

Kosmické záření a dvojitý argentinský primát

TISKOVÁ ZPRÁVA

Spolu se svými kolegy z dalších patnácti zemí, kteří se podílí na stavbě Augerovy jižní observatoře v Argentině, slaví čeští vědci hned dva jedinečné úspěchy, které přišly velmi záhy po sobě. Od 3. října 2003 prvních sto pozemních detektorových stanic sleduje oblohu, čímž se budovaná observatoř Pierre Auger Observatory stala největším světovým detektorem kosmického záření s extrémně vysokými energiemi. 25. října 2003 pak byla potvrzena výjimečnost tohoto nového zařízení, když se zdařilo světově první pozorování spršky ve stereo-pohledu a dvěma nezávislými metodami současně.

Kosmické záření bylo objeveno na počátku 20. století a stálo u základů současné částicové fyziky. Nejvýznamnějším z jeho objevitelů byl rakouský fyzik Victor Hess, nositel Nobelovy ceny za rok 1936, který při svých pionýrských balónových letech, prokázal kosmický původ těchto „záhadných paprsků“. Za zmínku stojí, že Hess prováděl své objevné lety nezářidka nad územím Čech a Moravy. Jeden z jeho balónů se dokonce jmenoval Čechy. Dnes víme, že se jedná o proud vysokoenergetických elementárních částic, nejčastěji protonů, popřípadě těžších atomových jader, které neustále a ze všech směrů bombardují svrchní vrstvy zemské atmosféry.

Jak řekl jeden ze současných nejvýznamnějších kosmologů David Schramm: „V 21. století bude astrofyzika řešit zejména dva problémy. První problém je s něčím, co bychom rádi viděli, ale nevidíme. Tím něčím je temná hmota. Druhý problém je s něčím, co bychom nejraději neviděli, ale přesto to pozorujeme. Tím něčím je tentokrát kosmické záření s extrémně vysokými energiemi.“ Existují totiž teoretické důvody, proč bychom extrémně energetické částice neměli pozorovat. Přesto se podařilo takových částic s nadkritickými energiemi za 40 let jejich sledování zachytit více než dvě stovky.

Dosavadní statistika nám napovídá, že se jedná o nesmírně vzácný jev, protože na kilometr čtvereční za celé století dopadne průměrně pouze jediná taková částice. Pro úspěšné pozorování tohoto jevu musíme proto budovat skutečně ohromné detektory. Argentinská základna observatoře Pierra Augera bude zaujímat plochu 3000 km², což je desetkrát více než je rozloha celé Prahy a třicetkrát více než je plocha japonského detektoru AGASA, který až zcela donedávna držel primát ve velikosti mezi detektory kosmického záření.

Se stavbou observatoře v Argentině v provincii Mendoza poblíž městečka Malargüe se začalo v roce 1999. V průběhu roku 2001 úspěšně proběhly testy prototypu detektoru a v polovině roku 2002 byla zahájena stavba vlastní observatoře, která má být dokončena koncem roku 2005. Již nyní je ale její jádro plně funkční, takže v posledních týdnech dává první vědecky unikátní výsledky.

Na celém projektu s rozpočtem přes 50 miliónů dolarů se podílí přes 250 vědců z 16 zemí, z toho 12 vědců z České republiky: šest badatelů a šest doktorandů z Centra částicové fyziky Fyzikálního ústavu AV ČR, z olomoucké Společné laboratoře optiky Univerzity Palackého a FzÚ AV ČR a z Matematicko-fyzikální fakulty UK. Jejich práce je podporována prostřednictvím grantů Ministerstva školství ČR (Centrum částicové fyziky a projekt INGO). Čeští vědci se mohli do projektu plně zapojit již v roce 1999 díky úvodnímu grantu Grantové agentury ČR.

Pierre Auger Observatory však není unikátní jenom svou gigantickou rozlohou. Poprvé též kombinuje obě různé metody detekce kosmického záření extrémních energií. Částice s takovými energiemi nedopadají na Zemi přímo (jediný proton může mít energii větší než $3 \cdot 10^{20}$ elektronvoltů, tj. zhruba 50 joulů, tedy stejnou energii jako tenisový míček letící rychlostí přes 100 km/h), ale srážejí se s molekulami v atmosféře a vytvářejí rozbíhající se spršky, které u zemského povrchu čítají až desítky miliard částic s mnohem nižšími energiemi.

Z těchto dopadajících spršek zachycujeme vzorky částic pomocí sítě pozemních detektorů. Podle hustoty částic z jednotlivých detektorů pak rekonstruujeme mohutnost celé spršky i vlastnosti původní primární částice. Tato metoda se používá nejdéle a na observatoři Pierra Augera je zastoupena sítí vodních Čerenkovových detektorů. Na zmiňované ploše 3000 km² bude rozmístěno 1600 těchto nezávislých měřicích stanic. Jde o plastové nádrže s 12 000 litry extrémně čisté vody, ve kterých dopadající částice ze spršky vytvářejí modré záblesky Čerenkovova záření.

Při tvorbě spršky v zemské atmosféře dochází též k vybuzení molekul dusíku, které pak na několik mikrosekund zazáří ve viditelném světle, jako tzv. fluorescence. Tu lze detektovat druhým typem detektoru, který sestává z velkých zrcadel a soustav fotonásobičů. I tato novější metoda je použita na observatoři Pierra Augera – na okrajích území pokrytého pozemními detektory budou postaveny celkem čtyři fluorescenční „oči“ – observatoře vybavené šesti teleskopy, které budou sledovat celé území pokryté sítí pozemních detektorů.

Kombinace obou těchto způsobů měření je klíčem k vyřešení stávajícího rozporu mezi výsledky japonské pozemní aparatury AGASA a nejvýznamnějším dosavadním fluorescenčním detektorem HiRes v Utahu v USA. Z měření AGASA totiž vyplývá, že extrémně energetických částic přichází z kosmu o třetinu více, než kolik dává soustava HiRes. Alespoň jedno z těchto zařízení je tedy patrně nesprávně energeticky kalibrováno a tento rozpor by mělo vyřešit hybridní, tedy souběžné, měření oběma metodami, což poprvé umožňuje právě Augerova observatoř.

Čeští vědci se podílejí zejména na výrobě segmentů zrcadel pro fluorescenční teleskopy (ve Společné laboratoři optiky se jich vyrobí přes 700, tedy celá polovina potřebného počtu), na geometrické i energetické rekonstrukci spršek a na kalibraci fluorescenčního detektoru.

3. října 2003 byl v argentinské pampě instalován stý pozemní Čerenkovův detektor, čímž plocha aparatury vzrostla nad 100 km² a observatoř Pierra Augera tak převzala primát největšího světového detektoru od japonské soustavy AGASA. Tři týdny poté přišel první významný vědecký výsledek. Vůbec poprvé na světě byla zachycena tzv. stereo-hybridní sprška, to znamená sprška pozorovaná dvěma různými fluorescenčníma očima (stereo-) a zároveň i pozemním detektorem. Tento typ pozorování umožní dosud nejpřesnější rekonstrukci všech parametrů spršky, včetně energie, typu a směru příchodu primární částice.

Zmíněná světově jedinečná stereo-hybridní sprška mohla být zachycena též díky prvnímu zrcadlu fluorescenčního detektoru z olomoucké optické laboratoře, instalovaného v září 2003. Energie primární částice této spršky dosáhla zhruba $2 \cdot 10^{19}$ elektronvoltů, což je dvacetmilionkrát více, než se dosud podařilo dosáhnout v těch nejvýkonnějších pozemských urychlovačích.

Více informací o české účasti na projektu, jakož i fotografie z Argentiny, grafy a diagramy naleznete na adrese: www-hep2.fzu.cz/Auger/cz.

KONTAKTNÍ OSOBY:

Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.

Společná laboratoř optiky
Fyzikální ústav AV ČR a Univerzita Palackého
17. listopadu 50, Olomouc
tel.: 585 631 501

e-mail: hrabovsky@optnw.upol.cz

Mgr. Michael Prouza

Centrum částicové fyziky
Fyzikální ústav AV ČR
Na Slovance 2, Praha 8
tel.: 604 270 054

e-mail: prouza@fzu.cz