

## Prosto z nieba: Klimat z Kosmosu

Dobrze wiadomo, że klimat naszej planety ulega czasami poważnym zmianom. W ciągu ostatnich 200 milionów lat Ziemia doświadczyła czterech okresów geologicznych (trias, jura, kreda i kenozoik) i jednej wielkiej epoki oziębienia (złodowacenie w czwartorzędzie). Niektóre zmiany klimatyczne, np. obserwowane w ciągu ostatnich 100 lat globalne ocieplenie, mają związek z lokalnymi ziemskimi zmianami (ingerencją cywilizacji człowieka). Inne długotrwałe trendy są niezależne od tego, co dzieje się na Ziemi, można je za to korelować z procesami zachodzącymi w Układzie Słonecznym. Hipotezę wiążącą niewielkie, okresowe zmiany orbity ziemskiej z klimatem postawił blisko 100 lat temu Milutin Milankowić, serbski astronom i geofizyk. *Cykle Milankowicia* są związane z precesją osi obrotu Ziemi i ruchem peryhelium orbity (cykl o okresie około 21 tys. lat), zmianami nachylenia osi Ziemi w stosunku do jego płaszczyzny orbitalnej (okres około 41 tys. lat) oraz ekscentryczności orbity Ziemi (100 tys. lat).

To, oczywiście, nie wszystko. Ziemski klimat jest podatny na periodyczne zmiany orbity Ziemi wywołane przez grawitacyjne przyciąganie innych planet, w szczególności Wenus i Jowisza, w cyklu powtarzającym się regularnie co 405 tys. lat. W sumie cyklicznie zmieniające się nachylenie orbity oraz odległość od Słońca powodują zmiany ilości energii słonecznej docierającej do powierzchni planety, a to z kolei może mieć kluczowy wpływ na m.in. temperaturę, a więc i ewolucję gatunków.

*Empirical evidence for stability of the 405-kiloyear Jupiter–Venus eccentricity cycle over hundreds of millions of years.*  
D.V. Kent, PNAS 201800891 (2018)

Niedawno zademonstrowano namacalne dowody wpływu mechaniki nieba na zmiany w historii Ziemi. Zebrane z ponad półkilometrowej głębokości próbki osadów i odwiertów w okolicy prehistorycznego jeziora w niecce Newark oraz z parku narodowego Petrified Forest w Arizonie potwierdzają ponad wszelką wątpliwość obecność i niezwykle stabilność cyklu Wenus-Jowisz na przestrzeni ostatnich 215 milionów lat. Oprócz tego zaobserwowano „zapisaną” w przekrojach geologicznych ewolucję ziemskiego pola magnetycznego (zamiany biegunów) z czasów, gdy po powierzchni super-kontynentu Pangei przechadzały się dinozaury i pierwsze ssaki.

Badania geologiczne to jeden z lepszych sposobów pokazania, że kosmiczne wydarzenia odgrywają historyczną rolę w naturalnych zmianach klimatu Ziemi. Dodatkowo, obserwowana w skałach historia stabilności Układu Słonecznego jest nieocenioną wskazówką dla astronomów symulujących jego ewolucję w bardzo długich skalach czasowych.

*Michał BEJGER*

## Niebo w grudniu

Przed nami ostatni miesiąc 2018 roku, odznaczający się najkrótszymi dniami i najdłuższymi nocami w ciągu całego roku. Kiedyś grudniowe noce były zimne, lecz pogodne. Ostatnio są cieplejsze, ale za to bardziej pochmurne, stąd mniej okazji do podziwiania nocnego nieba. 21 grudnia, tuż przed północą polskiego czasu, Słońce osiągnie najbardziej na południe wysunięty punkt ekliptyki i tym samym na północnej półkuli Ziemi zacznie się astronomiczna zima. Jednak najwcześniejszy zachód Słońca ma miejsce ponad tydzień wcześniej, około 13 grudnia, a najpóźniejszy wschód – ponad tydzień po przesileniu, 30 grudnia. Dzieje się tak, gdyż Ziemia na przełomie roku jest blisko peryhelium (czyli najbliższego Słońcu punktu swojej orbity, przechodzi przezeń 3 stycznia) i pokonuje w ciągu doby stosunkowo duży odcinek orbity wokółsłonecznej, a tempo obrotu planety wokół własnej osi jest stałe, stąd Słońce niejako ucieka przed daną długością geograficzną.

W grudniu widoczne są prawie wszystkie planety Układu Słonecznego. Saturn na początku stycznia przyszłego roku znajdzie się w koniunkcji ze Słońcem i jest w zasadzie niewidoczny. Od lutego zacznie pokazywać się na niebie porannym.

Merkury i Jowisz wyłonią się z zorzy porannej w drugiej i trzeciej dekadzie grudnia, a pozostałe planety są widoczne całkiem dobrze na ciemnym niebie.

Planeta Mars góruje na początku nocy astronomicznej, wędrując przez gwiazdozbiór Wodnika, gdzie od dłuższego już czasu przebywa planeta Neptun. 7 grudnia obie planety spotkają się. Wieczorem tuż po zmierzchu, a zatem gdy na obserwacje Neptuna jest jeszcze zdecydowanie za wcześnie, obie planety przedzieli dystans  $2'$ , natomiast dwie godziny później, na początku nocy astronomicznej, gdy Neptun stanie się dobrze widoczny, dystans między nimi urośnie do prawie 4,5 minuty kątowej. Czerwona Planeta cały czas oddala się od nas i jej tarcza oraz jasność nadal szybko się zmniejszają. W dniu przesilenia zimowego Mars przejdzie do gwiazdozbioru Ryb, a do Sylwestra jego blask spadnie do  $+0,5^m$ , a tarcza skurczy się do  $7''$ . Planeta Neptun w grudniu porusza się ruchem prostym i pod koniec miesiąca przejdzie niecałe  $14'$  na południe od gwiazdy 6. wielkości 81 Aqr, sama świecąc z jasnością  $+7,9^m$ .

Kolejną planetą jest Uran, który prawie cały miesiąc spędzi w gwiazdozbiorze Ryb, wchodząc do niego na poźegnalne dwa miesiące. Od lutego planeta na dobre wejdzie do gwiazdozbioru Barana, a przez Ryby zacznie wędrować ponownie dopiero w końcu tego stulecia. W grudniu Uran kreśli pętlę niewiele ponad  $1^\circ$  na północ od gwiazdy 4. wielkości  $\alpha$  Psc, świecąc z jasnością  $+5,7^m$ , czyli na granicy widoczności gołym okiem.

Pozostałe trzy planety Układu Słonecznego można obserwować niedługo przed wschodem Słońca. Najlepiej widoczna jest planeta Wenus, która rozgościła się na niebie porannym po październikowej koniunkcji ze Słońcem. Niestety, planeta szybko oddala się od Ziemi, w związku z czym średnica jej tarczy spada, a faza rośnie, co czyni ją coraz mniej atrakcyjnym celem dla posiadaczy teleskopów. Bardzo duża jest jasność Wenus. W trakcie miesiąca zmniejszy się ona z  $-4,7$  do  $-4,5^m$ , jednocześnie jej tarcza skurczy się do z  $41$  do  $27''$ , a faza urośnie z  $26$  do  $47\%$ . Grudzień Wenus zacznie  $6^\circ$  na wschód od Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny, ale 13 grudnia wkroczy na obszar Wagi i 23 grudnia minie gwiazdę Zuben Elgenubi w odległości  $3^\circ$ . Przez cały miesiąc planeta dąży do maksymalnej elongacji zachodniej, przypadającej 6 stycznia 2019 r.

Planety Merkury i Jowisz można obserwować tuż przed wschodem Słońca. Merkury 15 grudnia osiągnie maksymalną elongację zachodnią, wynoszącą ponad  $21^\circ$  i prawie przez cały miesiąc pozostanie widoczny kilkadziesiąt minut przed świtem nisko nad widnokregiem. W miarę upływu czasu blask planety urośnie od  $+3$  do  $-0,4^m$ , jej tarcza zmniejszy się przy tym z  $10$  do  $5''$ , a faza zwiększy się z  $7$  do  $90\%$ . Planeta 16 grudnia minie jedną z jaśniejszych gwiazd Skorpiona, gwiazdę Graffias, w odległości niewiele większej od  $1^\circ$ . W drugiej dekadzie grudnia do Merkurego dołączy Jowisz, który 26 listopada przeszedł przez koniunkcję ze Słońcem i zacznie pojawiać się na niebie porannym. Początkowo znajdzie się bardzo nisko, ale systematycznie

wespie się coraz wyżej i 31 grudnia godzinę przed świtem wzniesie się na wysokość ponad  $7^\circ$ . W grudniu jasność Jowisza wyniesie  $-1,7^m$ , przy średnicy tarczy  $31''$ . 21 grudnia obie planety miną się w odległości mniejszej niż  $1^\circ$ .

Księżyc, podobnie jak miesiąc temu, początkowo pokaże się na niebie porannym, dążąc do nowiu, przypadającego 7 grudnia. Księżyc spotka się z planetą Wenus 3 i 4 dni wcześniej. Najpierw zbliży się do niej na  $8^\circ$ , prezentując tarczę w fazie  $17\%$ , dobę później, przy fazie zaledwie  $10\%$  zajmie pozycję  $6^\circ$  na prawo od Wenus. Szkoda, że wtedy jeszcze nie widać pary Merkury-Jowisz. Tworzyłyby widowiskowy układ. Ale 5 i 6 grudnia Księżyc zbliży się do Merkurego na  $9$  i  $5^\circ$ , mając tarczę oświetloną odpowiednio w  $7$  i  $1\%$ . Srebrny Glob znajdzie się w nowiu 7 grudnia. Niestety, w tych dniach pierwsza planeta od Słońca zdąży pojaśnić tylko do  $+0,5^m$  i jeszcze słabo będzie przebijać się przez tło nieba.

8 grudnia Księżyc zacznie pokazywać się na niebie wieczornym, gdzie 14 grudnia, przy fazie  $42\%$ , spotka się z parą planet Mars-Neptun, przechodząc ponad  $4^\circ$  na południe od niej. Dobę później przypada I kwadra, 22 grudnia – pełnia. W dniach 26–27 grudnia Srebrny Glob, oświetlony w około  $80\%$ , minie Regulusa, 29 grudnia przejdzie przez ostatnią kwadrę, a miesiąc i rok zakończy w fazie  $31\%$  będąc  $10^\circ$  od Spiki i  $20^\circ$  od Wenus.

W grudniu promieniują dwa roje meteorów: Geminidy oraz Ursydy. Pierwszy rój pojawia się od 4 do 17 grudnia, z maksimum aktywności 14 grudnia. Wtedy można spodziewać się nawet 120 meteorów na godzinę. Ich radiant znajduje się  $2^\circ$  od Kastora, jasnej gwiazdy Bliźniąt. W tym roku Księżyc zaświetli niebo wieczorem i zostawi prawie 10 godzin na obserwacje Geminidów. Natomiast mające maksimum aktywności 22 grudnia Ursydy przypadają w pełni Księżyca i są niewidoczne.

11 grudnia maksimum blasku osiąga gwiazda Mira Ceti. Jest to zmienna długookresowa, z okresem zmian blasku ponad 330 dni, stąd przez cały miesiąc powinna być widoczna gołym okiem. Zwłaszcza że jest widoczna bardzo dobrze: wschodzi jeszcze za dnia i góruje około 21:30, zachodząc po godzinie 3. Księżyc przejdzie 18 grudnia  $12^\circ$  na północ od Miry.

Ostatnim, lecz wcale nie najmniej atrakcyjnym elementem nocnego grudniowego nieba jest kometa 46P/Wirtanen. 13 grudnia kometa przejdzie przez perihelium,  $1,06$  AU od Słońca, zaś 17 grudnia zbliży się do Ziemi na około 11,5 mln km ( $0,08$  AU). Dzięki temu może osiągnąć jasność nawet  $+3^m$ . W związku z bliskością do nas kometa porusza się po niebie bardzo szybko: 1 grudnia zajmie pozycję  $12^\circ$  na wschód od gwiazdy  $\tau$  Ceti, 10 grudnia przejdzie  $5^\circ$  na wschód od Menkara w Wielorybie, 16 grudnia znajdzie się już  $4^\circ$  na wschód od Plejad, zaś 23 grudnia minie Capellę w Woźnicy, w odległości  $0,5^\circ$ . Przez miesiąc przemierzy tym samym ponad  $90^\circ$ !

*Ariel MAJCHER*