

Oddziaływanie pływowe jest to zniekształcenie jakie odczuwa obiekt w wyniku oddziaływania grawitacyjnego pochodzącego od bliskiego towarzysza. Znamy je z układu Ziemia-Księżyc-Słońce, gdzie widzimy je głównie przez zmiany wysokości mórz i oceanów, wywołujące przyprływy i odpływy w portach, skąd pochodzi nazwa tego zjawiska. Siła grawitacji zależy od odwrotności odległości do kwadratu, więc części Ziemi bliżej Księżyca odczuwają silniejsze przyciąganie niż fragmenty znajdujące się dalej. Aby oddziaływanie pływowe było silne potrzebujemy niewielkiej odległości między ciałami oraz istotnej masy ciała wywołującego ten efekt. Z tego powodu przewiduje się, że te oddziaływania będą istotne w układach pozasłonecznych z gorącymi Jowiszami. Są to gazowe olbrzymy na niezwykle ciasnych orbitach, których separacja orbitalna może wynosić raptem kilka promieni gwiazdy. Badania tych układów wskazują na oddziaływania pływowe jako kluczowe do zrozumienia zarówno architektury jak i przetrwania tych układów. W ramach tego projektu chcemy zbadać skuteczność oddziaływań pływowych wywołanych przez gorące Jowisze w swoich gwiazdach macierzystych. Oddziaływanie to tworzy fale wewnątrz gwiazdy, które podróżują do jej centrum gdzie, jeżeli ich amplituda jest wystarczająco wysoka, mogą przełamać stabilne rozdzielone warstwy materii, skutkując silnym rozpraszaniem tych fal. W wyniku rozpraszania fal przekazywany jest orbitalny moment pędu z planety do gwiazdy, przez co orbita planety się zacieśnia a gwiazda szybciej się obraca lub jej wnętrze się podgrzewa. W czasie życia gwiazdy, ten efekt może znacznie zmienić orbitę gorącego Jowisza, w tym doprowadzić do zniszczenia planety. Oddziaływanie pływowe może być również istotne dla planet na dalszych orbitach, kiedy gwiazda typu słonecznego zejdzie z ciągu głównego i jej promień zwiększy się kilkukrotnie, zmniejszając odległość do tych planet.

Jesteśmy w stanie zaobserwować zacieśnianie się orbity planety poprzez chronometraż tranzytów. Tranzyt jest to zjawisko zakrycia tarczy gwiazdy przez orbitującą ją planetę, przejawiające się spadkiem jasności o charakterystycznym kształcie. Do obserwacji tego zjawiska wystarczą optyczne teleskopy metrowej klasy. Do obserwacji dopasowujemy model, którego jednym z parametrów jest moment centralny tranzytu, wyznaczany z dużą precyzją, rzędu dziesiątek sekund. Mając wystarczająco dużo tranzytów rozłożonych w różnych latach jesteśmy w stanie sprawdzić, czy orbita danej planety się zacieśnia i, nawet w przypadku braku detekcji tego zjawiska, porównać te wyniki z naszymi przewidywaniami. Obecnie znane są dwie planety, których orbita się zacieśnia: WASP-12 oraz Kepler-1658. Jest to niewystarczająca liczba aby dokładnie sprawdzić modele teoretyczne oddziaływań pływowych, więc istnieje potrzeba znalezienia kolejnych planet. W ramach tego projektu chcemy rozwinąć nasze wcześniej opracowane i sprawdzone metody przewidywania oddziaływań pływowych. Dodając nowe modele oddziaływań, będziemy w stanie stworzyć pełną historię oddziaływań pływowych dla każdego zbadanego układu. Dzięki zastosowanym nowatorskim rozwiązaniom numerycznym, będziemy w stanie stworzyć nowe, bardziej dokładne przewidywania dla dużej liczby obiektów. To nam pozwoli potencjalnie znaleźć nowe układy planetarne z zacieśniającymi się orbitami, które mogły umknąć we wcześniejszych przewidywaniach wykonanych na mniejszej liczbie obiektów.

Po opracowaniu nowych modeli oddziaływań, wykonamy obliczenia dla wszystkich badanych obiektów, dzięki czemu uzyskamy nowe, pełne rozwiązania dla każdego z nich. Na ich podstawie wytypujemy najlepsze obiekty do obserwacji optycznych. Wyniki całej analizy będą również udostępnione publicznie, aby każdy obserwator mógł z nich skorzystać.

Wykonamy obserwacje najlepszych obiektów z wykorzystaniem instrumentów z Instytutu Astronomii UMK. Do tego, współpracujemy z obserwatorami z Hiszpanii i Niemiec, mających dostęp do 1-2 metrowych teleskopów, którzy dostarczą nam dodatkowych obserwacji. Mamy do tego dostęp do własnych danych archiwalnych, danych literaturowych, ogólnodostępnych danych z teleskopu kosmicznego TESS oraz będziemy składać wnioski o dane do teleskopu kosmicznego CHEOPS. Z tymi danymi będziemy w stanie skutecznie przeprowadzić analizę chronometrażu tranzytów systemów wybranych w ramach tego projektu. Z tymi wynikami będziemy w stanie porównać przewidywania teoretyczne teorii pływów z obserwacjami, i potencjalnie odkryć nowe planety na zacieśniających się orbitach.