

# Powszechne Zimne Super-Ziemie

2025-04-28

*Informacja przygotowana przez Obserwatorium Astronomiczne UW.*



Wizja artystyczna pokazująca jak powszechne są super-Ziemie w porównaniu z gazowymi olbrzymami.  
Credit: Westlake University.

*W najnowszej pracy, opublikowanej w prestiżowym tygodniku naukowym Science, międzynarodowy zespół astronomów, w skład którego wchodzi astronomowie z prowadzonego w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego wielkoskalowego przeglądu nieba OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) kierowanego przez prof. Andrzeja Udalskiego, przedstawia szczegółowe badania dotyczące małomasywnych planet pozasłonecznych krążących w dużych odległościach wokół swoich macierzystych gwiazd. Wyniki wskazują, że tzw. zimne super-Ziemie są powszechnym składnikiem układów planetarnych – przeciętnie występują w co trzecim systemie wokół gwiazd Drogi Mlecznej.*

Jeszcze 30 lat temu nie znaliśmy żadnej planety pozasłonecznej krążącej wokół gwiazdy podobnej do Słońca. Ostatnie trzy dekady przyniosły ogromny przełom w tej dziedzinie – od pierwszych odkryć w latach 90. XX wieku astronomowie przeszli do rutynowego wykrywania planet pozasłonecznych dzięki wdrożeniu nowych metod obserwacyjnych, takich jak technika tranzytów czy mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Projekt OGLE był jednym z pionierów tych rozwiązań i od ponad 33 lat prowadzi jeden z największych fotometrycznych przeglądów nieba.

Początek poszukiwań planet z kosmosu – m.in. przy użyciu satelitów Kepler i TESS – zapoczątkował

skokowy wzrost liczby znanych planet pozasłonecznych. Dzięki temu astronomowie dysponują dziś dużą próbą systemów planetarnych, co pozwala prowadzić ich analizę statystyczną. Rozkłady mas planet oraz ich odległości od gwiazd dostarczają informacji o procesach formowania i ewolucji układów planetarnych.

Warto jednak podkreślić, że metody detekcji planet mają swoje ograniczenia. Najczulsze są na układy, w których planety krążą stosunkowo blisko swoich gwiazd, dlatego znamy dziś przede wszystkim obiekty o krótkich okresach orbitalnych – poniżej jednego roku. W tej grupie szczególnie licznie występują tzw. super-Ziemie – planety o masach między masą Ziemi a Neptuna (~17 mas Ziemi), których własności statystyczne są już dość dobrze poznane.

Znacznie mniej wiadomo o planetach znajdujących się dalej od gwiazd – poza tzw. linią śniegu (1–2 jednostki astronomiczne od gwiazdy; jednostka astronomiczna: odległość Ziemia–Słońce), gdzie woda występuje w postaci lodu, a warunki sprzyjają powstawaniu olbrzymów gazowych takich jak Jowisz czy Saturn. W praktyce jedynie technika mikrosoczewkowania grawitacyjnego pozwala na detekcję planet w tych odległych rejonach. Zjawiska mikrosoczewkowania są jednak rzadkie, a liczba znanych w ten sposób planet znacząco mniejsza niż tych wykrytych innymi metodami.

Dzięki metodzie mikrosoczewkowania uzyskano już informacje o częstości występowania masywnych planet typu jowiszowego na dalekich orbitach. Wciąż jednak niewiele wiadomo na temat występowania w tych obszarach mniej masywnych planet – typu super-Ziemi.

W pracy opublikowanej w tygodniku Science autorzy podjęli się scharakteryzowania tak właśnie położonych, małowasywnych planet wykrytych metodą mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Opisano m.in. szczegółową analizę planety znalezionej w zjawisku mikrosoczewkowania OGLE-2016-BLG-0007, odkrytym w lutym 2016 roku przez zespół OGLE. Analiza wykazała, że obiekt ten ma masę porównywalną z masą Ziemi i krąży wokół gwiazdy o masie 0,6 masy Słońca w odległości około dziesięciu jednostek astronomicznych.

To typowa bardzo małowasywna super-Ziemia krążąca po orbicie podobnej do orbity Saturna w naszym układzie planetarnym. Nowa rekordzistka w tym zakresie – opisuje odkrytą planetę prof. Andrzej Udalski kierownik projektu OGLE.

Mikrosoczewkowe anomalie wywołane przez małowasywne planety są wyjątkowo krótkotrwałe – trwają zwykle zaledwie około jednego dnia – i wymagają ciągłych, całodobowych obserwacji. Do dalszej analizy własności odległych super-Ziem wykorzystano dane nowo odkrytej planety w zjawisku OGLE-2016-BLG-0007 oraz 63. innych małowasywnych planet mikrosoczewkowych znalezionych wcześniej w zjawiskach mikrosoczewkowania z lat 2016–2019, które były obserwowane przez koreański projekt KMTNet, dysponujący możliwością 24-godzinnego monitorowania nieba. 38 z tych zjawisk mikrosoczewkowania zostało odkrytych przez zespół OGLE.

Po uwzględnieniu czułości detekcji określono rozkład częstości występowania planet w zależności od masy. Okazało się, że zimne super-Ziemie są bardzo powszechne – typowo występują wokół co trzeciej gwiazdy w Drodze Mlecznej.

Co więcej, rozkład częstości występowania planet nie jest potęgową funkcją masy planety. Lepsze dopasowanie uzyskano przy użyciu funkcji złożonej z dwóch składników o profilu odpowiadającym funkcji Gaussa. Może to świadczyć o różnicach w procesie formowania się planet o różnych masach. Zgodny z obserwacjami może być scenariusz jednego procesu formowania planet, w którym tylko powyżej pewnego progu masy jądra powstają planety gazowe, a poniżej – super-Ziemie. Alternatywą może być scenariusz dwóch odrębnych procesów planetotwórczych dla różnych mas – np. procesów akrecyjnych i niestabilności w dysku protoplanetarnym.

Przedstawiona w pracy analiza częstości występowania planet jest znacznym postępem w dziedzinie badań planet pozasłonecznych. Trwające i planowane przeglądy mikrosoczewkowe pozwolą w najbliższych latach zwiększyć liczbę znanych planet tego typu i zweryfikować wyniki opisane w pracy.

Ogromne nadzieje wiążemy z misją kosmiczną Roman agencji NASA, planowaną na 2027 rok. Może ona zrewolucjonizować badania planet wykrywanych metodą mikrosoczewkowania – podobnie jak misja Kepler odmieniła badania planet tranzytujących – podsumowuje dr Przemek Mróz, współautor artykułu w Science i odkrywca wielu planet pozasłonecznych.

Projekt OGLE jest jednym z największych współczesnych przeglądów nieba. Od ponad 33 lat w ramach projektu prowadzone są systematyczne obserwacje fotometryczne ogromnych obszarów nieba z Obserwatorium Las Campanas w Chile. Projekt OGLE przyczynił się do rozwoju wielu dziedzin współczesnej astrofizyki, m.in. badań nad planetami pozasłonecznymi, strukturą Drogi Mlecznej i sąsiednich galaktyk, gwiazdami zmiennymi, kwazarami, zjawiskami przejściowymi czy badań ciemnej materii.

Projekt OGLE jest współfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (granty naukowe Ideas i Iuventus plus, Stypendia dla Wybitnych Młodych Naukowców, Diamentowe Granty, SPUB), Narodowe Centrum Nauki (granty MAESTRO, Opus, Harmonia, Sonata, Symfonia) oraz Fundację na Rzecz Nauki Polskiej (subsytia profesorskie, programy Team, Homing, Focus oraz Start).

## **PUBLIKACJA NAUKOWA:**

Weicheng Zang, Youn Kil Jung, Jennifer C. Yee, Kyu-Ha Hwang, Hongjing Yang, Andrzej Udalski, Takahiro Sumi, Andrew Gould, Shude Mao, Michael D. Albrow, Sun-Ju Chung, Cheongho Han, Yoon-Hyun Ryu, In-Gu Shin, Yossi Shvartzvald, Sang-Mok Cha, Dong-Jin Kim, Hyoun-Woo Kim, Seung Lee Kim, Chung-Uk Lee, Dong Joo Lee, Yongseok Lee, Byeong-Gon Park, Richard W. Pogge, Xiangyu Zhang, Renkun Kuang, Hanyue Wang, Jiyuan Zhang,

Zhecheng Hu, Wei Zhu, Przemek Mróz, Jan Skowron, Radosław Poleski, Michał K. Szymański, Igor Soszyński, Paweł Pietrukowicz, Szymon Kozłowski, Krzysztof Ulaczyk, Krzysztof A. Rybicki, Patryk Iwanek, Marcin Wrona, Mariusz Gromadzki, Fumio Abe, Richard Barry, David P. Bennett, Aparna Bhattacharya, Ian A. Bond, Hirosane Fujii, Akihiko Fukui, Ryusei Hamada, Yuki Hirao, Stela Ishitani Silva, Yoshitaka Itow, Rintaro Kirikawa, Naoki Koshimoto, Yutaka Matsubara, Shota Miyazaki, Yasushi Muraki, Greg Olmschenk, Clément Ranc, Nicholas J. Rattenbury, Yuki Satoh, Daisuke Suzuki, Mio Tomoyoshi, Paul J. Tristram, Aikaterini Vandorou, Hibiki Yama, and Kansuke Yamashita, *Gravitational microlensing events indicate that super-Earth exoplanets are common in Jupiter-like orbits*, 2025, *Science*, 388, 400. <https://doi.org/10.1126/science.adn6088>

## **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<https://www.astrouw.edu.pl/>

Strona Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego

<https://www.fuw.edu.pl>

Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego