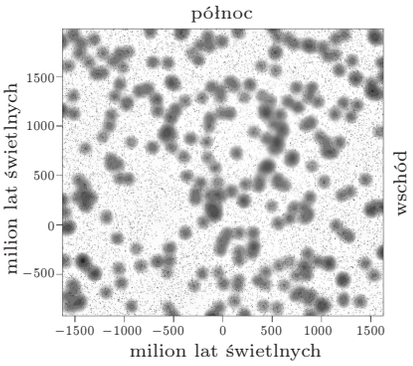
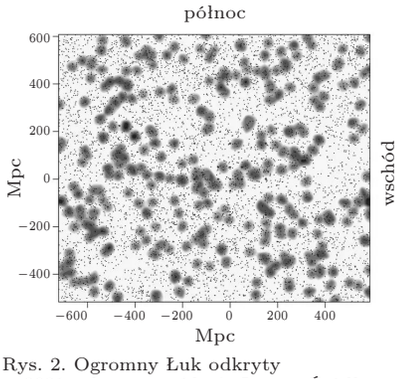
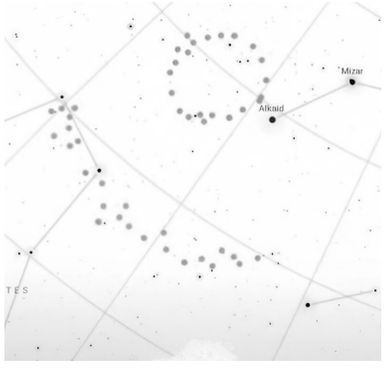
Prosto z nieba: Wielki Pierścień to wielki problem



Rys. 1. Wielki Pierścień. W szarych obszarach absorbowane jest promieniowanie jonów magnezu wskazujące na obecność materii. Pierścień nie jest widoczny gołym okiem na niebie, ale gdyby był, to miałby średnicę około 15 tarcz Księżyca. Źródło: University of Central Lancashire



Rys. 2. Ogromny Łuk odkryty w 2021 roku przez Alexię Lopez. Źródło: Lopez, Alexia M., et al. (2022), MNRAS, 516



Rys. 3. Wizja artystyczna Wielkiego Pierścienia (na górze) i Ogromnego Łuku (na dole), tak jak wyglądałyby na niebie. Źródło: Stellarium i University of Central Lancashire

W styczniu 2024 roku Uniwersytet Środkowego Lancashire opublikował komunikat prasowy o odkryciu przez jedną z doktorantek – Alexię Lopez – nowej ogromnej struktury galaktyk. Ponieważ struktura ta jest duża i ma kształt pierścienia, nazwano ją oczywiście... Wielkim Pierścieniem (ang. *Big Ring*, rys. 1). Wielki Pierścień ma średnicę 1,3 miliarda lat świetlnych i obserwujemy go takim, jaki był około 6 miliardów lat temu. Jest nie tylko duży, ale też jest potencjalnie dużym wyzwaniem (żeby nie powiedzieć problemem) dla standardowego modelu kosmologicznego. Ponieważ według tego modelu... nie powinien istnieć.

Standardowy model kosmologiczny jest naszym najlepszym modelem opisującym Wszechświat i wszystko, co się w nim znajduje od początku jego istnienia aż do współczesności. Opiera się oczywiście na serii założeń. Między innymi na zasadzie kosmologicznej, która mówi, że Wszechświat jest jednorodny i izotropowy w dużych skalach przestrzennych. Innymi słowy – dla każdego obserwatora znajdującego się w dowolnym miejscu Wszechświat wygląda podobnie. A jeszcze innymi słowy, oznacza to, że po uśrednieniu na odpowiednio dużej skali przestrzennej materia jest jednorodnie rozłożona we Wszechświecie. Jak duża jest „odpowiednio duża" skala? To zależy od modelu. W każdym razie założenie to ustawia teoretyczny limit rozmiaru struktur, jakie mogą (wg. tego modelu) istnieć we Wszechświecie. Limit ten nazywamy skalą jednorodności. Dla Wszechświata istniejącego 6 miliardów lat temu (moment, w jakim obserwujemy Wielki Pierścień) według standardowego modelu kosmologicznego wynosi około 1,2 miliarda lat świetlnych. Obserwacje struktur większych niż ten limit stanowią potencjalne wyzwanie dla założeń modelu kosmologicznego.

Wielki Pierścień łamie ten limit, bo jest... większy. Co gorsza, nie jest też pierwszą tego typu strukturą, jaką zaobserwowaliśmy. Już w 1991 roku odkryto grupę kwazarów (mniej więcej w tej samej odległości co Wielki Pierścień) rozciągającą się na długości ponad 2 miliardów lat świetlnych; od 2003 roku wiemy też o istnieniu „Wielkiej ściany" – megastruktury galaktyk o rozmiarze 1,5 miliarda lat świetlnych. W 2021 roku ta sama studentka, Alexia Lopez, odkryła Ogromny Łuk (ang. *Giant Arc*) rozciągający się na aż 3,3 miliarda lat świetlnych (rys. 2). Co ciekawe, ta ostatnia struktura i Wielki Pierścień znajdują się bardzo blisko siebie (tylko $\sim 12^\circ$ na niebie) i istniały w tym samym momencie ewolucji Wszechświata (rys. 3).

Oczywiście mogło się zdarzyć, że te ogromne skupiska materii powstały przez przypadek, ponieważ materia na początku istnienia Wszechświata była rozłożona losowo. Mogły wystąpić w niej duże losowe zagęszczenia lokalne. Możemy obliczyć prawdopodobieństwo powstania takich zagęszczeń. I tak prawdopodobieństwo powstania odpowiednio dużego zagęszczenia materii dla powstania Wielkiego Pierścienia wynosi aż 1:3 milionów (nie uwzględniając pozostałych ogromnych struktur, które zaobserwowaliśmy).

Czy mamy więc niesamowite *szczęście* i te ogromne struktury powstały przez przypadek? A może Wszechświat wcale nie jest jednorodny? Czy nasze założenie zasady kosmologicznej jest zbyt rygorystyczne? Czy nasz najlepszy model Wszechświata jest zły? A może wystarczy tylko trochę zwiększyć skalę jednorodności?

Na razie nie znamy odpowiedzi na żadne z tych pytań. Jednak w świetle kolejnych obserwacji i doniesień o konieczności modyfikacji modelu kosmologicznego jedno wiemy na pewno – żyjemy w fascynujących czasach dla kosmologów.

Artykuł ten pisany był na początku stycznia 2024 roku, nie istnieje jeszcze publikacja naukowa na temat Wielkiego Pierścienia. Artykuł oparty jest na komunikacie prasowym Uniwersytetu Środkowego Lancashire i prezentacji Alexii Lopez z 243 spotkania Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Anna DURKALEC

Zakład Astrofizyki, Departament Badań Podstawowych, Narodowe Centrum Badań Jądrowych