

Fale magnetohydrodynamiczne i dynamika plazmy w obszarach spokojnych Słońca i dziurach koronalnych

Cel prowadzonych badań:

Celem projektu jest zbadanie fal magnetohydrodynamicznych (MHD) i innych związanych z nimi dynamicznych zjawisk w atmosferze Słońca i górnych obszarach warstwy unoszenia charakteryzujących się obecnością złożonych struktur pola magnetycznego, turbulencji i wynurzających się pól magnetycznych. Badania te zostaną wykonane w kontekście procesów ogrzewania chromosfery i korony słonecznej oraz generowania chromosferycznych wyrzutów masy (np. spikul), które dostarczając plazmy do wyższych warstw atmosfery przyczyniają się do powstania wiatru słonecznego. Od kilkudziesięciu lat procesy te kryją swoje tajemnice stanowiąc palący problem do rozwiązania dla obecnych heliofizyków i dlatego są one przedmiotem proponowanych badań.

Zastosowana metoda badawcza:

Projekt badań przywiduje zastosowanie metod analitycznych, modelowania numerycznego i wykorzystanie wyników obserwacyjnych do konstrukcji realistycznych modeli fizycznych atmosfery Słońca. W szczególności skonstruujemy modele począwszy od górnych obszarów warstwy konwekcyjnej, w której dominuje konwekcja i wynurzające się (wskutek tzw. niestabilności Parkera) pole magnetyczne, poprzez fotosferę z wszechobecną granulacją i rurami magnetycznymi, chromosferę będącą źródłem wiatru słonecznego, do dolnych warstw korony. Modele plazmy, ze względu na numeryczne wyzwania w symulowaniu tak rozległych obszarów atmosfery Słońca nie były dotychczas opublikowane. Używane przez nas programy numeryczne (takie jak FLASH i PLUTO) dysponują potencjałem (dynamiczną siatkę numeryczną i skutecznymi metodami do rozwiązywania równań MHD), który pozwoli nam na wykonanie zaawansowanych symulacji zjawisk, wśród których konwekcja, niestabilności Parkera, silnie uwarstwiona przez grawitację i ustrukturyzowana polem magnetycznym plazma będą stanowiły tło dla fal MHD. Szczególnie interesujące ze względu na możliwości deponowania energii i poruszania się wzdłuż linii pola magnetycznego są powolne fale magnetoakustyczne i fale Alfvéna. Fale te posiadają więc potencjał do ogrzewania plazmy i generacji wiatru słonecznego. Przedmiotem proponowanych badań jest więc zbudowanie i wykorzystanie realistycznych modeli plazmy, takich jak arkad magnetycznych i dziur koronalnych, które opisywane są nie-idealnymi i nie-adiabatycznymi równaniami MHD. Realistyczne modele atmosfery będą weryfikowane napływającymi danymi obserwacyjnymi z takich misji jak IRIS, SDO, Hinode/EIS i analitycznie otrzymanymi charakterystykami fal MHD w spokojnych obszarach Słońca i jego różnorodnych strukturach magnetycznych.

Wpływ:

Wierzimy, że uwzględnienie w modelach górnych obszarów warstwy konwekcyjnej, połączenie zaawansowanych technik symulacyjnych i weryfikacja wyników danymi obserwacyjnymi dostarczy ważnych informacji o istniejących problemach ogrzewania korony słonecznej i przyspieszania wiatru słonecznego. W szczególności wyniki proponowanych badań będą wykorzystane do wyjaśnienia wielu zjawisk w atmosferze Słońca. Stanowiąc będą one podwaliny do interpretacji danych obserwacyjnych uzyskanych przez obecne i przyszłe misje kosmiczne, przyczynią się one do identyfikacji głównych źródeł energii i podstawowych procesów odpowiedzialnych za wykreowanie heliosfery. Badania rzucają też

światło na zjawiska, które mają miejsce w gwiazdach podobnych do Słońca, ale przede wszystkim przyczynią się do poznania Słońca i jego atmosfery oraz jego ważnej roli w podtrzymaniu życia na Ziemi. Proponowane badania wywrą też szerszy wpływ na naukę, ponieważ ich wyniki będą w różnorodny sposób rozpowszechniane, włączając publikacje w internecie, czasopismach naukowych, seminariach i prezentacjach w czasie konferencji. Programy numeryczne, skrypty do wizualizacji danych i preprinty będą umieszczone w internecie w celu ich pobrania przez zainteresowane osoby. Zintensyfikujemy też edukację poprzez włączenie do projektu magistranta i dwóch doktorantów oraz rozszerzymy programy nauczania astrofizyki i heliofizyki o osiągnięcia badawcze uzyskane w trakcie realizacji tego grantu.