

## Polsko-Litewskie polowanie na czarne dziury - czas zbiorów

DAINA project no 610319

### OPIS POPULARNONAUKOWY

Kiedy dwa czarne dziury zderzają się, wstrząśnięta czasoprzestrzeń generuje wykrywalne fale grawitacyjne (Nagroda Nobla 2017). Gdy dwa obiekty - czarna dziura i gwiazda - krążą wokół siebie na bardzo ciasnej orbicie, emitują energetyczne promieniowanie X. Natomiast samotne czarne dziury mogą wędrować przez naszą Galaktykę kompletnie niezauważone. Dlatego dotychczas nie udało się uzyskać pełnego obrazu populacji czarnych dziur, co z kolei uniemożliwia pełne zrozumienie ich pochodzenia oraz ewolucji gwiazd. Wydaje się, że większość czarnych dziur i gwiazd neutronowych powstaje podczas wybuchów supernowych, gdy życie kończy masywna gwiazda. Jednakże mogą też istnieć takie czarne dziury, które powstały na samym początku istnienia Wszechświata, z zapadania się ciemnej materii. Bez wykrycia nowych przypadków czarnych dziur w naszej Galaktyce nie będziemy mogli odpowiedzieć na pytanie o ich pochodzenie ani rozwiązać zagadki ciemnej materii.

W jaki sposób wykryć samotną czarną dziurę? Obecnie jedynym na to sposobem jest wykorzystanie zjawiska soczewkowania grawitacyjnego, w którym czarna dziura przechodzi przed odległą gwiazdą i soczewkuje jej światło. Ugięcie czasoprzestrzeni przez czarną dziurę sprawia, że światło gwiazdy biegnie po zakrzywionej trajektorii, w wyniku czego obserwator tymczasowo widzi pojaśnienie odległej gwiazdy.

Jednak zjawiska soczewkowania mogą być wywoływane również przez zwykłe gwiazdy, które są znacznie bardziej powszechne w Galaktyce niż czarne dziury. Pociąga to za sobą dwie konsekwencje. Po pierwsze, w celu wykrycia przynajmniej kilku czarnych dziur konieczne jest regularne badanie setek milionów gwiazd. Po drugie, skoro soczewkowanie grawitacyjne jest wywołane jedynie przez grawitację, wyzwaniem jest odróżnienie czy zjawisko soczewkowania zostało wywołane przez gwiazdę, czy przez czarną dziurę. Dotychczas odkryto tysiące pojaśnień soczewkowych, ale tylko w jednym udało się potwierdzić obecność czarnej dziury. Problem polega na tym, że sama zmiana jasności gwiazdy nie wystarcza do zmierzenia masy soczewki. Konieczne jest również wykrycie i zmierzenie niewielkiej zmiany położenia gwiazdy tła spowodowanej soczewkowaniem. Jednocześnie zmiana pozycji tła gwiazdy, nawet wywołana przez czarną dziurę kilkakrotnie cięższej niż Słońce, jest nadal bardzo mała i bardzo trudna do zmierzenia.

Misja kosmiczna Gaia została zaprojektowana dokładnie właśnie po to, aby umożliwić dokonywanie takich pomiarów.. Od 2014 roku skanuje ona całe niebo i regularnie mierzy położenia i jasności prawie dwóch miliardów gwiazd z niespotykaną do tej pory precyzją. Teraz nadszedł czas, kiedy jej dane mogą być w pełni zbadane i wykorzystane, gdyż w roku 2025 staną się one dostępne dla członków Konsorcjum Gaia. Do tego zamkniętego grona osób wtajemniczonych należy polski zespół tego projektu i to on będzie zajmował się badaniem obszernych danych Gaia.

Jednak nawet wyjątkowe dane misji Gaia mają swoje ograniczenia. Trudnością jest wyznaczenie odległości do soczewkowanego źródła, co z kolei uniemożliwia określenie która soczewka jest czarną dziurą, a która gwiazdą. Dlatego konieczne będą dodatkowe obserwacje setek kandydatów zidentyfikowanych przez Gaia. Tutaj kluczowy wkład w projekt będą mieli naukowcy litewscy, posiadający rozległą wiedzę w zakresie obserwacji. W tym projekcie wykorzystamy zarówno dane zebrane podczas poprzedniego projektu Daina (2019-2023), jak i nowe dane, zebrane za pomocą globalnej sieci teleskopów, w tym teleskopów w Polsce i na Litwie. Ponadto bliska współpraca z szerszym europejskim zespołem Gaia jeszcze bardziej wzmocni wartość tego projektu na arenie europejskiej.