

Auger na stopě: Kde se berou záhadné částice?

Mezinárodní observatoř Pierra Augera v Argentině našla souvislost mezi kosmickým zářením rekordních energií a obřími černými děrami

Vědci (včetně odborníků z České republiky), spolupracující na projektu Observatoře Pierra Augera, dospěli k závěru, že černé veledíry jsou pravděpodobným zdrojem částic kosmického záření o rekordních energiích, dopadajících na Zemi. Díky údajům z Observatoře, která je již několik let největší světovou observatoří pro výzkum kosmického záření, badatelé zjistili, že zdroje úkazů o nejvyšších energiích nejsou po obloze rozmístěny rovnoměrně, ale soustřeďují se tam, kde se nalézají poměrně blízké mimořádně aktivní galaxie, obsahující ve svém středu černé veledíry.

Černé veledíry, které postupně pohlcují obrovské spousty kosmické látky, už byly mezi astronomickými kandidáty možných zdrojů částic o velmi vysokých energiích. Astronomové je nepřímou objevují jako tzv. galaxie s aktivními jádry (angl. AGN). Ve svítivých jádrech AGN sedí černé veledíry, jež hltají díky své velké přitažlivosti okolní plyn a prach soustředěný v jádře galaxie a následkem toho doslova chrlí do okolního prostoru energetické částice i zářivou energii. Černou veledíru má ve skutečnosti ve svém centru každá pořádná galaxie, ale jen zhruba každá stá z nich se projevuje jako AGN. Mechanismus, kterým černá veledíra urychluje částice (protony, elektrony, atomová jádra) na energie až stamilionkrát vyšší, než jakých jsme schopni dosáhnout na nejvýkonnějších urychlovačích na Zemi, není dosud znám.

„Myslím, že jsme učinili velký krok kupředu při řešení této již téměř stoleté fyzikální záhady“, prohlásil nositel Nobelovy ceny prof. James Cronin z Univerzity v Chicagu, který společně s prof. Alanem Watsonem z Univerzity v Leedsu přišli před 15 lety s nápadem vybudovat Observatoř Pierra Augera. „Pomaloučku začínáme rozumět mohutným bouřlivým procesům, jež se odehrávají v sousedních galaxiích. Tak jak budou přibývat pozorovací údaje, získáme čím dál tím jasnější představu, odkud ty částice přesně přicházejí a jakým způsobem jsou tak fantasticky urychlovány. Tak se také více dozvíme o podstatě černých veleděr a jejich významné úloze při vývoji vesmíru.“

Tento objev ohlašuje otevření nového okna do vesmíru a počátek astronomie kosmického záření“, podotkl prof. Watson, který je současným vědeckým mluvčím mezinárodního projektu Pierra Augera, do něhož je zapojeno přes 370 vědců a techniků ze 17 států. „V dohledné době dokončíme výstavbu



Jim Cronin (vlevo) a Alan Watson

celé Observatoře a tím dále zvýšíme tempo získávání pozorovacích údajů. To nám umožní prozkoumat jednotlivé galaxie podrobněji a zcela novou metodou. Doufáme, že tak získáme nový pohled na vesmír, založený na zkoumání kosmického záření místo obvyklého výzkumu v obyčejném světle a přilehlých oborech elektromagnetického záření.“

Zatímco Observatoř již zaznamenala na milion spršek kosmického záření, jen ty nejvzácnější s nejvyššími energiemi lze s dostatečnou přesností ztotožnit s jejich zdroji na obloze. Zatím se to podařilo jen pro 77 spršek, z nichž každá nesla energii vyšší než 4×10^{19} elektronvoltů (40 EeV). To je dosud nejvyšší počet extrémně energetických spršek, zaznamenaný na jedné observatoři. Při těchto rekordních energiích činí nejistota v určení polohy příslušného zdroje na obloze méně než 1 stupeň (1,5násobek úhlového průměru Měsíce v úplňku), což právě stačí na ztotožnění s polohou aktivní galaxie.

Badatelé v projektu Auger zaznamenali dosud celkem 27 částic s energiemi nad 57 EeV a zjistili, že jejich zdroje nejsou na obloze rozmístěny náhodně. Porovnání s polohami 318 galaxií s aktivními jádry ukázalo, že mezi oběma soubory je těsná vazba. Příkladem galaxie s aktivním jádrem je galaxie označo-

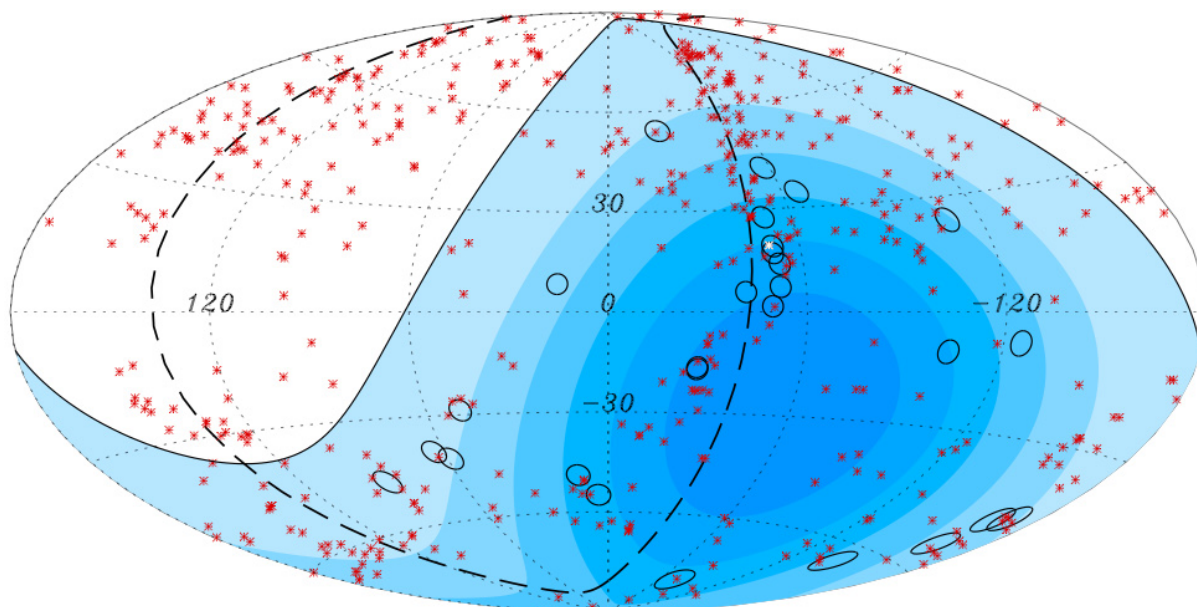


Vědci z Observatoře Pierra Augera

vaná jako Centaurus A, vzdálená od nás 11 milionů světelných let. Ve srovnání s jinými typy astronomických objektů je prozatím nalezená souvislost s aktivními galaktickými jádry statisticky nejvýznamnější.

„Částic kosmického záření o nízkých energiích je nesrovnatelně více a přicházejí k Zemi stejněměrně ze všech směrů, většinou přímo z naší vlastní Galaxie (Mléčné dráhy). Nicméně až dosud jediným dobře ztotožněným zdrojem kosmického záření je naše Slunce. Částice kosmického záření, které k nám přicházejí z mnoha dalších zdrojů v Galaxii – nejspíše pak z hvězd, které vybuchly jako supernovy – se pohybují prostorem Galaxie kvůli magnetickým polím tak křivolace, že když se konečně dostanou k Zemi, je zcela nemožné určit, odkud vyletěly. Naproti tomu částice rekordních energií, přicházející z ne-energetičtějších zdrojů, nejsou magnetickými poli po cestě příliš ovlivněny, a proto míří k Zemi téměř přímočaře, což umožňuje odhalit jejich zdroje. Hlavní výzvou stojící před námi je nasbírat co nejvíce těchto kosmických projektilů, abychom pochopili procesy, jimiž byly směrem k nám vymrštěny“, prohlásil vědecký manažer projektu Dr. Paul Mantsch z Chicaga.

Kosmické paprsky s energiemi nad 57 EeV však nemohou na své cestě vesmírem urazit větší vzdálenost než několik set milionů světelných roků, jak zjistili už v r. 1966 fyzikové Kenneth Greisen, Grigorij Zacepin a Vadim Kuzmin (mez GZK). Při své dlouhé pouti hlubinami vesmíru se totiž tyto částice srá-



Mapa oblohy v galaktických souřadnicích, zobrazující směry příletu 27 částic kosmického záření s nejvyššími energiemi, jak je zaznamenaly detektory Observatoře Pierra Augera. Jejich polohy jsou znázorněny jako kroužky s poloměrem 3,1 stupně. Polohy 472 AGN do vzdálenosti 250 milionů světelných let jsou vyznačeny červenými \star . Modře je znázorněna část oblohy, pozorovatelná nad obzorem v argentinské pampě. Sytost barvy vyjadřuje souhrnnou délku expozice daného úseku oblohy. Poloha nejbližší AGN (Centaurus A) je vyznačena bílou \star . Čárkovaná křivka představuje hlavní rovinu supergalaxie.

žejí s fotony reliktního záření (pozůstatku po velkém třesku) a tím ztrácejí energii. Naproti tomu paprsky z „blízkých“ AGN, vzdálených méně než je zmíněná mez GZK, nemají dost času na to, aby svou energii po cestě poztrácely. Vědci z projektu Pierra Augera zjistili, že všech 27 případů částic s energiemi nad 57 EeV pochází z těch oblastí oblohy, kde se nacházejí blízké objekty AGN.

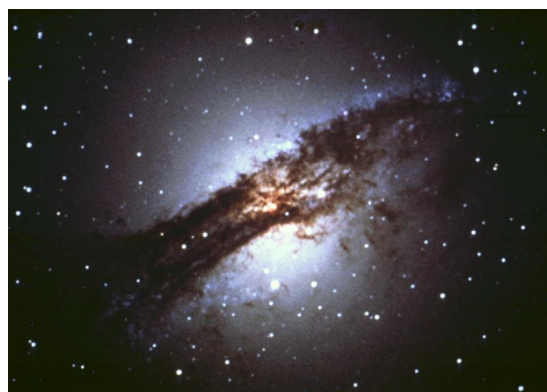
Vědci se domívají, že většina galaxií má ve svých jádrech černé veledíry s hmotnostmi od milionu až po několik miliard hmotností našeho Slunce. Například hmotnost černé veledíry v jádře naší Galaxie činí téměř 4 miliony Sluncí, což ale nestačí na jev AGN. K tomu, aby se některá galaxie začala projevovat jako AGN, musela v posledních stovkách milionů let prodělat gigantickou srážku s jinou galaxií, anebo jinou velkou katastrofu, a to není případ naší Galaxie. Při srážkách galaxií se nakonec jejich centrální černé veledíry opravdu srazí a navzájem slijí. Větší hmotnost výsledné černé veledíry zvyšuje díky větší přitažlivosti i její schopnost rychle polykat okolní hvězdný i mezihvězdný materiál, přičemž se uvolňuje nesmírně mnoho záření a galaxie se zdálky začne jevit jako objekt AGN. Výsledky projektu Auger nyní dokazují, že se při těchto fyzikálně úžasných procesech (naštěstí v bezpečné vzdálenosti od Země) uvolňují i částice o vůbec nejvyšších energiích, vyskytující se v současném vesmíru.

Astronomie kosmického záření byla až dosud v plenkách, protože kosmické paprsky o nízkých energiích neposkytují žádné spolehlivé zprávy o jejich původu. Během letu prostorem jsou tyto částice odkláněny z přímého směru galaktickými a intergalaktickými magnetickými poli, což vede na Zemi ke zcela rozmazanému obrazu, z něhož nelze vyčíst nic. Naproti tomu rekordně energetické částice přicházejí téměř přímočaře, jelikož je magnetická pole ovlivňují velmi málo. Naneštěstí jsou však takové částice mimořádně vzácné. Na čtvereční kilometr zemského povrchu dopadne jedna extrémně energetická částice v průměru jednou za sto let!

Díky svým obrovským rozměrům dokáže však Observatoř Pierra Augera zachytit kolem 30 takových částic ročně. Projekt Pierra Augera dále počítá s vybudováním dalšího a ještě rozměrnějšího zařízení v americkém státě Colorado, což by v souhrnu umožnilo sledovat souběžně obě hvězdné polokoule a tím by se roční výtěžek pozorování více než zdvojnásobil.



Argentinská pošta vydala k počtě Observatoře Pierra Augera známku v hodnotě 75 centavů.



Snímek neobvyklé (pekuliární) galaxie Centarus A (též NGC 5128), pořízený 4m reflektorem observatoře Cerro Tololo (CTIO). Uprostřed galaxie se nachází nejbližší aktivní jádro (AGN) ve vzdálenosti 11 mil. sv. l. Detektory Pierra Augera zachytily zatím dvě částice extrémně energetického kosmického záření v okruhu 2 stupňů od centra galaxie. Poděkování: National Optical Astronomy Observatories

„Naše současné výsledky poukazují na nadějnou budoucnost astronomie kosmického záření“, řekl druhý vědecký mluvčí projektu Prof. Giorgio Mathiae z Římské univerzity. „Až dosud se podařilo uvést do chodu 1400 z plánovaného celkového počtu 1600 pozemních detektorů na argentinské observatoři. Počítáme s tím, že celá Jižní observatoř bude dokončena v roce 2008. Severní observatoř nám umožní sledovat více galaxií a tím i černých veleděř, čímž se podstatně zvýší výkon celé observatoře, protože shodou okolností je na severní polokouli známo více AGN než na jihu.“

Se stavbou Jižní observatoře se začalo v roce 1999 a od počátku roku 2004 se shromažďují vědecká data. Observatoř je pojmenována na počest francouzského fyzika Pierra Victora Augera (1899–1993, jenž v roce 1938 jako první na světě pozoroval rozsáhlé atmosférické spršky, vznikající při interakci vysoce energetických částic kosmického záření se zemskou atmosférou.

Argentinská observatoř sestává kromě 1600 pozemních detektorů ještě z 24 fluorescenčních teleskopů, které jsou umístěny vždy po šes-



Observatoř Pierra Augera je hybridní detektor – používá oba druhy detektorů spršek kosmického záření – jak detektory fluorescenční, tak detektory povrchové. Na snímku pahorku stojí jedna ze čtyř budov fluorescenčního detektoru a komunikační věž. V popředí je jeden z 1600 povrchových detektorů.

Observatoř Pierra Augera je financována 40 agenturami a organizacemi v 17 státech, které přispěly na výstavbu Jižní observatoře celkovou částkou 50 miliónů dolarů. Žádný stát přitom nemá majoritu; největší státní příspěvek nepřesáhl 1/5 rozpočtu Observatoře. Manažerská centrála projektu hostuje ve Fermiho Národní laboratoři pro urychlovače v Batavii ve státě Illinois v USA. Názvy všech agentur, které přispěly k vybudování Observatoře Pierra Auger lze nalézt na <http://www.auger.org/contact/agencies.html>, a názvy spolupracujících vědeckých institucí jsou uvedeny na http://www.auger.org/collaboration/auger_institutions.html.

Toto tiskové prohlášení můžete nalézt i v devíti dalších jazykových mutacích na webových stránkách mezinárodní kolaborace (viz <http://www.auger.org/news/>) spolu s dalšími podrobnostmi a s dalším obrazovým materiálem:

- | | |
|---------------|-------------|
| * Anglicky | * Holandsky |
| * Francouzsky | * Německy |
| * Italsky | * Polsky |
| * Portugalsky | * Slovinsky |
| * Španělsky | |

Kontakty v České republice:

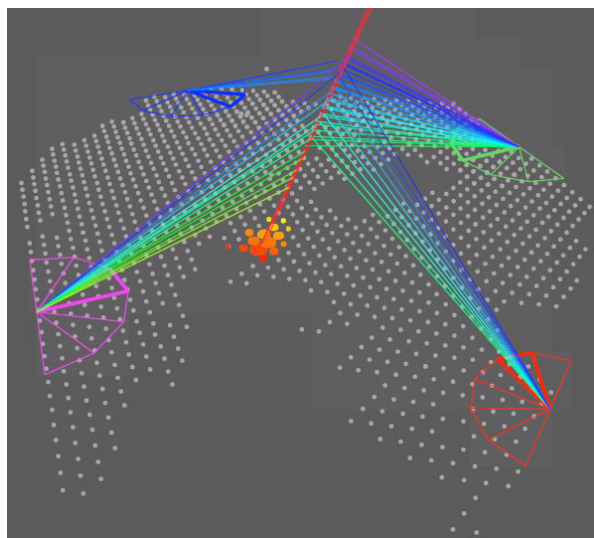
* **Jan Řídký**, Fyzikální ústav AV ČR, ridky@fzu.cz, tel. 286890467

* **Miroslav Hrabovský**, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého a Fyzikální ústav AV ČR, Miroslav.Hrabovsky@upol.cz, tel. 585631501

* **Dalibor Nosek**, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, nosek@ipnp.troja.mff.cuni.cz

České webové stránky Observatoře Pierra Augera jsou na adrese <http://www-hep2.fzu.cz/Auger/cz>, kde naleznete i PDF verze prezentací Martiny Boháčové, Jana Řídkého, Petra Schovánka a Michaela Prouzy přednesených na této tiskové konferenci a další textové a obrazové materiály.

ti ve čtyřech různých budovách. Fluorescenční teleskopy jsou schopny pozorovat spršky kosmického záření zcela nezávisle na síti pozemních detektorů, detekují totiž ultrafialové a viditelné světlo, které vzniká během rozvoje spršky v atmosféře. Pracují sice pouze za jasných bezměsíčných nocí, ale pro celou observatoř jsou zcela nezastupitelné. Fluorescenční detektory se totiž používají k energetické kalibraci detektorů povrchových a navíc tato tzv. hybridní koncepce celé observatoře dovoluje významně zpřesnit geometrickou rekonstrukci všech spršek pozorovaných oběma částmi detektoru. Vědci z České republiky významně přispěli ke konstrukci fluorescenčních teleskopů, jmenovitě se postarali o výrobu 12 obřích segmentovaných zrcadel, z nichž každé má plochu 3,5 m × 3,5 m.



Sprška kosmického záření, pozorovaná zároveň všemi čtyřmi stanicemi fluorescenčních detektorů. Každý z detektorů zaznamenává rozvoj a následný útlum spršek kosmického záření v atmosféře – v každé ze spršek vzniknou miliardy sekundárních částic.