

FALE GRAWITACYJNE WYKRYTE Z DRUGIEJ PARY ZDERZAJĄCYCH SIĘ CZARNYCH DZIUR

Konsorcjum LIGO Scientific Collaboration i Virgo Collaboration zidentyfikowało drugi sygnał fali grawitacyjnej w danych detektorów LIGO

26 grudnia 2015, o 03:38:53 czasu uniwersalnego koordynowanego, naukowcy zaobserwowali fale grawitacyjne – zmarszczki czasoprzestrzeni – po raz drugi.

Fale grawitacyjne zostały wykryte przez bliźniacze detektory Laserowego Obserwatorium Fal Grawitacyjnych LIGO znajdujące się w miejscowościach Livingston w stanie Luizjana i Hanford w stanie Waszyngton (Stany Zjednoczone).

Obserwatorium LIGO, finansowane przez amerykańskie National Science Foundation, zostało opracowane, zbudowane oraz jest prowadzone przez uniwersytety Caltech i MIT. Odkrycia, które zostało opublikowane w czasopiśmie *Physical Review Letters*, dokonały LIGO Scientific Collaboration (którego częścią jest GEO Collaboration i Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) i Virgo Collaboration przy użyciu danych z dwóch detektorów LIGO.

Fale grawitacyjne dostarczają informacji o swoim pochodzeniu i o naturze grawitacji, których nie można pozyskać w żaden inny sposób. **Naukowcy ustalili, że zaobserwowane fale grawitacyjne powstały w końcowej fazie procesu połączenia się dwóch czarnych dziur o masach 14 i 8 mas Słońca, w wyniku którego powstała większa wirująca czarna dziura o masie 21 mas Słońca.**

„Fakt, że te czarne dziury były znacznie mniej masywne niż te zaobserwowane przy pierwszym odkryciu, ma duże znaczenie”, mówi Gabriela Gonzales, rzeczniczka LIGO Scientific Collaboration (LSC), profesor fizyki i astronomii na Louisiana State University. „Z powodu mniejszej masy, czarne dziury przez dłuższy czas niż poprzednio zaobserwowane – przez około sekundę – pozostawały w paśmie czułości detektora. To obiecujący początek określenia populacji czarnych dziur we Wszechświecie”.

Podczas zderzenia, które nastąpiło około 1,4 mld lat temu, pewna ilość energii – odpowiadająca mniej więcej masie Słońca – została przekształcona w fale grawitacyjne. Wykryty sygnał pochodzi z ostatnich 27 orbit czarnych dziur przed ich połączeniem. Na podstawie czasu nadejścia sygnałów - detektor w Livingston zmierzył falę grawitacyjną z wyprzedzeniem 1,1 milisekundy w stosunku do detektora w Hanford - można w przybliżeniu określić pozycję źródła fali na niebie.

„W najbliższej przyszłości do rosnącej sieci detektorów fal grawitacyjnych, działających wspólnie z teleskopami naziemnymi, dołączy europejski interferometr Virgo, zapowiada Fulvio Ricci, rzecznik Virgo Collaboration. „Sieć trzech interferometrów umożliwi dokładniejszą lokalizację sygnałów na niebie”.

Zarejestrowanie fal grawitacyjnych po raz pierwszy, ogłoszone 11 lutego 2016 r., było kamieniem milowym w rozwoju fizyki i astronomii. Odkrycie to potwierdziło jedną z głównych tez sformułowanej przez Alberta Einsteina w 1915 r. ogólnej teorii względności i zapoczątkowało nową dziedzinę badań – astronomię fal grawitacyjnych.

Drugie odkrycie uzasadniło literę „O” oznaczającą „Oberwatorium” w akronimie LIGO, mówi Albert Lazzarini z California Institute of Technology, wicedyrektor LIGO Laboratory. „Mając za sobą dwa ważne odkrycia w ciągu pierwszych czterech miesięcy obserwacji, możemy próbować przewidzieć jak często usłyszymy o rejestracji fal grawitacyjnych w przyszłości. LIGO dostarcza nam nowy sposób śledzenia najciemniejszych, a przy tym najbardziej energetycznych wydarzeń we Wszechświecie”.

„Dopiero zaczynamy rozumieć nowy rodzaj astrofizycznych informacji, jakich mogą dostarczyć jedynie detektory fal grawitacyjnych”, mówi David Shoemaker z MIT, który prowadził projekt budowy zaawansowanego detektora LIGO.

Oba odkrycia były możliwe dzięki zwiększonym zdolnościom detektora Advanced LIGO, w wyniku którego poprawiono czułość w stosunku do pierwszej generacji detektorów LIGO, umożliwiając w ten sposób duże poszerzenie badanego obszaru Wszechświata.

„W analizie odkrycia bardzo ważny był również warsztat matematyczny. Tu istotny wkład miał polski zespół. Tradycje matematyczne były w Polsce zawsze bardzo silne” – komentuje Prof. Paweł Rowiński, wiceprezes Polskiej Akademii Nauk.

Następny cykl zbierania danych przez detektor Advanced LIGO rozpocznie się jesienią. Do tego czasu zostaną wprowadzone kolejne ulepszenia zmierzające do poprawy czułości, które mają zwiększyć przestrzeń objętą badaniem o 1,5 do 2 razy. Detektor Virgo ma zostać włączony do badań w drugiej połowie kolejnego cyklu obserwacji.

Program badawczy LIGO realizuje LIGO Scientific Collaboration (LSC), grupa ponad tysiąca naukowców z różnych uniwersytetów w Stanach Zjednoczonych i z 14 innych krajów. Ponad 90 uczelni i instytutów badawczych rozwija technologię wykrywania fal i analizuje dane w ramach LSC; w projekcie aktywnie uczestniczy około 250 studentów. W skład sieci detektorów LSC wchodzi interferometria LIGO i detektor GEO600.

Program badawczy Virgo jest realizowany przez zespół Virgo Collaboration, składający się z ponad 250 fizyków i inżynierów należących do 19 różnych grup badawczych z Europy, w tym sześciu związanych z Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) we Francji, ośmiu z Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) we Włoszech, dwóch z Nikhef w Holandii, grupą Wigner RCP z Węgier, POLGRAW z Polski oraz Europejskim Obserwatorium Grawitacyjnym EGO (European Gravitational Observatory), które posiada detektor Virgo znajdujący się niedaleko Pizy we Włoszech.

Badania LIGO są finansowane głównie przez amerykańską National Science Foundation. Projekt wspierają finansowo także organizacje w Niemczech (Max Planck Society), Wielkiej Brytanii (Science and Technology Facilities Council, STFC) i Australii (Australian Research Council). Część technologii kluczowych dla zwiększenia czułości detektora Advanced LIGO została opracowana w

ramach niemiecko-brytyjskiego partnerstwa GEO. Zasoby komputerowe zapewniły AEI Hannover Atlas Cluster, LIGO Laboratory, Syracuse University, grupa ARCCA z Cardiff University, University of Wisconsin-Milwaukee oraz Open Science Grid. Kilka uczelni brało udział w projektowaniu, budowie i testach części i technik użytych w Advanced LIGO: Australian National University, University of Adelaide, University of Western Australia, University of Florida, Stanford University, Columbia University w Nowym Jorku i Louisiana State University. W skład zespołu GEO wchodzi badacze z Instytutu Fizyki Grawitacyjnej Maxa Plancka (Albert Einstein Institute, AEI), Leibniz Universität Hannover, a także naukowcy z University of Glasgow, Cardiff University, University of Birmingham, innych uczelni w Niemczech i Wielkiej Brytanii, a także University of the Balearic Islands w Hiszpanii.

Istotny wkład w doprowadzenie do tej drugiej bezpośredniej obserwacji fali grawitacyjnej z układu podwójnego czarnych dziur wniosło 14 polskich naukowców pracujących w grupie POLGRAW, która jest członkiem projektu Virgo.

Stworzyli oni podstawy wielu algorytmów i metod służących do wykrycia 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. 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).

Dziewięcioro naukowców z grupy POLGRAW, a wśród nich dr hab. Dorota Rosińska z Uniwersytetu Zielonogórskiego, znalazło się wśród autorów publikacji, w której ogłoszono zarejestrowanie fali grawitacyjnej po raz drugi.