



# Polska Mapa Infrastruktury Badawczej



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

# Virgo – Obserwatorium Fal Grawitacyjnych

## Podmioty zaangażowane:

1. *Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk – Wnioskodawca*
2. *Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk*
3. *Narodowe Centrum Badań Jądrowych*
4. *Uniwersytet w Białymstoku*
5. *Uniwersytet Jagielloński w Krakowie*
6. *Uniwersytet Warszawski*
7. *Uniwersytet Zielonogórski*
8. *Paweł Chuchmała Smart Instruments, Wrocław*

## O P I S

Virgo to wielkoskalowa infrastruktura badawcza, którą stanowi interferometryczny detektor fal grawitacyjnych o ramionach długości 3 km, zbudowany przez Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Francja) oraz Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN, Włochy). Detektor znajduje się niedaleko Pizy we Włoszech. Koszt budowy wyniósł około 150 mln euro. Do udziału w projekcie i rozbudowie detektora dołączyły zespoły z innych krajów europejskich, między innymi z Polski. Virgo ściśle współpracuje z amerykańskim projektem LIGO, który dysponuje dwoma dużymi detektorami fal grawitacyjnych o ramionach długości 4 km. Na mocy porozumienia podpisanego pomiędzy projektami LIGO i Virgo analiza danych prowadzona jest przez wspólne dla obu projektów grupy badawcze. Członkowie Polskiego Konsorcjum Projektu Virgo mają zatem pełen dostęp do działającej w skali globalnej unikatowej infrastruktury LIGO-Virgo o wartości około 1 mld dolarów amerykańskich, co oznacza m.in. nielimitowany dostęp do danych zbieranych przez detektory. Obecnie projekt Virgo składa się z 28 grup badawczych, w których skład wchodzi ponad 500 naukowców z około 100 instytucji z Włoch, Francji, Niderlandów, Polski, Węgier, Hiszpanii, Niemiec i Belgii.

## O F E R T A

Odkrycie fal grawitacyjnych otworzyło zupełnie nowe możliwości badań astrofizycznych: przeprowadzania precyzyjnych testów teorii grawitacji Einsteina i teorii w stosunku do niej alternatywnych, zdobywania danych umożliwiających lepsze zrozumienie praw rządzących bardzo gęstą materią tworzącą gwiazdy neutronowe, dokonywania niezależnych pomiarów parametrów kosmologicznych. Fale grawitacyjne pozwolą

na badanie obszarów niedostępnych falom elektromagnetycznym. Astronomia fal grawitacyjnych umożliwi odpowiedź na podstawowe pytania fizyki i astronomii: jak formują się czarne dziury? Czy teoria Einsteina jest poprawną teorią grawitacji? Jak zachowuje się materia we wnętrzach gwiazd neutronowych i podczas wybuchów supernowych? Laserowe interferometry typu detektora Virgo są niesłychanie czułe (mierzą różnice długości ramion detektora mniejsze od 1/10000 średnicy protonu). Wykorzystują najbardziej zaawansowane techniki laserowe i optyczne, mechanikę precyzyjną, elektronikę i fizykę materiałową. Istnieje wiele przykładów transferu technologii z interferometrii fal grawitacyjnych do komercyjnych zastosowań w przemyśle. Polskie Konsorcjum Projektu Virgo wnosi znaczący wkład zajmując się identyfikacją i redukcją pewnego typu szumów wynikających ze zmian pola grawitacyjnego w pobliżu luster detektora oraz pomiarami skorelowanych szumów pochodzących z globalnych pól elektromagnetycznych. Projekt Virgo jest otwarty na przyjmowanie nowych zespołów ze wszystkich krajów europejskich. Dane otrzymywane w wyniku realizacji projektu są upubliczniane po upływie 18 miesięcy. Rozwijane przy okazji poszukiwania fal grawitacyjnych metody analizy, m.in. metody wykorzystujące uczenie maszynowe i sztuczną inteligencję, mają potencjał rozwojowy do zastosowania w innych dziedzinach nauki i technologii.

## Z N A C Z E N I E

Obserwacje fal grawitacyjnych dostarczają niezwykle cennych informacji o naszym Wszechświecie, jego budowie i ewolucji. Informacje te są niemożliwe do uzyskania za pomocą obserwacji promieniowania elektromagnetycznego. Astronomia fal grawitacyjnych dostarcza unikatowych informacji

dotyczących między innymi zlewających się (wskutek emisji promieniowania grawitacyjnego) układów podwójnych złożonych z gwiazd neutronowych lub czarnych dziur, rotujących pojedynczych gwiazd neutronowych, wybuchów supernowych oraz grawitacyjnego promieniowania tła będącego pozostałością po procesach zachodzących w bardzo wczesnych etapach ewolucji Wszechświata. Dzięki udziałowi polskiej grupy naukowców w pracach obserwatorium fal grawitacyjnych Virgo, niedawne mające fundamentalne znaczenie dla nauki odkrycie fal grawitacyjnych jest również polskim odkryciem. Obserwacje prowadzone wspólnie przez LIGO i Virgo pozwoliły na otwarcie nowego okna na Wszechświat poprzez rozwój nowej dziedziny astronomii obserwacyjnej — astronomii fal grawitacyjnych. Polscy uczeni mają znaczący wkład w powstanie i rozwój tej dziedziny. Udział w projekcie Virgo pozwala polskim doktorantom na udział w jednym z najbardziej fascynujących eksperymentów współczesnej astrofizyki. Ponadto planowany polski wkład aparaturowy w budowę detektora Advanced Virgo przyczyni się do rozwoju wysokich technologii w Polsce.