

VEGA

ISSN 2991-6178

HORIZONTI

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 10 / SVIBANJ - LIPANJ 2025.



Kraj misije Gaia

Novo razumijevanje Mliječnog puta

Poziv na radionicu

Susret edukatora astronomije

U društvu oblaka

Noktilucentni oblaci

Promatračka astronomija

Skakutanje po zvijezdama

**ZA IZDAVAČA:**

Astronomsko društvo VEGA
Ivana pl. Zajca 39, Čakovec
OIB: 47022126293
ISSN 2991-6178

GLAVNI UREDNIK:

Dragutin Kliček

ZAMJENIK GLAVNOG UREDNIKA:

Zoran Novak

UREDNIŠTVO:

dr. sc. Dejan Vinković
Miroslav Smolić
dr. sc. Igor Gašparić
Melita Sambolek, prof.
Karmen Buza Habijan, prof. mentor
dr. sc. Miljenko Čemeljčić

AUTOR FOTOGRAFIJE**NA NASLOVNICI:**

Zoran Novak
Travanjski puni Mjesec

GRAFIČKO OBLIKOVANJE**I PRIJELOM:**

Dragutin Kliček, Zoran Novak

LEKTURA:

Valentina Jozić Preksavec, prof.

KONTAKT:

vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, SVIBANJ-LIPANJ 2025.

Izlazi dvomjesečno od 2023. godine
br. 10

Digitalno izdanje
www.advega.hr

*Suglasni smo da uz navođenje izvora
i autora kopirate, umnažate i citirate
sve tekstove objavljene u časopisu.*

RIJEČ UREDNIŠTVA

Zoran Novak

Astronomsko društvo Vega



Dragi čitatelji,
kad noć polako zavlada i gradovi utihnu, volim podići pogled prema zvijezdama i sjetiti se koliko je malo potrebno da ponovno pronađem osjećaj pripadnosti beskraj. Nebo nad nama uvijek je tu, vjerno i nenametljivo, tiho podsjećajući da postoje dimenzije života koje nadilaze naše svakodnevne brige i užurbanost.

Astronomija nas uči upravo tome. Strpljenju, poniznosti i sposobnosti da zastanemo. Ona nas podsjeća da nisu sva otkrića trenutačna, da najveće spoznaje često rastu iz pažljivog gledanja, iz mnogih neprospavanih noći, iz onih trenutaka kada se činilo da nema odgovora. I u tome leži njezina ljepota. Svemir ne traži od nas da ga osvojimo, već da ga poštujemo, da ga razumijemo i prihvatimo kao dio sebe.

U ovom izdanju, kao i u svakom prethodnom, trudimo se ispričati priče koje nadilaze puko informiranje. Govorimo o misijama koje su promijenile naše razumijevanje galaksije kojoj pripadamo, ali i o jednostavnim, ljudskim naporima da se očuva prirodna noć, da djeca sutra ne rastu pod svjetlom koje briše zvijezde. Jer svjetlosno onečišćenje nije samo problem za astronomiju, ono je pitanje odnosa prema prirodi, prema životu samom.

Raduje nas vidjeti sve više mladih koji kroz praktične projekte, radionice i natjecanja otkrivaju vlastiti put prema zvijezdama. Njihova energija i znatiželja podsjećaju nas da astronomija nije samo znanost prošlosti, već i ključ budućnosti. U svakom pogledu kroz teleskop, u svakom nacrtanom grafikonu svjetlosnih krivulja, u svakoj prvoj snimljenoj fotografiji zvjezdanog polja, skriva se početak nečeg većeg. Možda nove spoznaje, možda samo dublja zahvalnost prema svijetu koji nas okružuje.

Često se govori da se astronomija bavi onim što je daleko i nedostižno. No istina je, paradoksalno, suprotna. Promatrajući svemir, bolje upoznajemo sebe. Shvaćamo koliko su naše svakodnevne težnje, naši strahovi i nadanja dio istog velikog tkanja kojem pripadaju zvijezde, maglice i galaksije. I to je ono što želimo prenijeti kroz svaku riječ i svaku sliku u „Horizontima“.

Hvala svima vama koji nas podržavate, bilo pisanjem, bilo fotografijama, bilo čitanjem i postavljanjem pitanja. Vaša znatiželja, vaša želja da razumijete više, ono je što „Horizontima“ daje stvarni smisao. Nadam se da će vas i ovo izdanje potaknuti na nova promatranja, postavljanje novih pitanja, a možda vam pruži i nove odgovore.

KAZALO

Kraj misije Gaia

Novo razumijevanje Mliječnog puta

4 - 6

Poziv na radionicu fotometrije

Regionalni susret edukatora astronomije

7

Intervju: Boris Štromar

Noć nije neprijatelj

8 - 10

Međimurska priroda

Nestanak oprašivača

11

ADRISKY

Konferencija o svjetlosnom onečišćenju

12 - 13

Astronomska fotometrija

Primjena priručnika za natjecanje

14 - 15

U društvu oblaka

Noktilucentni oblaci

16 - 17

Poster

Noktilucentni oblaci

18 - 19

Kondenzacija na djelu

Kako stvoriti oblak u boci

20 - 21

Zvezdarnica Vera Rubin

LSST kamera spremna za rad

22 - 23

Poluvodiči II dio

Primjena u detekciji svjetlosti

24 - 25

Promatračka astronomija

Nepravilne galaksije u zviježđu Lovački psi

26 - 27

Promatračka astronomija

Skakanje po zvijezdama

28 - 30

Foto projekt

Lov na Venerine sjene

31

Kad mašta susretne stvarnost

Exian - ekstrasolarni planet

32 - 33

Astronomski kalendar

Karta neba

34 - 35

Galaksija Trokut

Messier 33 (NGC 598), poznata i kao Galaksija Trokut, jedna je od najbližih spiralnih galaksija našem Mliječnom putu. Smještena je u zviježđu Trokut i udaljena je oko 2,73 milijuna svjetlosnih godina od Zemlje. Treća je po veličini članica Lokalnog jata galaksija, nakon Andromedine galaksije (M31) i Mliječnog puta. Galaksija Trokut je manja od naše galaksije, s promjerom od oko 60.000 svjetlosnih

godina. Njezina masa iznosi otprilike 40 milijardi Sunčevih masa, što je znatno manje od mase Mliječnog puta. M33 je karakteristična po svojoj izrazito izraženoj spiralnoj strukturi, bogatoj plavim i mladim zvijezdama, što ukazuje na visoku stopu formiranja zvijezda. Messier 33 je vidljiv kroz dvogled ili mali teleskop iz tamnih područja, dok se u idealnim uvjetima može nazrijeti čak i golim okom.



FOTO: Zoran Novak

KRAJ MISIJE GAIA

Letjelica koja je izmijenila naše razumijevanje Mliječnog puta

Piše:

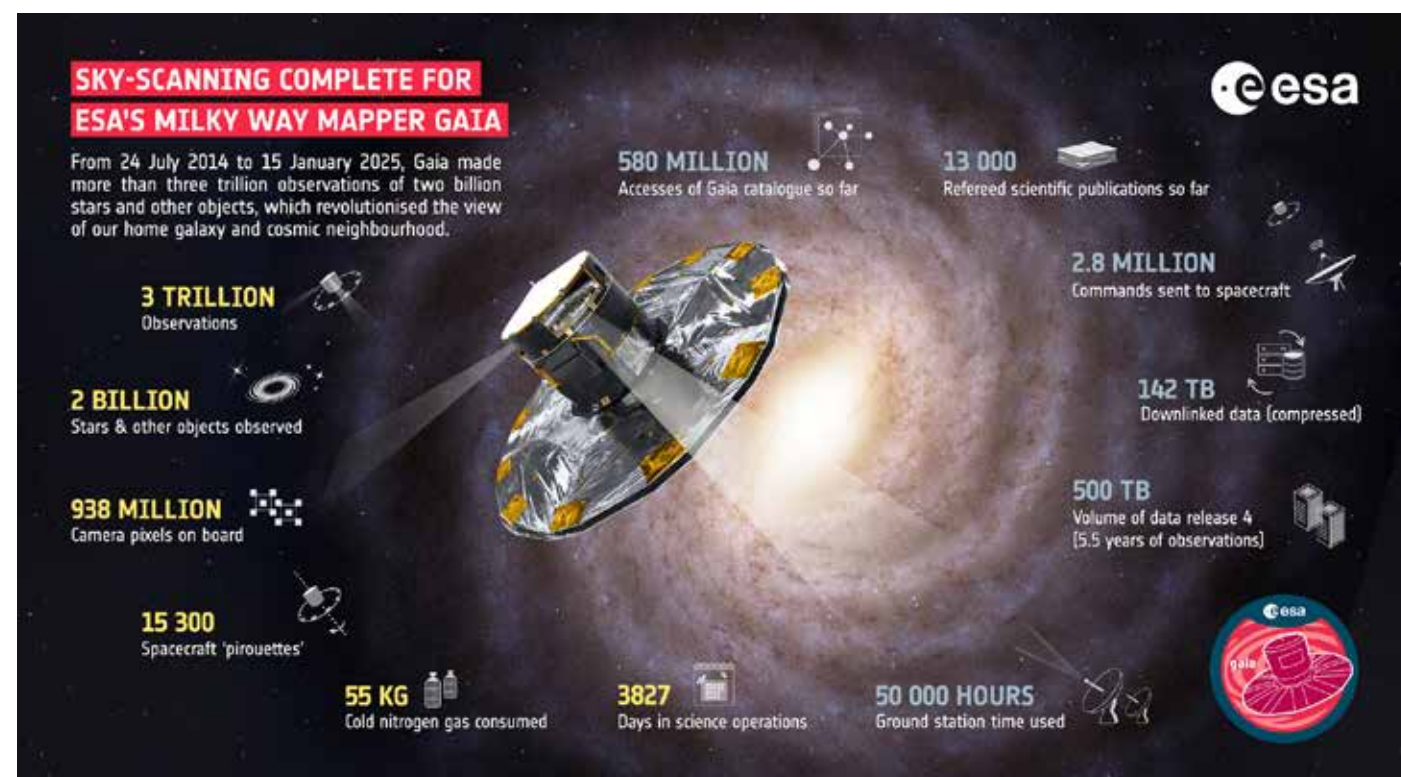
dr. sc. Lovro Palaversa



Nakon uspješno završenog dijela misije vezanog uz prikupljanje podataka, Gaia, letjelica Europske svemirske agencije (ESA) je 27. ožujka postavljena u konačnu heliocentričnu orbitu i pasivizirana slanjem završnih komandi iz Europskog centra za svemirske operacije (European Space Operations Centre, ESOC) gdje je i organiziran oproštaj od misije. Gaia je lansirana 19. prosinca 2013. iz svemirskog centra ESA-e u Kourou (Francuska Gvajana), na nominalno petogodišnju misiju prikupljanja podataka

za izradu najdetaljnijeg modela Mliječnog puta. Zahvaljujući slabijoj sunčevoj aktivnosti od predviđene, i posljedično manjim oštećenjima elektroničkih komponenti od očekivanih, Gaia je prikupljala podatke duže nego je bilo očekivano, tj. do trenutka kada je potrošen gotovo sav propelant potreban za održavanje Lissajousove orbite oko Lagrangeove točke L2 udaljene oko 1.5 milijuna kilometara od Zemlje. Prikupljanje znanstvenih podataka završeno je 15. siječnja, nakon čega su pro-

vedeni posljednji tehnološki testovi opreme postavljene na satelitu kako bi se prikupilo dodatno iskustvo za buduće misije. No, iako je dio misije završio, priprema i obrada podataka se nastavlja, a Gaia će još desetljećima doprinijeti znanstvenim otkrićima. Krajem 2026.g. se očekuje četvrta objava podataka (Data release 4, DR4) a sredinom sljedećeg desetljeća i konačna, peta objava podataka koja će uključivati sve podatke prikupljene tijekom gotovo jedanaest godina duge misije.



Statistički prikaz misije Gaia. Foto: ESA/Gaia/DPAC

Misija u brojkama

Tijekom ukupno 3287 dana znanstvene misije, Gaia je izvršila gotovo tri bilijuna opažnja dvije milijarde objekata (zvijezda, galaksija, asteroida, egzoplaneta, itd.), te poslala na Zemlju više od 142 TB komprimiranih podataka, koje su obrađivale i još uvijek obrađuju koordinacijske jedinice Gaia Data Processing and Analysis Consortiuma (DPAC). DR4 će sadržavati oko 500 TB podataka iz prvih 5.5 godina misije. Kao i obično, podaci će biti objavljeni u Gaia Arhivi (Gaia Archive, <https://gea.esac.esa.int/archive/>). Uz sada već uobičajene sastavnice, DR4 će po prvi puta sadržavati i individualna opažanja promatranih objekata. Zahvaljujući tome, i puno sveobuhvatnijoj objavi podataka vezanih uz spektre, ukupna veličina Arhive će skočiti s desetak na oko 500TB. Podatke objavljene u Arhivi priprema Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC), u radu kojeg je do sada sudjelovalo i četvero hrvatskih znanstvenika s Instituta Ruđer Bošković.

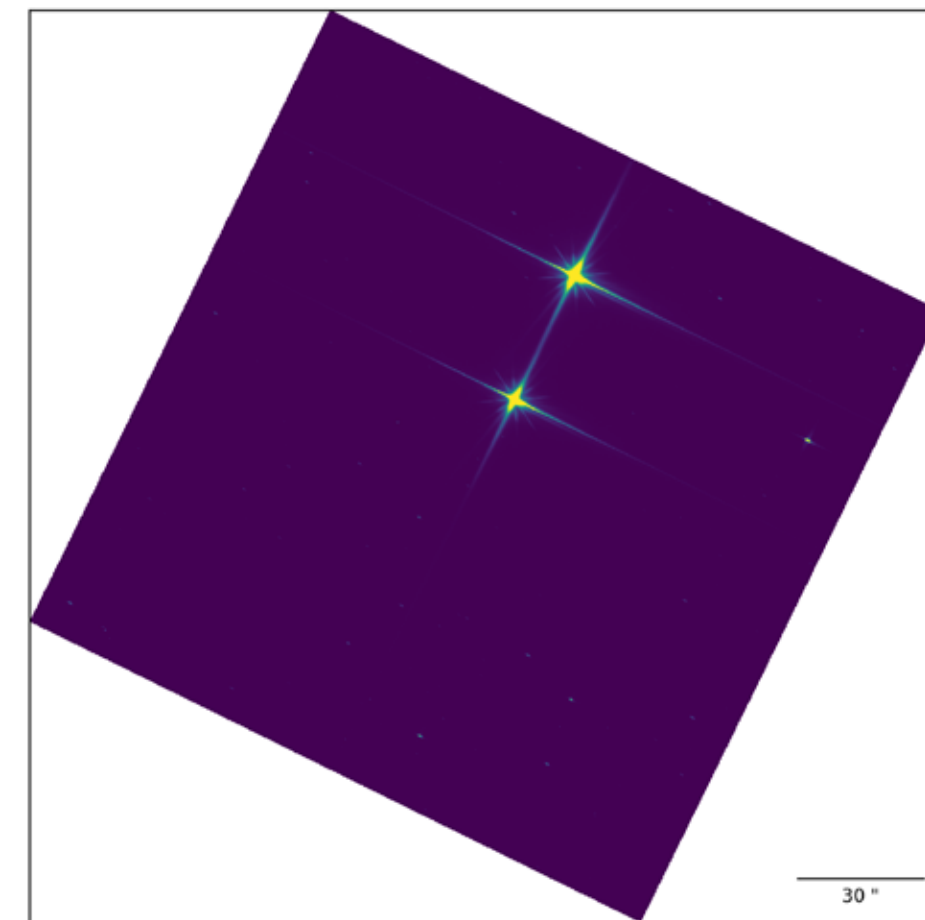
Instrumenti

Kako bi ispunila svoju zadaću i rasvijetlila složenu povijest Mliječnog puta, Gaia je koristila tri instrumenta: fotometrijski instrument, spektrofotometrijski instrument i spektroskop visoke razlučivosti. Svi instrumenti su koristili istu žarišnu ravninu u kojoj je postavljena najveća CCD kamera lansirana u svemir, sastavljena od 116 CCD-a ukupne rezolucije oko 1 Gpix i dimenzije

1.0m x 0.4m. Radi optimizacije astrometrijskih mjerenja, istovremeno su korištena dva reflektorska teleskopa dimenzija 1.5m x 0.5m, razmaknuta za kut od 106.5 stupnjeva. Serijski registri kamere su očitavani kontinuirano i sinhrono rotaciji letjelice kako bi se maksimizirala iskoristivost. Drugim riječima, nije bilo klasičnog zatvarača na kameri, već su podaci očitavani kontinuirano.



Umjetnički prikaz Mliječnog puta baziran na podacima misije Gaia. Foto: ESA/Gaia/DPAC



Zvijezda 61 Cygni posljednja je fotografija koju je Gaia snimila, samo nekoliko dana prije gašenja letjelice. Foto: ESA/Gaia/DPAC

irano. Upravo takva konfiguracija uređaja bila je neophodna kako bi astrofizičari mogli iz jednog uniformnog izvora dobiti informacije o položaju, udaljenosti, kinemati, dinamici i kemijskom sastavu zvijezda, podacima neophodnim za rekonstrukciju povijesti galaksije.

Preciznost mjerenja

Gaia je postavila nove standarde za preciznost mjerenja i brojnost opaženih objekata. Posebno se to odnosi na preciznost mjerenja trigonometrijske paralakse (do 10 kutnih mikrosekundi), čime je po prvi puta u doseg izravnih mjerenja udaljenosti došlo oko dvije milijarde zvijezda. Usporedimo li taj rezultat s misijom Hipparcos (1989.-1993.g.) i katalogima kojima je rezultirala (Hipparcos, 120 000 zvijezda i Tycho, 2.5 milijuna zvijezda), očito je došlo do velikog pozitivnog skoka u cenzusu zvijezda za koje sada postoje vrlo precizni i točni podaci.

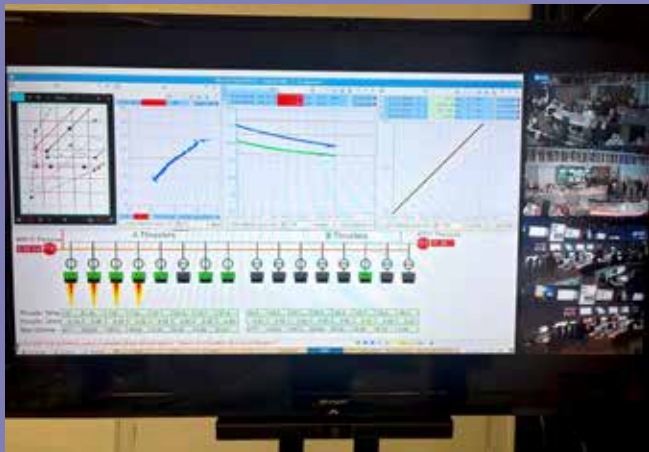
Otkrića

Posljedično, do sada objavljeni rezultati su bitno promijenili percepciju Mliječnoga puta. Teško je izabrati najdojmljivije otkrića u domeni galaktičke astronomije, no među njih svakako pripadaju ona koja su nedvosmisleno pokazala da je Mliječni put prilično turbulentno mjesto koje je proživilo mnoštvo sudara s obližnjim satelitskim galaksijama. Mnoštvu ostataka rastrganih malih galak-

sija koje su u prošlosti gravitacijski međudjelovale s Mliječnim putem sada se mogu odrediti orbite, te vrijeme sudara s Mliječnim putem. Iako su sudari samih zvijezda izuzetno rijetki, gravitacijsko međudjelovanje među galaksijama i Mliječnim putem dovelo je do deformiranja galaktičkog diska i nastanka raznih podstruktura Mliječnoga puta. Posljedice sudara i bliskih susreta su vidljive i u oscilacijama zvijezda u osi okomitoj na

galaktički disk. Također, moguće je da je jedan od bliskih susreta s patuljastom galaksijom iz zvijezda Strijelca doveo do pojave nestabilnosti u maglici iz koje je nastao Sunčev sustav. Osim toga, Gaia je po prvi put izmjerila i akceleraciju sunčevog sustava od 0.23 nm/s^2 , otkrila najmasivniju zvjezdanu crnu rupu, tisuće egzoplaneta, odredila orbite 160 000 asteroida i napravila brojne druge doprinose astrofizici.

Zanimljivost: Treba istaknuti da je gašenje, tj. pasivizacija letjelice vrlo složen zadatak. Naime, svemirske letjelice su opremljene nizom redundantnih (hardverskih i softverskih) sustava čiji zadatak je ponovno osposobiti letjelicu ukoliko dođe do nepredviđenog gašenja. Ukoliko se pasivizacija ne izvede odgovarajućim redoslijedom, može doći do ponovne nehotične aktivacije, što bi moglo imati posljedice za druge letjelice u sličnoj orbiti, te bi moglo dovesti do nastanka elektromagnetske interferencije, čime bi se otežala komunikacija s drugim letjelicama. Važan korak u pasivizaciji je i trošnje ostatka propelanta, tj. dovođenje letjelice u konačnu orbitu s "praznim tankom".



Paljenje potisnika kod prijelaza u heliocentričnu orbitu. Foto: dr.sc. Lovro Palaversa



Kod gašenja 106 CCD-ova, kontrola ih je gasila u nizu da se vidi "bye". Foto: dr.sc. Lovro Palaversa



Sekvenca posljednjih komandi koje su poslane na satelit/komunikacija, vidi se par fora poruka koje su ubacili kao odgovore satelita. Foto: dr.sc. Lovro Palaversa



POZIV NA RADIONICU FOTOMETRIJE

Regionalni susret edukatora astronomije

Piše:

dr. sc. Dejan Vinković

Astronomsko društvo Vega zadnjih je godina intenzivno uključeno u niz edukacijskih projekata - suradnje s vrtićima, osnovnim i srednjim školama, praktični radovi učenika osnovnih i srednjih škola, rad sa studentima, izrada priručnika iz astronomije za učenike i mentore, kao i izdavanje popularno-znanstvenog časopisa, održavanje javnih promatranja neba i predavanja za širu javnost.

Kroz sve te aktivnosti provlači se i bliska suradnja s edukatorima astronomije u Međimurju i šire. To uključuje nastavnike u školama, kao i astronome amatere organizirane kroz astronomske udruge u regiji. Porastom tih aktivnosti pojavila se potreba za organiziranjem okupljanja edukatora astronomije iz regije sjeverozapadne Hrvatske, ali i šire. Svrha okupljanja je stvaranje efikasnije logistike za izvođenje takvih aktivnosti, kao i jačanje kapaciteta kroz suradnju na zajedničkim aktivnostima.

Poziv

Stoga pozivamo zainteresirane edukatore astronomije da nam se pridruže na Regionalnom susretu koji će se održati 20. lipnja 2025. u Štrigovi, u prostorijama Doma kulture Štrigova.

Susret je podržala Općina Štrigova i osigurala prostor i ručak za sudionike. Početak je predviđen u 9:30, a formalni završetak u 15:00, ali se nadamo da će druženje se nastaviti u neformalnoj atmosferi i duže. Plan nam je predstaviti



priručnik Astronomska fotometrija za početnike, te kroz diskusiju i izlaganja sudionika dodirnuti teme: kako ojačati suradnju lokalnih astronomskih društava i škola, identifikacije glavnih logističkih prepreka za širenje aktivnosti, umrežavanje zainteresiranih edukatora radi međusobne podrške i kreiranja zajedničkih projekata, regionalna okupljanja učenika

(smotre, zimске/ljetne škole, tečajevi), regionalna okupljanja edukatora (tečajevi, radni sastanci, neformalna druženja), suradnje radi lakšeg prikupljanja financijskih sredstava za aktivnosti, itd.

Ukoliko nam se želite pridružiti, molimo Vas da ispunite registracijski formular do 4. lipnja.2025.

<https://shorturl.at/YK2gW>

INTERVJU: BORIS ŠTROMAR

dopredsjednik Udruge za zaštitu noćnog neba "Naše nebo"

Noć nije neprijatelj, ali svjetlosno onečišćenje jest



Mraka se ne treba bojati. Trebamo biti svjesni umjetne svjetlosti u svom okruženju i negativnog utjecaja agresivnog osvjetljavanja. Ima negativan utjecaj na čovjeka, ali i na biljni i životinjski svijet. Svjetlosno onečišćenje je nevidljiv problem koji mijenja prirodu i naš život

Piše:

Roberta Radović,
JU Međimurska priroda

Umjetnu rasvjetu treba koristiti racionalno. Problem je pretjerano i nepotrebno onečišćenje okoliša umjetnom rasvjetom. Ekološki pristup rasvjeti automatski bi značio veće uštede, kazao je Boris Štromar iz Zagreba, dopredsjednik Udruge za zaštitu noćnog neba „Naše nebo“, na radionici održanoj za komunalne redare međimurskih jedinica lokalne samouprave. Radionicu je sredinom ožujka organizirala Međimurska priroda – Javna ustanova za zaštitu prirode. Gost radionice je uz Štromara bio i Zoran Novak, predsjednik Astronomskog društva „VEGA“ iz Čakovca. Sudjelovali su komunalni redari s područja Međimurske županije odnosno dionici i suradnici Međimurske prirode, a sudomaćin radionice bio je Grad Čakovec. Glavna tema je bila problematika svjetlosnog onečišćenja. Nakon što je Ivana Horvat, viša stručna suradnica za upravljanje projektima predstavila rezultate prve godine provedbe projekta Zlikovci u prirodi te pozitivne primjere kontrole invazivnih stranih vrsta u Međimurskoj prirodi, fokus je usmjeren na temu „Zaštita od svjetlosnog onečišćenja u praksi“. Razvila se konstruktivna i dinamična rasprava i razmjena iskustava s osvrtnom na provedbu Zakona o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 14/19). Voditelj radionice Boris Štromar, u istraživanje izvorišta i rješavanja svjetlosnog onečišćenja krenuo je još prije dvadesetak godina, prije svega s namjerom edukacije javnosti. Jer kazao je, taj se problem previše ne



Ulična rasvjeta u Čakovcu, također bi se mogla poboljšati, opazio je Boris Štromar

opaža, a ima velik utjecaj na prirodu: - Zainteresirala me ta tematika upravo zbog toga što se svjetlosno onečišćenje u javnosti ne doživljava kao problem. Ne percipira se negativan utjecaj na čovjeka i prirodu. Želim svojim radom doprinijeti očuvanju okoliša. A problem se relativno jednostavno može riješiti. Racionalnim korištenjem količine rasvjete i njezinim intenzitetom, već bi se mnogo postiglo. Kod nas percepcija tehnološkog razvitka još uvijek glasi: što više rasvjete, to smo razvijeniji. Princip je zapravo obrnut. U Njemačkoj izvan naselja ima vrlo malo rasvjete. Ne samo zbog ekološkog principa, već i zbog nepotrebnog trošenja električne energije. Kod nas razbacivanje rasvjetom

jako šteti okolišu, a u konačnici, sve mi to porezni obveznici, plaćamo.

Zašto se Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja ne primjenjuje?

- Prije svega zbog nerazumijevanja. Ljudi su zbunjeni jer nisu dovoljno upoznati sa svojim pravima, kao građani. Puno je prijava o smetnjama zbog nepravilnog osvjetljenja. Komunalni redari jedinica lokalnih samouprava nisu dovoljno upoznati sa Zakonom, stoga su radionice i informiranje kao što je bilo ovo u Čakovcu, vrlo korisne.

Kakva su vaša iskustva kod inicijative predlaganja odgovorne upotrebe rasvjete?



Praktičan dio radionice dao je uvid u koristi pravilnog osvjetljavanja

- Svi inzistiraju na uštedama, a većini je zapravo teško shvatiti kako umjetna svjetlost šteti okolišu. Brojnim vrstama životinja, primjerice noćnim insektima, mrak je prirodno okruženje. Nama ljudima noć nije primarno okruženje, svjetlost nam ne smeta, jer spavamo i „baš nas briga“. Ali, pretjerivanje sa svjetlosti noću brojnim životinjama itekako smeta. Ako nam je preko puta stana ili kuće svjetleća reklama, spašavamo se spuštanjem roleta, ali ptice to ne mogu učiniti. Ptice koje se zadržavaju u urbanom okruženju sve teže podnose svjetlosno onečišćenje. Iako ljudi postaju svjesniji te problematike, sve je to još uvijek nedovoljno.

Svjetlosno onečišćenje uz prometnice osobito na križanjima jest sve veći problem. Kako smanjiti takvo svjetlosno „nasilje“?

- Ti prostori počeli su biti izbombardirani svjetlećim reklamama.

gradovima, izravno krši zakon. To je velik problem. Postoji otpor da se ovaj trenutačni Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (Narodne novine, br. 114/11.) primjenjuje.

U adventsko vrijeme svjetleće dekoracije traju i više od mjesec dana, a u trendu jesu i organizacije festivala svjetlosti. Kakav je vaš stav prema takvim izvorima umjetnog osvjetljavanja?

- Sve je to na neki način u redu: imati osvijetljeno pročelje arhitektonski lijepe zgrade, crkve i sl. Ali, kada bi se držali propisanih ograničenja, onda ne bi došlo do natjecanja tko će imati blještaviju crkvu. Svećenicima će zasigurno biti puno draže da uz lijepo osvijetljenu crkvu vide božji svemir i zvijezde, nego da intenzivna svjetlost zaslijepljuje ljude. Prigodne rasvjete su također prihvatljive. Međutim, one ne služe ničemu dok spavamo. Apsurd festivala svjetala je da posjetitelji u gradu zapravo uživaju u ugašenoj rasvjeti. Kada se rade svjetlosne projekcije na zgradama glavnih trgova, tad svi trgovci imaju ugašenu javnu rasvjetu. Romantika je naglašena prigodnim osvjetljenjem. Takvi festivali pokazuju kako neke građevine mogu biti na lijep način osvijetljene. Precizno i maštovito, a opet diskretno, tako da je sve oku ugodno. Ne trebamo „prst u oko“ kao kad je zagrebačko Hrvatsko narodno kazalište osvijetljeno stadionskim reflektorima, čime se negira ljepote te građevine.



Uz Štromara, gost na radionici namijenjenoj komunalnim redarima bio je i Zoran Novak, predsjednik AD Vega



Radionica je održana u gradskoj vijećnici Grada Čakovca

U Sloveniji postoje brojni primjeri pravilno osvijetljenih sakralnih objekata ili drugih vrijednih građevina. Kakva je situacija u Hrvatskoj

- Kod nas uopće nema svijesti o potrebi kvalitetnog osvijetljavanja arhitekture. Kod nas je domet staviti „reflektorčinu“, pa građevina poprima dojam demonskog objekta, umjesto da je precizno naglašena njezina vrijedna arhitektura. Kod nas ima puno posla za svjetlosne dizajnere. Sve se može osmisлити i

postaviti tako da bude moderno i kvalitetno osvijetljeno, bez napadnog blještavila.

Što može pojedinac učiniti za smanjenje svjetlosnog onečišćenja?

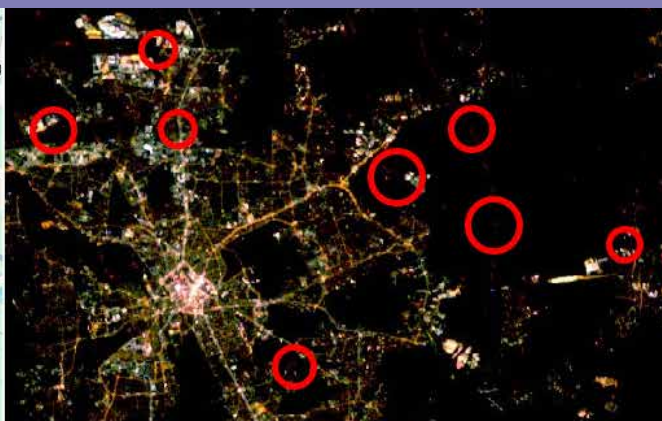
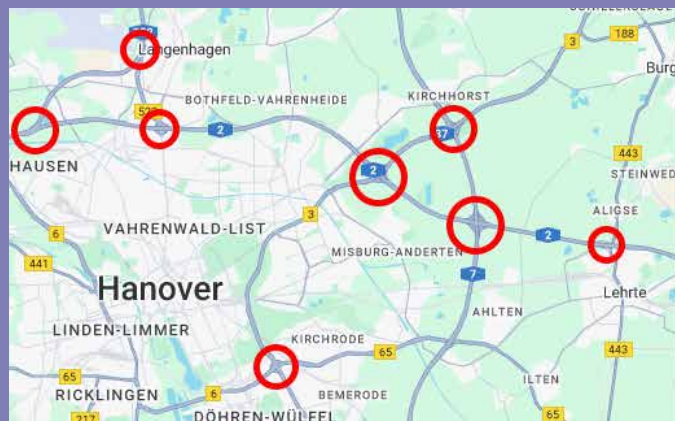
- Treba krenuti od sebe i biti obziran prema susjedima. Imamo li imamo svoje dvorište onda osvijetljavamo svoj dio, a ne susjedov prozor. Ako imamo okućnicu, treba imati na umu da tu žive insekti kojima noću smeta svjetlost. Znamo svi koliko se

noćnih leptira skuplja na svjetiljke, pa svjetiljke treba što češće i što ranije gasiti. Ako je pitanje sigurnosti građana, onda je puno bolje napraviti svjetiljke koje imaju senzor na pokret. Velika količina rasvjete nužno ne znači uvijek i sigurnost. Razbojnik nije supermeni i ne vide u mraku. Ako je sve osvijetljeno susjedi neće obraćati pozornost ako netko prolazi tim dijelom. Ali ako je mrak i netko s baterijskom lampicom hoda naokolo, e onda je to sumnjivo i obratit će se pozornost.

Dobre prakse u Njemačkoj

Boris Štomar istaknuo je primjer njemačke dobre prakse u domeni osvijetljavanja prometnica na odmaralištima autocesta:

U Europi je razvijenija svijest o problematiki svjetlosnog onečišćenja jer se prate troškovi. Razmišlja se o tome da li treba nešto osvijetliti što ujedno znači i trošenje finansijskih sredstava. Ako rasvjeta na autocestama ne utječe na sigurnost, a ne utječe, što pokazuju brojke, onda se neće trošiti ogromni novci za to. Istovremeno, mi smo u Europi prema statistici među najgorima po poginulima u prometu na sto tisuća ljudi. Njemačka ima deset puta više prometa i kilometraže autocesta, ali na samim autocestama uopće nema rasvjete, niti na odvojcima niti na odmorištima. Na odmorištima je rasvjeta samo na parkiralištu. Nijemci brinu o tome kamo ide novac, ne bacaju ga u smeće. Kod nas je još uvijek problem osvijestiti pravilan pristup potrebama osvijetljavanja javnih i privatnih prostora.



Odvojci i odmorišta na velikom dijelu autocesta u Europi nisu osvijetljeni

NESTANAK OPRAŠIVAČA

Noćnih leptira ima više nego dnevnih. Obje skupine su ugrožene!

Piše:

Roberta Radović,
JU Međimurska priroda

Hrvatski stručnjak za leptire, dr.sc. Toni Koren, na radionicama za prepoznavanje leptira organiziranim tijekom 2024. godine za djelatnike Međimurske prirode – Javne ustanove za zaštitu prirode, u jednom od predavanja naglasio je kako su noćni leptiri brojniji od dnevnih. Mnoge će, kako se to nogometnim riječnikom kaže na prvu loptu, iznenaditi činjenica kako se na području Europe bilježi čak 95 % noćnih leptira. Preostalih 5 % čini populacija dnevnih leptira. Noćni leptiri značajni su oprašivači. Svi imamo, manje ili više, iskustvo doživljaja kad nam noćne svjetiljke i svjetlo u domu privlače noćne leptire, ali daleko više opažamo šarenilo i ljepotu krila dnevnih leptira. Stručnjaci ovu skupinu insekata, noćne leptire, istražuju uz pomoć svjetlosnih zamki.

Matulov grunt

Edukacijsko-istraživački centar Matulov grunt u Frkanovcu idealan je za istraživanje dnevnih i noćnih leptira. Centar je posvećen leptirima plavcima. Prije dvije godine unutar trećeg Kampa mladi čuvari prirode preparator Ivica Pakrac održao je zanimljivu prirodoslovnu radionicu „Lov noćnih leptira“. Na gruntu su bile postavljene svjetleće piramide. Kako je kazao, u Hrvatskoj živi oko 190 dnevnih leptira i nekoliko tisuća noćnih leptira. Tijekom radionice na Matulovu gruntu opažen je između ostalog i noćni leptir Danja medonjica (Euplagia quadripunctaria). Hrvatski naziv „Danja medonjica“ dobila je jer se može opaziti i danju. Danja medonjica spada među ciljane vrste



Priručnik Leptiri med dvema vodama:

Priručnik se može nabaviti u Centru Med dvema vodama

uključene u ekološku mrežu Natura 2000. Na njezinu zaštitu i očuvanje obvezale su se sve članice Europske unije.

Nestanak leptira

Posljednjih godina, opaža se nestanak divljih oprašivača, pa je tako i sve manje leptira. Razlozi su brojni, a jedan od njih je nestanak njihovih prirodnih staništa, osobito livada. Međimurska priroda je s namjerom edukacije osnovnoškolaca objavila priručnik džepnog formata za prepoznavanje dnevnih leptira u Međimurju nazvan „Leptiri med dvema vodama“. Doprinos je to upoznavanju vrsta leptira koje obitavaju na području Međimurja. Glavni dio čine fotografije i opisi četrdeset i dvije vrste leptira koje obitavaju na području Međimurske županije. Cilj priručnika je upravo podići svijest javnosti o jednoj od glavnih prijetnji za opstanak leptira – nestanak staništa leptira, nestanak livada.



Determinacija noćnih leptira na Matulovu gruntu

Dobro je znati, **Svjetski dan leptira** obilježava se 28. svibnja.

TAMNO NEBO, ŽIVOT KOJI CVJETA

Konferencija projekta ADRISKY u Mariboru



Piše:
Nana Irgolič
koordinatorica projekata

U sklopu međunarodnog projekta ADRISKY, 10. travnja 2025. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Mariboru održana je konferencija (online i uživo) pod nazivom *Tamno nebo, život koji cvjeta: Suočavanje s utjecajem svjetlosnog onečišćenja na divlji svijet, bioraznolikost i ljudsko zdravlje*. Događaj je okupio približno 80 sudionika (znanstvenika, stručnjaka i istraživača) iz više europskih zemalja, s ciljem interdisciplinarnog pristupa sve značajnijem ekološkom problemu današnjice, svjetlosnom onečišćenju. Sudjelovanje je bilo besplatno i dostupno svima, čime je potvrđena predanost široj društvenoj uključenosti. Konferenciji je prisustvovao i predsjednik Astronomskog društva Vega, Zoran Novak, budući da AD Vega surađuje s Razvojnou agencijom REDEA, hrvatskim partnerom u projektu. Upravo ta suradnja omogućuje veću prisutnost domaćih dionika u međunarodnim inicijativama koje se bave očuvanjem noćnog okoliša i borbom protiv svjetlosnog onečišćenja. U nastavku teksta, nosioc projekta "Razvojni centar Murska Sobota", donosi osvrt na konferenciju.

O projektu ADRISKY

ADRISKY je kolaborativni projekt koji se bavi svjetlosnim onečišćenjem i njegovim utjecajem na bioraznolikost i noćna staništa u jadransko-jonskoj regiji. S partnerima iz šest

zemalja, projekt prepoznaje potrebu za transnacionalnim pristupom ovom raširenom problemu. Cilj projekta je smanjenje svjetlosnog onečišćenja putem kampanja za podizanje svijesti, inovativnih strategija i praktičnih alata. Ključni rezultati uključuju Teritorijalne akcijske planove za sedam pilot područja, koji nude jasne smjernice za dugoročnu zaštitu, te priručnik s jednostavnim metodama za ublažavanje posljedica. ADRISKY također pruža preporuke za donositelje politika na razini EU-a te privremeni akcijski plan za usmjeravanje regionalne suradnje. Projekt potiče suradnju kroz Platformu za ublažavanje svjetlosnog onečišćenja jadransko-jonske regije, koja povezuje znanstvenike, donositelje politika i lokalne zajednice. Jedna od istaknutih značajki projekta je uključivanje građanske

znanosti, kojom se javnost uključuje u praćenje stanja i proširuje pokrivenost podacima. Integrirani, međusektorski pristup projekta ADRISKY ima za cilj trajan učinak na bioraznolikost, ekosustave i ljudsko zdravlje.

Pregled konferencije

Eva Klemenčič i Iztok Banič sa Sveučilišta u Mariboru otvorili su događaj toplom dobrodošlicom i predstavili ciljeve konferencije, nakon čega je Tadej Pirc, voditelj projekta ADRISKY (Razvojni centar Murska Sobota), naglasio hitnost zajedničkog i inovativnog djelovanja u borbi protiv svjetlosnog onečišćenja. **Jutarnja izlaganja** bila su usmjerena na politike, mjerenja i tehnologiju. Yana Yakushina (Sveučilište u Gentu, Belgija) govorila je o ak-



Sudionike konferencije pozdravio je dekan Sveučilišta Iztok Banič



Sudionici konferencije

tualnim regulacijama svjetlosnog onečišćenja i budućim smjerovima u razvoju politika. Andreas Hänel (Sveučilište u Osnabrücku, Njemačka) fokusirao se na metode mjerenja svjetline noćnog neba i odgovarajuće kontrolne metode. Christopher Kyba (GFZ Helmholtz centar, Njemačka) predstavio je EULE Mission Concept, inicijativu koja ima za cilj promatranje umjetne rasvjete iz svemira, čime bi se poboljšalo razumijevanje njezina globalnog utjecaja. **Dnevni blok** bio je posvećen strateškim i regionalnim, suradničkim pristupima. Dario Barghini (Nacionalni institut za astrofiziku, Italija) predstavio je DarkerSky4CE, srednjoeuropsku inicijativu za koordinaciju regionalnih nara protiv svjetlosnog onečišćenja. Elena Maggi (Sveučilište u Pisi, Italija) prikazala je projekt Aquaplan, koji istražuje utjecaj kombiniranog svjetlosnog i zvučnog onečišćenja na vodene ekosustave. Paweł Tysiąc (Tehničko sveučilište u Gdanjsku, Poljska) govorio je o projektu PLAN-B, usmjerenom na identifikaciju praktičnih strategija za ublažavanje okolišnih utjecaja svjetla i buke. **Popodnevni dio** bio je posvećen temama divljih životinja, zakonodavnog okvira i zagovaranja. Marko Prokić (Sveučilište u Beogradu, Srbija) podijelio je rezultate istraživanja o fiziološkim

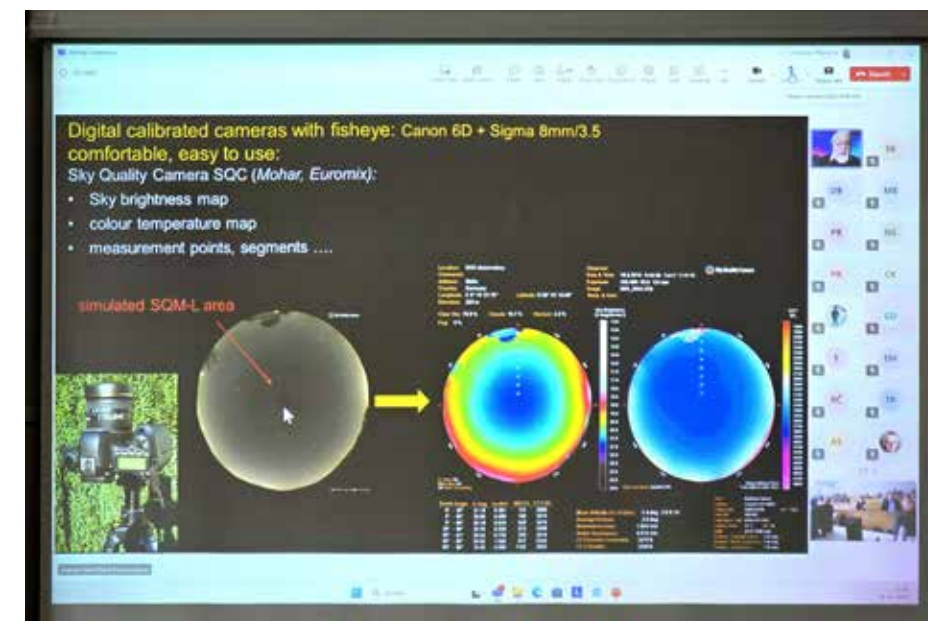
reakcijama vodozemaca na različite vrste LED rasvjete. Sibylle Schroer (Leibniz institut, Njemačka) predstavila je razvoj nacionalne pravne uredbe za zaštitu prirodnih staništa od umjetne svjetlosti. Ruskin Hartley (DarkSky International, SAD) održao je snažno završno predavanje u kojem je naglasio širu važnost očuvanja noćnog neba za prirodu i čovječanstvo.

Završni osvrt

Konferenciju je zaključio Tadej Pirc, istaknuvši potrebu za interdisciplinarnom suradnjom i uključivanjem zajednice u provedbu učinkovitih

rešenja. Događaj je potaknuo zajedničku viziju budućnosti u kojoj tamno nebo podržava ekološku ravnotežu i ljudsko zdravlje. Jasno je da borba protiv svjetlosnog onečišćenja nije samo znanstveni i politički izazov, to je i kulturni i etički. **Noćno nebo nije luksuz, već zajednička baština. Ona koju moramo očuvati ne samo za zaljubljenike u zvijezde, već za svako biće koje ovisi o ritmu tame kako bi preživjelo.**

Projekt ADRISKY sufinanciran je iz programa Interreg IPA ADRION kroz Interreg fondove (Europski fond za regionalni razvoj i IPA III).



Detalj sa predavanja o metodama mjerenja svjetline noćnog neba, Andreas Hänel

UVOD U ASTRONOMSKU FOTOMETRIJU

Primjena priručnika AD Vega u izradi praktičnih radova za natjecanja iz astronomije

Piše:

dr. sc. Dejan Vinković

Suradnja Astronomskog društva Vega i Centra izvrsnosti iz astronomije u Varaždinu za ovu školsku godinu kulminirala je početkom ovog proljeća kroz praktične radove učenika za natjecanja iz astronomije. Suradnja je uključivala čitav niz radionica na temu astronomske fotometrije, kako bi se učenike osposobilo za samostalnu izvedbu praktičnih radova. Radionice su imale teorijske i praktične dijelove, pri čemu su srednjoškolci prolazili opsežan i zahtjevniji program, dok su osnovnoškolci imali pojednostavljen, pa time i ubrzani program. Sve fotometrijske radionice su se temeljile na priručniku **Astronomska fotometrija za početnike** čiju je izradu pokrenulo AD Vega i koji je sada javno dostupan.



Jedna od slika koje su učenici snimili sa zvjezdarnice u Savskoj Vesi (Orionova maglica).

U toj početnoj fazi koja je krenula na jesen učenici su vježbali na snimkama neba koje je pripremila AD Vega, a glavni cilj bilo je osamostaliti ih u korištenju alata za fotometriju.

Početkom godine krenulo se u podršku učenicima koji su prošli uvodne tečajeve i zatim si odabrali projekte zadatke. To je uključivalo tri srednjoškolske radnje i četiri



Učenici Centra izvrsnosti iz astronomije iz Varaždina tijekom večeri prikupljanja podataka za potrebe praktičnih radnji iz astronomije. Na slici iz zvjezdarnice u Savskoj Vesi vidi se i nova oprema koja je nabavljena donacijom Grada Čakovca.



Učenici Centra izvrsnosti iz astronomije u Varaždinu tijekom postupka obrade slika i fotometrijskih mjerenja.

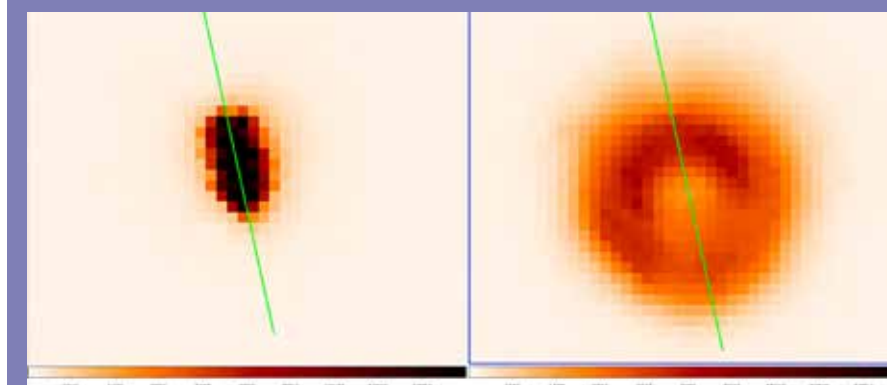


osnovnoškolske. U tu svrhu morali su napraviti svoje snimke neba, pa je AD Vega im pripremila i praktične radionice na temu korištenja fotoaparata i teleskopa.

Osnovnoškolske radnje su ciljano osmišljene da se mogu izvesti samo pomoću fotoaparata bez praćenja neba. Stoga su osnovnoškolci imali večer snimanja neba uz podršku AD Vega na lokaciji nedaleko od Varaždina. Srednjoškolci su koristili i teleskop, pa ih je AD Vega ugostila na zvjezdarnici u Savskoj Vesi, koju je AD Vega na održavanje i korištenje ustupio Grad Čakovec, te koja je uz pomoć Grada nedavno opremljena novom opremom. Radnje su ujedno bile i prilika da se testira fotometrijska preciznost te opreme i odrade neki od kalibracijskih koraka.

Učenici su nakon toga samostalno doradili i poprilično opsežan set mjerenja iz kojih su dobili vrlo zanimljive rezultate, na što smo iznimno ponosni. Radnje koje su napisali su lijep primjer koliko brzo se može napredovati u znanju astronomije kada se uloži dovoljno truda. Nadamo se da će im sav taj trud i znanje koje su prikazali biti dodatno nagrađeni i uspjehom na državnom natjecanju iz astronomije. A svima koji se žele upustiti u praktičnu astronomiju, preporučamo naš priručnik koji je bio temeljna literatura u ovim radionicama o fotometriji.

O priručniku



Astronomska fotometrija za početnike je priručnik za početnike u astronomiji, ili one koji žele zakoračiti u znanstveni svijet astronomije. Namijenjen je učenicima, nastavnicima, studentima, i entuzijastima. Priručnik pretpostavlja da za početak imate samo fotoaparat, što je uobičajena oprema u školama i dovoljna za krenuti raditi fotometrijska mjerenja. Pretpostavka je da čitatelj nema veliko poznavanje astronomije, pa se stoga u prvom dijelu priručnika prolazi kroz osnovne teorijske koncepte relevantne za fotometriju. Zatim su opisane upute kako koristiti fotoaparat za snimanje neba i prikupljanje podataka, kao i kako obraditi slike u astronomskim programima, uključujući i upute kako napraviti fotometrijska mjerenja. U zadnjem dijelu priručnika dajemo niz praktičnih primjera fotometrijskih projekata koji se mogu odraditi koristeći znanja i tehnike opisane u ovom priručniku. Priručnik je besplatno dostupan za preuzimanje na poveznici:

<https://fotometrija.advega.hr/>

Ukoliko želite primati obavijesti o mogućim korekcijama, dopunama, dodatnim sadržajima i pričama vezanim uz priručnik, prijavite se za uključivanje u email listu: <https://fotometrija.advega.hr/prijava.html> A biti će nam drago ako nam se javite na e-mail s pričom kako ste koristili priručnik ili imate li sugestija kako ga poboljšati. E-mail adresa je: fotometrija@advega.hr

U DRUŠTVU OBLAKA

Svjetleći polarni mezosferski oblaci (Noktilucentni oblaci)

Piše:

Maja Kraljik

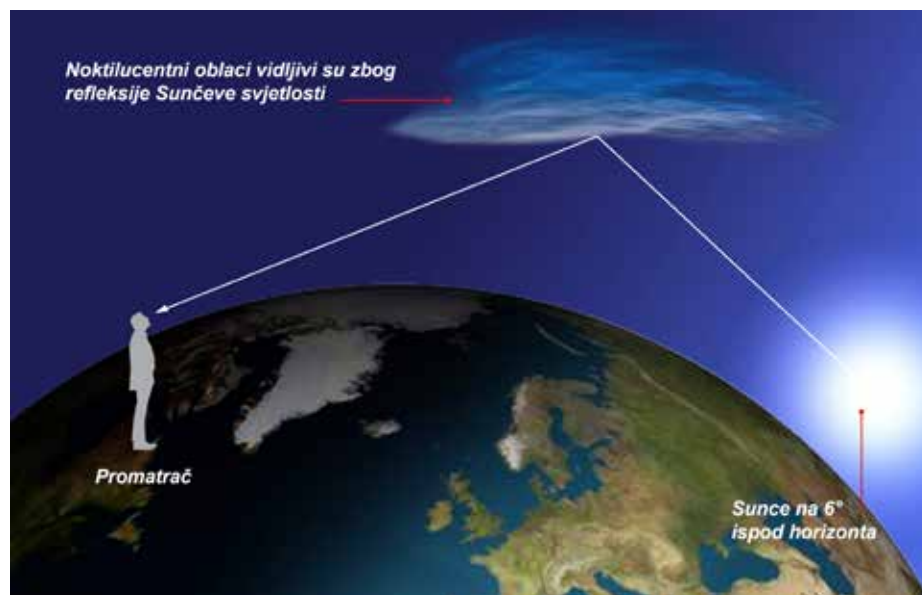
Polako nam se bliži sezona njihovog prvog pojavljivanja i praćenja, pa da nešto malo više kažemo o samim noktilucentnim oblacima, za koje još uvijek mnogi nisu čuli, niti ih vidjeli.

Što su NLC oblaci?

Prvo i osnovno – noktilucentni oblaci (engl. noctilucent clouds, skraćeno NLC) sastoje se od vrlo malih kristala vodenog leda formiranih na sitnim česticama prašine, vrlo vjerojatno kozmičkog podrijetla od mikrometeora. Smatra se da je prosječni promjer čestica noktilucentnih oblaka oko 0,3 μm . Noktilucentni oblaci nastaju samo tijekom ljeta kada su temperature visoko u mezosferi najniže. To znači da temperature moraju biti oko -120°C da bi se noktilucentni oblaci formirali.

Vidljivi su visoko u mezosferi, na visini od 80–85 km, i to samo u sumrak ili na tamnom noćnom nebu u smjeru sjevera. Kod nas su najčešće primijećeni i dokumentirani u lipnju, pa sve do sredine srpnja, kada zahvaćaju i sjeverozapad te sjeveroistok.

Smatra se da su noktilucentni oblaci „neravni rub“ velikog prožimajućeg sloja polarnih mezosferskih oblaka. Iako se noktilucentni oblaci ne mogu promatrati sa Zemljine površine na polarnim geografskim širinama, polarni mezosferski oblaci mogu se promatrati sa satelita i svemirskih letjelica s posadom u orbiti oko Zemlje. Promatraju se sa ruba naspram pozadine tamnog neba, a njihova svjetlina i učestalost rastu s geografskom širinom prema polovima.



Kako promatrati noktilucentne oblake / ilustracija AD Vega

Uvjeti za opažanje

Noktilucentni oblaci vide se na pozadini tamnog neba kada je Sunce daleko ispod horizonta, ali su oblaci na velikim visinama još uvijek osvijetljeni Sunčevom svjetlošću. Postaju vidljivi otprilike u isto vrijeme kad se pojave zvijezde prve magnitude. Promatrač treba imati neometan pogled na horizont prema sumračnom sektoru neba. Općenito, noćni oblaci će se vidjeti blizu horizonta, obično se protežu do oko 15° – 20° iznad horizonta duž sumračnog luka. Mogu se proširiti i na veće visine, ponekad i iza zenita, osobito na početku prikaza i pri kraju. Noktilucentni oblaci općenito se opažaju tijekom razdoblja sumraka kada je Sunce između 6° i 16° ispod horizonta promatrača, s najboljom vidljivošću kada je Sunce oko 10° ispod horizonta. Kada je Sunce

manje od 6° ispod horizonta, pozadina neba je presvijetla za opažanje umjerenog prikaza. S druge strane, kada je Sunce više od 16° ispod horizonta, razina na kojoj se stvaraju oblaci više nije osvijetljena. Svjetli noktilucentni oblaci mogu se otkriti kada je Sunce između 2° i 6° ispod horizonta, ali ih je tada teško razlikovati od visokih cirrusa u takvim uvjetima.

Vizualna svojstva

Kada promatramo svijetle, dobro razvijene noktilucentne oblake u vedrim uvjetima, identifikacija je laka, čak i za neiskusnog promatrača. Međutim, mogu se pojaviti poteškoće pri identificiranju slabijih oblaka bez izraženih strukturnih detalja. Identifikacija je otežana i kada su zaklonjeni troposferskim oblacima.



Foto: Gregor Vojšćak

U slučaju sumnje, promatrač bi trebao provjeriti ne radi li se o troposferskom oblaku ili contrailu (tragu aviona) obasjanom Suncem ili Mjesecom. Ono što noktilucentne oblake vizualno razlikuje od troposferskih oblaka je njihova vidljivost noću, očigledna plavo-bijela boja i nestanak u zoru, blizu početka građanskog sumraka. Nakon zalaska Sunca, noktilucentni oblaci su isprva sivkasti ili blijedoplavi, a kako vrijeme odmiče, postaju sve sjajniji. Pojavljuju se plavkasto bijele poput potamnjenog srebra, biserno bijele ili električno plave boje. Često su prisutne zlatne, crvenkaste ili zelenkaste nijanse kada su

oblaci blizu horizonta. U nekim prilikama može postojati i crveni gornji rub oblaka – no to je vrlo rijetko. U samu ponoć, ovi noćni oblaci mogu se vidjeti prilično nisko na našem sjevernom horizontu i tada su najčešće u svom „punom sjaju“, iako se takvi često pojave već i sat vremena ranije. Kako se približava izlazak Sunca, mogu se pojaviti na većem dijelu neba, prije nego što u potpunosti nestanu u zoru – ponekad i do dva sata prije nje.

Tehnologija i zablude

Zadnjih godina, s razvojem tehnologije i sve većim utjecajem društvenih

mreža, sve češće dolazi do situacija gdje ljudi mobitelima fotografiraju oblake i pogrešno vjeruju da su vidjeli noktilucentne oblake. Najčešće se tada radi o cirrusima ili contrailovima. Zato je važna točna identifikacija. No, tko jednom doživi pravi prikaz noktilucentnih oblaka, teško će ih sljedeći put zamijeniti s nečim drugim. Inače, postoji i radar preko kojega možemo pratiti moguće signale za noktilucentne oblake, a zove se OSWIN. To je VHF radar za proučavanje gornje atmosfere, koji je konstruirao i njime upravlja Institut za fiziku atmosfere u Kuehlungsbornu (Njemačka). Pušten je u rad u ljeto 1999. godine, a radar radi potpuno automatski te generira visinske profile 3D vektora vjetrova i refleksije. Poveznica na radar: <https://www.iap-kborn.de/forschung/abteilung-radarsondierungen/aktuelle-radarmessungen/oswin-mesosphaere>

Očekivanja

Nadamo se da nadolazeća sezona noktilucentnih oblaka neće podbaciti, iako je Sunce trenutno u svom maksimumu, što prema nekim znanstvenim teorijama smanjuje pojavljivanje ovih oblaka. I doista, zadnje dvije godine nismo imali puno zabilježenih opažanja. Isto tako, nadamo se i vedrom nebu u vrijeme njihova pojavljivanja, jer uživanje u pogledu na njih zaista je poseban osjećaj i doživljaj.



Foto: Maja Kraljik



Noktilucentni oblaci; foto: Maja Kraljik

KONDENZACIJA NA DJELU

Kako stvoriti oblak u boci?

Piše:

Melita Sambolek, prof.

Oblaci na nebu gotovo su svakodnevnna pojava. Ponekad lijepi, bijeli i pahuljasti, a ponekad sivi i kišni. U nekim pak atmosferskim uvjetima mogu se opažati noćni svjetleći oblaci o kojima možete više saznati u ovom broju časopisa. Astronomima za vrijeme promatranja noćnog neba mogu „sakriti“ pogled prema zvijezdama pa tada nisu dobrodošli, no ako nekoliko tjedana pratite oblake uvidjeti ćete raznolikost oblika i boja u kojima se pojavljuju.

Kako oblaci nastaju?

Nekoliko je uvjeta potrebno za nastanak oblaka. Potrebna je vlaga u atmosferi, a to je voda u obliku vo-

dene pare nevidljiva golom oku. Dovoljna količina vodene pare znači da zrak u određenim uvjetima (ovisno o temperaturi) može postati zasićen vodenom parom, tj. postane saturiran. Molekulama vodene pare potrebna je površina na kojoj će se skupljati i kondenzirati u sitne kapljice vode ili kristaliće leda. To mogu biti higroskopne čestice prašine ili aerosoli ili druge kapljice oblaka koje „upijaju“ vlagu i nazivaju se jezgrama kondenzacije. Proces rasta kapljica i kristalića nastavlja se sve dok je zrak zasićen, a to može postati na dva načina: povećanjem sadržaja vodene pare u zraku tako dugo dok zrak više ne može prima-

ti vodenu paru ili ohlađivanjem do temperature rosišta (temperatura pri kojoj se događa kondenzacija). Kapljice oblaka mogu biti veličine od nekoliko mikrometara do nekoliko desetaka mikrometara (mikrometar je milijunti dio metra).

Za pretvaranje vodene pare u kapljice vode potrebno je vodenu paru ohladiti, a taj se proces odvija tijekom različitih mehanizama, a ključan je onaj u kojem se topli zrak podiže u vis i hladi. Vertikalnim gibanjem u vis, zrak s određenom količinom vodene pare, dolazi u područje sniženog tlaka zraka, širi se i pri tome hladi. Hladan zrak postaje zasićen tj. saturiran pri manjem sadržaju

vodene pare nego topli zrak. U trenutku kada se temperatura vlažnog zraka spusti do temperature rosišta i nastavi dalje hladiti, počinje proces kondenzacije nevidljive vodene pare te ona postaje vidljiva – nastaje oblak.

Svjetska meteorološka organizacija (WMO - World Meteorological Organisation) predložila je klasifikaciju oblaka prema sastavu, visini na kojoj nastaju, mehanizmu nastanka i obliku. Na temelju toga napravljen je Međunarodni atlas oblaka s brojnim primjerima i neprestano se obogaćuje novim slikama, a možete ga istražiti na: <https://cloudatlas.wmo.int/en/home.html>.

Kako se uvjeti za nastajanje oblaka mogu postići u pokusu? Opisati ćemo dva načina nastanka oblaka u boci.

Pokus 1

Potrebno je pripremiti plastičnu prozirnu boca (bez etiketa), malu količinu jako vruće vode i šibicu (ili čačalicu) koju ćete zapaliti. U boci se najprije ulije malo vruće vode i boci okreće da se stijenke smoče. Odmah zatim zapali se šibicu (ili čačalicu), zatim ugasi i kada se zamijeti dim, ubaci se u boci i dobro zatvori čepom. Snažno se pritisnu stijenke boce i naglo pusti. U boci se može uočiti nastali „oblak“. Vruća

voda izvor je vodene pare u boci, a čestice dima su jezgre kondenzacije. Pritiskom stijenki boce povećava se tlak u boci, a otpuštanjem tlak se naglo smanjuje i plin se hladi ispod početne temperature te postane saturiran, tj. zasićen parom. Zato dolazi do kondenzacije i nastanka sitnih kapljica - slično kao u oblacima visoko u atmosferi.

Pokus 2

Uvjeti za nastanak oblaka može se postići i na drugačiji način. Umjesto vode potrebno je malo alkohola (etanol iz ljekarne) jer isparava brže od vode i pumpa za pumpanje guma na biciklu. Na čepu plastične boce potrebno je izbušiti rupu takvog promjera da se može učvrstiti nastavak pumpe s ventilom. U boci se ulije malo alkohola i okreće boci da se stijenke smoče i alkohol ispari. Boca se zatvori čepom, umetne se nastavak s ventilom i pumpa zrak. Što više zraka ulazi u boci, tlak u boci raste i osjeti se kako je pumpanje teže. PAZITE! Kada osjetite veći otpor pri pumpanju, potrebno je prestati da boca ne bi puknula ili ventil nekontrolirano izletio. Kada se prestane pumpati, naglo se makne ventil ili otvori čep. Pri tome se čuje zvuk nastao izjednačavanjem tlaka u boci s vanjskim tlakom, a uslijed tog smanjenja tlaka u boci, naglim (adi-

jabatskim) širenjem zraka dolazi do hlađenja ispod početne temperature. Pri toj sniženoj temperaturi, postigne se temperatura rosišta i uslijed saturacije dolazi do kondenzacije i stvaranja „oblaka“ u boci.

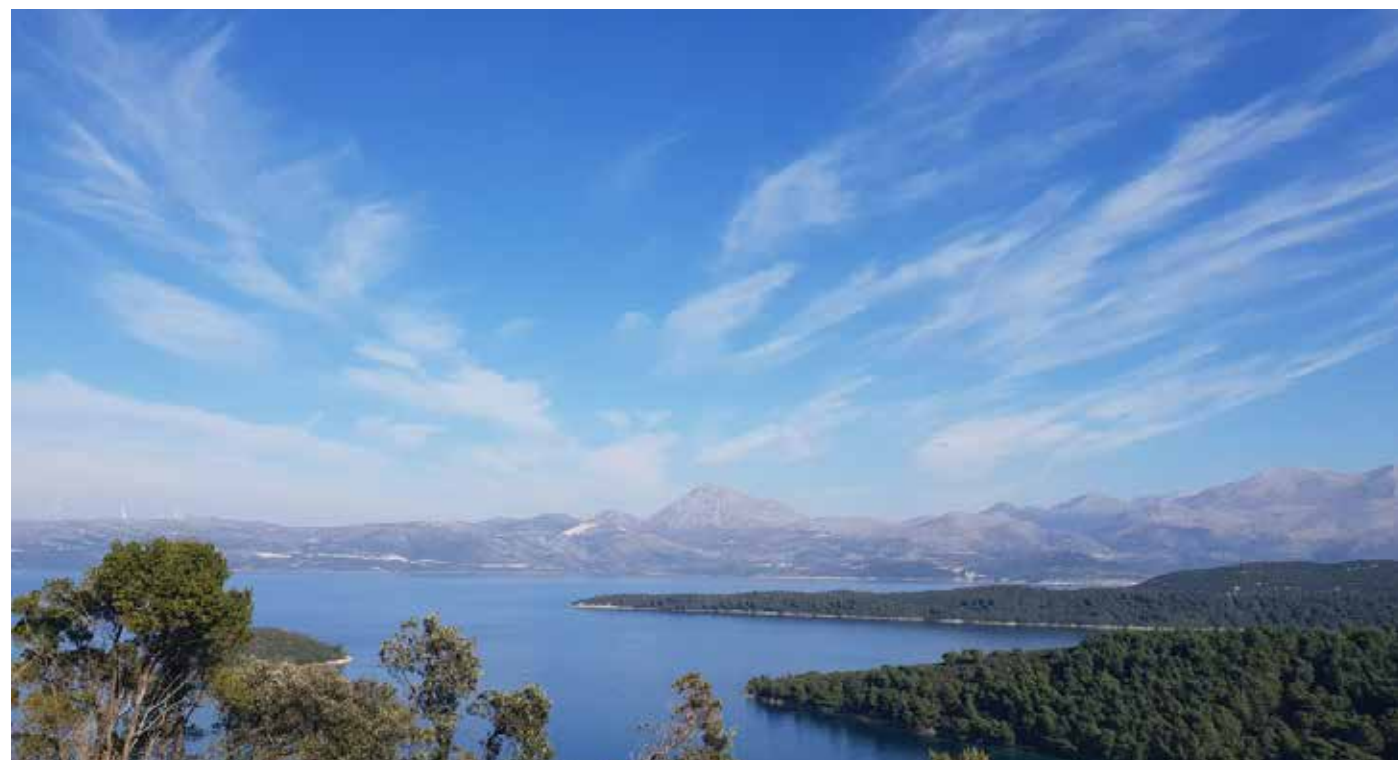


Boja iz markera pomiješana sa alkoholom.

Neka oblak svijetli!

U alkohol se može dodati otopina koja fluorescira, a jednostavno se može napraviti ako se iz primjerice žutog markeru za podcrtavanje izvađa unutarnji spužvasti dio natopljen bojom i stavi u alkohol. Kada alkohol poprimi žutu boju može se iskoristiti u opisanom pokusu. Nastali oblak potrebno je osvijetliti ultraljubičastim svjetlom, a ako se prostorijski malo zamrača, može se uočiti kako „oblak“ u boci svijetli.

Uživajte u pokusima i svakako ih izvodite u prisutnosti odrasle osobe!



Nebo prekriveno cirusima



Oblak u boci nastao u pokusu 2, a ako alkoholu dodamo boju iz markera za podcrtavanje, oblak će svijetliti. Ovaj pokus možete preuzeti u video formatu zajedno sa ovim izdanjem časopisa.

ZVJEZDARNICA VERA RUBIN

Simonyi teleskop i LSST kamera spremni za prva noćna promatranja

Piše:

dr. sc. Željko Ivezić



Slika 1: LSST kamera stiže liftom s 3. kata na 8. kat gdje je čeka Simonyi teleskop. Krov lifta je podignut kako bi se kamera tračnicama mogla vodoravno pomaknuti do teleskopa.

Tijekom siječnja i početkom veljače završili smo pripreme za integraciju glavne kamere (LSST Camera) sa Simonyi teleskopom i početkom ožujka fizički spojili kameru s teleskopom (slike 1-3). Tijekom ožujka i početkom travnja spojili smo sve žice, kablove i crijeva koji povezuju kameru na sustave zvjezdarnice, pokrenuli pumpe za uspostavljanje vakuuma i sustave za hlađenje kamere. Nakon dodatnih iscrpnih testiranja, prve slike noćnog neba očekujemo za par dana od završetka ovog članka! Nakon uspješnog završetka svih tih testova, kolektivno smo odahnuili! Iščekivanje snimanja prvih slika za LSST (Legacy Survey of Space and Time) je "opipljivo u zraku". Uskoro počinje najveći astronomski film ikada snimljen!



Slika 2: Spajanje LSST kamere sa Simonyi teleskopom. Velikim kliještima (žuti prsten s trokutom na vrhu), kamera od 3,000 kg je podignuta do visine otvora u centru sekundarnog zrcala i pažljivo umetnuta s tolerancijom manjom od milimetra.

Pokretanje tako sofisticirane kamere daleko je kompliciranije od pritiska na jednostavnu tipku za uključivanje/isključivanje. Završno uhadavanje kamere zahtijeva vrijeme, strpljenje i posvećenost preciznosti. Svaki detalj mora biti dvostruko provjeren, a svaki sustav mora zadovoljiti svoje točne specifikacije prije nastavka. Posao je spor, zahtjevan i uključuje međusobno povezane sustave koji zahtijevaju sveobuhvatno razumijevanje cijele kamere.

Stručnjaci za vakuumske sustave, hlađenje i elektroniku igraju ključnu ulogu u tom procesu. Nije dovoljno biti stručnjak u jednom određenom području — mora se imati duboko,



Slika 3: Nadzorni inženjer promatra prolazak kamere kroz otvor u centru sekundarnog zrcala.

holističko znanje o kameri. Svaki sustav, svaka komponenta, svaka prilagodba moraju se pažljivo isplanirati kako bi se osigurao savršen rad.

Sada se uglavnom radi pet metara iznad tla, na maloj platformi pored kamere koja ne može izdržati više od 150 kilograma. Kretanje je ograniče-

no kamerom i zrcalima teleskopa, smještenim samo nekoliko centimetara dalje. Ono što se može činiti kao jednostavan rad postaje potpuno novi izazov u ovim uvjetima (slike 4 i 5). Bez obzira na sve poteškoće, rad na kameri dobro napreduje. Zadnji korak pred početak snimanja

bio je skidanje poklopca s kamere. Taj poklopac je sličan standardnom poklopcu objektiva fotoaparata, no širok je oko 160 cm i koristimo dizalicu da ga podignemo. Uvjereni smo da ćemo u idućem članku pokazati prve snimke noćnog neba sa Zvezdarnice Rubin!



Slika 4: Zadnje provjere kamere sada se rade pet metara iznad tla u vrlo skućenom prostoru, na maloj platformi koja ne može izdržati više od 150 kilograma.



Slika 5: Na skeli pored kamere, članovi Rubin tima testiraju vakuumski sustav.

POLUVODIČI II. DIO

Primjena poluvodiča u detekciji svjetlosti.

Piše:

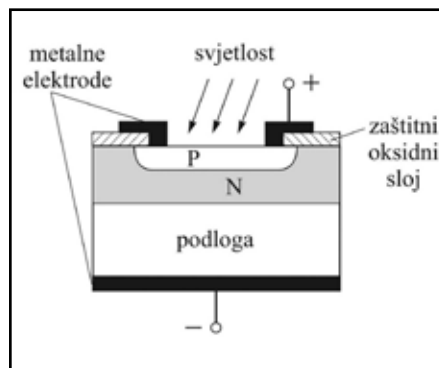
Borna Cesarec

U modernim digitalnim kamerama postoje različite vrste senzora poput CCD (Charge-Coupled Device) i CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor). Iako obje tehnologije služe istoj svrsi, postoje značajne razlike u njihovom dizajnu, radu i primjeni. Da bismo ih bolje razmijeli, moramo se vratiti u prošlost i razmotriti najjednostavniji tip foto-detektora.

Fotodioda

Najjednostavniji tip fotodetektora je fotodioda, poluvodički element koji se sastoji od dva sloja: 1 P tipa i 1 N tipa. Kada foton dostatne energije pogodi diodu, elektroni prelaze iz valentne u vodljivu vrpicu uslijed čega poteče struja, čiji je iznos proporcionalan broju „izbijenih“ elektrona (pojmovi valentnih i vodljivih vrpca objašnjeni su prvom djelu teksta, objavljenog u prošlom broju časopisa). Različiti poluvodički materijali imaju različite razlike u energiji između valentne i vodljive vrpce te ukoliko je ona manja, dioda je osjetljivija na svjetlost veće valne duljine (manje energije fotona). Ako se koristi silicij (Si) kojem je ta razlika u energiji oko 1eV, što odgovara energiji fotona od oko 1120 nm, no silicij u tom djelu spektra (IR) apsorbira energiju, a za valne duljine dulje od 1200nm silicij postaje proziran (koristi se za izradu leća), pogodan je za detektore u vidljivom djelu spektra. Tada se koriste detektori koji sadrže „egzotičnije“ elemente kao što su indij (In), germanij (Ge) i arsen (As).

Takav detektor imaće manju razliku u energiji te će stoga energija fotona infracrvene svjetlosti biti dostatna za izbijanje elektrona. Za detektore u UV dijelu spektra oko 300nm koristi se GaAs (galijev arsenid), dok za još kraće valne duljine detektori izrađeni od ZnSe (cinkov selenid) ili GaN (galijev nitrid). Opće pravilo je da bi „zabranjena zona“ poluvodiča (razlika u energiji između valentne i vodljive vrpce) trebala odgovarati energiji fotona koje želimo detektirati.



Shematski prikaz fotodiode

CCD i CMOS senzori

CCD senzori temelje se na tehnologiji prijenosa naboja, gdje fotoni koji pogode površinu senzora stvaraju električni naboj u fotodiodama. Naboj se zatim prikuplja u seriji električnih kondenzatora i prati kroz čitav senzor, gdje se na kraju konvertira u digitalne podatke. Glavna prednost CCD tehnologije je visoka kvaliteta slike s minimalnim šumom, što ju čini idealnom za primjenu gdje je kvaliteta slike kritična, poput pro-

fesionalnih fotoaparata i teleskopa. S druge strane, CMOS senzori koriste tranzistore na svakom pikselu, omogućujući da svaki piksel samostalno generira i prikuplja signal. Ova tehnologija omogućuje brže snimanje, manju potrošnju energije i veću integraciju s drugim funkcijama poput obrade signala i digitalnog pojačanja. ADC (ili ADU) je dio senzora koji pretvara analogni signal u digitalni, kod CCD senzora postoji samo jedan te se stoga pretvorba događa serijski, dok se kod CMOS senzora najčešće postoji nekoliko jedinica koje pretvorbu vrše paralelno. Ako je promjena svjetlosti brža od vremena potrebnog za pretvorbu, kod CMOS senzora javlja se efekt poznat kao rolling shutter.

Vrste šumova

Šum je svaki neželjeni zabilježeni signal, koji ne dolazi iz izvora kojeg želimo mjeriti te stoga smanjuje kvalitetu slike. Najčešće vrste šuma u CCD i CMOS senzorima su:

Termalni šum (thermal ili dark noise): Nastaje zbog termičke aktivnosti na senzorima, što uzrokuje nasumično stvaranje električnih naboja. U CCD senzorima ovaj šum je obično manji zbog načina prijenosa naboja, dok je u CMOS senzorima izraženiji zbog veće integracije elektronike na svakom pikselu koja proizvodi više topline. Termalni šum može se umanjiti hlađenjem senzora, o čemu će više riječi biti u nastavku.

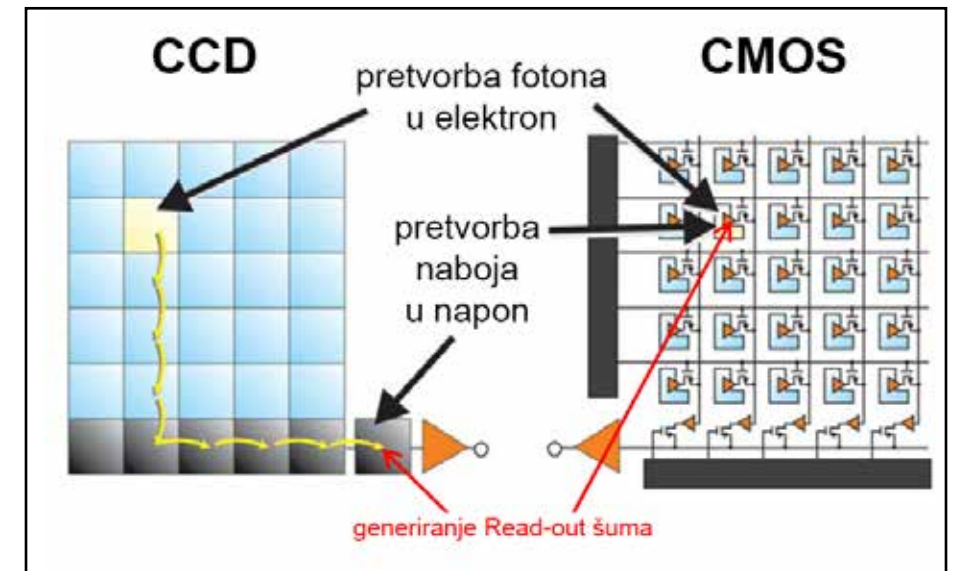
Pozadinski šum (šum iz okoline): Ovaj šum u astronomiji najčešće do-

lazi od izvora poput umjetne rasvjete ili Mjeseca te je na njega nemoguće utjecati dizajnom senzora. U slučaju intenzivne umjetne rasvjete, može se umanjiti uporabom posebnih filtera, no samo do određene mjere. Kraća ekspozicija ujedno znači i manji pozadinski šum, no i slabiji signal. **Read noise:** Read noise je šum koji nastaje tijekom procesa čitanja podataka sa senzora, nakon što je slika snimljena. Svaki piksel u senzoru generira električni signal koji se mora obraditi i prenijeti u digitalni oblik. Ovaj proces čitanja može uzrokovati dodatne neželjene signale koji se miješaju sa stvarnim signalom svjetlosti, što rezultira šumom. Read noise je osobito izražen u kod CCD senzora zbog potrebe za premještanjem naboja, dok je kod CMOS senzora to reducirano zbog lokalne obrade. Read noise je najčešće konstantan za date postavke kamere, stoga se lako prevlada produljenjem ekspozicije. Kako suvremeni CMOS ima relativno mali read noise, ekspozicija može biti kraća.

Shot noise (Poissonov šum): Ovaj šum nastaje zbog inherentne statističke prirode svjetlosnih fotona koji pogode senzor. Kako svjetlost nije savršeno konstantna, broj fotona koji pogodi svaki piksel može varirati, što uzrokuje nasumičnu fluktuaciju u snazi signala. Shot noise je prisutan u svim senzorskim tehnologijama, ali je obično manje izražen u uvjetima s visokim osvjetljenjem.



CMOS foto detektor u astronomskoj kameri



CCD senzori pomiču foto-generirani naboj s piksela na piksel i pretvaraju ga u napon na izlaznom čvoru. CMOS senzori pretvaraju naboj u napon unutar svakog piksela.

Kako u astronomiji najčešće imamo slabo osvjetljenje, a šum je proporcionalan kvadratnom korijenu broja fotona, djelomično se može prevladati duljom ekspozicijom (povećanjem broja fotona željenog signala). No, dulja ekspozicija povećava pozadinski šum zbog ostalih izvora svjetla.

Flicker noise (1/f šum): Ovaj šum, poznat i kao pink noise uzrokovan je promjenama u električnom strujanju ili naponskim fluktuacijama unutar senzora. Smatra se da je mjerilom kvalitete izrade detektora, odnosno bolji detektor imaće manji flicker noise jer isti proizlazi iz nedostataka u poluvodičkim elementima.

Zašto hladiti kameru?

Hlađenje je ključno za smanjenje šuma, posebice termalnog šuma, što je temperatura viša, to je termalni šum izraženiji, što narušava kvalitetu. Stoga se detektori gdje je potrebna visoka osjetljivost hlade na niže temperature. Hlađenjem se također održavaju stalni uvjeti te se stoga termalni šum može izmjeriti i potom oduzeti od svih prikupljenih signala. U astronomiji se koriste kamere koje imaju pasivno hlađenje (ventilator) ili hlađenje termoelektričnim učinkom (TEC). Kamera hlađena ventilatorom jednostavnije

je građe i manje potrošnje energije te može (u idealnom slučaju) održavati na temperaturi okoline, dok se TEC sustavom uz veću potrošnju energije kamera može hladiti na temperaturu nižu od temperature okoline. Kako se termalni šum može opisati eksponencijalnom funkcijom u odnosu na temperaturu, za postizanje manjeg šuma potrebno je hlađenje na sve niže temperature, odnosno opažamo efekt diminishing return. Stoga za svaki detektor postoji neka temperatura kada će šum biti dovoljno mali da daljnje hlađenje nema smisla te se preostali šum jednostavno oduzima pri obradi. Hlađenje je posebno važno kod detektora za duge valne duljine (IR) gdje bi detektor mogao izmjeriti vlastito toplinsko zračenje kao signal te je stoga njih potrebno hladiti na vrlo niske temperature.

UV i IR osjetljivost

Čak i standardni detektori (Si) osjetljiv su na dijelove infracrvenog i ultraljubičastog spektra, no teleskopi najčešće nisu prilagođeni tome te se stoga na fotografijama mogu javiti zamućeni dijelovi, koji kroz teleskop inače nisu vidljivi golim okom. Kako bi se to izbjeglo koriste se UV/IR filteri koji ne propuštaju te dijelove spektra, a neke kamere ga već imaju ugrađenog.

PROMATRAČKA ASTRONOMIJA

Nepravilne galaksije u zviježđu Lovački psi

Piše:

Pavle Rajković

Amaterski promatrači dobro su upoznati s tri najčešća tipa galaksija: spiralnima, eliptičnima i lenticularnim (lečastima). No, u proljetnim i ranim ljetnim noćima imamo priliku promotriti ne baš često promatran tip galaksija – nepravilne galaksije. Naime, zviježđe Lovački psi (Canes Venatici) unutar svojih granica skriva dva dragulja noćnog neba: nepravilne galaksije NGC 4214 i NGC 4449, koje i promatračima sa umjerenim promjerom teleskopa omogućuju opažanje ovog tipa galaksija.

Nepravilne galaksije naziv duguju činjenici da u potpunosti odstupaju od bilo kojeg tipa galaksija koje je uveo Edwin Hubble. Obično nemaju jaku središnju nakupinu, asimetričnog su oblika i bez strukture jezgra-halo. Razlozi takvog oblika leže u gravitacijskoj interakciji koju su takve galaksije u prošlosti imale s većim galaksijama. Vjeruje se da su mnoge nepravilne galaksije nekoć bile klasične spiralne ili eliptične galaksije koje su, tijekom bliskog susreta s većim susjedima, pretrpjele potpunu deformaciju svoje strukture. Iako se procjenjuje da ovaj tip čini gotovo četvrtinu svih galaksija na nebu, rijetke su one koje su dobro vidljive vizualnim putem. Razlog tome upravo je izostanak snažne središnje nakupine i nedostatak spiralne strukture koja bi halou dala gustoću. To rezultira izuzetno slabim površinskim sjajem nepravilnih galaksija, pa se čak i u velikim teleskopima prikazuju samo kao blijeda mrlja



Galaksija NGC 4449 - Autor: Marc-Antonio Fischer

na pozadini neba. Upravo zato su NGC 4214 i NGC 4449 dragocjeni objekti jer nam svojim visokim sjajem pružaju rijetku priliku za vizualno upoznavanje s ovim tipom nebeskih tijela.

S promatračke strane, važno je napomenuti da su nepravilne galaksije mjesta intenzivnog stvaranja zvijezda. Zbog toga u njima nalazimo brojna vodikom (HII) bogata područja, što diktira promjenu klasičnog načina promatranja galaksija. Naime, galaksije se uobičajeno ne promatraju kroz filtre za maglice. Međutim, budući da nepravilne galaksije sadrže mnoštvo HII područja (koja su ništa drugo nego divovske Orionove maglice) one ponekad imaju korist od upotrebe filtera. Naša dva ciljana objekta klasičan su primjer galaksija kojima promatranje s filterom daje dodatnu vrijednost jer iz njih možemo izvući dragocjene detalje. Također,

obje galaksije dovoljno su sjajne da budu dostupne promatračima i sa srednje jakim teleskopima; količina vidljivih detalja ovisi isključivo o veličini teleskopa.

NGC 4449

Poznata i pod nazivom „Kutijasta galaksija“ (Box Galaxy). Nepravilna je galaksija magnitude 9,4 i prividne veličine $6,1' \times 3,7'$. Jedna je od najpoznatijih i najsvjetlijih nepravilnih galaksija. Ono što je izdvaja od ostalih pripadnika klase je visok površinski sjaj. Svijetla je i velika, pa se može uočiti čak i teleskopom od 100 mm. Ime „Box Galaxy“ duguje svom izrazito pravokutnom obliku. U teleskopu od 305 mm galaksija se jasno dijeli na dva dijela: svijetlu pravokutnu jezgru i jednako tako pravokutni, ali blijedi halo. Sjaj galaksije je vrlo intenzivan i neočekivan za jednu nepravilnu galaksiju. Strukturno, već na prvi



Galaksija NGC 4449, ilustracija vidnog polja / 300 mm teleskop pri povećanju od 70x

pogled je jasno da ne promatramo klasičnu galaktičku morfologiju. Jezgra galaksije izrazito je izdužena i to više nego što je to slučaj s prečkasto-spiralnim galaksijama. To središnje područje vrlo je gusto i mliječne strukture, što pomaže NGC 4449 da se istakne sjajem u odnosu na druge nepravilne galaksije. Stoga ova galaksija ne izgleda kao blijeda mrlja na pozadini neba, jer svoj visoki sjaj crpi izravno iz jezgre. Iako gusta, uočljivo je da jezgra nije homogena strukture, već ima područja različite širine. U samom središtu nazire se malen zvjezdasti nukleus, a lijevi dio centralnog područja izgleda deblje i kraće od desnog. Halo je asimetričan i pokazuje varijacije u sjaju. Također, s desne strane halo izgleda kao da se širi prema okolnom nebu, gdje se pažljivim promatranjem može uočiti repić koji se poput stranog tijela odvaja od galaksije. Drugi dio haloa manji je, gušći i oštrij. Ako se pažljivo promotri, unutar središnjeg područja može se uočiti sjajan čvorić koji je poput loptice izdvojen od centra.

Međutim, kada se galaksija promatra s OIII, a osobito UHC filterom, od galaksije „prežive“ samo jezgra i dva čvorića – jedan lijevo od centra, a drugi iznad jezgre. Ti „preživjeli“ dijelovi su HII područja, divovske koncentracije plina u kojima se odvija intenzivno stvaranje zvijezda. U još većim teleskopima moguće je uočiti još više HII područja, te bolje proučiti nepravilnu strukturu galaksije.



Galaksija NGC 4214 - Autor: Michael Schmidt

NGC 4214

Nepravilna galaksija magnitude 9,8 i prividne veličine $8,5' \times 6,6'$. Još jedna vrlo svijetla nepravilna galaksija s brojnim HII područjima, od kojih se dvije skupine ističu svojim sjajem. Jedna nosi oznaku NGC 4214-I i nalazi se u središtu galaksije, dok je druga, označena kao NGC 4214-II, smještena na samom vrhu objekta i pažljivim promatranjem lako se izdvaja.

U teleskopu od 305 mm galaksija se doima nešto blaža od NGC 4449, ali zato veća i iznimno lijepog oblika. Izduženog i amorfnog je oblika, bez jasnih rubova. Galaksija ima oblik suze. Na jugu je deblja, gušća i zaobljenija, a potom se sužava prema sjeveru. Središnje područje galaksije pojavljuje se u duguljastom obliku, deblje na južnom kraju. Kada se na okular pričvrsti UHC filter, pogled postaje puno zanimljiviji. Kako galaksija obiluje HII područjima, filter ne smanjuje značajno sjaj, ali zato bolje ističe neujednačenost sjaja preko tijela objekta. Najljepši dio promatranja je trenutak kada UHC filter jasno otkriva dva čvora unutar galaksije. Jedan približno u sredini, a drugi na samom sjevernom kraju galaksije. To su dva ranije spomenuta HII područja koja su sada jasno izdvojena u odnosu na ostatak galaksije koji je filter ublažio.

PROMATRAČKA ASTRONOMIJA

Skakutanje po zvijezdama

Osnove tehnike Star hoppinga

Piše:

Pavle Rajković

Star hopping (skakutanje po zvijezdama) je metoda pronalaska objekta putem star hopa čini promatranje potpunim i stvara svojevrsnu simbiozu između promatrača i svemira. Negativna strana ove metode jest vrijeme koje se troši na traženje objekata umjesto na samo promatranje. No to vrijedi samo u početku – jednom kada naučimo „kretati se među zvijezdama“, cijeli proces postaje znatno brži i zauzima vrlo mali dio promatračke sesije.

Tehnika star hoppinga iznimno je široka tema jer promatrača može dovesti pred brojne izazove. Stoga ovu temu nije moguće u potpunosti obuhvatiti jednim člankom – baviti ćemo se njome kroz seriju tekstova, od kojih će svaki obraditi različite aspekte ove metode.

Star hopping postaje vrlo ispunjujuće iskustvo kada se jednom kvalitetno savlada. Na kraju krajeva, amaterski astronom trebao bi dobro poznavati svoje „radno okruženje“ – noćno nebo. S a m



Tražioc s ravnim pogledom

postupak pronalaska objekta putem star hopa čini promatranje potpunim i stvara svojevrsnu simbiozu između promatrača i svemira. Negativna strana ove metode jest vrijeme koje se troši na traženje objekata umjesto na samo promatranje. No to vrijedi samo u početku – jednom kada naučimo „kretati se među zvijezdama“, cijeli proces postaje znatno brži i zauzima vrlo mali dio promatračke sesije.

Tražioc i karte

U nastavku ćemo se posvetiti osnovnim alatima za star hopping: tražiocima i kartama. Iako postoje tri osnovne vrste tražioca – Telrad, red-dot i klasični tražioc s povećanjem – kad govorimo o star hoppingu, najčešće mislimo upravo na tražioc s povećanjem koji obično dolazi u kompletu s teleskopom.

Tražioc s povećanjem dolaze u dvije osnovne varijante: s obrnutim i s „ispravnim“ pogledom. Svaki ima svoje prednosti i mane, osobito u kontekstu orijentacije i udobnosti korištenja. Tražioc s ravnim pogledom kao prednost ima lako ciljanje željene zvijezde. Mane su mu nezgodan položaj vrata i tijela pri promatranju kroz njega, kao i obrnut prikaz noćnog neba. To je posebno nezgodno za promatrače koji umjesto karte koriste laptop. Tražioc s pogledom pod 90° ima prednost komfornijeg promatranja i „ispravna“ slika noćnog neba. Mana mu je teže ciljanje pojedine zvijezde.

Osobno sam koristio obje vrste, ali sam vrlo brzo prešao na kutni tra-

žioc koji daje „ispravnu“ sliku. Iako mnogi uz njega koriste i red-dot ili neki drugi uređaj za lakše ciljanje zvijezda, ja se oslanjam isključivo na njega. Vrlo brzo se nauči kako ciljati zvijezdu: jednostavno poravnam oko s tijelom tražioca i pokažem prstom ispod zvijezde.

Što se tiče zvjezdanih karata, one mogu biti iz dva izvora: tiskane karte iz atlasa ili digitalne karte u astronomskim softverima a



Tražioc s pogledom pod 90°

na laptopu s mogućnošću crvenog prikaza ekrana (radi očuvanja noćnog vida). Nedostatak tiskanih karata jest što prikazuju zvijezde magnituda koje nisu uvijek vidljive kroz tražioc, a također ne omogućuju prilagodbu veličine prikaza. S druge strane, softveri, iako korisni, čak i s crvenim ekranom narušavaju noćni vid.

Moj je pristup kombinacija obaju izvora – samostalna izrada karata. Godinama izrađujem vlastite karte tako da u softverima filtriram zvijezde prema magnitudi koje realno vidim kroz tražioc, odaberem dio neba koji mi je potreban i ispišem takvu kartu na papir. Tako sam kroz godine stvorio vlastiti katalog star

hopova za svaki objekt koji promatram. Promatrač sam najbolje zna što vidi, a što ne – i zato si može napraviti kartu koja mu najviše odgovara.

Udaljenosti i vidno polje

Sljedeći ključni korak za uspješan star hopping jest razumijevanje odnosa između udaljenosti prikazanih na karti i onih viđenih kroz tražioc. Važno je znati koliki je stvarni vidni kut tražioca i koliki dio karte se u njega uklapa. Ako ne znamo točno vidno polje, možemo ga lako utvrditi tako da u tražiocu prepoznamo dvije zvijezde s poznatim međusobnim razmakom i izmjerimo tu udaljenost na karti.

Još jedna učinkovita metoda je izrezivanje kruga iz žice, plastike ili kartona koji odgovara vidnom polju tražioca i pomicanje tog kruga po karti tijekom planiranja. Iako osobno ne koristim tu tehniku, prepoznajem njezinu efikasnost.

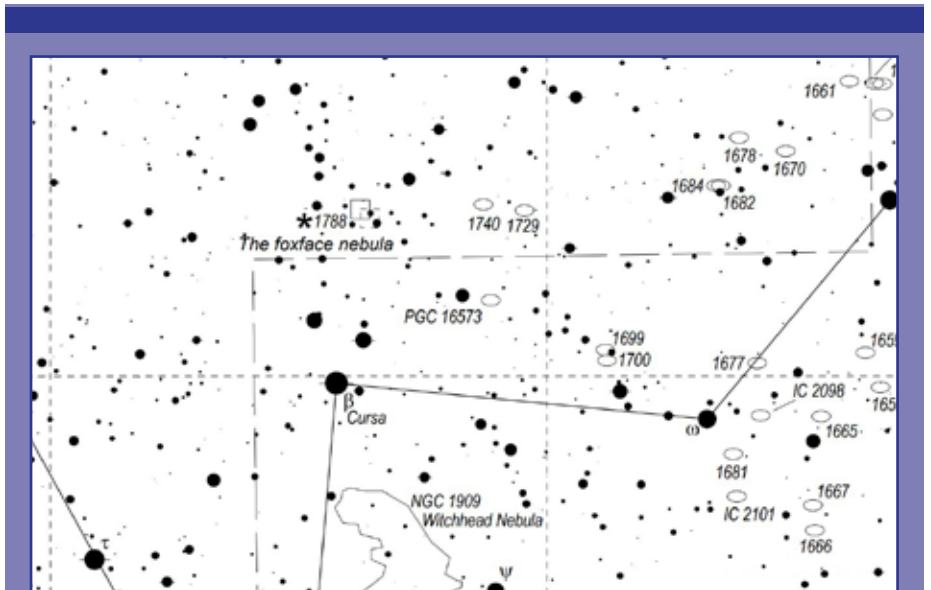
Strategija

Za uspješan star hop ključna je dobra strategija. Prije nego što pristupimo tražiocu, trebamo imati jasnu viziju kako ćemo izvesti hop. Strategija se temelji na dva koraka.

Prvi je odabir početne zvijezde – ona mora biti lako vidljiva golim okom i sigurno prepoznatljiva u tražiocu. Važno je razumjeti da najkraći star hop nije nužno i najbrži – početna zvijezda ne mora biti najbliža cilju, već ona koja se nalazi u okruženju bogatom jasnim uzorcima ili asterizmima koji će nam pomoći pri navigaciji.

Drugi korak je odlučiti hoćemo li doslovno „skakutati“ od zvijezde do zvijezde ili koristiti uzorke koje tvore zvijezde (tzv. zvjezdane obrasce) kako bismo se orijentirali.

Oba pristupa ilustrirat ću na primjeru hopa prema planetarnoj maglici NGC 6905 u zvijezdi Delphinus. Ovaj je star hop izazovan jer se objekt nalazi usred bogatog zvjezdanog polja bez jasnog markera vidljivog golim okom. Iako se nalazi približno jednako udaljen od zvi-



NGC 1788 - karta iz atlasa



NGC 1788 - ručno izrađena karta

Usporedna slika puta do istog objekta, maglice NGC 1788, korištenjem gotove karte iz atlasa i ručno rađene karte. Prikaz neba na ručno rađenoj karti bolje odgovara pogledu koji promatrač ima kroz tražioc. Na njoj su zvjezdani uzorci i put do objekta mnogo jasniji jer promatrač sam podešava magnitudu zvijezda koje vidi kroz tražioc, kao i njihovu relativnu veličinu. Obje karte su prikazane u približno istom omjeru i s istim magnitudama zvijezda radi realnije usporedbe.

ježda Delphinus i Sagitta, logičan je izbor početi od para zvijezda δ i α Delphini – jer produžetak pravca δ - α vodi kroz niz od četiri svijetle zvijezde i zatim pogađa lako prepoznatljiv potkovičasti asterizam. Neposredno desno od njega nalaze se dvije zvijezde između kojih je smještena maglica. Jednostavno i

učinkovito. Zvijezda η Sagittae, iako bliža maglici, ne nudi tako jasan put. Naravno, ovo je samo jedan od mogućih pristupa – svaki promatrač razvija vlastite uzorke i rute. U star hoppingu ne postoji univerzalno najbolji put – važno je da promatrač izabere onu rutu koju može najlakše vizualno pratiti.

Izazovi

Star hopping promatrača izlaže raznim izazovima. Prvo, tu su atmosferski uvjeti. Činjenica da u idealnim noćima možemo vidjeti zvijezde magnitude 9 ne znači da na to možemo uvijek računati. Čak i ako promatramo s istog mjesta, opseg vidljivih zvijezda može se mijenjati iz noći u noć. To postaje problematično u zvijezdima poput Cetusa, gdje postoje „prazni“ dije-

lovi u kojima su jedine vodilje zvijezde magnitude 8. Dodatni problem može biti visoka vlaga koja brzo zamagli tražioc, čineći hop nemogućim. Dugoročno rješenje je ugradnja grijača za tražioc, kakav i sam koristim. Grubo, ali učinkovito rješenje je i obični fen.

No najčešći izazovi dolaze od samih lokacija objekata. Neki se nalaze u „praznim“ dijelovima neba lišenim svijetlih zvijezda, dok su

drugi u tolikoj gužvi da je teško održati orijentaciju. Pojedina se zvijezda nalaze blizu nebeskog pola i rotiraju oko Polarisa u vrlo malom radijusu, što dodatno otežava orijentaciju. Neki DSO objekti toliko su mali da se na malim povećanjima ne razlikuju od zvijezda – za njih je potrebna karta okularskog vidnog polja. Sve te izazove detaljno ćemo obraditi u nastavcima ove serije tekstova.



NGC 6905, planetarna maglica usred otvorenog neba, bez sjajne zvijezde u svojoj blizini. Ipak, s dobrim izborom početne zvijezde i prepoznavanjem zvjezdanih uzoraka na karti, ovaj "star-hop" je jednostavan i brz.

1. Početna točka star-hoppa je par sjajnih zvijezda magnitude 4 u glavnom asterizmu zvijezda Delphinus. Zvijezde su lako vidljive golim okom.

2. Na karti se jasno vidi da produžena linija koja ih spaja prolazi točno kroz dvije zvijezde magnitude 6 i 7, koje su najsajnije u tom vidnom polju i lako uočljive kroz tražilo. Svaki skok sa zvijezde na zvijezdu stane unutar jednog vidnog polja tražila, pa nema „slijepog hoda“.

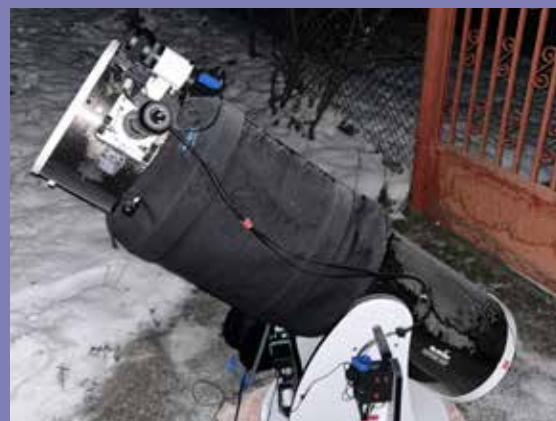
3. Iznad posljednje zvijezde jasno se ističe luk sjajnih zvijezda koji dominira vidnim poljem. Luk je vrlo uočljiv kroz tražilo.

4. Posljednja zvijezda u luku pokazuje točno na zvijezdu pored koje se nalazi maglica.

Važno je napomenuti da ako se krene iz zvijezda Sagitta, ne postoji tako jasan i jednostavan put do objekta.

Pri visokoj vlažnosti zraka dolazi do brzog zamagljivanja tražioca, često u vrlo kratkom vremenskom periodu. Tada od star-hoppinga nema ništa, osim ako nemamo opremu za grijanje optike. Na slici je prikazan sustav instaliran na mom teleskopu, s kontrolerom koji ga automatski uključuje i isključuje, smještenim na postolju teleskopa. Sustav je ručno izrađen, a izradio ga je prijatelj i kolega astro-amater Dejan Spasojević.

Fotografija prikazuje stanje teleskopa u ekstremnim uvjetima smrzavanja, kada ovakav sustav može napraviti razliku između prekida promatranja i uspješne promatračke sesije.



ZANIMLJIV FOTO PROJEKT U lovu na Venerine sjene

Piše:
Marko Posavec

Malo je nebeskih tijela čija svjetlost na Zemlji može bacati zamjetne sjene. Tu je naravno Sunce, a zatim i Mjesec koji posredno sja Sunčevom svjetlošću. Izuzmemo li sjajne meteore koji osvijetle krajolik na par sekundi, kao i goropadne supernove čija se učestalost mjeri tisućljećima, ostaje nam susjedni planet koji par mjeseci ispručuje Sunce na počinak kao Večernica, a onda ga ujutro najavljuje kao blistava Danica.

Venera je dovoljno sjajna da možemo vidjeti i snimiti sjene koje baca predmeti osvijetljeni njezinom svjetlošću. Teško ćemo ih zamijetiti golim okom. Oni kojima je to uspjelo obično su bili u vrlo tamnom okolišu – na obali oceana ili negdje u brdima podalje od civilizacije. Oko mora biti potpuno prilagođeno na mrak, a sjena će se lakše primijetiti ako se krećemo. Ako imate sreće pa vam prozor gleda na zapad ili istok i pred njim nije ulična rasvjeta, možete ih pokušati vidjeti iz zamaćene sobe. Oko sat i pol do dva sata nakon Sunčeva zalaska (ili prije izlaska) postavite bijelu podlogu nasuprot Veneri i lagano pomičite ruku ispred nje. Možda ćete uspjeti vidjeti sjenu vaše ruke.

Većina nas ipak nema luksuz takvog pogleda iz sobe pa moramo otići nekamo van. Da biste vidjeli sjene, morate biti u pravom mraku. No, da biste ih sni-

mili, dovoljno je malo se udaljiti od grada. Ključno je da nema svjetala u blizini i da Mjesec nije na nebu. Pronađite mjesto s kojeg imate neometan pogled na Veneru i gdje nema rasvjete. Ako imate svjetla u daljini, zaklonite ih nečim poput automobila. Pobrinite se da nikakvo izravno svjetlo osim Venerinog ne može doći do predmeta koji fotografirate. Nasuprot Veneri namjestite bijelu podlogu i ispred nje nekakav predmet po izboru. Fotoaparat postavite na stativ malo ispred predmeta u smjeru Venere, ali ne baš točno na liniji podloga – predmet – Venera nego malo sa strane. Trebat će vam duga ekspozicija, negdje u rangu 20 do 30 sekundi. Blendu otvorite koliko ide (da je f-broj što manji), a ISO posta-

vite na najviši koji vam je prihvatljiv – 1600, 3200 ili više. Pazite da vam je fokus na podlozi, a ne na predmetu. Ako vam pobjegne fokus, pobjeći će vam i sjene. VJednom kad ih uspijete snimiti, ili možda i vidjeti, primijetit ćete nešto neobično. Venerine sjene nekako su oštrije rubova, znatno oštrije od uobičajenih Sunčevih ili Mjesečevih sjena. Vrlo se jasno ocrtavaju na bijeloj podlozi. O čemu se radi? Sunce i Mjesec nisu samo točkice na nebu; kutni promjer njihovih diskova je oko pola stupnja. Rubove njihovih sjena zamućuje tzv. polusjena – područja sjene gdje ih predmet koji baca sjenu ne zaklanja u potpunosti. Znamo to na Zemljinom primjeru za vrijeme potpunih pomrčina Mjeseca

kada pratimo kako Mjesec prolazi prvo kroz manje tamnu polusjenu i onda kroz tamnu sjenu. No, Venera je na nebu vrlo mala i ponaša se gotovo kao točkasti izvor svjetlosti. Njezine sjene nemaju polusjenu pa su im rubovi oštri.

Venera je ovih dana na jutarnjem nebu, vidljiva prije svitanja. Prilično je nisko nad obzorom, što će otežati lov na sjene. Pratit će nas u zoru tijekom cijelog ljeta, a posebno će lijepa biti u kolovozu; 12. kolovoza bit će u bliskoj konjunkciji s Jupiterom. Ako budete u prilici, pokušajte uloviti njezine sjene. Ako ne, sljedeća prilika dolazi u proljeće 2026.



Oštre sjene na bijeloj podlozi nastale su pri svjetlosti Venere. Lijevo je sjena fotoaparata, desno male biljčice. Snimljeno nedaleko od Koprivnice 20. veljače 2025.

KADA MAŠTA SUSRETNE STVARNOST

Tragom života na jednom ekstrasolarnom planetu

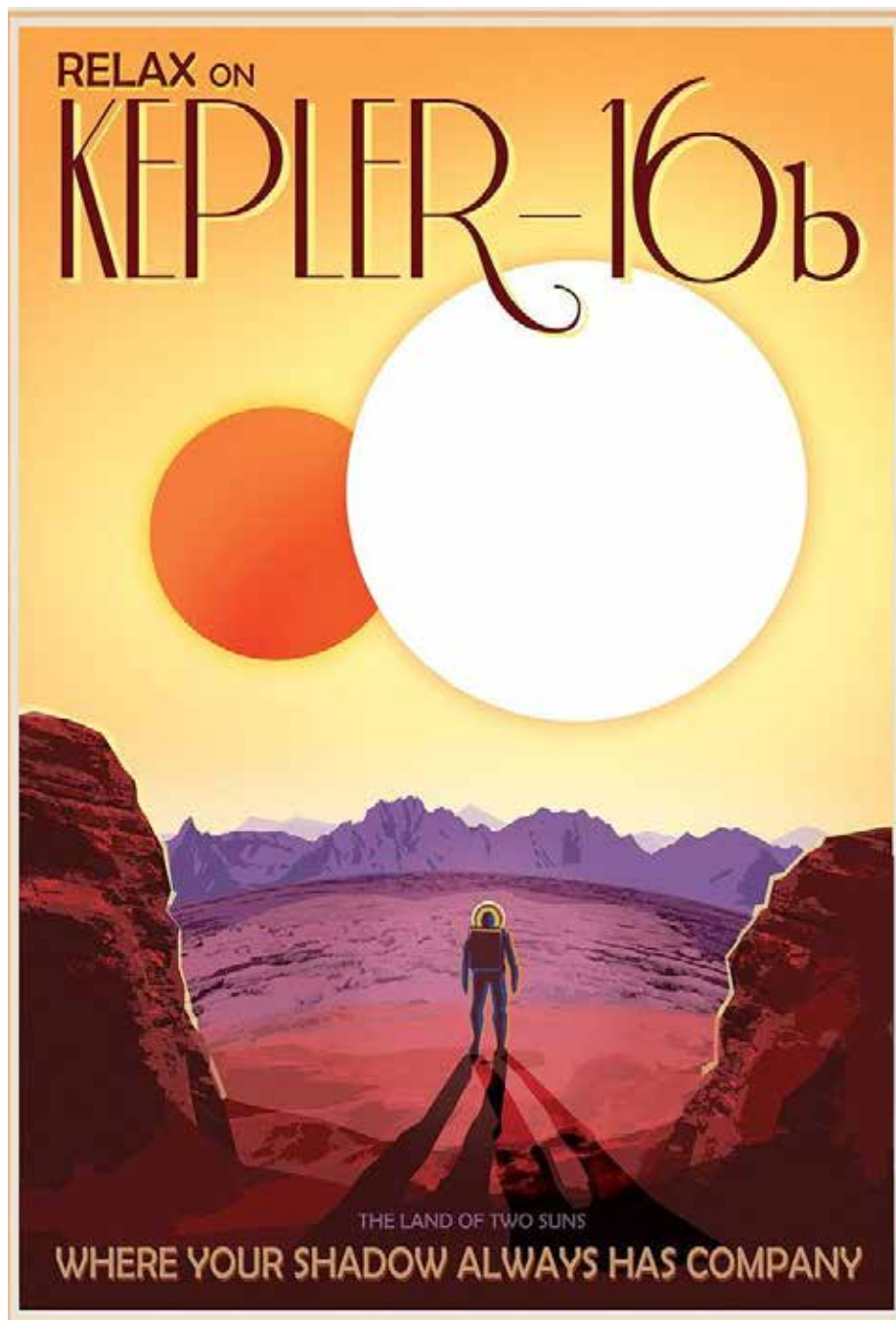
Piše:

dr. sc. Dejan Vinković

Upoznajte Exian - planet nastanjen naprednim civilizacijama, ali s mnoštvom različitih inteligentnih vrsta. Zbog vrlo hladne klime, neke vrste su svoja naselja i aktivnosti ograničila na manje geografske širine, blizu ekvatora. Druge pak su se prilagodile hladnijim dijelovima planeta. Kontinenti i mnoštvo otoka isprepleteni su trgovačkim rutama i opterećeni ratnim sukobima i piratstvom. Planet kruži oko bliskog dvojnog sustava zvijezda, malčice je veći od Zemlje i ima godinu dužu od Zemljine.

Ekstrasolarni planeti

Ovo je uvod u znanstveno-fantastičnu priču koju si je stvorio jedan desetogodišnjak, ponukan uvelike Star Wars filmovima (Luke Skywalker je odrastao na planetu Tatooine koji ima dva Sunca). Iscrtao je mape, izmislio valutu koju koriste (ako vam zatreba: 1 Litir = 2.39 Eura), stvorio priče koje se tamo odvijaju. Iako je ovo mašta, djeca danas odrastaju u doba kada se otkrivaju planeti oko drugih zvijezda, i to vrlo čudni planeti. Upravo se ovih dana u znanstvenim vijestima moglo čuti o otkriću specifičnih vrsta plinova u atmosferi planete K2-18b, udaljene 124 svjetlosne godine, koji bi mogli biti trag života (na Zemlji ih stvaraju samo živi organizmi, ali nije isključeno da nastaju i abiotički - iz "neživih" izbora). Znamo i za planete Kepler-16b i Kepler 453b koji, poput Exiana ili Tatooinea, kruže oko svojih bliskih dvojnih sustava zvijezda.



Poster za turistički posjeti planetu Kepler-16b (Credit: NASA/JPL).

Takvi planeti oko binarnih zvijezda su važno otkriće jer oko pola svih zvijezda živi u dvojnim sustavima, a sada znamo da to nije prepreka da imaju i svoje planete.

Mašta i znanost

Kada djeca entuzijastično urone u svijet svemirske mašte, to je dobra prilika da im se malo približi i znanost. U ovom slučaju raspitao sam se za nekoliko detalja o Exianu. Koristeći mali globus za usporedbu, mali maštalac mi je pokazao da je Exian 12% veći od Zemlje (pa je i sila teža oko 12% veća), te da je jedna zvijezda oko polovice našeg Sunca, a druga oko 20% veća od Sunca. I još tvrdi da Exian godina traje 390 naših Zemaljskih dana. I tu dolazimo do problema. Ako smo definirali koliko su velike zvijezde i da se radi o hladnom, ali ne potpuno smrznutom planetu, nemamo veliku slobodu birati i trajanje jedne godine. Stoga smo krenuli u izračune da odredimo Exian godinu nešto preciznije. Koristiti ćemo neke procjene i približne formule koje povezuju razne fizikalne veličine, što je dovoljno dobro za ovakvu vježbu grubih procjena. Krenimo od zvijezda. Iz veličina zvijezda možemo tvrditi da se radi o zvijezdama glavnog niza, dakle nisu u fazi umiranja. To znači da možemo povezati njihove radijuse R s njihovim masama M i luminozitetom L (količina izračene energije u vremenu). Usporedba sa Suncem daje nam odnose:

$$\frac{M}{M_s} \approx \left(\frac{R}{R_s}\right)^{1.25}$$

$$\frac{L}{L_s} \approx \left(\frac{M}{M_s}\right)^{3.5} \approx \left(\frac{R}{R_s}\right)^{4.375}$$

gdje su R_s , M_s i L_s radijus, masa i luminozitet Sunca. Iz toga dobijemo da Exian zvijezde imaju mase 0.42 i 1.26, te luminozitet (sjaj) 0.048 i 2.22 Sunčevih. Iako nam nije potrebno za daljnji izračun, možemo odrediti i temperaturu tih zvijezda koristeći odnos:

$$\frac{T}{T_s} = \left(\frac{L/L_s}{(R/R_s)^2}\right)^{0.25}$$

gdje je temperatura Sunca $T_s=5780$ K. Ispada da se radi o zvijezdama od

3830 K i 6440 K. Sada ćemo iskoristiti informaciju da je Exian hladan, ali ne u potpunosti smrznuti planet. Po opisu zvuči kao da je nešto hladniji nego Zemlja za vrijeme ledenog doba. Oslonit ćemo se na grubu procjenu temperature planete koristeći balans između apsorbirane energije sa zvijezda i energije koju planet emitira u Svemir. Gustoća toka zračenja F na udaljenosti r od zvijezde luminoziteta L je $F=L/4\pi r^2$. Planet radijusa R_p presretno dio te energije koji odgovara disku radijusa R_p . Ali pritom se dio te energije naprosto reflektira natrag u Svemir bez da sudjeluje u grijanju planete. Taj udio refleksije nazivamo albedo, i za Zemlju je $a_z=30\%$. Međutim, za vrijeme ledenog doba je bio oko 35%, jer je bjelina ledenih kapa povećala refleksiju planete. Za Exian ćemo stoga uzeti $a=40\%$ jer ima ledene kape nešto veće nego ledena doba na Zemlji. S druge strane, ako pretpostavimo da planet prosječne temperature T_p emitira po čitavoj svojoj površini $4\pi R_p^2$ poput zračenja crnog tijela σT_p^4 (σ je Stefan-Boltzmannova konstanta), došli smo do jednadžbe balansa apsorbirane i emitirane energije

$$(1-a)FR_p^2\pi = 4\pi R_p^2\sigma T_p^4$$

Kada to usporedimo sa Zemljinim F_z i T_z , dobijemo relaciju

$$T_p = \left(\frac{(1-a)F}{(1-a_z)F_z}\right)^{0.25} T_z$$

Ako tu vježbu odradimo za Zemlju,

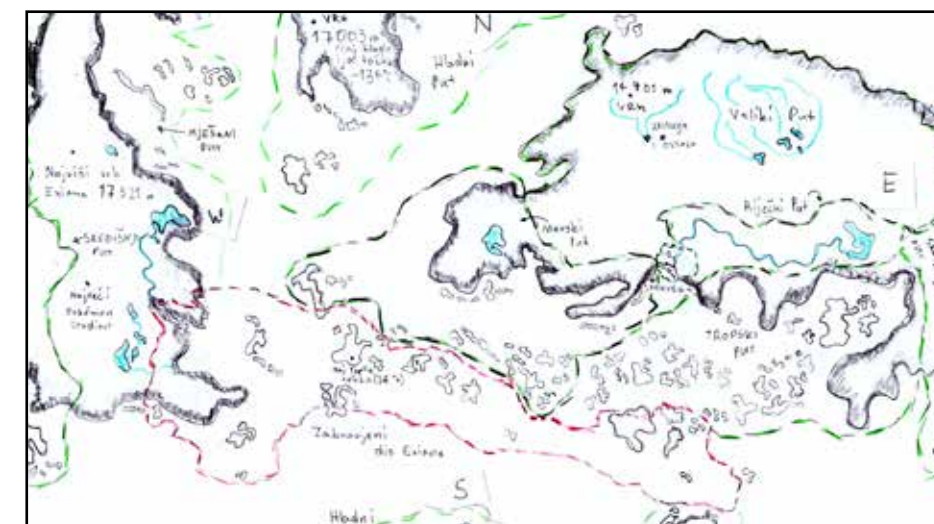
dobijemo da bi naš planet trebao imati prosječnu temperaturu od $T_z=-18^\circ\text{C}=255$ K. Međutim, zahvaljujući efektu staklenika, živimo na udobnih prosječnih $+15^\circ\text{C}$. Stoga ćemo na dobiveni rezultat za T_p dodati 33°C kao procjenu efekta staklenika. Preostaje nam još procjena koliko prosječna temperatura Exiana nam je prihvatljiva. Ako je Zemlja za ledenog doba imala oko $+8^\circ\text{C}$, onda možemo uzeti da Exian ima $+4^\circ\text{C}$, tj. $T_p=-29^\circ\text{C}=244$ K. Sada možemo pomoću 3. Keplerovog zakona povezati udaljenost r planete od svojih zvijezda i trajanje P jedne godine (orbitalni period)

$$\left(\frac{r}{1\text{ A.U.}}\right)^3 = \left(\frac{P}{365\text{ dana}}\right)^2 \left(\frac{M}{M_s}\right)$$

gdje je M suma masa obiju zvijezda. Izračunavši r možemo odrediti i tok zračenja

$$F = \frac{L/L_s}{(r/1\text{ A.U.})^2} F_z$$

gdje je L suma luminoziteta obiju zvijezda. Trajanje jedne Exian godine P nam je slobodni parametar koji podešavamo dok ne dobijemo željenih $T_p=244$ K. Ispada da je rješenje $P=530$ Zemaljskih dana! Kada bi bilo $P=390$ dana, rezultat bi bio, uključivši efekt staklenika, $+30^\circ\text{C}$. Radilo bi se o tropskom planetu, bez snježnih polarnih kapa. Iako je ovo sve samo grubo igranje procjenama, daje zanimljiv pregled međusobne povezanosti raznih fizikalnih procesa koje ni planeti iz mašte ne mogu zaobići.



Mapa planeta Exian (autor: Leon Potočnik Vinković)

ASTRONOMSKI KALENDAR

Piše:
Miroslav Smolić

Planeti

U svibnju i lipnju nemali izbor planeta vidljiv je golim okom ili uz pomoć dalekozora 10×50:

Venera se pojavljuje kao najsajnija jutarnja zvijezda, dostižući najveću zapadnu elongaciju od oko 45° krajem svibnja i početkom lipnja, što ga čini idealnim objektom za promatranje pred zoru.

Jupiter dominira večernjim nebom nakon zalaska Sunca, a 28. svibnja tanak srp Mjeseca prolazi tik iznad njega, olakšavajući lociranje planete golim okom ili kroz dalekozor.

Saturn se izdiže pred zoru tijekom oba mjeseca, a 22.–24. svibnja opadajući srp Mjeseca prolazi blizu Saturna i Venere, pružajući izvrsnu priliku za promatranje. **Mars**, u zviježđu Lava, sredinom lipnja (16.–17. 6.) prolazi u neposrednoj blizini zvijezde Regulus na udaljenosti manje od 0.7°, vidljivo golim okom ili kroz dalekozor. **Merkur** se krajem lipnja vraća na zapadno nebo nakon zalaska Sunca. 26. lipnja 2% osvijetljen srp Mjeseca pomaže ga locirati nisko nad zapadnim horizontom.

Duboko-nebeski objekti

Plejade (M45): otvoreni skup u zviježđu Bika magnitude ~1.6, vidljiv golim okom kao nakupina svijetlećih zvijezda poznata kao "Sedam sestara".

Praesepe ili Košnica (M44): otvoreni skup u zviježđu Raka magnitude ~3.7, lako uočljiv kroz dalekozor 10×50 kao magličasta nakupina od više stotina zvijezda.

Andromedina galaksija (M31):

Jedan od najboljih objekata za dalekozor 10×50. U idealnim tamnim uvjetima vidljiva je i golim okom (magnituda ~4.3). Kroz 10×50 dalekozor lako ćete uočiti sjajnu jezgru i izduženi disk galaksije kao mutni, izduženi oblak na području veličine oko 3°×1° (širine šest punih Mjeseca).

Meteorski roj

Meteorski roj **Eta Akvaridi** aktivan je od 15. travnja do 27. svibnja, svrhuncem u noći između 5. i 6. svibnja, najintenzivnije u satima prije zore.

Radiant roja nalazi se u zviježđu Vodenjaka, a može se vidjeti i do ~50 meteora po satu golim okom pod tamnim nebom.

05 SVIBANJ 2025						
NED	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB
				Komet C/2025F2 (SWAN) u perihelu	2	3
4	5	Meteorski roj Eta Akvaridi (20h-4h)	7	8	9	10
11	12		14	15	16	17
18	19		21	Tristruka konjunkcija Mjeseca, Venere i Saturna traje do 24. 6.	22 Konjunkcija Mjeseca i Venere	23
24	25		27	Konjunkcija Mjeseca i Jupitera	28	29
30	31					

Parada planeta

3. lipnja šest planeta (Merkur, Mars, Jupiter, Saturn, Uran i Neptun) biti će raspoređeni duž iste nebeske linije te mogu biti viđeni istodobno u ranim jutarnjim satima. Merkur, Mars, Jupiter i Saturn vidljivi su golim okom, dok će za Uran i Neptun biti potreban dalekozor ili teleskop.

Komet

Komet **C/2025F2 (SWAN)**, otkriven 29. ožujka 2025., dostiže perihel 1. svibnja i mogao bi dosegnuti magnitudu ~5, što ga čini objektom vidljivim golim okom u idealnim uvjetima ili lako u dalekozoru 10×50 rano ujutro nisko nad istočnim horizontom. Zelena koma kometa posljedica je interakcije Sunčeva zračenja s ugljikovim spojevima u kominoj atmosferi.

06 LIPANJ 2025						
NED	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB
Konjunkcija Mjeseca i Venere	2	"Parada planeta" blizu pred zoru - Merkur, Mars, Jupiter i Saturn	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	Konjunkcija Mjeseca i Regulusa	17	18	Konjunkcija Mjeseca i Saturna	19
20	21	22	23	24	25	26
Konjunkcija Mjeseca, Venere i Plejade	27	28	29	30	31	



Izgled neba
1. lipnja 2025. u 22 sata

Izvor:
In-the-sky-org

ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI

Planetarna maglica Abell 31 (foto: Stjepan Prugovečki)

Tijekom „životnog“ ciklusa, u jezgri zvijezde odvija se nuklearna fuzija vodika u helij. Kad u jezgri ostane samo helij, u zvijezdama koje su do 8 puta veće od našeg Sunca počinje fuzija vodika koji se nalazi oko jezgre. Zvijezda se povećava i polako se pretvara u crvenog diva. Na kraju jezgra kolabira u bijelog patuljaka. Materijal koji ostane okolo širi se u okolni svemir, najčešće kao sfera. Astronomi su ih u 18. stoljeću nazvali planetarne maglice jer su kroz teleskop izgledale slično planetima, iako nemaju veze s planetima. Planetarnu maglicu na slici, u zviježđu Rak otkrio je 1955. godine američki astronom George O. Abell i katalogizirana je kao Abell 31. Maglica je vrlo stara sudeći po veličini i vrlo slabom površinskom sjaju, a sfera se deformirala zbog interakcija s okolnim svemirom. Udaljena je od nas oko 2000 svj. godina, a u promjeru je oko 22 svj. godine.

Oprema: APM/LZOS 100/800, s veTEC571 kamerom na GEM45 montaži; Esprit 120, 120/840 s QHY268M kamerom na CEM70G montaži
Ukupno vrijeme snimanja: 61 sat

Fotografija je snimljena od 18. 02. do 19. 03. 2025. u Globočecu (Zagorje) s dva različita teleskopa istovremeno.

