

## Fale grawitacyjne zarejestrowane po raz trzeci!

### Odkrycie potwierdza istnienie nieznannej do tej pory populacji czarnych dziur o masach gwiazdowych

Fale grawitacyjne, niewielkie zaburzenia czasoprzestrzeni, zostały wykryte w sposób bezpośredni po raz trzeci. Podobnie jak w przypadku dwóch poprzednich detekcji, tak i tym razem zarejestrowane fale powstały w wyniku zlewania się dwóch czarnych dziur o masach gwiazdowych. Masy czarnych dziur oszacowano na 31 i 19 mas Słońca, w wyniku ich połączenia się powstała większa wirująca czarna dziura o masie około 49 razy większej od masy Słońca; wartość ta znajduje się pomiędzy wartościami mas finalnych czarnych dziur, równych 21 i 62 masom Słońca, powstałych w wyniku zdarzeń zarejestrowanych w 2015 roku.

Nowo powstała czarna dziura jest oddalona od Ziemi o około 3 miliardy lat świetlnych. W każdym z tych trzech zdarzeń, w chwili tuż przed połączeniem się czarnych dziur emitowane są fale grawitacyjne o mocy większej niż moc promieniowania elektromagnetycznego wszystkich gwiazd i galaktyk znajdujących się w obserwowalnym Wszechświecie.

Najnowsze odkrycie zostało opisane w artykule zaakceptowanym do publikacji w czasopiśmie *Physical Review Letters*. Miało ono miejsce podczas trwającej właśnie kampanii obserwacyjnej (rozpoczętej 30 listopada 2016 r.) dwóch amerykańskich detektorów Advanced LIGO znajdujących się w Hanford (stan Waszyngton) i Livingston (stan Luizjana). Kampania obserwacyjna będzie kontynuowana aż do lata bieżącego roku, kiedy to zbieranie naukowo wartościowych danych zacznie europejski detektor Advanced Virgo (znajdujący się niedaleko Pizy we Włoszech). Detektor Advanced Virgo został pomyślnie uruchomiony w pierwszym tygodniu maja br. Po dołączeniu detektora Advanced Virgo do dwóch detektorów Advanced LIGO powstanie sieć trzech detektorów, która umożliwi rejestrację słabszych fal grawitacyjnych i bardziej precyzyjny pomiar parametrów źródeł generujących te fale.

Trzecia detekcja fal grawitacyjnych miała miejsce 4 stycznia 2017 roku, sygnał z nią związany nazwano GW170104. Został on poddany starannej analizie przez zespoły naukowe projektów LIGO i Virgo składające się 1200 badaczy z ponad 100 instytucji naukowych znajdujących się na 4 kontynentach. Te same zespoły we wrześniu 2015 roku doprowadziły do pierwszej w historii bezpośredniej detekcji fal grawitacyjnych, a kilka miesięcy później udało im się je zarejestrować po raz drugi.

„Dzięki tej trzeciej detekcji potwierdzamy istnienie nieoczekiwanej populacji czarnych dziur o masach większych niż 20 mas Słońca” - mówi Jo van den Brand z Nikhef i VU University Amsterdam, rzecznik międzynarodowego zespołu Virgo, składającego się z ponad 280 naukowców, prowadzącego wspólnie z zespołem LIGO analizę danych - „Wspólna praca

zespołów LIGO i Virgo umożliwiła obserwację tych niesamowitych wydarzeń, które nastąpiły miliardy lat temu".

Najnowsza obserwacja dostarcza też pewnych wskazówek dotyczących położenia w przestrzeni własnych osi obrotu, wokół których czarne dziury wirują zbliżając się do siebie. Czarne dziury mogą obracać się wokół osi dowolnie zorientowanych względem siebie i względem płaszczyzny, w której leżą ich orbity. Jest to podobne do pary łyżwiarzy, którzy krążą wokół siebie wykonując jednocześnie piruety - obroty wokół własnych osi. Analiza danych dostarczyła dowodów na to, że oś obrotu przynajmniej jednej z czarnych dziur nie jest prostopadła do płaszczyzny orbity, co daje wskazówki dotyczące tego, jak ta para czarnych dziur powstała.

LIGO jest sponsorowane przez National Science Foundation (NSF) i zarządzane przez uniwersytety Caltech i MIT, w których to ośrodkach rozpoczęto projekt. Ponad 1000 naukowców bierze udział w tym eksperymencie, tworząc naukową współpracę LIGO (LIGO Scientific Collaboration), która zawiera także zespół GEO. Lista partnerów znajduje się tu: <http://ligo.org/partners.php> .

Przebudowa europejskiego detektora Virgo została niedawno zakończona: powstał detektor Advanced Virgo. Pierwsze testowe obserwacje zostały zakończone w maju. Czułość detektora jest obecnie szybko poprawiana: oczekujemy, że Advanced Virgo dołączy do detektorów LIGO we wspólnych fundamentalnych badaniach początków i ewolucji Wszechświata.

Badania zespołu Virgo są prowadzone przez ponad 280 fizyków i inżynierów z 20 europejskich grup: 6 z Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) we Francji, 8 z Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) we Włoszech, 2 z Nikhef w Holandii, MTA Wigner RCP na Węgrzech, oraz Europejskiego Obserwatorium Grawitacyjnego (European Gravitational Observatory, EGO), laboratorium, w którym znajduje się detektor Virgo (niedaleko Pizy, Włochy). Niedawno do współpracy dołączyła Hiszpania (grupa badawcza w Walencji).

Wśród naukowców pracujących przy detektorze Virgo znajduje się także polska grupa POLGRAW. W jej skład wchodzi badacze z Instytutu Matematycznego PAN, Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, Narodowego Centrum Badań Jądrowych, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a także Uniwersytetów: w Białymstoku, Jagiellońskiego w Krakowie, Mikołaja Kopernika w Toruniu, Warszawskiego, Wrocławskiego i Zielonogórskiego.

„Naszym zadaniem była analiza danych uzyskanych z amerykańskich detektorów LIGO, prowadzenie badań źródeł astrofizycznych fal grawitacyjnych, opracowywanie teoretycznych modeli sygnałów fal grawitacyjnych oraz udział w rozbudowie detektora Virgo" – mówi prof. dr hab. Andrzej Królak z Instytutu Matematycznego PAN oraz Narodowego Centrum Badań Jądrowych, członek zarządu projektu Virgo.

Polacy stworzyli podstawy wielu algorytmów i metod służących do wykrywania i estymacji parametrów fal grawitacyjnych z układów podwójnych (prof. dr hab. Andrzej Królak, prof. dr hab. Piotr Jaranowski), przyczynili się do precyzyjnego modelowania sygnału fali

grawitacyjnej z układu podwójnego (prof. dr hab. Piotr Jaranowski, prof. dr hab. Andrzej Królak), przeprowadzili symulacje pokazujące, że układy podwójne czarnych dziur są najlepiej wykrywalnymi przez detektory LIGO-Virgo źródłami promieniowania grawitacyjnego (prof. dr hab. Krzysztof Belczyński, prof. dr hab. Tomasz Bulik), badali astrofizyczne własności układów podwójnych (dr hab. Michał Bejger, dr Izabela Kowalska-Leszczyńska, dr hab. Dorota Rosińska) oraz poszukiwali mogących towarzyszyć zdarzeniu błysków optycznych (dr Adam Zadrożny).

- Virgo: [www.virgo-gw.eu](http://www.virgo-gw.eu)
- LSC: [www.ligo.org](http://www.ligo.org)