zniszczenia elektrowni jądrowej *Fukushima*.



Fot. 4. Planetarium Śląskie: Sejsmogram trzęsienia ziemi w Japonii, 11 marca 2011 r.

Na koniec, wracając do spraw kosmosu: czy w najbliższej przyszłości czeka nas coś ciekawego na niebie?

26 lutego będzie obrączkowe zaćmienie Słońca. Ciekawe zaćmienie, bo Księżyc będzie w swoim apogeum, więc będzie mniejszy i zasłoni tylko centralną część Słońca pozostawiając wokół świecącą „obrączkę”. Zjawisko będzie niestety niewidoczne w Europie. Ale za to zapraszam do Planetarium, które oferuje wiele bardzo ciekawych pokazów i seansów oraz do naszego obserwatorium. Zapraszam też do zwiedzenia naszej wystawy mówiącej o odległościach we Wszechświecie.

Bardzo dziękuję za ciekawą rozmowę i gościnę w Planetarium Śląskim, miejscu naprawdę wyjątkowym, które z pewnością warto odwiedzić.

Gospodarze Planetarium Śląskiego zapraszają codziennie z wyjątkiem poniedziałków. Repertuar seansów, program zwiedzania i wystaw znajduje się na stronie Planetarium: www.planetarium.edu.pl

mgr inż. Andrzej Czajkowski