

## Odkrycie potężnych kosmicznych akceleratorów cząstek w Wielkim Obłoku Magellana

Jak donosi artykuł w najnowszym numerze magazynu „Science”, obserwatorium H.E.S.S. (*High Energy Stereoscopic System*) odkryło trzy wyjątkowo jasne źródła promieniowania gamma najwyższych obserwowalnych energii w Wielkim Obłoku Magellana - bliskiej galaktyce karłowatej stowarzyszonej z naszą Galaktyką. Jest to bardzo ciekawe odkrycie, ponieważ wszystkie te źródła są w jakiś sposób wyjątkowe: najjaśniejsza znana mgławica napędzana wiatrem pulsarowym, najjaśniejsza w promieniowaniu gamma pozostałość po wybuchu supernowej oraz tzw. *superbąbel* – olbrzymia kulista struktura w ośrodku międzygwiazdowym o średnicy 270 lat świetlnych „wydmuchana” przez masywne gwiazdy i supernowe. Po raz pierwszy w historii znaleziono poza Drogą Mleczną związane z gwiazdami źródła promieniowania gamma o tak wysokiej energii, a wspomniany superbąbel reprezentuje nową klasę źródeł wysokoenergetycznego promieniowania gamma. Żadnego przedstawiciela tej klasy nie obserwowano dotąd w naszej Galaktyce.

Wysokoenergetyczne promieniowanie gamma jest bezpośrednim śladem działania kosmicznych akceleratorów cząstek, często zresztą znacznie potężniejszych niż Wielki Zderzacz Hardonów (LHC) w CERNie pod Genewą. W źródłach tego typu naładowane elektrycznie cząstki są przyspieszane do ekstremalnych energii, a kiedy zderzą się z kolei z fotonami lub atomami otaczającego je gazu emitują promieniowanie wysokoenergetyczne, sięgające w omawianych tu przypadkach energii rzędu dziesiątek *teraelektonowoltów* ( $1 \text{ TeV} = 10^{12} \text{ eV}$ ). Wysokoenergetyczne promieniowanie gamma jest rejestrowane na Ziemi przy użyciu wielkich teleskopów optycznych z bardzo szybkimi kamerami rejestrującymi błyski światła Czerenkowa emitowanego przez pęki cząstek generowanych w górnych warstwach atmosfery przez wpadające fotony gamma. Znajdujące się w Namibii międzynarodowe obserwatorium H.E.S.S. składa się z 4 takich "średnich" teleskopów, o średnicy zwierciadeł 12 metrów i jednego wielkiego o średnicy 28 metrów. Ten ostatni był budowany także z udziałem polskiego konsorcjum instytutów PAN i uniwersytetów, którego Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN jest członkiem.

Wielki Obłok Magellana to satelita Drogi Mlecznej, niewielka galaktyka odległa o 170 tys. lat świetlnych, zawierająca wiele masywnych gromad gwiazd. Masywne gwiazdy są tworzone w Wielkim Obłoku Magellana w ogromnym tempie, a częstotliwość wybuchów gwiazd jako supernowych jest pięciokrotnie wyższa niż w naszej galaktyce – w 1987 roku została tam odkryta najmłodsza pozostałość po supernowej w lokalnej grupie galaktyk, widoczna wtedy na południowej półkuli nawet gołym okiem. Przez ponad 200 godzin - tylko w bezchmurne i bezksiężycowe noce - H.E.S.S. obserwował tam największy rejon formowania się gwiazd, nazywany Mgławicą Tarantula. W rezultacie dokonano prezentowanych w artykule w „Science” odkryć: po raz pierwszy w galaktyce poza Drogą Mleczną zarejestrowano trzy różne, bardzo energetyczne akceleratory cząstek, będące źródłami wysokoenergetycznego promieniowania gamma.

Superbąbel 30 Dor C był wcześniej znany jako wielka, prawie kulista struktura jasno świecąca w promieniowaniu rentgenowskim. Jak się wydaje wytworzona ona została przez kilka supernowych, które wybuchły w ciągu ostatnich kilkudziesięciu tysięcy lat, oraz przez silne wiatry z widocznych tam młodych gwiazd. Obecne wyniki H.E.S.S. pokazują, że skoro takie struktury są również silnymi źródłami twardego promieniowania gamma, to muszą być bąblami

*promieniowania kosmicznego, czyli przyspieszonych wysokoenergetycznych cząstek.*

Pulsary to szybko obracające się gwiazdy neutronowe obdarzone silnym polem magnetycznym, które – oprócz wytwarzania impulsów radiowych – generują silny strumień relatywistycznych naładowanych cząstek. Oddziaływanie tych cząstek z materią międzygwiazdową powoduje powstanie mgławicy pulsarowej, tzw. *pleriona*. Najślynniejszym obiektem tego typu jest pulsar w Mgławicy Krab w naszej Galaktyce, jedno z najjaśniejszych źródeł promieniowania gamma na niebie. Odkryty obecnie przez obserwatorium H.E.S.S. w Wielkim Obłoku Magellana pulsar PSR J0537-6910, napędzający mgławicę oznaczoną symbolem N157B, jest pod wieloma względami bliźniakiem pulsara w Krabie. Jednakże mgławica N157B jest mniej więcej dziesięciokrotnie jaśniejsza od Mgławicy Krab, prawdopodobnie – jak wynika z modelowania tego obiektu – z powodu niższej wartości pola magnetycznego i o wiele intensywniejszego oświetlenia przez sąsiednie gwiazdy.

Trzeci z kolei odkryty obiekt, pozostałość po wybuchu supernowej N132D, jasna także w zakresie radiowym i w podczerwieni, wydaje się być jednym z najstarszych i najpotężniejszych znanych obiektów tego typu emitujących bardzo wysokoenergetyczne promieniowanie gamma. Przy wieku tej struktury ocenianym na 2500 do 6000 lat jest ona jaśniejsza od znanych pozostałości po supernowych w naszej Galaktyce. Obecne odkrycie podważa obecnie obowiązującą teorię, która przewiduje, że fala uderzeniowa z tak starej pozostałości po supernowej nie jest dostatecznie szybka, aby w bardzo wydajny sposób przyspieszać cząstki. Teraz teorię będzie trzeba zrewidować!

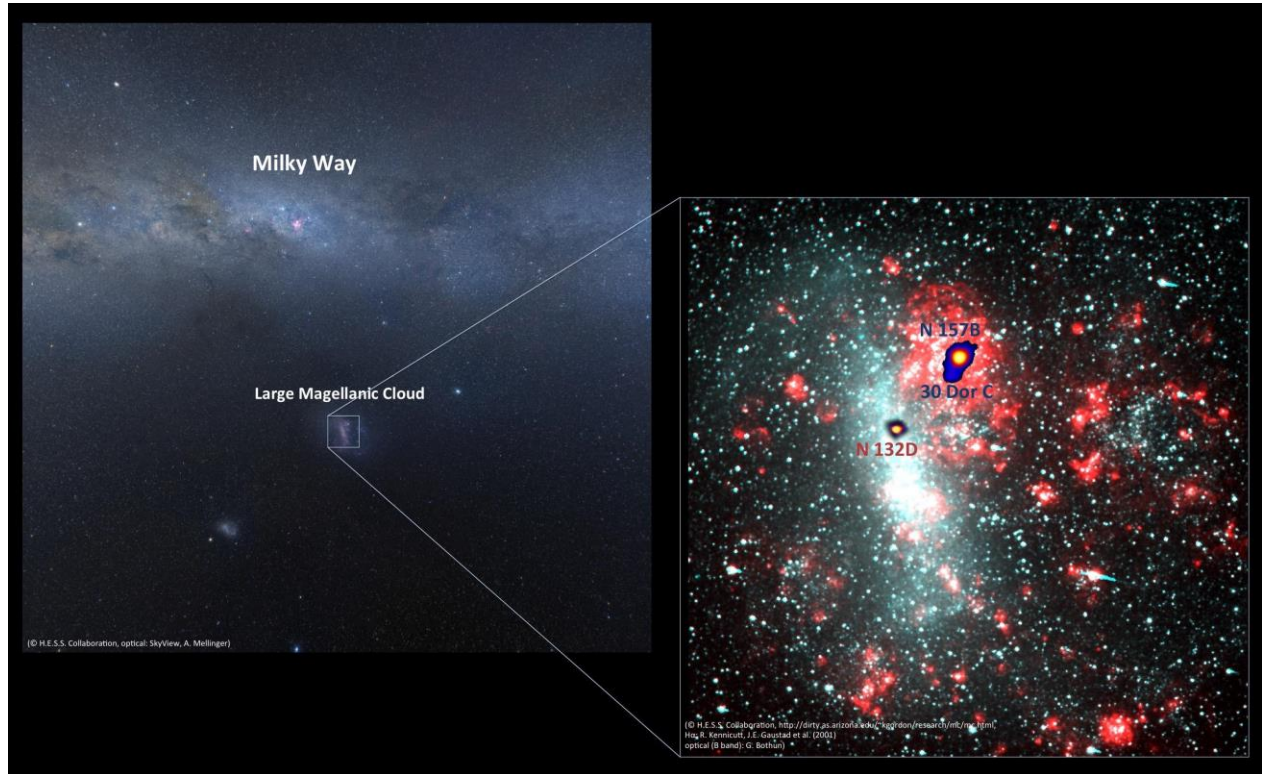
Teleskopy obserwatorium H.E.S.S. działają od roku 2002. We wrześniu 2012 r. zespół H.E.S.S. uczcił zakończenie pierwszej dekady działalności, w ciągu której zebrano 9415 godzin obserwacji i zaobserwowano 6361 milionów pęków atmosferycznych. Większość ze znanych 150 źródeł kosmicznego wysokoenergetycznego promieniowania gamma została odkryta przez zespół H.E.S.S. W 2006 r. zespół H.E.S.S. został uhonorowany Nagrodą Kartezjusza Komisji Europejskiej, a w 2010 r. nagrodą Rossi Prize Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego. Zespół teleskopów H.E.S.S. znalazł się na liście 10 najlepszych obserwatoriów świata.

Współautorami opisanych powyżej odkryć obserwatorium H.E.S.S. są astrofizycy z Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN: dr Sabrina Casanova, dr Michał Dyrda, dr hab. Jacek Niemiec oraz dr Alicja Wierzcholska. W IFJ PAN prowadzone są też prace naukowe i inżynierskie przy budowie nowego światowego obserwatorium promieniowania gamma najwyższych energii – Cherenkov Telescope Array (CTA).

Strona domowa H.E.S.S.: [www.mpi-hd.mpg.de/HESS](http://www.mpi-hd.mpg.de/HESS)

Oryginalna publikacja: *"The exceptionally powerful TeV  $\gamma$ -ray emitters in the Large Magellanic Cloud"*, H.E.S.S. Collaboration, *Science* **347**, 406 (2015).

Kontakt: dr hab. Jacek Niemiec, [jacek.niemiec@ifj.edu.pl](mailto:jacek.niemiec@ifj.edu.pl), +48 (12) 6628292



*Obraz optyczny nieba z widoczną Drogą Mleczną oraz Obłokami Magellana i powiększenie obserwowanego w podczerwieni Wielkiego Obłoku Magellana z mapą emisji gamma uzyskaną przez obserwatorium H.E.S.S. (Milky Way image: © H.E.S.S. Collaboration, optical: SkyView, A. Mellinger; LMC image: © H.E.S.S. Collaboration, <http://dirty.as.arizona.edu/~kgordon/research/mc/mc.html>, Ha: R. Kennicutt, J.E. Gaustad et al. (2001), optical (B-band): G. Bothun).*