

Słońce przechodzi przez Obłok Lokalny materii międzygwiazdowej, złożonej z jonów, atomów neutralnych i ziaren pyłu, emitując wiatr słoneczny – hiperdźwiękowy wypływ plazmy koronalnej, przenikający tym polem magnetycznym, zmieniając się w takt 11-letniego cyklu aktywności słonecznej. Pod naporem otaczającej materii międzygwiazdowej, wiatr słoneczny zwalnia do prędkości poddźwiękowej, przechodzi przez tzw. kołową falę uderzeniową wiatru słonecznego i tworzy wewnętrzny otok heliosfery, a następnie odpływa wstecz, formując ogon heliosfery. Na styku materii międzygwiazdowej i wiatru słonecznego powstaje heliopauza – powierzchnia nieciągłości kontaktowej, która rozdziela plazmę słoneczną i międzygwiazdową, ale jest przezroczysta dla atomów neutralnych. Przed nią rozciąga się obszar materii międzygwiazdowej wzburzonej przez nacierającą heliosferę – podobnie jak woda wzburzana jest przez dziób płynącego statku – tworzy się złoona fala czołowa, nazywana zewnętrznym otokiem heliosfery.

Międzygwiazdowe atomy neutralne, głównie wodór i hel, wnikają do wnętrza heliosfery, tworząc tzw. neutralny wiatr międzygwiazdowy. W jej wnętrzu z nich wymienia ładunek elektryczny z plazmą międzyplanetarną: atom i jon wymieniają się elektronem w zasadzie bez wymiany pędów, wskutek czego powstaje atom neutralny o prędkości takiej, jak jego macierzystej plazma, oraz jon (proton) o prędkości wiatru międzygwiazdowego. Atom odlatuje z miejsca reakcji i może na go wykryć nawet w dużych odległościach od miejsca narodzin, a jon zostaje pochwycony i uniesiony przez przepływającą plazmę i wchodzi do nowej populacji plazmowej jonów pochwyconych. Można je porównać do „pary” powstającej, w wyniku „parowania międzygwiazdowej mławkii” wodoru międzygwiazdowego w szybkim i gorącym wietrze słonecznym. Jony pochwycone tworzą „mgiełki” zawieszony w wietrze słonecznym i podobnie jak protony wiatru słonecznego wymieniają ładunek z bezustannie napływającymi atomami międzygwiazdowymi. Powstałe w wyniku tych reakcji atomy, tzw. Energetyczne Atomy Neutralne (ang. skrót ENA), pełnią podobną rolę jak fotony w astronomii: niosą informacje o procesach zachodzących z dala od nas. Do Ziemi docierają głównie ENA powstałe z „mgiełki” jonów pochwyconych.

Pierwszym kosmicznym obserwatorium, które obserwuje strumienie takich atomów i buduje mapy nieba w różnych „barwach”, czyli energiach, jest Interstellar Boundary Explorer (IBEX), który jest zbudowanym na zlecenie NASA satelitą Ziemi wystrzelonym w 2008 roku na bardzo wydłużony orbit, niemal sięgający orbity Księżyca. Ma on dwa detektory, IBEX-Hi i IBEX-Lo, z których jeden widzi tylko atomy wodoru o energiach od 0.4 do 6 keV, a drugi obserwuje atomy wodoru, helu, tlenu i neonu o energiach do 2 keV. Oprócz heliosferycznych ENA IBEX widzi również płynące znacznie wolniej atomy przychodzące bezpośrednio z Obłoku Lokalnego.

Analizując strumienie tych atomów, przede wszystkim helu, dowiedzieliśmy się, jak temperaturę ma ten obłok i jak szybko Słońce się porusza względem niego. Teraz chcielibyśmy dowiedzieć się więcej: odkryli my, oprócz zasadniczego wiatru, więcej czego „wnoszą” istniejące jeszcze dodatkowo, do rzadki, powolny, ciepły powiew, płynący trochę z prawej strony. Nazwaliśmy go „Ciepła Bryza”. Skąd się bierze? Podejrzewamy, że to dodatkowy „odprysk”, powstający w obrębie fali czołowej heliosfery, a płynie trochę z boku, bo heliosfera jest zdeformowana przez pole magnetyczne, przenikające Obłok Lokalny. Podejrzewamy też, że to właśnie pole magnetyczne odpowiada za powstanie „Wstęgi”, którą IBEX odkrył niedługo po starcie. Jest to łukowaty obszar o natężeniu ENA kilkakrotnie większym niż otoczenie. Nie rozumiemy do końca skąd się bierze, ale podejrzewamy, że działa do złoony mechanizm związany z polem magnetycznym. Jeśli tak, to rodek Wstęgi powinien pokazywać kierunek tego pola. Niestety, nie możemy zmierzyć go bezpośrednio, możemy tylko wyciągnąć wnioski z zachowania się helu neutralnego, na którym jednak odciskają się właśnie ciwości plazmy, modyfikowanej przez pole magnetyczne. W ramach tego projektu próbujemy sprawdzić, czy „Ciepła Bryza” pochodzi z zewnętrznego otoku heliosfery (jeśli tak, to dowiemy się, jakie tam panują warunki), czy jej odsunięcie w prawo wiąże się z deformacją heliosfery przez pole magnetyczne i czy zgadza się to z hipotezami, że pole magnetyczne skierowane jest do ródka Wstęgi. Testem będzie sprawdzenie, czy rodek Wstęgi leży w płaszczyźnie nie wyznaczonej przez kierunki napływu helu międzygwiazdowego i Bryzy.

Wraz z badaczami z innych krajów tworzymy Zespół Naukowy – „załogę IBEXa” i w wspólnie pracujemy na potrzeby całej misji. Każdego dnia ma do wykonania „codziennie obowiązki”. Do naszej polskiej grupy należą „odkurzanie map”. Słońce poprzez wiatr słoneczny i promieniowanie EUV niszczy cząsteczkę ENA między miejscem ich powstania a naszymi detektorami i w ten sposób „krzywi obraz”. Szczegóły zależą od zmian aktywności słonecznej, kierunku patrzenia i wielu innych detali. Aby wyciągnąć prawidłowe wnioski z obserwacji, starty te trzeba starannie wyliczać – mamy w tym sporo do wiadczenia i dobrze sprawdzone narzędzia, więc to nam powierzono to zadanie.