



## Podróżuj po świecie badając fale grawitacyjne.

Wywiad z Panią profesor Dorotą Gondek-Rosińską, członkiem zespołu naukowców projektu VIRGO-LIGO, który zarejestrował fale grawitacyjne!

Rozmawia Konrad Stanglewicz, Radio Zachód – część 1.

**KS: Po raz pierwszy zarejestrowano fale grawitacyjne. Jest to jedno z największych chyba odkryć tego stulecia. O odkryciu poinformowano 11 lutego 2016r. Wymieniam specjalnie datę bo jest to data historyczna. Poinformowano na kilku konferencjach prasowych jednocześnie, zorganizowanych w Stanach Zjednoczonych i Europie. Wśród wieluset naukowców biorących udział w tym odkryciu jest grupa polskich uczonych skupionych w grupie POLGRAW. To są uczestnicy wspólnego amerykańsko – europejskiego eksperymentu LIGO-VIRGO, a w tej grupie Polaków jest Pani profesor Dorota Gondek-Rosińska z Uniwersytetu Zielonogórskiego z Instytutu Astronomii im. Janusza Gila.**



DGR: Ja jestem związana z tą grupą POLGRAW od 2009 roku i od razu brałam udział w analizie danych z detektorów pierwszej generacji VIRGO-LIGO, które działały na mniejszej czułości niż detektor LIGO, który jest w tej chwili 4 krotnie bardziej czuły niż te detektory pierwszej generacji i od początku brałam udział w poszukiwaniu sygnału ze zlewających się układów obiektów zwartych. Przewidywania teoretyczne od początku wskazywały na to, że najsilniejszymi źródłami fal grawitacyjnych są układy podwójne obiektów zwartych.

### Ale obiekty zwarte mogą być różne.

Mówiąc o obiektach zwartych mam na myśli gwiazdy neutronowe i czarne dziury. W tej mojej grupie my poszukujemy właśnie z układów, które się składają albo z dwóch gwiazd neutronowych albo gwiazdy neutronowej i czarnej dziury albo dwóch czarnych dziur. Im większa jest masa tych składników tym z większej odległości je widzimy bo sygnał do szumu jest proporcjonalny do masy tego układu. W związku z tym, jeśli chodzi o dwie czarne dziury mimo, że one są rzadszym zdarzeniem zbieramy informacje z większego obszaru.

**Tutaj ważne jest wyjaśnienie czym się różni fala której obecność zarejestrowaliście od tych fal które dotąd były obserwowane.**

Fale grawitacyjne są alternatywnym sposobem, komplementarnym do obserwacji w promieniowaniu elektromagnetycznym, dlatego, że te zjawiska astrofizyczne które powodują, że obserwujemy fale grawitacyjne często mogą być nie obserwowane elektromagnetycznie - chociażby ten nasz pierwszy odkryty przypadek, pierwsze zjawisko zlewania się czarnych dziur

### Tego teleskopami tradycyjnymi nie zobaczy.

Teoretycznie taki proces nie powinien być obserwowany w promieniowaniu elektromagnetycznym, to jest specyfika związana z czarnymi dziurami. Niemniej w kolaboracji VIRGO-LIGO mamy podpisane porozumienia z obserwatoriami w falach elektromagnetycznych zarówno w zakresie optycznym jak i w promieniowaniu rentgenowskim czy gamma. Mamy podpisane porozumienie, że w przypadku kiedy zobaczymy w danych, że mamy jakiegoś interesującego kandydata to my w krótkim czasie (krótki czas to kilka godzin czy jeden dzień) dajemy im informacje o tym, że mamy ciekawe zjawisko i podajemy im w przybliżeniu rejon z którego ten sygnał pochodzi, żeby oni w tym czasie mogli obserwować. I właśnie w przypadku sygnału o którym teraz mówimy GV150914 - to jest to nasze odkrycie, fala grawitacyjna układ zlewających się ze sobą dwóch czarnych dziur o dużych masach  $29 M_{\odot}$  i  $36 M_{\odot}$  ( $M_{\odot}$  - masa Słońca) - sygnał był obserwowany nawet przez miesiąc przez parę obserwatoriów. Chociaż teoretycznie by się to wydawało, że nie ma to sensu, niemniej jako naukowcy chcemy to potwierdzić. Nie ma informacji żeby cokolwiek ciekawego zobaczyli w tym okresie jednego miesiąca po tym wydarzeniu o którym mówimy. Niemniej jednak spodziewamy się obserwować również takie zjawiska, które będą widoczne w promieniowaniu elektromagnetycznym i tutaj należy wspomnieć o błyskach gamma. Teoretycznie sądzi się, że za błyski gamma odpowiedzialne jest zlewanie się gwiazdy neutronowej z czarną dziurą bądź dwóch gwiazd neutronowych. Czyli wtedy - jeśli mielibyśmy tego typu sytuację - to powinniśmy je widzieć w falach grawitacyjnych, a jednocześnie być może byłoby to widać w promieniowaniu gamma.

### Wróćmy do przypadku, które zaobserwowaliście czyli zlania się tych dwóch czarnych dziur.

Według ogólnej teorii względności Einsteina taki układ dwóch czarnych dziur powinien emitować fale grawitacyjne. Największa ilość energii jest emitowana w momencie zlewania się tych dwóch czarnych dziur. Jeśli energia jest emitowana to takie czarne dziury zblizają się do siebie, zlewają się, a później powstaje jedna czarna dziura w tym wypadku wirująca czarna dziura, której masa z naszej analizy danych wychodzi, że jest  $62 M_{\odot}$ . Brakuje nam 3 mas Słońca. Te  $3 M_{\odot}$  zostały wyemitowane właśnie w postaci fal grawitacyjnych podczas procesu zlewania się tych czarnych dziur, dlatego mówimy, że to zjawisko które zaobserwowaliśmy jest „najjaśniejszym” zjawiskiem zaobserwowanym

do tej pory. Zostało wyemitowane  $10^{56}$  ergów w ciągu sekundy, wyemitowana energia była 100 razy większa niż wszystkie świecące obiekty we Wszechświecie obserwowanym.

### To takiego błysku nie można nie zauważyć.

Tak, tylko trzeba mieć odpowiednie urządzenia do tego aby móc to zobaczyć i właśnie dlatego detektory interferometryczne fal grawitacyjnych VIRGO i LIGO są takim naszym bardzo dużym osiągnięciem tzn. dopiero teraz mamy taką technologię, która pozwala nam na badanie Wszechświata i to pierwsze zjawisko z którym mamy do czynienia daje nam nadzieję, że będziemy mogli mieć więcej takich zjawisk i że będziemy mogli badać Wszechświat w inny sposób, komplementarny do promieniowania elektromagnetycznego.

**I tu pytanie takie: dotąd z powodu różnych zakłóceń jakie na ziemi istnieją obserwacje były utrudnione i próbowano przenieść te obserwacje w przestrzeń kosmiczną, dlatego teleskop Hubble'a umieszczano na orbicie okołozemskiej, żeby atmosfera ziemska i inne działania człowieka nie zakłócały tych obserwacji, a Wy budujecie urządzenia które są na Ziemi i z Ziemi obserwują Kosmos. Nie boicie się tych zakłóceń?**

Tutaj są dwa problemy. Pierwsza sprawa jest związana z tym co jest specyfiką promieniowania elektromagnetycznego, że to promieniowanie jest absorbowane i w przypadku warunków jakie mamy tutaj na Ziemi to mamy tylko dwa okna w których możemy obserwować Wszechświat: okno radiowe i optyczne. Część promieniowania ultrafioletowego czy podczerwonego czy też promieniowania rentgenowskiego jest blokowana w atmosferze, nie dociera do nas, dlatego musimy budować instrumenty które są wynoszone na orbitę okołozemską. W naszym przypadku nie mamy problemu. Fale grawitacyjne bardzo słabo oddziałują z materią i podróżują przez Wszechświat praktycznie w niezmięnionej postaci. Czyli my obserwujemy na Ziemi takie sygnały jakie wyemitowało źródło w danym momencie.

### Bo po drodze nic ich nie zaburza.

Nie osłabia i nie zaburza. Więc to nie jest naszym problemem. Natomiast prawdą jest to, że działalność ludzka tutaj na Ziemi i różnego typu inne zjawiska powodują szum. Dlatego mieliśmy przez wiele lat trudności ze złapaniem fal grawitacyjnych bo nasza czułość była ograniczona przez różnego typu szumy. I nie tylko szum sejsmiczny, ale również szum termiczny związany z urządzeniami. Byliśmy w ten sposób ograniczeni i przy detektorach pierwszej generacji VIRGO-LIGO było małe prawdopodobieństwo, że coś zobaczymy. Ale mieliśmy nadzieję, że być może, może się tak zdarzyć, że jakieś zjawisko będzie dostatecznie blisko nas i wtedy zobaczymy. Natomiast był to duży sukces technologiczny bo udało się przez te wszystkie lata osiągnąć taką czułość detektorów jaką teoretycznie chcieliśmy uzyskać i to był bardzo duży sukces, że to się udało, a teraz mamy taką technologię, że wiemy, że jesteśmy w stanie mieć detektory 10 razy bardziej czułe niż detektory pierwszej generacji. Oznacza to, że dziesięciokrotnie dalej możemy sięgać, a to oznacza, że w danej objętości mamy 1000 razy zjawisk więcej niż przy detektorach pierwszej generacji.

### A przy tym zjawisku jak daleko sięgamy?

To jest bardzo dobre pytanie dlatego, że nie można na nie jednoznacznie odpowiedzieć. To jak daleko sięgamy zależy od źródła promieniowania grawitacyjnego. Im większa jest masa składników wchodzących w skład układu podwójnego tym dalej sięgamy. I w przypadku detektorów I generacji do układu powiedzmy dwóch gwiazd neutronowych zlewających się o masach mniej więcej jednej masy Słońca sięgaliśmy do około 20-30 Mpc ( $1 \text{ pc (parsek)} = 3,26$  roku świetlnego), to była taka odległość ale dla czarnych dziur które mają masę  $10 M_{\odot}$  już sięgaliśmy do 200 Mpc czyli dziesięciokrotnie dalej - czyli im większa jest masa tych składników tym dalej sięgamy. W związku z tym zasięg detektora zależy od źródła.

### Czy to nam może zmienić obraz Wszechświata w ogóle czy też nie ?

Na pewno będziemy świadkami niejednego odkrycia i już teraz otwarliśmy nową dziedzinę w astronomii: astronomię fal grawitacyjnych i będziemy mogli mieć takich zdarzeń bardzo dużo, to wzbogaci nas o bardzo dużo informacji, których nie możemy uzyskać w żaden inny sposób. Jeżeli będziemy mieli detektory o jeszcze większej czułości jak Einstein Telescope, będziemy mogli sięgać do początków Wszechświata.

### Mówiąc o początku Wszechświata myśli Pani o czym?

Jak daleko sięgamy w przeszłość. My na ogół mierzymy te odległości do pewnego momentu w Mpc czy latach świetlnych, później już mówimy o przesunięciu ku czerwieni i w przypadku detektora III generacji to będziemy mogli sięgać nawet do Z około 15! Czyli to są same początki Wszechświata. W przypadku tych dwóch czarnych dziur które obserwowaliśmy to jest odległość 410 Mpc czyli składając na odległość w latach świetlnych - czyli ile czasu by zajęło aby promieniowanie to dotarło do nas - to jest 1 miliard 300 milionów lat.

### A wiek Wszechświata szacuje się na...

Na około 14 miliardów lat.

### Spodziewała się Pani, że to tak szybko nastąpi?

Nie. Nikt z nas tego się tak szybko nie spodziewał. Bo zaczęliśmy ten sezon obserwacyjny we wrześniu 2015 r. i to było zaraz na początku tego sezonu kiedy mieliśmy czułość detektorów 4 krotnie większą niż tych pierwotnych detektorów fal grawitacyjnych. Raczej byliśmy przygotowani na to, że dopiero około 2019 roku kiedy osiągniemy docelową czułość wtedy będzie największa szansa zobaczenia tych zjawisk.

Źródło: Radio Zachód - Konrad Stanglewicz

Fot. Monika Redzisz, Monika Berezewska/Zorka Project (archiwum Uniwersytetu Zielonogórskiego)

CWINT - OTWIERAMY DLA CIEBIE SZEROKO DRZWI DO ŚWIATA WIEDZY I NAUKI

