

**PRIOPĆENJE ZA MEDIJE:**

Petra Buljević Zdjelarević, Ured za odnose s javnošću  
Institut Ruđer Bošković  
T. +385 (1) 457-1269, (99) 267-95-14  
E: [info@irb.hr](mailto:info@irb.hr)  
[www.irb.hr](http://www.irb.hr)

Zagreb, 6. listopada 2014.

**POD EMBARGOM:** Embargo se skida u 20:00 sati u **četvrtak, 6. studenog 2014. po srednjoeuropskom vremenu (CET)**. Molimo da ne objavljujete na mreži do isteka embarga.

## Snažni bljeskovi **s horizonta događaja**

**Međunarodni tim znanstvenika kolaboracije MAGIC (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov) došao je do iznimnih rezultata u proučavanju nastajanja zagonetnih mlazova u blizini crnih rupa. Naime, znanstvenici su uspjeli izmjeriti do sad najbržu vremensku promjenu zračenja u relativističkom mlazu jedne supermasivne crne rupe, što ukazuje na to da je područje u kojem se stvara gama-zračenje mnogo manje no što se dosad smatralo.**

Rezultate istraživanja do kojih su došli suradnici na teleskopima MAGIC i Europske mreže radioteleskopa – VLBI (European VLBI Network) danas je objavio prestižan međunarodni časopis Science, a koautori ovog rada su i osmoro hrvatskih znanstvenika: Ana Babić, Dario Hrupec i Iva Šnidarić s Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu, Nikola Godinović, Damir Lelas i Ivica Puljak s FESB-a Sveučilišta u Splitu, te Dijana Dominis Prester i Tomislav Terzić s Odjela za fiziku Sveučilišta u Rijeci.

U članku koji je objavio Science, kolaboracija MAGIC izvješćuje o snažnom bljesku visokoenergijskog gama-zračenja iz galaksije IC 310 opaženom s pomoću dvaju teleskopa promjera 17 m smještenih na kanarskom otoku La Palma. Popratnim opažanjima europske mreže radioteleskopa VLBI znanstvenici su uočili iznimno ravan mlaz plazme koji izlazi iz neposredne blizine supermasivne crne rupe smještene u središtu galaksije. Treperenje bljeska gama-zračenja na vremenskoj skali manjoj od pet minuta pokazuje da zračenje potječe iz područja manjeg od horizonta događaja crne rupe. Ovo otkriće podupire ideju da gama-zrake nastaju zbog čestica koje su ubrzane snažnim električnim poljima u vrlo uskom području blizu crne rupe. Takve se konfiguracije očekuju blizu brzorotirajućih crnih rupa koje radiomlazove napajaju smanjivanjem svoje rotacijske energije.

Smatra se da u središtima galaksija postoje supermasivne crne rupe s masama od milijun pa do nekoliko milijardi masa Sunca. Tako je, čini se, i u slučaju galaksije IC 310 koja je udaljena 260 milijuna svjetlosnih godina i pripada skupu galaksija Perzej. Ta je galaksija poznata po dugačkom radiomlazu koji izlazi iz njezinog središta. Izvor tog mlaza desetljećima je bio zagonetan. Njegova je emisija toliko snažna da odgovara zračenju deset milijardi zvijezda, a nastaje u iznimno kompaktnom središnjem dijelu galaksije. Slike mlaza u visokom razlučivanju koje su dobivene mrežom radioantena EVN otkrile su jako izduženu strukturu koja kreće iz kompaktnog središta manjeg od svjetlosne godine. Nedavna detekcija promjenjive emisije gama-zračenja teleskopima MAGIC potaknula je zanimanje za taj zagonetni izvor.

Kutno razlučivanje astronomskih teleskopa koji opažaju u drugim valnim područjima daleko je slabije od kutnog razlučivanja interferometara u radiopodručju, no komplementarna informacija o

strukturi izvora proizlazi iz same varijabilnosti. Što je kraća vremenska skala varijabilnosti, to su dostupnije manje dimenzije. "Veličina izvora mora biti manja od udaljenosti koju svjetlost može prijeći za vrijeme koje odgovara varijabilnosti emisije", objasnio je Julian Sitarek, istraživač iz IFAE u Barceloni (Španjolska) i suvoditelj ovog istraživanja. Pošto se varijabilnost na najkraćoj vremenskoj skali iskazuje kod fotona najvećih energija, opažanja u gama-području mogu otkriti veličinu područja u kojem nastaju mlazovi. U novoj kampanji koja je uključila opažanja teleskopima MAGIC otkriveno je da se emisija gama-zraka mijenja na vremenskoj skali od pet minuta. Voditeljica ovog istraživanja Dorit Eisenacher sa Sveučilišta u Wuerzburgu (Njemačka) objasnila je: "Pošto znamo da je horizont događaja supermasivne crne rupe u galaksiji IC 310 tri puta veći od udaljenosti Zemlja-Sunce, otkriće varijabilnosti u gama-području na samo petini te udaljenosti bilo je potpuno neočekivano."

Smatra se da supermasivne crne rupe izbacuju mlazove plazme na račun smanjivanja svoje rotacijske energije. U blizini akrecijskog toka one induciraju struje povezane s magnetskim poljem na velikoj skali te usmjeravaju i ubrzavaju nabijene čestice. Prema dosadašnjim saznanjima, opažene gama-zrake proizlaze iz udarnih valova koji putuju niz mlazove. Najkraća vremenska skala emisije iz udarnih valova određena je vremenom koje je svjetlosti potrebno da prođe promjer horizonta događaja, što određuje donju granicu promjera mlaza. No, opažanja teleskopima MAGIC sada donose posve novu priču.

Ako je plazma oko supermasivne crne rupe jako rijetka, mlazovi bi trebali nastajati blizu rotacijskih polova gdje je gustoća premala da bi naboji poremetili električna polja koja nastaju zbog rotacije magnetskog polja. Ta područja snažnog električnog polja sličje vakuumskim procjepima u magnetosferama pulsara gdje se čestice ubrzavaju do vrlo visokih energija koje deset tisuća puta premašuju energiju ekvivalentnu masi temeljnih gradivnih čestica, protona i neutrona, i odnose značajan dio ukupne energije mlaza. Stoga bi opažanja IC 310 mogla biti ključ rješenja zagonetnog nastanka mlazova u blizini crnih rupa.

"Detekcijom tako brzih promjena na tim energijama ispituje se najdublje područje u samoj jezgri, u neposrednoj blizini središnje crne rupe", zaključio je glasnogovornik kolbarocije MAGIC Razmik Mirzoyan s Instituta Max Planck u Münchenu (Njemačka) i dodao: "MAGIC je taj i druge važne rezultate mogao postići zahvaljujući velikoj osjetljivosti, niskom energijskom pragu i velikom energijskom opsegu."

#### **IZJAVE HRVATSKIH ZNANSTVENIKA:**

"Izmjerali smo do sad najbržu vremensku promjenu zračenja u relativističkom mlazu jedne supermasivne crne rupe, što ukazuje na to da je područje u kojem se stvara gama-zračenje mnogo manje no što se dosad smatralo.

Zanimljivost je što smo bljesak u IC310 otkrili istovremenim opažanjem galaksije NGC1275, zahvaljujući činjenici da se obje nalaze u istom vidnom polju MAGIC kamera koje pokrivaju promjer od 3,5 stupnja. Procjenjuje se da jedan sat opažanja teleskopima MAGIC košta 20.000 eura, a konkurencija za dobivanje opažačkog vremena je vrlo velika. Potaknuti time, pokrenuli smo projekt traženja novih izvora u starim MAGIC-ovim mjerenjima. Razvoj nove strategije opažanja teleskopima MAGIC omogućio nam je mnogo efikasniju detekciju novih izvora i fenomena u



svemiru, u našem raspoloživom opažačkom vremenu." - objašnjava Dijana Dominis Prester, glavni koordinator opažanja teleskopima MAGIC.

"Relativistički su mlazovi vrlo uobičajena pojava visokoenergijskog svemira. Postoje ne samo kod aktivnih galaktičkih jezgara, poput IC 310, nego i kod provala gama-zraka i kod mikrokvazara. S druge strane, njihov nastanak još uvijek nije u potpunosti poznat. Ovo otkriće kolaboracije MAGIC važan je korak prema boljem razumijevanju formiranja mlazova." - naglasio je Dario Hrupec s Instituta Ruđer Bošković.

#### **DODATNE INFORMACIJE**

Eksperiment MAGIC nalazi se u Sjevernom europskom opservatoriju Roque de los Muchachos (2200 m nad morem), na kanarskom otoku La Palmi. Sustav od dva teleskopa MAGIC, svaki promjera 17 m, trenutno iz kozmičkih izvora opaža visokoenergijske gama-zrake u energijskom području od 25 GeV do 50 TeV. Neutralne gama-zrake prodiru kroz Zemljinu atmosferu i stvaraju lavine sekundarnih čestica koje emitiraju plavičastu Čerenkovljevu svjetlost. Kolaboracija MAGIC istražuje gama-zrake iz galaktičkih i izvangalaktičkih izvora tako da snima i analizira stereoskopske slike tih Čerenkovljevih bljeskova.

MAGIC je izgrađen zajedničkim naporima velike europske kolaboracije koja uključuje 160 istraživača iz Njemačke, Španjolske, Italije, Švicarske, Poljske, Finske, Bugarske, Hrvatske, Indije i Japana. Hrvatska grupa uključila se u rad kolaboracije MAGIC 2008. godine.

#### **KORISNE POVEZNICE:**

Rad: <http://www.sciencemag.org/content/early/2014/11/05/science.1256183.full>

Više informacija o MAGIC-u: <https://wwwmagic.mpp.mpg.de/>

#### **KONTAKTI SUGOVORNIKA NA TEMU:**

##### **Sveučilište u Splitu:**

izv. prof. dr. sc. Nikola Godinović  
Zavod za matematiku i fiziku  
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje  
Ruđera Boškovića 32  
21000 Split  
Telefon: 091 5175314  
E-mail: [nikola.godinovic@fesb.hr](mailto:nikola.godinovic@fesb.hr)

##### **Institut Ruđer Bošković:**

dr. sc. Dario Hrupec  
Zavod za eksperimentalnu za fiziku  
Bijenička 54  
10000 Zagreb  
Telefon: 095 5323214  
E-mail: [dario.hrupec@irb.hr](mailto:dario.hrupec@irb.hr)

**Sveučilište u Rijeci:**

doc. dr. sc. Dijana Dominis Prester

Odjel za fiziku

Radmile Matejčić 2

51000 Rijeka

Telefon: 051 584604, 098 9869796

E-mail: [dijana.dominis@gmail.com](mailto:dijana.dominis@gmail.com)

**OPIS FOTOGRAFIJA I ILUSTRACIJA:**

**Slika 1:** Galaksija **IC 310** smještena je na rubu skupa Perzej, nakupine tisuća galaksija uronjene u ogromni oblak plina temperature od nekoliko milijuna stupnjeva. Središte skupa Perzej nalazi se na lijevoj strani slike gdje je gustoća galaksija veća. Galaksija **IC 310** (zdesna) klasificirana je kao SA0°, sadrži aktivnu jezgru u svom središtu, te jaki radioizvor.

Izvor slike: Sloan Digital Sky Survey (<http://www.sdss3.org/>)

**Slika 2 (iz Aleksić et al. Science Express od 6. studenog 2014.):** Mapa signifikantnosti (u lažnim bojama) skupa Perzej za područje neba opaženo teleskopima MAGIC u području gama-zraka u noći 12. studenog 2012. Svijetli izvor u gama-zrakama je IC 310. Na slici gama-područja nije moguće razlučiti detalje izvora tako da veličina svijetlog područja predstavlja samo odziv instrumenta. Umetnuti dio prikazuje sliku radiomlaza IC 310 na 5 GHz dobiven europskom mrežom radioteleskopa VLBI, 29. listopada 2012. Konture (u lažnim bojama) prikazuju oblik mlaza koji izlazi iz središnje crne rupe. Omjer kutnog razlučivanja MAGIC-a i EVN-a je 1:580 000.

**Slika 3 (iz Aleksić et al. Science Express od 6. studenog 2014.):** Scenarij nastanka opaženih gama-zraka. Rotirajuća crna rupa s horizontom događaja (crna kugla) povlači plazmu iz unutrašnjeg dijela galaksije. Površina u obliku jabuke (ljubičasta) prikazuje ergosferu. U tom se području energija može izvlačiti izravno iz crne rupe. Rotacija crne rupe inducira magnetosferu razdvojenih naboja (crveno) s područjima polarnih vakuumskih procjepa (žuto). U tim procjepima električna polja ubrzavaju čestice do ultrarelativističkih energija. Međudjelovanje tih čestice s niskoenergijskim termičkim fotonima iz plazme koje je privukla crna rupa daje opažene gama-zrake.