

Obserwacje astronomiczne pokazują, że około 84% masy całego Wszechświata składa się z ciemnej materii. Wyjaśnienie jej pochodzenia i składu to jeden z największych problemów współczesnej fizyki i astronomii. Postuluje się, że ciemna materia może składać się z tzw. pierwotnych czarnych dziur, które mogły powstać we wczesnym Wszechświecie.

W odróżnieniu od zwyczajnych, gwiazdowych czarnych dziur, które są pozostałościami po ewolucji masywnych gwiazd, masy pierwotnych czarnych dziur mogą zawierać się w szerokim przedziale – od małych czarnych dziur o masie planetoid do olbrzymich obiektów, kilka tysięcy razy bardziej masywnych niż Słońce. Do tej pory astronomowie nie znaleźli dowodów na istnienie pierwotnych czarnych dziur bardziej masywnych niż Księżyc, wykluczając, że mogą one budować ciemną materię. Podobnie, najmniejsze czarne dziury (o masach mniejszych niż bilion kilogramów), jeżeli tworzą ciemną materię, powinny były do tej pory zostać wykryte przez obecne obserwatoria.

Przeprowadzone dotychczas eksperymenty i obserwacje były nieczułe na pierwotne czarne dziury o masach planetoid, które wciąż mogą tworzyć znaczącą część ciemnej materii. Jeżeli ta hipoteza jest prawdziwa, to takie obiekty powinny zderzać się z innymi ciałami niebieskimi znajdującymi się w Drodze Mlecznej. Zderzenia z planetami lub zwyczajnymi gwiazdami nie powinny wywoływać obserwowalnych skutków. Uważa się natomiast, że gwiazdy neutronowe, wskutek zderzeń z małymi czarnymi dziurami, powinny zamienić się w małowymasywne czarne dziury, których istnienie nie może być wyjaśnione standardową teorią ewolucji gwiazd. Niestety, poszukiwanie samotnych gwiazd neutronowych i czarnych dziur, nie wspominając nawet o małowymasywnych czarnych dziurach, jest niezwykle trudne. Praktycznie wszystkie takie obiekty zostały wykryte w układach podwójnych gwiazd i wciąż nie jest pewne czy ich własności są reprezentatywne dla całej populacji obiektów zwartych.

W najbliższych latach spodziewamy się nieuchronnego przełomu w rozwoju obserwacji interferometrycznych i astrometrycznych. Umożliwią one wprowadzenie w życie nowej metody, która nie tylko pozwoli na odkrywanie i charakteryzację pojedynczych obiektów zwartych (gwiazd neutronowych i czarnych dziur), ale uczyni je rutynowymi. W niniejszym projekcie, korzystając z interferometrycznych i astrometrycznych obserwacji zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego, stworzę pierwszy katalog zawierający kilkanaście pojedynczych obiektów zwartych, gwiazd neutronowych i czarnych dziur.

Wykonam interferometryczne obserwacje zjawisk mikrosoczewkowania przy użyciu instrumentu GRAVITY, który zbiera światło z czterech ośmiometrowych teleskopów VLT, umożliwiając rozdzielanie na niebie niezwykle bliskich źródeł światła. Wykorzystam też precyzyjne obserwacje położenia gwiazd na niebie (tzw. obserwacje astrometryczne) wykonane przez misję kosmiczną Gaia, realizowaną przez Europejską Agencję Kosmiczną. Połączę dane interferometryczne i astrometryczne z obserwacjami fotometrycznymi prowadzonymi przez przegląd nieba OGLE, realizowany przez polskich astronomów za pomocą 1,3-m teleskopu w Chile. Umożliwi mi to wyznaczenie precyzyjnych mas, odległości i prędkości tangencjalnych do pojedynczych obiektów, w tym do gwiazd neutronowych i czarnych dziur.

Te obserwacje pozwolą na znalezienie odpowiedzi na kilka fundamentalnych i niezwykle ważnych dla astronomii pytań: W jaki sposób umierają masywne gwiazdy? Jakie masy mają pozostałości po ewolucji gwiazd? W jaki sposób rodzą się czarne dziury? Przeogromny zestaw danych zebranych w trakcie projektu pozwoli również na przeprowadzenie ostatecznego testu hipotezy mówiącej, że ciemna materia składa się z czarnych dziur. Pozytywna detekcja byłaby przełomowa i na zawsze zmieniłaby nasz sposób myślenia o Wszechświecie. Negatywne wyniki również będą bardzo cenne – ostatecznie wykluczą czarne dziury jako znaczący składnik ciemnej materii.