

POGODA KOSMICZNA POD CIĄGŁYM NADZOREM. RADIOTELESKOP LOFAR Z NOWĄ MISJĄ

Termin „pogoda kosmiczna” określa zjawiska, które obserwujemy na Ziemi i w całym Układzie Słonecznym na skutek aktywności Słońca. Temat jest niezwykle ważny, gdyż od pogody kosmicznej zależy funkcjonowanie komunikacji radiowej, sieci energetycznych, a także systemów elektronicznych w kosmosie.

Badaniem i prognozowaniem wpływu aktywności słonecznej na sytuację na Ziemi zajmują się od wielu lat naukowcy i wyspecjalizowane centra, takie jak Met Office Space Weather Operations Centre w Wielkiej Brytanii, czy NOAA Space Weather Prediction Center w USA. Badania są jednak skomplikowane i wymagają ciągłego monitorowania zjawisk zachodzących na Słońcu, w wietrze słonecznym, jak również w magnetosferze i jonosferze ziemskiej. Z pomocą naukowcom może wkrótce przyjść czołowy europejski radioteleskop LOFAR (LOW Frequency ARray).

LOFAR, czyli wieloantenowy interferometr pracującym w zakresie niskich częstotliwości radiowych, pozwala uzyskać obrazy o wysokiej czułości i dobrej rozdzielczości przestrzennej. Osiągnięcie takiej dokładności przy pomocy pojedynczego instrumentu byłoby praktycznie niemożliwe, ponieważ musiałby osiągnąć rozmiary rzędu setek kilometrów. Dlatego budowane są mniejsze stacje, rozmieszczone w różnych częściach Europy, które mogą pracować jako niezależne instrumenty lub połączone, tworząc olbrzymi radioteleskop.

LOFAR został zaprojektowany i zbudowany przez holenderski instytut radioastronomiczny ASTRON. Główna część konstrukcji znajduje się w Holandii, niedaleko miejscowości Exloo. Pozostałe elementy rozlokowano w ośmiu europejskich krajach. Odległości pomiędzy najbardziej oddalonymi stacjami sięgają nawet 2000 kilometrów.

Polska jest jednym z partnerów w konsorcjum Międzynarodowego Teleskopu LOFAR (ang. International LOFAR Telescope). W naszym kraju znajdują się trzy stacje, w tym jedna w Borówcu - należąca do Centrum Badań Kosmicznych PAN. Więcej stacji na swoim terytorium mają tylko Niemcy (6 stacji) i liderujący projektowi Holendrzy (38 stacji). W skład konsorcjum wchodzi jeszcze Francja, Szwecja, Wielka Brytania, Irlandia, Łotwa i od niedawna Włochy.

Czytaj też: [Polscy naukowcy wyróżnieni we Włoszech. Projekt dla radioteleskopu LOFAR](#)

Główne przeznaczenie LOFAR to badania astronomiczne. Instrument wykorzystywany jest m.in. do poszerzania wiedzy o epoce rejonizacji - okresie we wczesnym Wszechświecie, w którym gaz przeszedł od stanu niemal całkowicie neutralnego do postaci zjonizowanej. LOFAR służy także do przeglądów nieba o wysokiej czułości w zakresie radiowym, obserwacji radiowych zjawisk przejściowych, monitorowania promieni kosmicznych o ultra wysokiej energii oraz do badań

dotyczących ewolucji, struktury i pochodzenia pól magnetycznych w kosmosie.

Instrument służy również do badania Słońca i jego wpływu na otoczenie. Właśnie to dało początek pomysłowi, aby w większym stopniu wykorzystać niezwykle możliwości LOFAR w kontekście badań pogody kosmicznej.

Czytaj też: [Chiny: największy na świecie radioteleskop gotowy do badań kosmosu](#)

Z inicjatywy członków konsorcjum ILT narodził się projekt LOFAR for Space Weather (LOFAR4SW). Jego celem oprócz przygotowania wysokiej jakości danych obserwacyjnych jest rozbudowa infrastruktury LOFAR, dzięki czemu będą możliwe jednocześnie badania realizowane przez astronomów i badaczy zainteresowanych zjawiskami pogody kosmicznej.

Realizacja projektu umożliwi m.in. prowadzenie regularnych obserwacji Słońca, co w przypadku dotychczasowego planu obserwacyjnego teleskopu LOFAR było niemożliwe. Naukowcy będą mogli monitorować radiowe emisje słoneczne i określić czas oraz lokalizacje erupcji, a także jasność i pozycję dziur koronalnych (obszary w koronie słonecznej związane z „otwartymi” liniami pola magnetycznego).

Czytaj też: [Polskie i ukraińskie firmy zbudują wspólnie stumetrowy radioteleskop?](#)

Obserwacje wykonane dzięki LOFAR4SW pomogą w lepszym zrozumieniu zjawiska koronalnych wyrzutów materii ze Słońca, co powinno przyczynić się do poprawienia dokładności modelowania ich trajektorii i ewolucji. Jest to szczególnie ważne zagadnienie, gdyż materia pochodząca z koronalnych wyrzutów materii odpowiada za występowanie burz geomagnetycznych i zórz polarnych.

Innym istotnym celem LOFAR4SW jest monitorowanie wiatru słonecznego i wyznaczanie jego prędkości i gęstości. Zmienność wiatru wpływa m.in. na kształt ziemskiej magnetosfery. Jej kompresja na skutek oddziaływania z materią ze Słońca może narazić satelity geostacjonarne na uszkodzenia wywołane przez promieniowanie kosmiczne w obszarze niechronionym przez ziemską magnetosferę.

Czytaj też: [Ukończenie budowy rekordowych rozmiarów radioteleskopu](#)

Ze względu na operacyjny zakres częstotści (10 MHz - 240 MHz) LOFAR jest bardzo czuły na wszelkie zmiany zachodzące lokalnie - w jonosferze Ziemi. Jest to problematyczne w kontekście obserwacji astronomicznych, ale okazało się bardzo przydatne z perspektywy badania drobno- i wielkoskalowych struktur jonosferycznych.

LOFAR4SW rewolucjonizuje sposób, w jaki możemy spojrzeć na zjawiska występujące na średnich szerokościach geograficznych, takie jak zaburzenia gęstości elektronowej jonosfery rozprzestrzeniające się na odległości tysięcy kilometrów (ang. travelling ionospheric disturbances), czy scyntylacje i tłumienie sygnału radiowego w jonosferze. Procesy te mają kluczowe znaczenie dla radiokomunikacji i łączności z satelitami.

Wszystkie elementy, od regularnych obserwacji Słońca i wiatru słonecznego, po obserwacje zmian w ziemskiej jonosferze, mogą w znacznym stopniu przyczynić się do lepszego zrozumienia procesów fizycznych odpowiedzialnych za pogodę kosmiczną. W efekcie przełoży się to na trafniejsze prognozowanie jej skutków dla środowiska kosmicznego i ziemskiego.

Barbara Matyjasiak, Hanna Rothkaehl

Centrum Badań Kosmicznych PAN