



ASTROFIZIKA ► Hrvatski znanstvenici

Nataša GAJSKI KOVAČIĆ

U opservatoriju Roque de los Muchachos, na kanarskom otoku La Palmi, u Španjolskoj, na visini od 2200 metara ovaj je dana pušten u rad i drugi gama-teleskop MAGIC. Pritom su bili prisutni i hrvatski znanstvenici, članovi međunarodne znanstvene kolaboracije MAGIC (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov) u koju je uključeno 17 znanstvenih instituta. Ekipa MAGIC-a okuplja oko 150 znanstvenika iz Njemačke, Italije, Španjolske, Švicarske, Poljske, Finske, Bugarske i SAD-a, a grupu hrvatskih znanstvenika čine Ivica Puljak, Nikola Godinović i Željko Antunović sa Sveučilišta u Splitu, Dijana Dominis Prester i Tomislav Terzić sa Sveučilišta u Rijeci, te Dario Hrupec i Tihomir Surić sa zagrebačkog Instituta Ruđer Bošković. O tom međunarodnom projektu razgovarali smo s dr. Hrupecom i dr. Surićem. Dr. Hrupec proveo je dva tjedna na La Palmi radeći s teleskopom MAGIC I, dok je dr. Surić testirao novi uređaj.

»Na inicijativu hrvatskog znanstvenika prof. Daniela Ferenc s Kalifornijskog sveučilišta Davis, grupa hrvatskih znanstvenika pokrenula je postupak ulaska u kolaboraciju MAGIC prošle godine kad je projekt izgradnje drugog Čerenkovljevog

traje svega nekoliko milijarditih dijelova sekunde«, objašnjavaju Vjesnikovi sugovornici.

I konstrukcija teleskopa MAGIC, koja nosi zrcala i kameru, izuzetna je u svijetu Čerenkovljevih teleskopa: umjesto od čelika, napravljena od ugljenih vlakana. Tako teleskop nije previše masivan, nego okretan pa može brzo reagirati na dojavu satelita ako se pojave iznenadne, kratkotrajne provale gama-zraka iz izvora koje zasad nedovoljno razumijemo.

Svaki od dvaju teleskopa vriedan je oko četiri milijuna eura, s tim da je najskuplji dio kamera. »Priprema prvog teleskopa, koja je prethodila gradnji, trajala je gotovo deset godina. U to ne ulaze samo tehnički nacrti, nego detaljno istraživanje svih karakteristika budućeg instrumenta. Prije gradnje teleskopa, godinama se radi s virtualnim instrumentom dok se ne ispitaju i ne usavrše sve zamisli. Nakon toga, postavljanje teleskopa traje najviše do godinu dana«, kažu dr. Hrupec i dr. Surić.

Na pitanje što je presudno u odluci gdje će tako veliki teleskopi biti smješteni, naši sugovornici odgovaraju kako postavljanju takvih uređaja prethode meteorološka istraživanja mogućih lokacija. Dobra lokacija za Čerenkovljev teleskop mora imati slične uvjete kao i za optički teleskop - što veći broj noći bez oblaka, te što čišću i sta-

STIŽE OBIL

teleskopa već bio u završnoj fazi i kad su zemlje članice kolaboracije već uložile veliki novac. Sad se i od Hrvatske očekuje da sudjeluje u troškovima. Zahvaljujući znanstvenim doprinosima prof. Ferenc kolaboraciji MAGIC još dok je bio na Ruđeru, te zalaganju prof. Eckarta Lorenza s Instituta Max Planck u Münchenu, koji razumije važnost sudjelovanja u takvim projektima za zemlju koja je na pragu EU, očekivani financijski doprinos Hrvatske višestruko je manji od realnog«, objašnjavaju dr. Hrupec i dr. Surić.

Postavljanjem teleskopa MAGIC II udaljenog tek 85 metara od prvog, znanstvenici se nadaju da će pomoću ta dva sinkronizirana uređaja biti uspješniji u otkrivanju izvora visokoenergijskih gama-zraka te pridonijeti razumijevanju pulsara, aktivnih galaktičkih jezgara i provala gama-zračenja, a možda i tamne tvari. Prve rezultate stereoskopskih opažanja očekuju uskoro.

»Za teleskope MAGIC često se govori da su najveći Čerenkovljevi teleskopi na svijetu. Time se misli na promjer reflektora koji iznosi 17 metara. Reflektor se sastoji od nekoliko stotina pojedinačnih zrcala pri čemu je ukupna reflektirajuća površina oko 240 četvornih metara. MAGIC je prvi i zasad jedini Čerenkovljev teleskop koji ima aktivnu kontrolu zrcala. Položaj svih zrcala neprekidno se prati i korigira. Kamera, ključni dio teleskopa, sastoji se od brojnih fotosenzora, kojih je 577 za MAGIC I i 1039 za MAGIC II, osjetljivih u vidljivom i ultraljubičastom dijelu spektra. Ti fotosenzori i pripadajuća elektronika izuzetno su brzi jer jedan bljesak Čerenkovljeve svjetlosti

bilniju atmosferu što je, u principu, ispunjeno na većim nadmorskim visinama.

»Najveća smetnja opažanjima su aerosoli, sitne čestice prašine ili sitne kapljice vode na kojima se Čerenkovljeva svjetlost raspršuje. Gustoća aerosola jako opada s visinom pa su zato mnogi svjetski opservatoriji na velikim visinama. Teleskopi MAGIC nalaze se na jednom od najboljih mjesta na svijetu za astronomska opažanja«, ističu hrvatski znanstvenici.

Kako je i funkcija satelita opažanje gama-zraka, pitanje koje se često nameće jest na koji način to satelit radi i koja je razlika u satelitskom, odnosno teleskopskom opažanju zraka.

»Detektori na satelitima opažaju gama-zrake neposredno, za razliku od Čerenkovljevih teleskopa koji ih opažaju posredno, preko Čerenkovljevog zračenja. U oba slučaja gama-zraka upada u medij u kojem stvara pljusak sekundarnih čestica. Energija primarne gama-zrake prenese se tako na mnoštvo novostvorenih čestica, uglavnom elektrona i pozitrona. Gama-detektor na satelitu može svu tu energiju, oslobođenu u mediju, registrirati. Do Čerenkovljevog teleskopa, čiji je medij cijela atmosfera, dolazi tek djelić energije primarne gama-zrake koji se oslobodio u obliku Čerenkovljeve svjetlosti. Čak ni sva Čerenkovljeva svjetlost iz pljuska čestica u atmosferi ne dolazi do teleskopa, nego samo dio, no to je dovoljno za rekonstrukciju karakteristika primarne kozmičke čestice. Druga je velika razlika satelitskih gama-detektora i zemaljskih teleskopa koji opažaju gama-zrake iz svemira u prepoz-



znanstvenici u međunarodnom timu pustili u rad drugi gama-teleskop MAGIC II

Stručnjaci se nadaju da će pomoću dva sinkronizirana teleskopa biti uspješniji u otkrivanju izvora visokoenergijskih gama-zraka te da će pridonijeti razumijevanju pulsara, aktivnih galaktičkih jezgara i provala gama-zračenja, a možda i tamne tvari. Prve rezultate stereoskopskih opažanja očekuju uskoro



Teleskopi MAGIC udaljeni tek 85 metara jedan od drugoga

JE KOZMIČKIH FENOMENA



Dr. Dario Hrupec

► **Teleskopi MAGIC na jednom su od najboljih mjesta na svijetu za astronomska opažanja - na kanarskom otoku La Palmi, kažu hrvatski znanstvenici dr. Dario Hrupec i dr. Tihomir Surić uključeni u međunarodni projekt**



Dr. Tihomir Surić

navanju gama-zraka, odnosno njihovom odvajanju od kozmičkog zračenja. Pod kozmičkim zračenjem misli se na nabijene čestice, one koje nose električni naboj iz svemira. Takve čestice dolaze na Zemlju puno učestalije od kozmičkih gama-zraka. Satelitski detektori lako ih prepoznaju pomoću veto-detektora, vanjskog detektorskog sloja koji reagira na prolazak nabijene čestice.

Princip detekcije kozmičkih gama-zraka Čerenkovljevim teleskopima nema takvu jednostavnu mogućnost stavljanja veta. Stoga je razlikovanje kozmičkih gama-zraka od kozmičkog zračenja, odnosno nabijenih čestica iz svemira, osnovni problem zemaljske gama-astro-

nomije. Kod Čerenkovljevim teleskopima to je riješeno prepoznavanjem suptilne razlike u slikama koje u kameri teleskopa stvaraju pljusku čestica u atmosferi, vele dr. Hrupec i dr. Surić. Ti bitno različiti principi detekcije kod gama-satelita i Čerenkovljevim teleskopima rezultiraju ograničavanjem energijskog područja.

Sve do nedavno postojao je energijski procjep, područje koje nije bilo dostupno ni satelitima ni zemaljskim teleskopima. »Teleskop MAGIC i gama-satelit Fermi, lansiran potkraj 2008., zatvorili su taj procjep, važno energijsko područje unutar kojeg se očekuje obilje novih fenomena«, kažu dr. Hrupec i dr. Surić.

Koje su razlike

Teleskop MAGIC II, na prvi pogled, klon prvoga. Postoje, međutim, razlike u veličini i broju zrcala te u kameri i elektronici. Kamera ima gotovo dvostruko više piksela i građena je od boljih fotosenzora, stoga drugi teleskop ima bolje karakteristike. Tehnologija se neprestano razvija i ono što se gradi danas ima, uz istu cijenu, bolje karakteristike nego ono što se gradilo prije pet godina. Drugi je razlog stalna usmjerenost projekta MAGIC prema inovacijama.



Teleskop MAGIC II u fazi postavljanja

Vodeći Čerenkovljevi teleskopi

MAGIC I i II pripadaju trećoj generaciji Čerenkovljevim teleskopima. Trenutno su aktivna četiri sustava Čerenkovljevim teleskopima treće generacije. Uz dva teleskopa MAGIC, to su još tri sustava po četiri teleskopa: H.E.S.S. u Namibiji, VERITAS u SAD-u i CANGAROO III u Australiji. »Premda MAGIC ima samo dva teleskopa, trenutno je vodeći sustav Čerenkovljevim teleskopima jer njegovi reflektori imaju najveći promjer, a kamera drugog teleskopa sastavljena je od nove vrste fotosenzora«, objašnjavaju dr. Hrupec i dr. Surić. Naziv za Čerenkovljeve teleskope potječe od vrste zračenja koju takvi teleskopi detektiraju. Kad gama-zraka, foton najviše energije, upadne u Zemljinu atmosferu, nastaje veliki pljusak sekundarnih čestica. Mnoge nabijene čestice u tom pljusk, prvenstveno elektroni i pozitroni, gibaju se brzinom većom od brzine svjetlosti u zraku. Pri takvim brzinama čestice emitiraju elektromagnetsko zračenje, koje nazivamo Čerenkovljevo zračenje, što je većinom vidljiva svjetlost i ultraljubičasto zračenje. Čerenkovljevo zračenje koje u atmosferi stvaraju visokoenergijske čestice iz svemira slabog je intenziteta, ali ima izrazite karakteristike: jako je usmjereno i vrlo kratkotrajno. Zahvaljujući tome moguće ga je razlikovati od pozadinskog zračenja noćnog neba.