

**Cel projektu.** Celem tego projektu jest opisanie ewolucji tempa formowania się gwiazd we Wszechświecie z czasem, używając obserwacji w dalekiej podczerwieni (FIR; czułej na światło gwiazd przesłonięte przez międzygwiazdny pył). Główne pytanie na które będę się starał odpowiedzieć to: ‘Jak efektywność formowania się gwiazd ewoluowała w czasie w naszym Wszechświecie?’. Podczas trwania projektu pierwszą rzeczą będzie opisanie średniej prędkości formowania się gwiazd we Wszechświecie z punktu widzenia tzw. gęstości tempa formowania się gwiazd (SFRD) – czyli ile gwiazd, średnio, tworzy się na jednostkę czasu i objętości we Wszechświecie w danym momencie jego historii. Aby pójść dalej, opiszę także jak prędkość formowania się gwiazd ewoluowała w poszczególnych galaktykach w danym momencie w historii naszego Wszechświata, jako funkcja ich masy.

**Opis projektu.** W celu opisanie średniej prędkości formowania się gwiazd we Wszechświecie, potrzebne są duże mapy nieba, aby zebrać próbki galaktyk, które mogą być traktowane jako reprezentatywne dla całego Wszechświata. Ponadto, mapy muszą być wystarczająco głębokie, aby tak małe, jak i duże galaktyki, były zaobserwowane w wystarczająco dużej liczbie. Pierwszym zadaniem będzie więc użycie największej próbki dotychczas zaobserwowanej w dużej rozdzielczości w falach FIR przez teleskop Atacama Large Millimeter Array (ALMA), aby skonstruować funkcje jasności, opisujące gęstości galaktyk we Wszechświecie w danym czasie jego ewolucji. Posiłkując się odpowiednimi zależnościami, ewolucja tempa formowania się gwiazd we Wszechświecie będzie mogła być dokładnie opisana. Jako że większości galaktyk nie można bezpośrednio zaobserwować w falach FIR, wkład do SFRD we Wszechświecie pochodzący od ciemniejszych obiektów opiszę posługując się metodą zwaną ‘stacking’ (uśrednienie jasności pochodzącej z wielu źródeł poprzez nakładanie obrazków na siebie) w mapach FIR, poprzez co otrzymam uśrednione wartości tempa formowania się gwiazd dla obiektów, dla których nie można go zaobserwować bezpośrednio. Podczas procedury ‘stacking’ średnie jasności będą wyznaczone dla grup galaktyk z podobnymi właściwościami fizycznymi, jak np. masa gwiazdowa. Podczas tego procesu kilka zależności pomiędzy właściwościami fizycznymi galaktyk a ich jasnością w falach FIR będzie dokładnie skalibrowanych do czasów, kiedy Wszechświat był tylko około 10% swojego obecnego wieku.

**Motywacja.** Jednym z głównych celów obserwacyjnej kosmologii jest opisanie ewolucji formowania się gwiazd we Wszechświecie z czasem. Jako że jest to jedna z najbardziej fundamentalnych własności obserwacyjnych, jest ona jednym z podstawowych danych wyjściowych dzisiejszych symulacji rozwoju całego Wszechświata. Ponadto, funkcji jasności, potrzebnych do opisanie SFRD, używa się do testowania modeli kosmologicznych. Dokładny opis tej ewolucji jest więc niezbędny nie tylko dla obserwacyjnej astronomii ale także dla modeli teoretycznych opisujących ewolucję życia w naszym Wszechświecie. Problem polega na tym, że aby to zrobić należy posiadać wystarczająco duże mapy nieba w falach ultrafioletowych (UV; wrażliwych na światło gwiazd) oraz falach FIR (emisja pyłu). Z powodu ograniczonego dostępu do map FIR, ewolucja SFRD w czasie, jak i funkcji jasności, jest bardzo trudna do opisanie, co powoduje, że wiele dotychczasowych prac opisuje wyniki mocno się ze sobą niezgadujące.

Instrument SCUBA-2 zamontowany na teleskopie James Clerk Maxwell na Hawajach jest jednym z największych na świecie obiektów obserwujących w falach FIR i jako taki produkuje mapy nieba, których można z dużym powodzeniem używać do opisywania tempa formowania się gwiazd we Wszechświecie. Największe dotychczas mapy nieba powstają obecnie w ramach kilku międzynarodowych kolaboracji, których jestem aktywnym członkiem. Z pomocą danych ALMA o wysokiej rozdzielczości, a także dodatkowych katalogów optycznych, obecna wiedza na temat tempa formowania się gwiazd we Wszechświecie może zostać znacznie poszerzona.

**Oczekiwane rezultaty.** Dane ALMA o wysokiej rozdzielczości (składające się z ponad 500 galaktyk) pozwolą na opis wkładu najjaśniejszych galaktyk w falach FIR do gęstości formowania się gwiazd we Wszechświecie. Technika ‘stacking’ (uśrednianie wkładu z wielu galaktyk) zastosowana z udziałem największych dotąd map w falach FIR z instrumentu SCUBA-2 uwzględni wkład pochodzący z ciemniejszych obiektów. Oba powyższe zestawy danych pozwolą mi na określenie funkcji, opisującej liczbę galaktyk o danej jasności zajmujących określoną objętość we Wszechświecie w danym czasie jego ewolucji – tzw. funkcje jasności. Aktualny stan wiedzy opisuje ewolucję SFRD w falach FIR do mniej więcej dwóch miliardów lat po Wielkim Wybuchu. Z mapami dostępnymi w tym projekcie będę w stanie przesunąć tę granicę o około jeden miliard lat wstecz.