



## **GW190425: obserwacja połączenia się dwóch obiektów zwartych o łącznej masie około 3,4 mas Słońca**

Dzisiaj, 6 stycznia 2020 r., konsorcjum naukowe LIGO i Virgo oficjalnie ogłasza wykrycie sygnału GW190425, który jest pierwszą detekcją fal grawitacyjnych podczas aktualnie trwającej trzeciej kampanii obserwacyjnej, O3.

25 kwietnia 2019 r. sieć detektorów fal grawitacyjnych, złożona z europejskiego detektora Advanced Virgo we Włoszech i dwóch detektorów Advanced LIGO w USA, wykryła sygnał nazwany GW190425. Jest to druga w historii, po sygnale [GW170817](#), obserwacja sygnału fali grawitacyjnej zgodnego z przypuszczeniem, że źródłem fali jest zlewający się układ złożony z dwóch gwiazd neutronowych. Sygnał GW190425 został wykryty o godzinie 08:18:05 UTC; około 40 minut później konsorcjum naukowe LIGO i Virgo wysłało do obserwatoriów astronomicznych informujący o tym zdarzeniu alert.

„Wykryliśmy drugie zjawisko zgodne z modelem układu podwójnego złożonego z gwiazd neutronowych - jest to ważne potwierdzenie sygnału GW170817, wydarzenia, które dwa lata temu rozpoczęło astronomię wieloaspektową. Całkowita masa układu podwójnego jest większa niż jakiegokolwiek znanego do tej pory, co ma ciekawe astrofizyczne konsekwencje dla interpretacji sposobu powstania tego układu”, mówi Jo van den Brand, rzecznik prasowy Virgo i profesor Uniwersytetu w Maastricht, Nikhef i VU University Amsterdam w Holandii. „Zaskakujące jest to, że całkowita masa tego układu podwójnego jest znacznie wyższa niż oczekiwano”, dodaje Ben Farr, członek zespołu LIGO z Uniwersytetu Oregonu w USA.

Szacuje się, że źródło sygnału GW190425 znajduje się w odległości ok. 500 milionów lat świetlnych od Ziemi. Zostało ono zlokalizowane na niebie w obszarze około 300 razy większym niż w przypadku sygnału zaobserwowanego przez LIGO i Virgo w 2017 r., słynnego GW170817, który dał początek astrofizyce wieloaspektowej. Wynika to z faktu, że sygnał GW190425 został zarejestrowany z wysoką wartością stosunku sygnału do szumu przez tylko jeden detektor LIGO w Livingston. W tym czasie drugi detektor LIGO, w



Hanford, był tymczasowo wyłączony, podczas gdy sygnał zrekonstruowany w detektorze Virgo był słabszy, zarówno z powodu różnicy czułości w stosunku do detektora LIGO Livingston jak i kierunku pochodzenia sygnału z obszaru nieba, dla którego Virgo było mniej czułe w momencie nadejścia sygnału. Ta mniej precyzyjna lokalizacja nieba bardzo utrudnia wyszukiwanie stowarzyszonych z falą grawitacyjną sygnałów elektromagnetycznych, neutrin lub naładowanych cząstek. Rzeczywiście, w przeciwieństwie do GW170817, jak dotąd nie znaleziono takich sygnałów. Niemniej jednak dane zebrane przez detektor Virgo zostały wykorzystane do poprawy oszacowania astrofizycznych parametrów układu.

„Pomimo różnic w stosunkach sygnału do szumu pochodzących z różnych interferometrów, ze względu na znane różnice w zasięgu i rozdzielczości kątowej detektorów, ta kolejna wspólna detekcja ponownie podkreśla wagę globalnej sieci detektorów”, mówi Stavros Katsanevas, dyrektor Europejskiego Obserwatorium Grawitacyjnego (EGO) we Włoszech, niedaleko Pizy, w którym zlokalizowano detektor Advanced Virgo.

Istnieje kilka wyjaśnień dotyczących pochodzenia sygnału GW190425, z których najbardziej prawdopodobne jest połączenie się składników w układzie podwójnym gwiazd neutronowych. Alternatywnie, sygnał mógł powstać w układzie z jedną lub nawet dwoma czarnymi dziurami, choć do tej pory nie obserwowano tak lekkich czarnych dziur (w zakresie mas zgodnym z sygnałem GW190425). Jednak na podstawie danych dostarczonych wyłącznie przez fale grawitacyjne nie można wykluczyć tych egzotycznych scenariuszy. Szacunkowa całkowita masa układu podwójnego jest 3,4 razy większa od masy Słońca. Jeśli sygnał GW190425 powstał w wyniku połączenia się układu dwóch gwiazd neutronowych, to układ ten różniłby się znacznie od znanych galaktycznych układów podwójnych, których całkowity zakres mas leży między 2,5 a 2,9 mas Słońca. Ta różnica sugeruje, że układ, który wyemitował sygnał GW190425, mógł powstać inaczej niż znane galaktyczne układy gwiazd neutronowych.

„Po początkowym zaskoczeniu wynikami”, mówi Alessandro Nagar z włoskiego Narodowego Instytutu Fizyki Jądrowej (INFN) w Turynie, „dokładnie przeanalizowaliśmy



dane za pomocą sprawdzonych modeli analitycznych fal grawitacyjnych emitowanych przez dwie gwiazdy neutronowe, opracowanych na podstawie teorii względności Einsteina. Po miesiącach pracy osiągnęliśmy zadowalające zrozumienie tego wydarzenia. Pomimo, że układy podwójne takie jak te, które mogły wyemitować sygnał GW190425, są przewidywane przez teorię, nie były one do tej pory zarejestrowane przez obserwatoria elektromagnetyczne.”

„Chociaż nie zaobserwowaliśmy obiektu utworzonego po połączeniu się składników układu, nasze symulacje komputerowe oparte o ogólną teorię względności przewidują, że prawdopodobieństwo powstania czarnej dziury natychmiast po połączeniu się jest wysokie i wynosi około 96%”, mówi Sebastiano Bernuzzi z Uniwersytetu w Jenie w Niemczech.

Sygnał GW190425 został uznany za interesujący [wkrótce po wykryciu](#). Informacja o detekcji została upubliczniona jako alert LIGO-Virgo, podobnie jak w przypadku innych potencjalnie ciekawych sygnałów obserwowanych podczas trwającej [trzeciej kampanii obserwacyjnej, O3](#). Alerty publiczne są swobodnie dostępne w [bazie danych detekcji fal grawitacyjnych](#).

„Detektory LIGO i Virgo są zaangażowane w swoją trzecią kampanię obserwacyjną od kwietnia 2019 r., potrwa ona do kwietnia 2020 r. Liczba kandydatów na sygnały emitowane przez ciasne układy podwójne jest, jak dotąd, zgodna z przewidywaniami”, mówi Marie-Anne Bizouard z laboratorium ARTEMIS w Obserwatorium Lazurwego Wybrzeża we Francji.

Virgo Collaboration składa się obecnie z około 520 naukowców, inżynierów i techników ze 100 instytucji w 11 różnych krajach, w tym: w Belgii, Francji, Niemczech, na Węgrzech, we Włoszech, w Holandii, Polsce i Hiszpanii. Europejskie Obserwatorium Grawitacyjne (EGO) w okolicy Pizy we Włoszech, w którym znajduje się detektor Advanced Virgo, jest finansowane przez Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) we Francji, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) we Włoszech i Nikhef w Holandii. Lista grup badawczych należących do konsorcjum Virgo znajduje się na stronie <http://public.virgo-gw.eu/the-virgo-collaboration/>. Więcej informacji jest dostępnych na stronie internetowej Virgo pod adresem <http://www.virgo-gw.eu>.



LIGO jest finansowany przez National Science Foundation (NSF) i obsługiwany przez Caltech i MIT, które stworzyły LIGO i kierują projektem. Wsparcie finansowe dla projektu Advanced LIGO było prowadzone przez NSF z udziałem Niemiec (Max Planck Society), Wielkiej Brytanii (Council for Science and Technology Facilities Council) i Australii (Australian Research Council-OzGrav), które wniosły znaczący wkład w projekt. Około 1300 naukowców z całego świata pracuje w ramach konsorcjum naukowego LIGO, które obejmuje także projekt GEO. Lista dodatkowych partnerów jest dostępna na stronie <https://my.ligo.org/census.php>.