

**Nr umowy:** 2016/22/M/ST9/00382

**Tytuł:** Astrofizyka bardzo wysokich energii z wykorzystaniem obserwatoriów H.E.S.S. i MAGIC

## **Cel projektu**

Nadrzędnym celem niniejszego projektu jest zapewnienie polskim naukowcom możliwości kontynuowania badań w dziedzinie astrofizyki promieniowania gamma bardzo wysokich energii przy wykorzystaniu dwóch międzynarodowych obserwatoriów: High Energy Stereoscopic System (H.E.S.S.) i Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescopes (MAGIC). Urządzenia te przeznaczone są do prowadzenia obserwacji Wszechświata w zakresie bardzo wysokich energii, pomiędzy kilkadziesiąt GeV do ponad 100 TeV. Proponowane badania będą dotyczyły trzech głównych grup tematycznych: 1) poszukiwania źródeł promieniowania kosmicznego (kosmicznych akceleratorów cząstek) i badania ich własności oraz roli we Wszechświecie, ze szczególnym uwzględnieniem badań pozostałości po wybuchach supernowych, mgławic pulsarowych, pulsarów, mikrokwazarów, układów podwójnych gwiazd, obszarów formowania się gwiazd i galaktyk z obszarami formowania się gwiazd, blazarów, radiogalaktyk i błysków gamma; 2) badania międzygalaktycznego promieniowania tła oraz własności i struktury międzygalaktycznego pola magnetycznego; 3) testowania fundamentalnych teorii fizycznych poprzez poszukiwanie śladów anihilacji cząstek ciemnej materii lub badanie niezmienniczości Lorentza.

Teleskopy obserwatoriów H.E.S.S. i MAGIC obserwują promieniowanie Czerenkowa produkowane przez cząstki pędu atmosferycznego powstałego w wyniku oddziaływania wysokoenergetycznych fotonów gamma z atmosferą Ziemi. Obrazy pędu pozwalają na zrekonstruowanie energii pierwotnego fotonu gamma oraz określenie kierunku jego przyścia. Oprócz prowadzenia samych obserwacji, zbierania i analizy danych, badania będą obejmowały również rozwijanie metod analizy danych i udoskonalanie metod rekonstrukcji pęków atmosferycznych. Planuje się również wykorzystanie infrastruktury gridu komputerowego European Grid Initiative do przeprowadzenia wielkoskalowych symulacji zjawiska rozwoju pęków w atmosferze oraz procesu detekcji promieniowania Czerenkowa przez teleskopy. W ramach interpretacji fizycznej obserwacji prowadzone będą badania analityczne i symulacje numeryczne m.in. procesów przyspieszania cząstek, symulacje ewolucji cząstek wraz z badaniem procesów emisji promieniowania czy badanie wpływu geometrii obszaru aktywnego na obserwowane promieniowanie. Planowane jest również uzupełnienie analiz poprzez wykorzystanie obserwacji obiektów astronomicznych w innych zakresach energetycznych. W tym celu wykorzystywane będą zarówno dane uzyskane ze stowarzyszonych obserwatoriów jak i dane publicznie dostępne (np. z satelity Fermi).

Otwarcie nowego obszaru badań w zakresie astrofizyki bardzo wysokich energii (tzw. VHE; > 100 GeV) na przestrzeni ostatnich lat, któremu towarzyszyły liczne, niekiedy fundamentalne odkrycia, było możliwe dzięki wykorzystaniu sieci naziemnych teleskopów promieniowania Czerenkowa. Przez ponad 10 lat obserwatoria H.E.S.S. i MAGIC dokonały serii nowych odkryć zwiększając liczbę znanych obiektów astronomicznych stanowiących źródła emisji VHE z kilku do ponad 150. Polscy naukowcy mają swój wkład w większość tych odkryć. Prowadzone w ramach projektu badania mają fundamentalne znaczenie dla współczesnej astrofizyki, a uzyskane w przeszłości wyniki pozwalają mieć nadzieję, że uzyskane rezultaty przyczynią się do lepszego zrozumienia zjawisk fizycznych w ich najbardziej ekstremalnych obszarach. Zwłaszcza, że oba obserwatoria przeszły w ostatnich latach fazę modernizacji. Nie bez znaczenia jest też rola eksperymentów H.E.S.S. i MAGIC w popularyzacji nauki oraz w zwiększaniu zainteresowania prowadzeniem badań naukowych przez młodych ludzi. Ważnym aspektem udziału polskich uczonych w międzynarodowych współpracach H.E.S.S. i MAGIC jest integracja środowiska, która umożliwiła aktywne uczestnictwo Polski w projekcie obserwatorium promieniowania gamma następnej generacji - the Cherenkov Telescope Array (CTA). Członkostwo polskich zespołów w projektach H.E.S.S. i MAGIC daje polskim uczonym dostęp do jednych z najlepszych instrumentów astronomicznych na świecie. Badania prowadzone w ramach projektów są na najwyższym światowym poziomie, a ich dotychczasowe wyniki naukowe zostały zamieszczone w ponad 200 recenzowanych publikacjach z polskim współautorstwem.