

Heliosfera jest unikalnym polem eksperymentalnym. Pomimo wielu technik za pomocą których możemy ją badać, wciąż jest tak dużo do odkrycia i zrozumienia. W środku heliosfery jest Słońce - przeciętna gwiazda w średnim wieku emitująca fotony i wiatr słoneczny. Na zewnątrz znajduje się chmura złożona z wodoru i helu zwana Lokalnym Obłokiem Międzygwiazdowym. Naładowane cząstki są blokowane przez pole magnetyczne, ale neutralne atomy przenikają przez heliopauzę (granice gdzie wiatr słoneczny spotyka się z obłokiem międzygwiazdowym) i podróżują w stronę Słońca.

Badanie wiatru słonecznego nie jest proste. Jednym ze sposobów jest obserwowanie świecenia neutralnego wodoru, który jest pobudzany przez fotony ze Słońca. Te obserwacje są znacznie trudniejsze do interpretacji, wymagają bowiem uwzględnienia wielu różnych czynników. Po pierwsze musimy wiedzieć gdzie w przestrzeni znajduje się wodór, jaką ma prędkość i temperaturę. Odpowiedzi na te pytania dostarcza nam "numerical Warsaw Test Particle Model" (nWTPM) - kod numeryczny stworzony w Centrum Badań Kosmicznych PAN. Musimy też wiedzieć ile fotonów i o jakiej częstotliwości emituje Słońce oraz jak często są one pochłaniane przez atomy wodoru. Gdy wodór pochłonie foton, staje się wzbudzony i wkrótce emituje inny foton w zupełnie innym kierunku. Część z tych wyemitowanych fotonów dociera do naszych detektorów i jest obserwowana jako rozproszona poświata wodorowa. Jednym z instrumentów, który obserwuje tę poświatę jest SWAN na pokładzie SOHO. W przyszłości będzie jeszcze jeden detektor - GLOWS. Ten instrument powstaje w polsko-niemieckiej współpracy kierowanej przez dr hab. Macieja Bzowskiego z Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Głównym celem niniejszego projektu jest opracowanie nowego modelu struktury wiatru słonecznego oraz zweryfikowanie istniejących w literaturze poglądów, które często są ze sobą sprzeczne. Na drodze do wykonania tego zadania musimy wykonać szereg kroków.

Pierwszym etapem będzie ulepszenie modelu ciśnienia promieniowania, który opracowaliśmy w zeszłym roku. Ciśnienie promieniowania przekłada się na siłę, która działa na atomy wodoru podczas ich interakcji z fotonami. Niektóre fotony są chętniej absorbowane przez atomy (dla wodoru są to fotony z linii widmowej Lyman- $\alpha$  o długości fali  $\lambda = 121,567$  nm). Podczas takiej absorpcji atom dostaje od fotonu dodatkowy moment pędu. W przypadku wodoru jest on porównywalny z efektem grawitacji słonecznej. Dlatego też podczas wykonywania obliczeń drogi jaką porusza się atom wodoru musimy brać pod uwagę nie tylko przyciąganie grawitacyjne Słońca, ale również siłę odpychającą pochodzącą od ciśnienia promieniowania. Opracujemy dokładny model ciśnienia promieniowania uwzględniający procesy absorpcji i re-emisji, które do tej pory były zaniedbywane.

Kolejnym krokiem będzie policzenie rozproszonej poświaty wodorowej przy użyciu oprogramowania nWTPM. Otrzymane wyniki porównamy z obserwacjami z instrumentu SWAN, a w przyszłości również z danymi pochodzącymi z detektora GLOWS.

Ostatnim etapem będzie stworzenie modelu struktury wiatru słonecznego. Jeden z istniejących modeli wiatru słonecznego oparty na analizie danych z instrumentu SWAN wykazuje dziwne struktury na średnich szerokościach heliograficznych. Z drugiej strony bezpośrednie obserwacje z sondy Ulysses nie pokazują nic niezwykłego (są to jedne z nielicznych bezpośrednich pomiarów wiatru słonecznego z poza ekliptyki, choć niekompletne i ograniczone w czasie). Kto ma rację?

Dodatkowym produktem projektu będzie tak zwane Mock Data Challenge (MDC). Ćwiczenie to polega na stworzeniu sztucznych obserwacji rozproszonej poświaty wodorowej tak, jak będzie ją widział GLOWS. Następnie przeanalizowaniu ich tak, jak gdyby to były prawdziwe obserwacje. Dzięki temu możemy przetestować w kontrolowanych warunkach programy i algorytmy, które będą analizowały prawdziwe dane obserwacyjne w przyszłości.

Poszczególne produkty naszej pracy będą stosowane do analizy danych obecnych, jak i przyszłych misji kosmicznych. Model ciśnienia promieniowania będzie wykorzystany przy analizie danych z detektora IBEX-Lo oraz w przyszłości IMAP-Lo. Model poświaty wodorowej oraz struktury wiatru słonecznego pomoże w planowaniu, a później w analizie danych z detektora GLOWS.