

Rozbłyski słoneczne i zjawiska stowarzyszone z nimi są najbardziej energetycznymi wydarzeniami zachodzącymi w Układzie Słonecznym, emitującymi znaczne ilości energii w zakresie promieniowania rentgenowskiego. Uwalnianie energii z pól magnetycznych odbywa się wysoko w koronie słonecznej. Dochodzi tam do przyspieszania cząstek do bardzo wysokich energii. Procesy przyspieszania zużywają prawie 70% energii uwalnianej z koronalnych pól magnetycznych podczas rozbłysku. Cząstki uciekające z obszaru przyspieszenia mogą dotrzeć do przestrzeni międzyplanetarnej, gdzie są rejestrowane jako *Solar Energetic Particles* (SEP). Pozostałe cząstki rozprzestrzeniają się wzdłuż zamkniętych struktur magnetycznych do chromosfery, gdzie doświadczają zderzeń kulombowskich z jonami i tracą energię. Powoduje to nagłe podgrzanie plazmy chromosferycznej do temperatur powyżej 10 MK. Plazma podgrzana uderzającymi cząstkami wypełnia koronalne struktury magnetyczne, które są obserwowane w promieniowaniu rentgenowskim jako rozbłyski.

Obserwacje zjawisk aktywnych w koronie słonecznej i ich wpływ na stan heliosfery są głównymi celami kluczowej misji ESA: Solar Orbiter (SO) realizowanej w ramach programu COSMIC VISION. Start nastąpił 10 lutego 2020 r. Obserwacje przeprowadzone podczas tej misji, która jest wyposażona w 10 instrumentów naukowych, dostarczy odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące fizyki Słońca, fizyki heliosfery i fizyki Układu Słonecznego. Po raz pierwszy obserwacje Słońca z wysoką rozdzielczością przestrzenną zostaną przeprowadzone z odległości 0,3 AU. Pomiary *in situ* zmienności pola magnetycznego i populacji cząstek energetycznych pozwolą zbadać ich związek ze zjawiskami aktywnymi i ich wpływ na heliosferę. Zostanie to wykonane z niespotykaną dotąd jakością i dokładnością. Podczas misji SO z każdym manewrem asysty grawitacyjnej Wenus sonda będzie wynoszona na orbitę o coraz większym kącie nachylenia względem ekliptyki, co zapewni lepszy widok na obszary okołobiegunowe Słońca bez skrótów perspektywicznych. Obserwacja okolic biegunów ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia mechanizmu dynamiki słonecznej i drobnych zdarzeń aktywnych występujących w obszarach polarnych, które zmieniają swoją biegunowość magnetyczną co ~ 11 lat.

*Spectrometer Telescope for Imaging X-rays* (STIX) jest jednym z dziesięciu instrumentów na pokładzie SO. Będzie obserwował Słońce w zakresie energii 4 - 150 keV. Obecnie nie ma instrumentu obserwującego Słońce w tych energiach. Obrazy uzyskane przez STIX osiągną rozdzielczość przestrzenną ~1000 km (na Słońcu) dzięki zbliżeniu się do naszej Gwiazdy na odległość 0,3 AU. W przypadku teleskopów twardego promieniowania rentgenowskiego działających z orbity Ziemi taka rozdzielczość przestrzenna jest niemożliwa do osiągnięcia. STIX to teleskop z aperturą kodowaną. Oznacza to, że zamiast zwykłych lusterek do obrazowania stosuje się pary siatek o różnych stałych. Siatki z każdej pary są lekko skręcone względem siebie, co powoduje pojawienie się wzoru mory na przedniej części detektora. Ten wzór jest dokładnie mierzony dzięki pikselizowanym detektorom Caliste-SO. STIX jest wyposażony w 30 par takich siatek, co pozwala na rekonstrukcję obrazów o doskonałej rozdzielczości przestrzennej.

STIX to wyrafinowany instrument, który będzie działał w otwartej przestrzeni międzyplanetarnej w trudnych warunkach. Doświadczy uderzeń koronalnych wyrzutów masy (CME) i SEP. Dlatego warunki obserwacyjne będą bardzo zmienne, co wymagać będzie dokładnego planowania trybów obserwacyjnych. Cząstki o wysokiej energii powodują niepożądane efekty w detektorach rentgenowskich i są źródłem wtórnego promieniowania rentgenowskiego z części konstrukcyjnych sondy. Planujemy przeanalizować dane zebrane podczas fazy naukowej misji (2021-2025) i wykorzystać je do optymalizacji istniejących algorytmów opracowanych do analizy danych naukowych. Przetestujemy i zoptymalizujemy algorytm rekonstrukcji obrazów MARLIN, który opracowaliśmy w ramach poprzedniego grantu NCN. Obserwacje mikrorozbłysków pozwolą nam na precyzyjne przeanalizowanie geometrii elementów konstrukcyjnych teleskopu jaka ustali się po wystrzeleniu. Zbadane również tło wywołane przez wysokoenergetyczne cząstki. Dzięki tym wszystkim czynnościom udoskonalimy algorytmy analizy danych naukowych i wykorzystamy je do analizy danych uzyskanych podczas fazy wzrostu i maksimum kolejnego 25-go cyklu aktywności słonecznej. W tym okresie zbadamy dogłębnie stopy rozbłysków słonecznych w zakresie HXR i EUV. Oprócz tego, zamierzamy zbadać tajemnicze źródła rentgenowskie widoczne w koronie Słońca, które wciąż nie są dobrze zbadane. Jednym z celów w tym projekcie jest także zbadanie składu chemicznego poszczególnych źródeł emisji rentgenowskiej. Ponadto, w styczniu 2022 r., wystartuje pierwsze chińskie obserwatorium słoneczne (ASO-S). Będzie ono również wyposażone w teleskop rentgenowski: Hard X-ray Imager (HXI). Planujemy przeprowadzać stereoskopowe obserwacje rozbłysków słonecznych przy użyciu obu instrumentów europejskiego i chińskiego. Zostanie to zrobione po raz pierwszy w zakresie promieniowania rentgenowskiego. Wyniki naszych badań zostaną zebrane w katalogu dostępnym online dla każdego zainteresowanego.

Polscy naukowcy zostali zaproszeni do konsorcjum STIX przez *Principal Investigator*, którym początkowo był prof. Arnold Benz z ETH Zurich (obecny PI STIX to prof. Säm Krucker). Polski wkład (~ 20%) w projekt STIX stał się z biegiem lat kluczowy dla powodzenia eksperymentu. Zebrane już doświadczenia oraz te, które zostaną zebrane w trakcie realizowanego grantu, spowodują rozwój polskiej astrofizyki eksperymentalnej, a zwłaszcza heliofizyki.