

**SUPERBOHATEROWIE  
DLA NAUKI**



**MODELOWANIE  
OBSERWACJI  
GWIAZD**

#### Modelowanie obserwacji gwiazd z układami planetarnymi

Ludzie od zawsze z fascynacją spoglądali w niebo, szukając odpowiedzi na pytania o to, skąd pochodzimy, jak powstał świat i czym jest kosmos. Cztery wieki temu, włoski filozof i wizjoner-kosmolog, Giordano Bruno przepowiedział istnienie układów planetarnych poza naszym Układem Słonecznym. Zasugerował, że gwiazdy są odległymi słońcami, takimi jak nasze Słońce, otoczone własnymi planetami i księżycami, we Wszechświecie bez wyróżnionego środka. Wielka Inkwizycja ukarała Bruno za jego kosmologiczne teorie. Ten wielki myśliciel został spalony żywcem, jako herezyk, w Rzymie w 1600 roku.

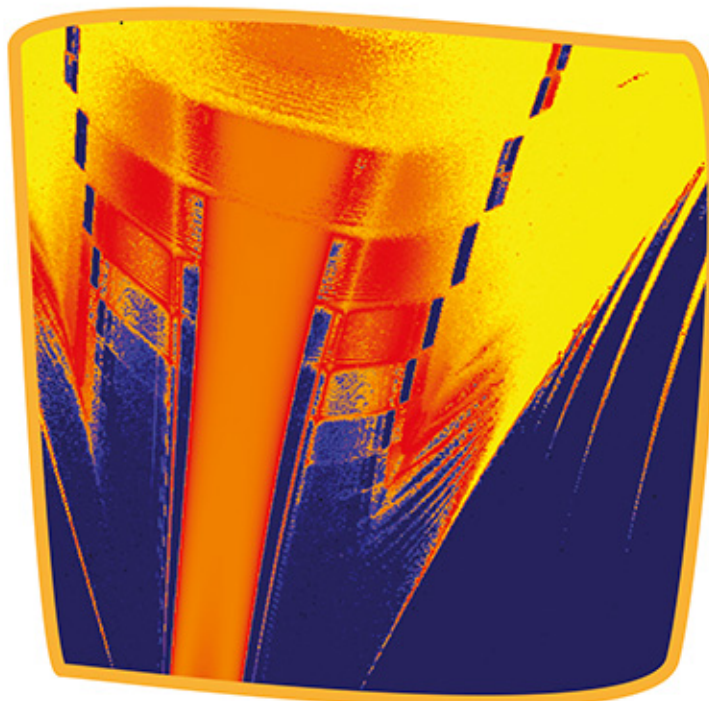
Ale to Giordano Bruno miał rację. Współczesne technologie obserwacji nieba osiągnęły poziom wyrafinowania, który pozwala na potwierdzenie, że planety wokół gwiazd innych niż Słońce rzeczywiście istnieją. W ciągu ostatnich trzech dekad nastąpił szybki rozwój tej nowej dziedziny nauki: astrofizyki planet pozasłonecznych. Według danych NASA, do tej pory wykryto ponad 3800 planet pozasłonecznych, a niektóre z nich są tak małe, jak Ziemia i Mars. Wokół pojedynczych i podwójnych gwiazd o różnych charakterystykach spektralnych znaleziono ponad 600 systemów wielokrotnych.

Wiele ostatnich projektów obserwacyjnych prowadzonych z przestrzeni kosmicznej (np. KEPLER i TESS NASA, GAIA of ESO) oraz badań naziemnych, wykorzystujących największe teleskopy optyczne i urządzenia radiowo-interferometryczne, takie jak Large Atacama Millimeter Array (ALMA) oraz europejska sieć radioteleskopów obejmująca 32-metrowy instrument znajdujący się w Piwnicach koło Torunia w Polsce, generuje ogromną ilość danych, szeregów czasowych obserwacji. Dane te, dotyczące układów planetarnych, należy interpretować w kategoriach architektur orbitalnych, parametrów fizycznych planet, takich jak ich masy, a także ich powstawania i długoterminowej ewolucji. Statystyka odkrytych planet wskazuje, że około 20% lub więcej gwiazd posiada planetę porównywalną z Ziemią, która orbituje w tzw. strefie zamieszkiwalnej gwiazdy. W strefie tej występują ciekła woda i szczególne warunki atmosferyczne, które są głównymi elementami podtrzymującymi życie biologiczne.

Najbardziej skuteczną metodą poszukiwania nowych planet w pobliżu gwiazd może opierać się na obserwacji i analizie ich jasności, którą astronomowie nazywają techniką fotometryczną. Kiedy domniemana, ciemna planeta przesuwa się na tle jaskrawego dysku gwiazdy, jasność tej gwiazdy bardzo nieznacznie spada, ale może być mierzona z dokładnością do ułamków procenta. Jeden z projektów prowadzonych przez naukowców



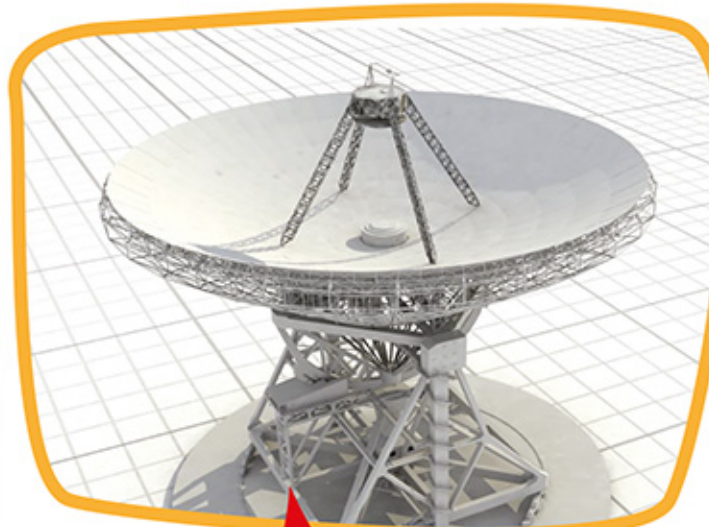




Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu poświęcony jest kompleksowej analizie wielu systemów planetarnych wykrywanych taką metodą tranzytów, których planety wykazują też wzajemne oddziaływania grawitacyjne. Fotometryczne krzywe blasku (szeregi czasowe) zebrane przez teleskopy kosmiczne KEPLER i TESS są źródłem obserwacji, umożliwiających wyznaczanie parametrów orbit i mas planet za pomocą złożonych kodów numerycznych. Bardzo ważne jest również sprawdzenie czy skonstruowane modele tych systemów są zgodne z zasadą Kopernikańską: jeśli planety obserwujemy obecnie, to powinny być długoterminowo stabilne na swoich orbitach, w interwale setek milionów lat. W tym projekcie można pośrednio „zważyć” planety (określić ich masy), podobnie jak udało się to zrobić dla trzech planet w systemie planetarnym Kepler-30, z niepewnością kilku procent, tylko w oparciu o pomiary fotometryczne.

Obliczenia w ramach projektu są złożone, ponieważ kody modelowania systemów planetarnych muszą łączyć aspekty astrofizyki teoretycznej i astronomii, statystykę, optymalizację matematyczną i mechanikę nieba. Kody te są czasochłonnymi aplikacjami wymagającymi dużych zasobów obliczeniowych. Większość wyników opublikowanych do tej pory w renomowanych czasopismach astronomicznych osiągnięto dzięki długoczasowym symulacjom numerycznym przeprowadzanym na superkomputerze Orzeł/Eagle oraz dzięki zasobom obliczeniowym Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego. Wiele takich symulacji wykorzystywało nawet kilka tysięcy procesorów równocześnie. Dzięki Superkomputerowi Orzeł/Eagle możliwy jest „przekład” surowych danych obserwacyjnych na modele astrofizyczne układów planetarnych oraz zdobycie wiedzy o tym, jak one powstają, jak są one zbudowane, a nawet jak najprawdopodobniej wyglądają.

Na podstawie badań prowadzonych przez prof. Krzysztofa Goździewskiego, Toruńskie Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, we współpracy z Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym (PCSS).



Czy chcesz przeczytać  
CAŁY KOMIKS?

[superheroes4science.eu](http://superheroes4science.eu)  
[facebook.com/superheroes4science](https://facebook.com/superheroes4science)  
[instagram.com/superheroes4science](https://instagram.com/superheroes4science)

Projekt Superbohaterowie dla Nauki  
jest wspierany  
przez Fundusz Wyszehradzki.  
[www.visegradfund.org](http://www.visegradfund.org)

• Visegrad Fund

Dziękujemy  
Ci ORLE!