

**VEGA**

ISSN 2991-6178

# HORIZONTI



ZNANSTVENO-EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 17 / SRPANJ - KOLOVOZ 2026.



## **Astronomija**

Tamne maglice

## **U Zemljinoj orbiti**

Od zvijezda do svemirskog otpada

## **Vera Rubin**

Počinje LSST projekt

## **Svjetlosno onečišćenje**

Primjeri dobre prakse

**ZA IZDAVAČA:**

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

**GLAVNI UREDNIK:**

Zoran Novak

**ZAMJENIK GLAVNOG UREDNIKA:**

Dragutin Kliček

**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

Zvezdarnica u kupoli svjetlosnog onečišćenja

**GRAFIČKO OBLIKOVANJE  
I PRIJELOM:**

Dragutin Kliček, Zoran Novak

**LEKTURA:**

Anamarija Puklavec, dipl. uč. hrv. jez.

**KONTAKT:**

vega-horizonti@advega.hr

**ČAKOVEC, SRPANJ - KOLOVOZ 2026.**

Izlazi dvomjesečno od 2023. godine  
br. 17

Digitalno izdanje  
[www.advega.hr](http://www.advega.hr)

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

# RIJEČ UREDNIKA

## Zoran Novak

Astronomsko društvo Vega



U prošlom smo broju pisali o priprema-  
ma mladih međimurskih astronoma za  
nastup na državnom Natjecanju iz astro-  
nomije 2025./2026. godine. U ovom broju  
s velikim zadovoljstvom donosimo nastavak  
te priče. Njihov uspjeh potvrđuje koliko se predan rad, zna-  
tiželja i upornost isplate. Kraj školske godine i početak ljeta  
uvijek nose određenu lakoću i osjećaj završetka jednog ci-  
klusa, ali i otvaranja novog razdoblja u kojem se planiraju  
nova opažanja, projekti i izazovi pod ljetnim nebom.

Upravo u tom duhu zatvaramo i jedan naš dugogodišnji se-  
rijal o Zvezdarnici Vera Rubin. Zvezdarnica Vera Rubin ovih  
je dana službeno započela svoj desetogodišnji program sni-  
manja neba – LSST (Legacy Survey of Space and Time). Time  
je završila faza priprema i testiranja te je započelo jedno od  
najambicioznijih astronomskih istraživanja u povijesti. Za  
nas to znači i simboličan završetak serijala: od sada će Ru-  
bin "živjeti" vlastitu znanstvenu priču koja će se u idućem  
desetljeću razvijati pred očima cijele svjetske zajednice.

Ljetni mjeseci, osim vedrih i toplih noći pogodnih za  
promatranje, donose i izraženiju atmosfersku dinamiku.  
Nakon dugih dana i naglog zagrijavanja tla, često nastaju  
snažniji grmljavinski sustavi koji nas podsjećaju da je  
nebo jednako promjenjivo koliko i fascinantno. Iako ih  
najčešće doživljavamo kroz spektakularne prizore munja  
i oblaka, oni su i važan dio šire slike atmosferskih procesa  
koje promatramo i proučavamo.

Ponovno se bavimo i svjetlosnim onečišćenjem, temom  
koja je sve prisutnija, ali i dalje nedovoljno razumljiva široj  
javnosti. Iako ga ne doživljavamo jednako neposredno kao  
buku ili onečišćenje zraka i vode, njegovi su učinci itekako  
stvarni: od gubitka noćnog neba do energetskih rasipanja  
i narušavanja prirodnih ritmova. Ovoga puta donosimo i  
pozitivnu stranu priče, primjere dobre prakse koji poka-  
zuju kako se promišljenim projektiranjem rasvjete može  
istodobno postići sigurnost, estetika i očuvanje tamnog  
neba. Upravo organizacije poput Dark Sky International  
svojim smjernicama podsjećaju da problem nije u svjetlu  
samom, nego u načinu na koji ga koristimo. U ovom broju  
donosimo primjere iz Međimurja koji dokazuju kako se  
pravilnom rekonstrukcijom rasvjete mogu postići velike  
uštede energije te da je moguće smanjiti svjetlosno oneči-  
šćenje. Na kraju, ovaj broj spaja nekoliko važnih prijelaza:  
završetak školske godine, početak ljeta, kraj jednog našeg  
serijala te početak novog poglavlja u istraživanju svemira  
kroz LSST program. Sve to zajedno podsjeća nas da astro-  
nomija uvijek živi u kontinuitetu, između onoga što smo  
već saznali i onoga što tek dolazi.

## KAZALO

**Zvježđa i grčki mitovi**

*Od trojanskog princa do zvježđa Orla i Vodenjaka* 4 - 5

**Zvezdarnica Vera Rubin**

*Počinjete LSST projekt*

6 - 7

**U Zemljinoj orbiti**

*Od zvijezda do svemirskog otpada*

8 - 10

**Nebeska mehanika**

*Zašto pomrčine dolaze u paru?*

11 - 13

**Astronomija u školama**

*Zvezdani uspjeh međimurskih astronoma*

14 - 15

**Astronomija u školama**

*Put u astronomiju*

16 - 18

**Izveštaj s manifestacije**

*Hrašćinski astro*

19

**U društvu oblaka**

*Anatomija superćelije*

20 - 21

**Svjetlosno onečišćenje**

*Primjeri dobre prakse*

22 - 25

**Astronomija**

*Tamne maglice*

26 - 29

**Promatračka astronomija**

*Nebeski cirus*

30 - 32

**Atmosferska optika**

*Ljetne zrake i sjene*

33

**Astronomski kalendar**

*Karta neba*

34 - 35

## Iza našeg horizonta

Centaurus A ili NGC5128 je 5. najsvjetlija galaksija na  
nebu. Neuobičajenog je oblika i smatram je biserom  
južnog neba koji svakako treba snimiti ili pogledati  
pruži li se prilika. Neke teorije kažu da je to zapravo su-  
permasivna eliptična galaksija koja je u „sudar“ s ma-  
njom spiralnom galaksijom i u jednom će se trenutku  
spojiti. Odatle ovakav neuobičajen izgled. Sudari spi-  
ralnih galaksija nisu neuobičajeni, no sudar eliptične

i spiralne galaksije je rijetko opažen fenomen i zbog  
toga je Centaurus A intenzivno proučavan. U centru  
se nalazi supermasivna crna rupa procijenjene mase  
od otprilike 55 milijuna solarnih masa. Snimljeno 17.  
6. 2026. na astrofarmi Kiripotib u Namibiji.  
Teleskop: Lacerta Fotonewton 250mm f/5, Montaža:  
ALT-6 ADN (OnStep modificirana) Kamera: veTEC571C  
Ekspozicija : 102x180"



Foto: Stjepan Prugovečki

## ZVIJEŽDA I GRČKI MITOVI

# Od trojanskog princa do zvijezda Orla i Vodnjaka

Piše:

**Darija Dunjko Manhard, mag. archeol.**

U prethodnom broju časopisa upoznali smo Pegaza, krilatog konja grčke mitologije te zvijezde koje nosi njegovo ime. Ovoga puta zadržat ćemo se u njegovom nebeskom susjedstvu i usmjeriti pogled prema obližnjem zvijezdu Vodnjaka (Aquarius). Iza njega se krije priča o Ganimedu, trojanskom princu kojega je Zeus izdvojio od ostalih smrtnika i doveo na Olimp. Budući da je njegova sudbina povezana sa Zeusovim svetim orlom, uz zvijezde Vodnjaka upoznat ćemo i zvijezde Orla (Aquila) koje prema antičkoj predaji predstavlja upravo tu pticu. Njihova povezanost nije slučajna

jer oba zvijezda čuvaju sjećanje na isti mit - priču o smrtniku koji je stekao besmrtnost i o božanskom glasniku koji ga je prenio iz ljudskog u svijet bogova.

### Od Troje do Olimpa

Ganimed je bio sin trojanskoga kralja Trosa i Kaliroje, odnosno kralja Laomedonta (prema nekim predajama). Antički autori opisuju ga kao iznimno lijepog mladića čija je ljepota nadmašivala ljepotu svih njegovih suvremenika, a opisivan je kao netko koga je krasila božanska ljepota. Upravo je ta ljepota privukla Zeusovu pozornost. Dok je Ganimed

čuvao stada na obroncima planine Ide pokraj Troje, Zeus ga je ugledao i odlučio ga dovesti na Olimp. Način na koji se to dogodilo razlikuje se od izvora do izvora. U nekim verzijama mita Zeus se sam pretvorio u golemog orla, dok je u drugima poslao svojega svetog orla da mu dovede mladića. Orlo se obrušio s neba, zgrabio Ganimedu i odnio ga među bogove. Taj je prizor postao jedan od najpoznatijih motiva grčke umjetnosti te se često prikazivao na vazama, reljefima i mozaicima. Dolaskom na Olimp Ganimed nije postao običan stanovnik božanskoga svijeta, već ga je Zeus učinio

svojim vinotočom, odnosno poslušiteljem koji bogovima toči nektar i ambroziju. Time je zamijenio Hebu, božicu mladosti koja je tu dužnost obavljala prije njega. Ganimed je zauzvrat stekao besmrtnost i vječnu mladost te postao jedan od rijetkih smrtnika koji su dobili mjesto među bogovima. Mitovi također govore kako je Zeus Ganimedovu ocu nadoknadio gubitak sina. Kao dar poslao mu je božanske konje ili zlatnu lozu, ovisno o verziji priče. Time je želio ublažiti tugu koju je izazvao odvođenjem mladića s ljudskog svijeta. Ipak, u središtu mita ostala je slika Ganimedu kao smrtnika koji je zbog svoje iznimnosti uzdignut među besmrtnike. Jednako važnu ulogu u priči ima i Zeusov orao. U grčkoj mitologiji orao je bio sveta ptica vrhovnog boga i jedan od njegovih najprepoznatljivijih simbola. Smatralo se da prenosi Zeusove munje, izvršava njegove zapovijedi i služi kao glasnik njegove volje. Orlo se pojavljuje u brojnim mitovima, no možda je priča povezana s Ganimedom postala najpoznatija. Zbog toga su antički autori često povezivali sudbine mladića i ptice, a kasnije su ih povezali i na nebu.

### Vodnjak i Orlo

Zvijezde Vodnjaka (Aquarius) jedno je od najstarijih poznatih zvijezda te pripada skupini tzv. zvijezda zodijaka. Na starim zvjezdanim kartama najčešće se prikazuje kao mladić koji iz vrča izlijeva vodu. Mlaz vode pritom završava u ustima Južne ribe (Piscis Austrinus), zvijezda koje se nalazi neposredno ispod njega. Antički su autori tog mladića često poistovjećivali upravo s Ganimedom, trojanskim princem kojega je Zeus uzdigao među bogove. Najsajjnija zvijezda zvijezda je Sadalsuud, a ime joj potječe iz arapskog jezika. Iako zauzima veliko područje neba između zvijezda Jarca i Riba, Aquarius nije osobito lako uočiti



Slika 2. Ganimed, Zeus i orao na crvenofiguralnom kaliks krateru, 490.- 480. pr. n. e., Metropolitan Museum of Art, New York

zbog nedostatka vrlo sjajnih zvijezda. Promatračima ga je često najlakše pronaći uz pomoć obližnjeg Velikog kvadrata Pegaza. Zanimljivo je da se u zvijezdu nalazi kuglasti skup M2, jedan od najsajnijih kuglastih skupova na noćnom nebu. Zajedno sa zvijezdama Alfa i Beta Aquarii tvori upečatljiv trokut, a u vrlo dobrim uvjetima može se nazrijeti i golim okom.

U njegovoj blizini nalazi se zvijezda Orla (Aquila) koje predstavlja Zeusova svetoga orla. Smješteno je na nebeskom ekvatoru, u bogatom području Mliječne staze između zvijezda Labuda (Cygnus) na sjeveru te Štita (Scutum) i Strijelca (Sagittarius) na jugu. Njegova najsajjnija zvijezda Altair jedna je od najsajnijih zvijezda noćnog neba te zajedno sa zvijezdama Vegom i Denebom tvori poznati Ljetni trokut. Altair se nalazi na mjestu koje predstavlja vrat orla, a s obližnjim zvijezdama Tarazed i Alshain čini lako prepoznatljivu skupinu zvijezda. Oblik cijelog zvijezda podsjeća na pticu raširenih

krila u letu pa nije teško razumjeti zašto su ga antički promatrači povezali upravo s moćnim orlom. Položaj ovih zvijezda na nebu dodatno naglašava njihovu mitološku povezanost. Kao što je prema mitu orao uzdigao Ganimedu sa Zemlje prema Olimpu, tako se i na nebeskom svodu zvijezda Aquarius i Aquila nalaze jedno uz drugo, tvoreći trajni podsjetnik na tu priču.

### No, to nije sve...

Ime Ganimedu nije ostalo zapisano samo u grčkoj mitologiji i među zvijezdama. Njegovo ime, zahvaljujući Galileju, nosi i najveći Jupiterov prirodni satelit, ujedno i najveći prirodni satelit u Sunčevu sustavu. Time je mladić, kojega je Zeus prema mitu doveo na Olimp, dobio svoje mjesto i u modernoj astronomiji. Zanimljivo je da Ganimed kruži oko Jupitera, planeta koji nosi ime rimskog ekvivalenta Zeusa, pa drevna priča o bogu i njegovu odbačanju i danas živi među nebeskim tijelima Sunčeva sustava.



Zvijezde Vodnjak, Orlo i susjedna mu zvijezda prikazani u aplikaciji Stellarium

Homer, Ilijada, Zagreb 2003 (prijevod Tomo Maretić)

Ian Ridpath, Astronomy - A visual guide, New York 2018.

Robin Kerrod, Tales of the Night Sky, New York 2020

Pseudo-Apolodor, Knjiga grčke mitologije, Zagreb 2004 (prijevod Igor Brajković)

P. Ovidije Nazon, Metamorfoze, Zagreb 2008. (prijevod Tomo Maretić)

## ZVJEZDARNICA VERA RUBIN

## Počinje LSST projekt

Snimanje najvećeg astronomskog filma u  
Zvezdarnici Vera Rubin!

Piše:

dr.sc. Željko Ivezić

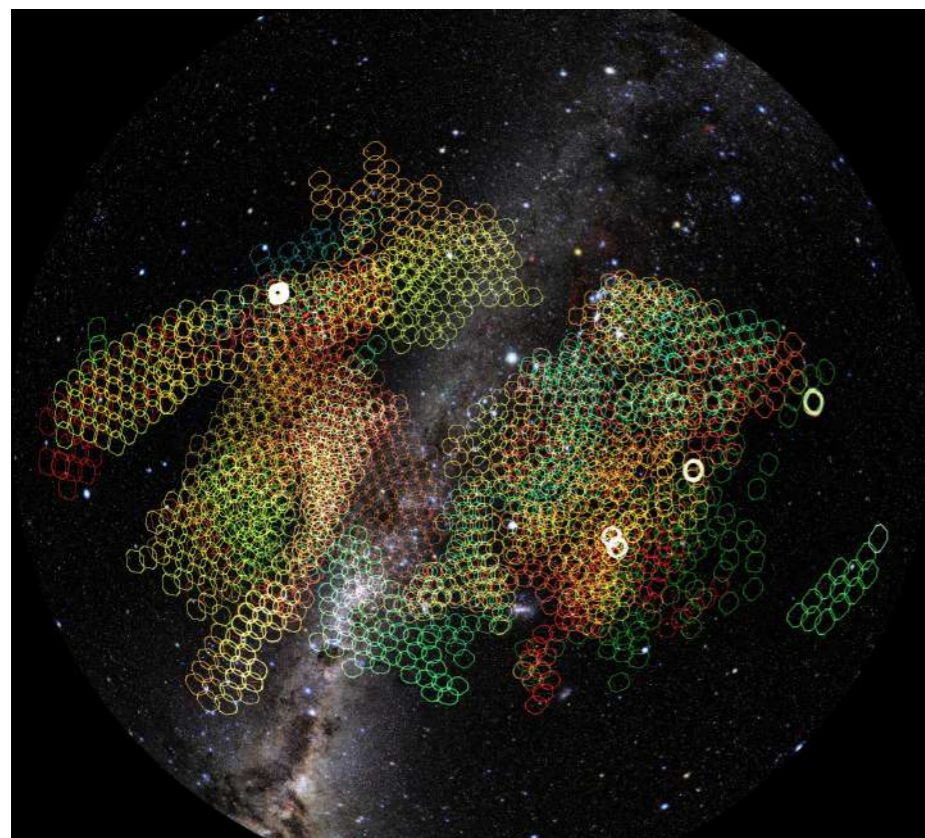
Čekanje je završeno! Nakon više od dviju godina objavljivanja prvog članka u ovoj seriji, Zvezdarnica Vera Rubin službeno je započela svoj 10-godišnji program snimanja i istraživanja neba "Legacy Survey of Space and Time" (LSST), na Međunarodni dan asteroida, 30. lipnja 2026. Program LSST je glavni razlog za gradnju Zvezdarnice Rubin. Premda zvezdarnica snima noćno nebo

od prošle godine, službeni početak programa LSST-a signalizira kako je uhadavanje složenih sustava zvezdarnice za snimanje i obradu podataka završeno. Ovu godinu smo proveli usavršavajući tijek rada kako bi noćni rad bio učinkovitiji. Unosili smo manje prilagodbe u sustav, poput bolje kontrole temperature u kupoli i temperature zrcala, kako bismo poboljšali kvalitetu slika.

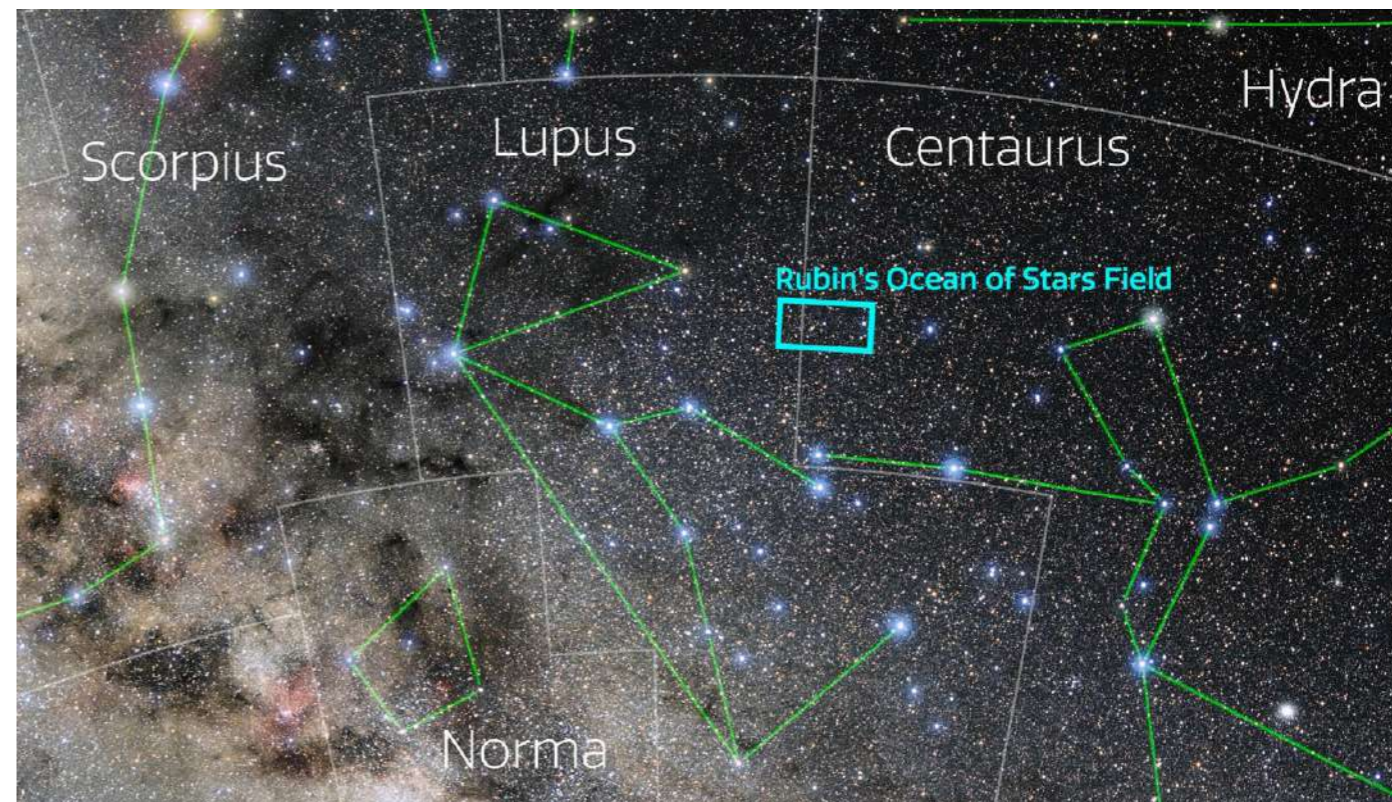
**Milijuni upozorenja i golema količina podataka**

Paralelno s radom na uhadavanju zvezdarnice, Rubin od veljače šalje otprilike 100 000 automatskih upozorenja ("alert") noću astronomima diljem svijeta, označavajući sve na nebu što se pomaknulo, posvijetlilo, izbljedjelo ili promijenilo od posljednjeg promatranja. Ta upozorenja već su pomogla u potvrđivanju novih supernova i dovela do otkrića više od 11 000 prethodno nekatalogiziranih objekata Sunčevog sustava. Očekujemo da će se tijekom idućih mjeseci ta stopa upozorenja popeti na nekoliko milijuna svake noći.

Formalni početak programa LSST-a je početak jednog od najambicioznijih programa u povijesti astronomije. Cijelo će južno nebo biti snimljeno svake tri do četiri noći tijekom idućeg desetljeća, ukupno oko 800 puta, generirajući oko 20 terabajta podataka svake noći (vidljivo na slikama u članku). Znanstveni ciljevi su sveobuhvatni: od mapiranja tamne tvari do praćenja asteroida blizu Zemlje. LSST će "oživjeti svemir" i stvoriti riznicu uzbudljivih otkrića: pulsirajuće zvijezde, eksplozije supernova, fosilne zapise galaksija, tragove za misterije tamne energije i tamne materije te potpuno nove fenomene koje nikada prije nismo vidjeli. Neki kozmički procesi odvijaju se sporo, nepredvi-



Slika 1 prikazuje raspodjelu LSST promatranja na južnom nebu nakon nekoliko promatračkih noći. Na obojenim krugovima boja pokazuje filter kroz koji je snimano. Pozadina pokazuje sliku južnog neba.



Slika 2: Slika prikazuje gdje se na nebu nalazi sljedeća slika, nazvana „Rubinov ocean zvijezda“, u uspoređi sa zvijezdama južnog neba.



Slika 3 (lijevo): Ova slika, nazvana „Rubinov ocean zvijezda“, prikazuje nasumično odabrano zvezdano polje u zvijezdu Vuk, veličine 3,1 x 1,7 stupnjeva (oko pola vidnog polja LSST kamere). To se polje nalazi na galaktičkoj širini od približno 20°, pa je zbog njegove blizine disku Mliječnog puta na slici jasno vidljiv galaktički cirus (raspršeni oblaci međuzvezdane prašine i plina), u obliku slabe „izmaglice“.

Slika 4 (desno): Uvećani dio srednjeg dijela slike 3. Premda je to jako mali dio neba, na slici se vide tisuće zvijezda u disku Mliječnog puta.

divo ili nevjerojatno rijetko, zbog čega je desetogodišnje istraživanje ključno. Vraćajući se na svaku točku na nebu oko 800 puta tijekom desetljeća, LSST podaci će pružiti znanstvenoj zajednici uvide potrebne za otkrivanje suptilnih događaja, snimanje objekata u pokretu te proučavanje ubrzanog širenja svemira. Očekujemo kako će LSST pronaći i izmjeriti oko 20 milijardi galaksija i usporediv broj zvijezda u našoj galaksiji, Mliječnom putu. Bit će to prvi

put da astronomski katalog sadrži više nebeskih objekata nego što ima živih ljudi.

**Vrata otvorena svima**

LSST nije namijenjen isključivo za profesionalne znanstvenike, očekujemo kako će i javnost sudjelovati u uzbudljivim otkrićima koja nas očekuju. Na primjer, jedan aktivni projekt, Comet Catchers, poziva volontere da pomognu u identificiranju kometa u Rubinovim podacima putem NASA-inog

programa "Znanost za građane". Rubin ne samo da pomaže u otkrivanju misterija dalekog svemira, već je i najmoćniji stroj za otkrivanje objekata u Sunčevom sustavu ikad izgrađen. Snimajući oko tisuću slika svake noći, Rubin će sastaviti detaljan popis našeg Sunčevog sustava, uključujući milijune asteroida i kometa. Očekujemo puno uzbudljivih otkrića i rezultata tijekom idućih 10 godina od LSST programa. Pridružite nam se u tom putovanju!

## U ZEMLJINOJ ORBITI

# Od zvijezda do svemirskog otpada

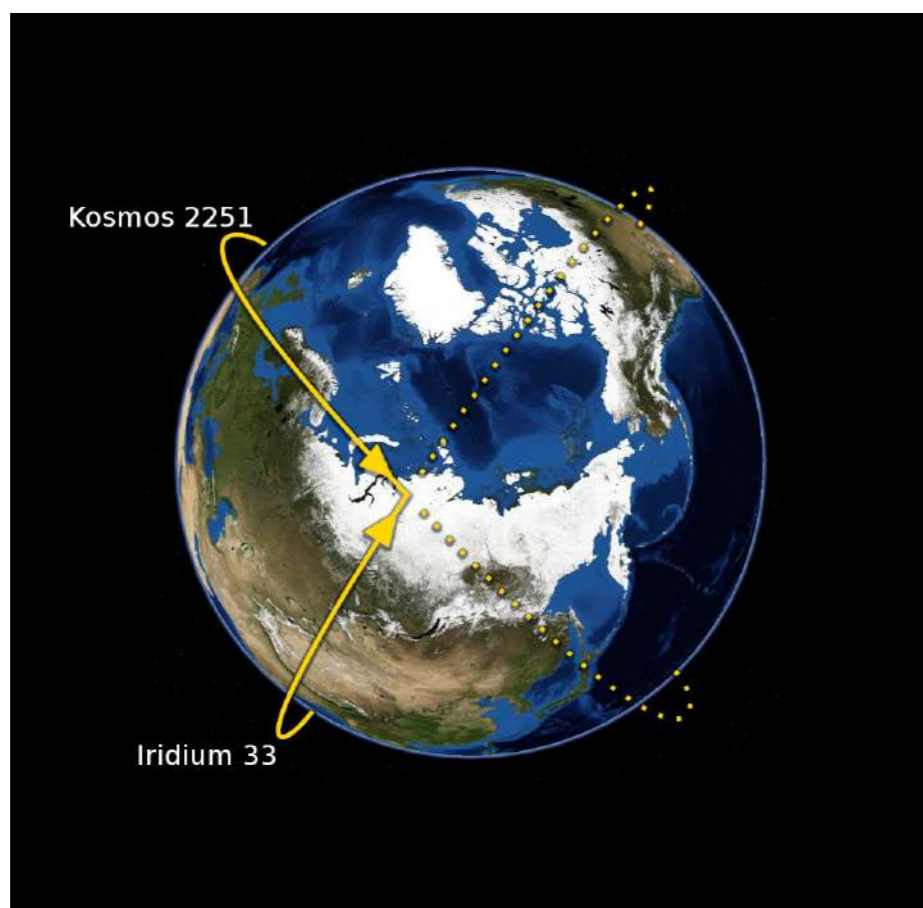
Piše:

**Nikola Strah, dipl. ing. fizike**

Operateri američke satelitske tvrtke Iridium Communications smješteni u Leesburgu, pedesetak kilometara sjeverno od Washingtona, vjerojatno su očekivali mirniju pauzu za ručak. U 9:02 primili su upozorenje da će njihov aktivni komunikacijski satelit Iridium-33 u 11:56 proći pokraj neaktivnog ruskog satelita Kosmos-2251 na udaljenosti od 584 metra.

### Sudar u orbiti

Procijenjeni rizik sudara bio je malen pa manevar izbjegavanja nije izveden. No, u trenutku predviđenog bliskog susreta, komunikacija s Iridiumom-33 naglo je prestala. Nedugo zatim američka Mreža za nadzor svemira, SSN, izvijestila je da prati oblake krhotina u orbitama obaju satelita. Sudar je time bio potvrđen. Bio je to prvi poznati sudar dvaju cjelovitih satelita u orbiti i jedan od najtežih fragmentacijskih događaja u povijesti svemirskih letova. Kosmos-2251, ruski vojni komunikacijski satelit tipa Strela, vjerojatno je bio neaktivan još od sredine 1990-ih. Iridium-33 je, naprotiv, bio dio operativne konstelacije od 66 komunikacijskih satelita. U sudaru je nastalo više od 100 000 komadića svemirskog otpada različitih veličina. Do početka 2013. katalogizirana je 2201 krhotina veća od 10 centimetara, a dio ih je već ponovno ušao u atmosferu. Krhotine su predstavljale rizik i za Međunarodnu svemirsku postaju koja je morala izvoditi manevre izbjegavanja.



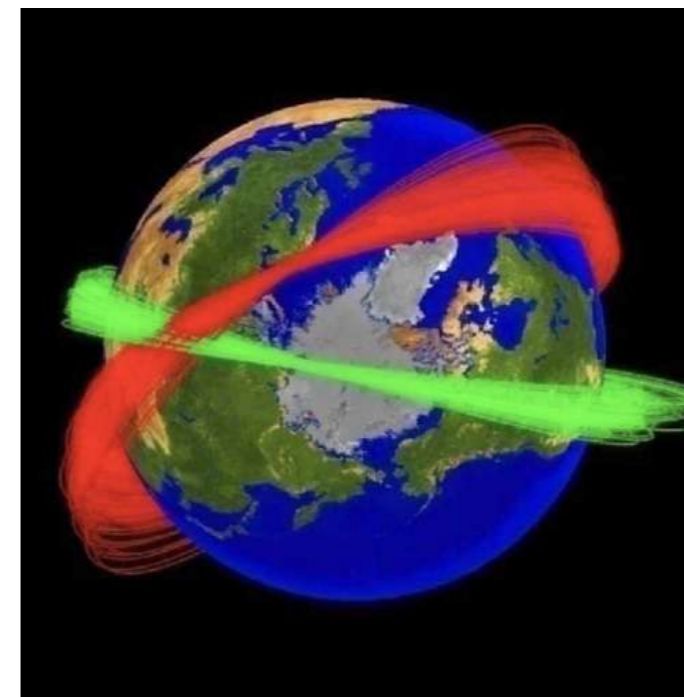
Slika 1a. Putanje satelita Iridium-33 i Kosmos-2251 s mjestom njihovog sudara.  
Izvor: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Collision-1a1.jpg>

nja. Dio ostataka ostat će u orbiti još desetljećima, možda i do kraja stoljeća. Bez aktivnog uklanjanja velikih napuštenih satelita i raketnih stupnjeva, ovakvi bi se sudari u budućnosti mogli događati sve češće.

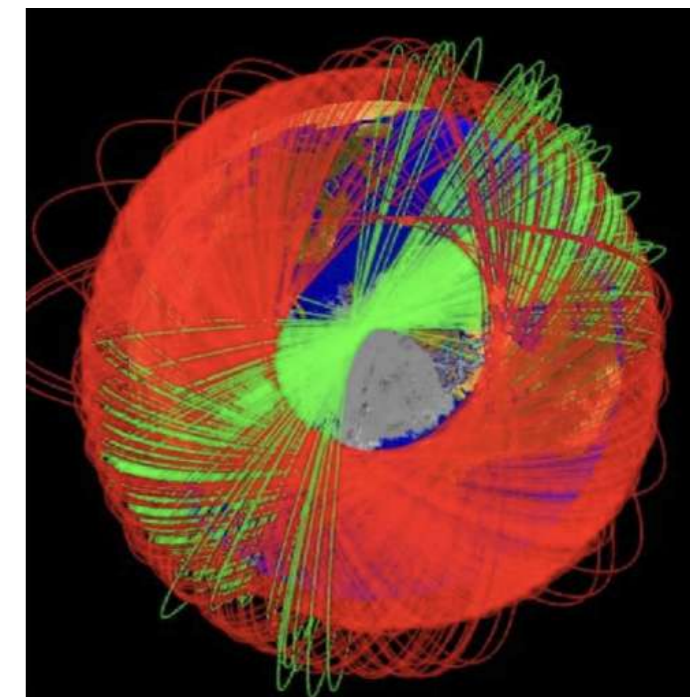
### Rastući problem svemirskog otpada

Najnovije procjene pokazuju koliko se problem svemirskog otpada

brzo povećava. U orbiti se danas nalazi oko 15 600 aktivnih satelita i približno 45 000 praćenih objekata, uključujući satelite, ostatke raketa i veće fragmente (slika 2.). No, stvarni je broj mnogo veći: prema procjenama Europske svemirske agencije, oko Zemlje kruži oko 54 000 objekata većih od 10 centimetara te čak oko 140 milijuna objekata veličine između jednog milimetra i jednog



Slika 1b. Krhotine nastale u sudaru Iridium-33 i Kosmos-2251 nakon 30 dana (prema modelima NASA-e). Izvor: NASA



Slika 1c. Krhotine nastale u sudaru nakon 1 godine prema modelima NASA-e. Izvor: NASA

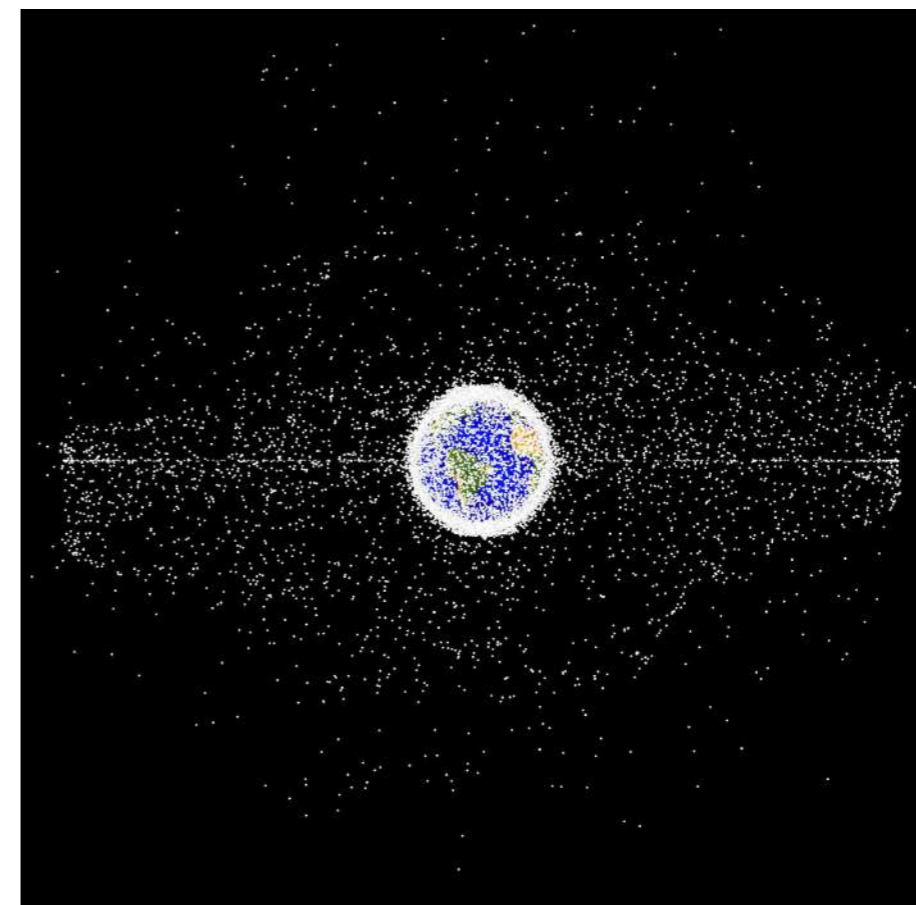
centimetra (2, 3, 4). Nisu svi objekti katalogizirani, a velik dio orbitalnih podataka nije javno dostupan. Iako programe praćenja već desetljećima provode vojne institucije, svemirske agencije i istraživački centri,

rast svemirske industrije dodatno povećava potrebu za nadzorom. Sve više država, kompanija i startupova lansira satelite za komunikacijske, promatračke, znanstvene, sigurnosne i komercijalne potrebe.

Geopolitička situacija dodatno naglašava važnost tog pitanja. Sateliti se sve češće koriste i za vojne, sigurnosne i obavještajne zadaće pa države uspostavljaju nove strukture za svemirske aktivnosti. Paralelno raste potreba za boljim razumijevanjem stanja u orbiti, poznatim kao space situational awareness, odnosno SSA.

### Kako pratimo objekte u orbiti?

U tom kontekstu optički teleskopi imaju sve važniju ulogu. Nekada su ih uglavnom koristili profesionalni astronomi, istraživačke institucije i astronomi amateri, dok se danas sve više razvija tržište usluga za praćenje satelita, raketnih ostataka i svemirskog otpada. Budući da svi orbitalni podaci nisu javni, mnoge se organizacije oslanjaju na vlastite sustave ili na specijalizirane kompanije za SSA i SST, odnosno space surveillance and tracking. Optički teleskopi u SSA i SST najčešće imaju tri zadaće. Prva je pretraga neba za nepoznatim ili slabo poznatim objektima, pri čemu se koriste teleskopi širokog vidnog polja. Druga je praćenje poznatih objekata radi poboljšanja njihovih orbitalnih parametara. Posebno je



Slika 2. Prikaz katalogiziranih objekata u LEO, MEO i GEO orbitama. Izvor: NASA ODPO

važan brzi follow-up objekata koje su prethodno otkrili radari. Treća zadaća je karakterizacija objekata: mjerenje sjaja, promjena sjaja, rotacije i ponašanja, čime se može zaključiti je li riječ o aktivnom ili neaktivnom satelitu, raketnom stupnju ili krhotini. Optički teleskopi osobito su korisni za objekte u višim orbitama, primjerice GEO i MEO, gdje se objekti prividno sporije gibaju po nebu. U niskoj Zemljinoj orbiti, LEO, objekti se kreću znatno brže pa se ondje često kombiniraju radari, optički teleskopi i, u posebnim slučajevima, lasersko mjerenje udaljenosti. Upravo ta kombinacija metoda postaje temelj suvremenog nadzora svemirskog prostora.

### Teleskopi i sustavi za nadzor svemira

Pogledajmo nekoliko primjera optičkih teleskopa korištenih u SST. Slika 3 prikazuje NASA-in Eugene Stansbery-Meter Class Autonomous Telescope, ES-MCAT, smješten na otoku Ascension u južnom Atlantiku. Riječ je o teleskopu otvora 1,3 metra, namijenjenom brzom praćenju svemirskih objekata i otpada na različitim visinama. Europska svemirska agencija ESA također koristi više teleskopa za



Slika 3. ES-MCAT teleskop na otoku Ascension kao dio NASA-inog SST programa.  
Izvor: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/measurements/optical.html>

praćenje svemirskog otpada i objekata bliskih Zemlji. Jedan od najpoznatijih je Optical Ground Station u opservatoriju Teide na Tenerifima u Španjolskoj, na visini od oko 2 400 metara. Teleskop ima promjer od jednog metra, CCD kameru razlučivosti 16 megapiksela i posebno je važan za opažanja objekata u višim orbitama. ESA razvija i novu mrežu teleskopa nazvanu Flyeye. Prvi teleskop, Flyeye-1 (slika 4.), planiran je za Monte Mufaru na Siciliji, nedaleko od opservatorija u kojem je Giuseppe Piazzi 1801. otkrio Ceres. Flyeye ima promjer od jednog metra i iznimno veliko vidno polje od oko 45 četvornih stupnjeva, više od 200 puta veće od prividne površine punog Mjeseca. Takvo vidno polje omogućuje brzo pregledavanje velikih dijelova neba.

Rastuće tržište privlači i privatne tvrtke koje nude sustave "ključ u ruke" za Space Traffic Management. Jedan primjer je poljska tvrtka Sybilla Technologies i njihov sustav Perseus, robotski širokokutni opservatorij sastavljen od četiriju ultraširokokutnih teleskopa austrijske tvrtke ASA Astrosysteme. Riječ

je o brzim teleskopima promjera 300 milimetara i svjetlosne jakosti f/1.3, pogodnima za automatizirane preglede neba, kratke ekspozicije i praćenje objekata u orbiti. Četiri teleskopa zajedno pokrivaju oko 187 četvornih stupnjeva neba.

Među ostalim tvrtkama aktivnima u području SSA i SST nalaze se Slingshot Aerospace, ExoAnalytic, Officina Stellare, Indra Space, Baader i druge kompanije koje nude rješenja temeljena na radarima, optičkim teleskopima, satelitima, softveru i analitici. Cijelo tržište procjenjuje se na oko dvije milijarde eura, uz očekivani rast na više od tri milijarde u sljedećih nekoliko godina.

Kako orbita oko Zemlje postaje sve prometnija, pogled prema nebu više nije samo pitanje znatiželje, nego i nužan uvjet za sigurnu budućnost svemirskih aktivnosti.

Izvori:

- 1) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20100002023>
- 2) <https://celestrak.org/satcat/>
- 3) [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers)
- 4) Američka Mreža za praćenje neba vodi stranicu <https://www.space-track.org/> s podacima o (javnim) satelitima

## NEBESKA MEHANIKA

# Kozmički ples: Zašto pomrčine dolaze u paru?

Piše:

Mihael Varga, mag. phys.

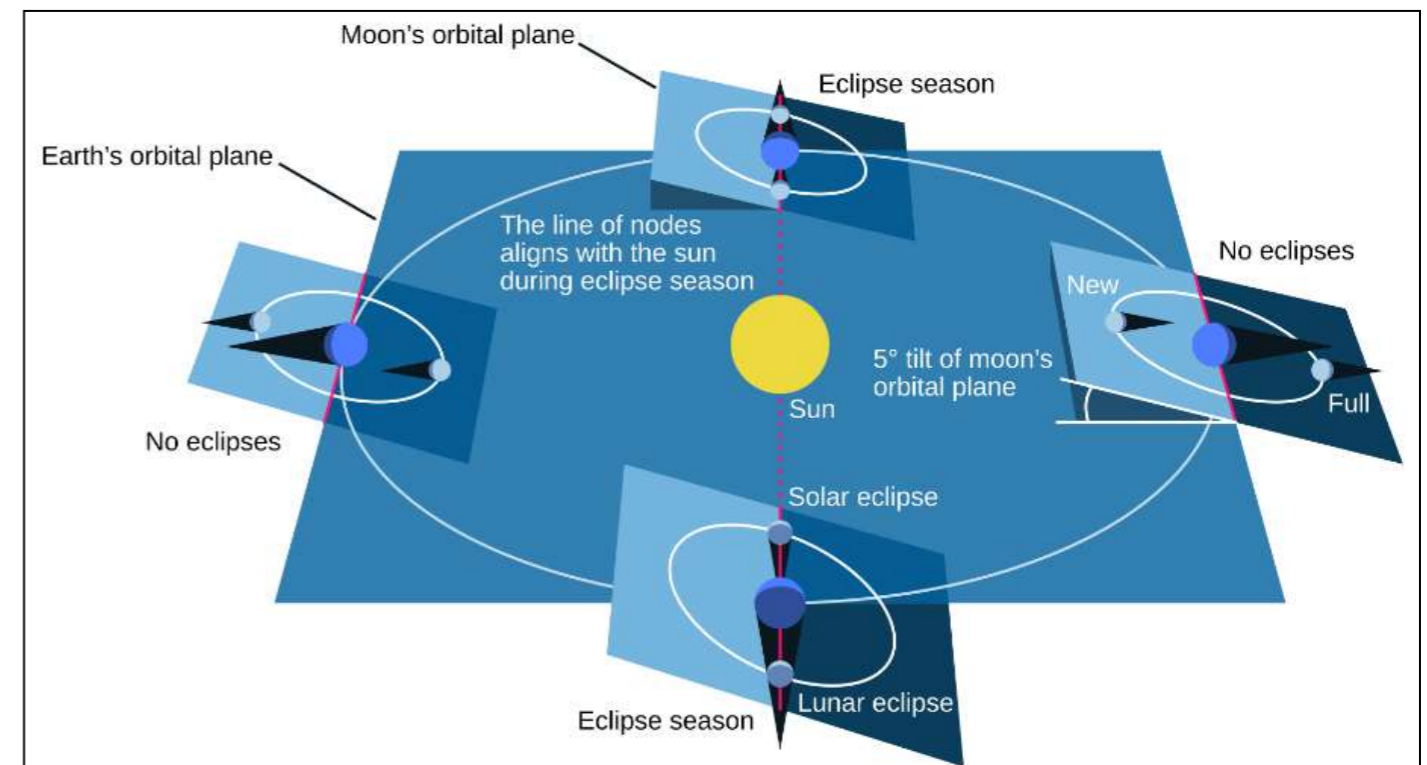
Kada se u vijestima najavi nadolazeća pomrčina, bilo Sunca ili Mjeseca, često ju doživljavamo kao izoliran, iznenadan, pa čak i pomalo mističan događaj. Mjesecima nočno nebo prati svoj uobičajeni ritam mijena, a onda nam svemir priredi pravi spektakl. I to ne jednom, već najčešće u paru, a povremeno i tri puta! No, nebeska mehanika ne poznaje nasumičnost. Pomrčine su strogo koreografirani događaji koji se odvijaju prema preciznom rasporedu unutar takozvanih "sezona pomrčina". S obzirom na to da nam se

u kolovozu ove, 2026. godine, sprema jedan od najočekivanih astronomskih događaja desetljeća vidljiv i iz Europe, idealno je vrijeme da zavirimo u zakulisje ove fascinantne nebeske predstave.

### Sezone pomrčina: Nebeski raspored

Što je zapravo sezona pomrčina? To nije godišnje doba na kakvo smo navikli, već poseban vremenski "prozor" koji traje nešto više od mjesec dana i otvara se otprilike svakih šest mjeseci. Svaka pomrčina događa se

upravo unutar tog razdoblja. Razlog je jednostavan: tijekom sezone pomrčina geometrija sustava Sunce–Zemlja–Mjesec postane pogodna za nastanak pomrčina. Ako se na početku sezone dogodi pomrčina Sunca za vrijeme mladog Mjeseca, otprilike dva tjedna kasnije, kada nastupi pun Mjesec, vrlo će vjerojatno uslijediti i pomrčina Mjeseca. Vrijedi i obrnuto – nakon pomrčine Mjeseca za vrijeme punog Mjeseca, oko dva tjedna kasnije može nastupiti pomrčina Sunca. Taj razmak nije slučajna, već proizlazi iz ritma Mjesečevih mijena.



Slika 1: Prikaz nagiba Mjesečeve putanje za 5 stupnjeva u odnosu na Zemljinu ravninu (ekliptiku). Pomrčine nastaju isključivo tijekom "sezona pomrčina", kada se linija presjeka ovih dviju ravnina (čvorovi) poravnava sa Suncem.

## Tajna nagiba od 5 stupnjeva

Logično pitanje koje se nameće jest: ako svakih 29,5 dana imamo mlad Mjesec, zašto onda nemamo pomrčinu Sunca svaki mjesec? Odgovor leži u malom, ali presudnom detalju. Mjesec ne kruži oko Zemlje u istoj ravnini u kojoj Zemlja kruži oko Sunca (ekliptici). Njegova je orbita nagnuta za približno 5 stupnjeva.

Zbog tog naizgled neznatnog nagiba, tijekom većine pojava mladog Mjeseca, naš prirodni satelit prolazi malo iznad ili ispod Sunčeva diska pa ne dolazi do pomrčine. Slično vrijedi i za puni Mjesec kada on najčešće prođe iznad ili ispod Zemljine sjene. Sezona pomrčina nastupa tek kada se Sunce prividno nađe u blizini jednog od čvorova Mjesečeve orbite – mjesta na kojima Mjesečeva putanja presijeca ekliptiku. Tada se Sunce, Zemlja i Mjesec mogu gotovo savršeno poravnati, što omogućuje nastanak pomrčine.

## Igra svjetlosti i sjene

Da bismo zaista razumjeli što se događa kada se te putanje presijeku, najbolje je svemir svesti na temeljne zakone fizike, iste one koji objašnjavaju pravocrtno širenje svjetlosti. Zamislite Sunce kao ogromnu žarulju, a

Mjesec kao manju prepreku koja se nađe točno ispred nje. Budući da se svjetlost širi pravocrtno, iza Mjeseca nastaju dvije vrste sjene. Prva je *umbra* – stožasta, duboka i potpuno tamna sjena. Druga je *penumbra* – znatno šire područje polusjene gdje je izvor svjetlosti samo djelomično blokiran. Kada *umbra* dotakne površinu Zemlje (što nije uvijek slučaj), sretnici koji se nađu u tom uskom pojasu svjedoče potpunoj pomrčini Sunca, gdje se dan na nekoliko minuta pretvara u noć. Oni izvan te uske staze, a koji se nalaze unutar ogromne *penumbre*, vide samo djelomičnu pomrčinu. Ako je Mjesec u trenutku poravnanja na većoj udaljenosti od Zemlje, njegova tamna *umbra* ne doseže naš planet, već se iza nje formira takozvana *antumbra*. Promatrači unutar te specifične sjene svjedoče prstenastoj pomrčini pri kojoj Mjesečev disk ne prekriva Sunce u potpunosti, već ostavlja vidljiv i jarki, vatreni prsten. Nevjerojatno je kako isti onaj fizikalni princip koji objašnjava stvaranje sjene iza neprozirnih tijela upravlja i najvećim nebeskim spektaklima!

## Kozmička slučajnost

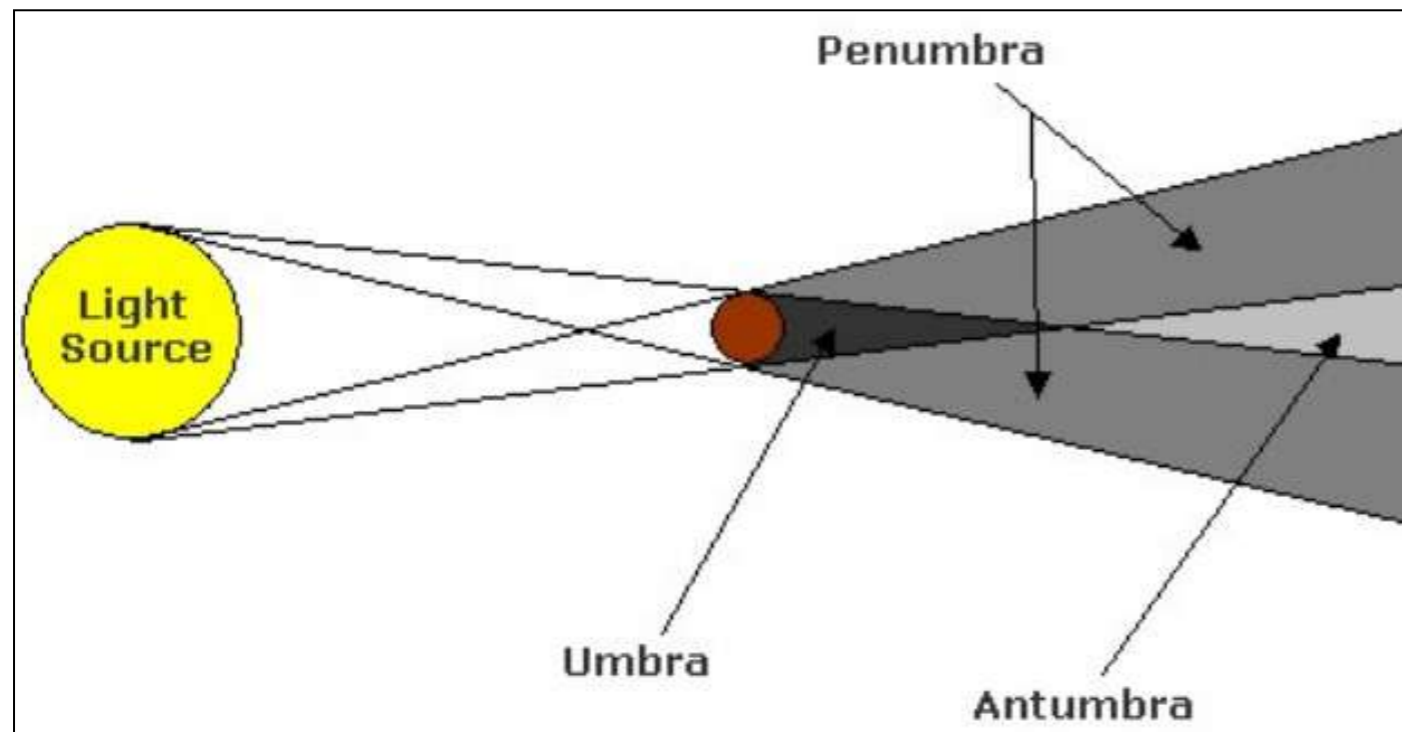
Kada govorimo o potpunoj pomrčini Sunca, susrećemo se s jednom od

najfascinantnijih kozmičkih podudarnosti. Sunce je nevjerovatno masivno – otprilike je 400 puta veće u promjeru od Mjeseca. Kako je onda moguće da taj sićušni Mjesec može gotovo savršeno prekriti golemi Sunčev disk, ostavljajući vidljivom samo vanjsku plinastu atmosferu (koronu)?

Tajna leži u izvanrednoj geometriji: Sunce je, igrom slučaja, otprilike 400 puta udaljenije od Zemlje nego Mjesec. Zbog tog omjera (otprilike 400 puta veće, ali i 400 puta dalje), ova dva potpuno različita nebeska tijela na našem nebu vrlo su slične prividne veličine.

Zbog eliptičnih orbita i promjenjivih udaljenosti, prividne veličine Mjeseca i Sunca nisu stalne, što znači da taj približni omjer nije uvijek jednak. Upravo zato ponekad dobivamo potpunu pomrčinu, a ponekad prstenastu, kada Mjesec nije dovoljno velik da u potpunosti prekrije Sunce.

Ova podudarnost nije vječna. Mjesec se svake godine udalji od Zemlje za oko 3,8 centimetra pa će za nekoliko stotina milijuna godina potpune pomrčine Sunca postupno postati stvar prošlosti. Budući promatrači sa Zemlje moći će vidjeti samo prstenaste pomrčine.



Slika 2: Kako nastaju pomrčine: umbra stvara potpunu, penumbra djelomičnu, a antumbra prstenastu pomrčinu.

## Sarosov ciklus: Mudrost drevnih astronoma

Ova nebeska preciznost nije otkriće modernog doba. Drevni narodi, koji su pažljivo promatrali i bilježili promjene na nebu, prepoznali su uzorke pomrčina mnogo prije izuma teleskopa. Babilonski astronomi koristili su tzv. Sarosov ciklus – razdoblje od približno 18 godina, 11 dana i 8 sati nakon kojeg se pomrčine ponavljaju u vrlo sličnom rasporedu. U tom se periodu usklađuju tri ključna lunarno-orbitalna ciklusa, zbog čega Sunce, Zemlja i Mjesec ponovno zauzimaju gotovo istu geometriju potrebnu za pomrčinu. To je omogućilo iznimno pouzdano predviđanje vremena događanja sljedećeg "rođaka" iste pomrčine. Zanimljivo, zbog dodatnih osam sati u ciklusu, svaka sljedeća pomrčina pomaknuta je otprilike za trećinu Zemljine rotacije pa se ne događa na istom geografskom području.

## Velika predstava: Kolovoz 2026. u Hrvatskoj

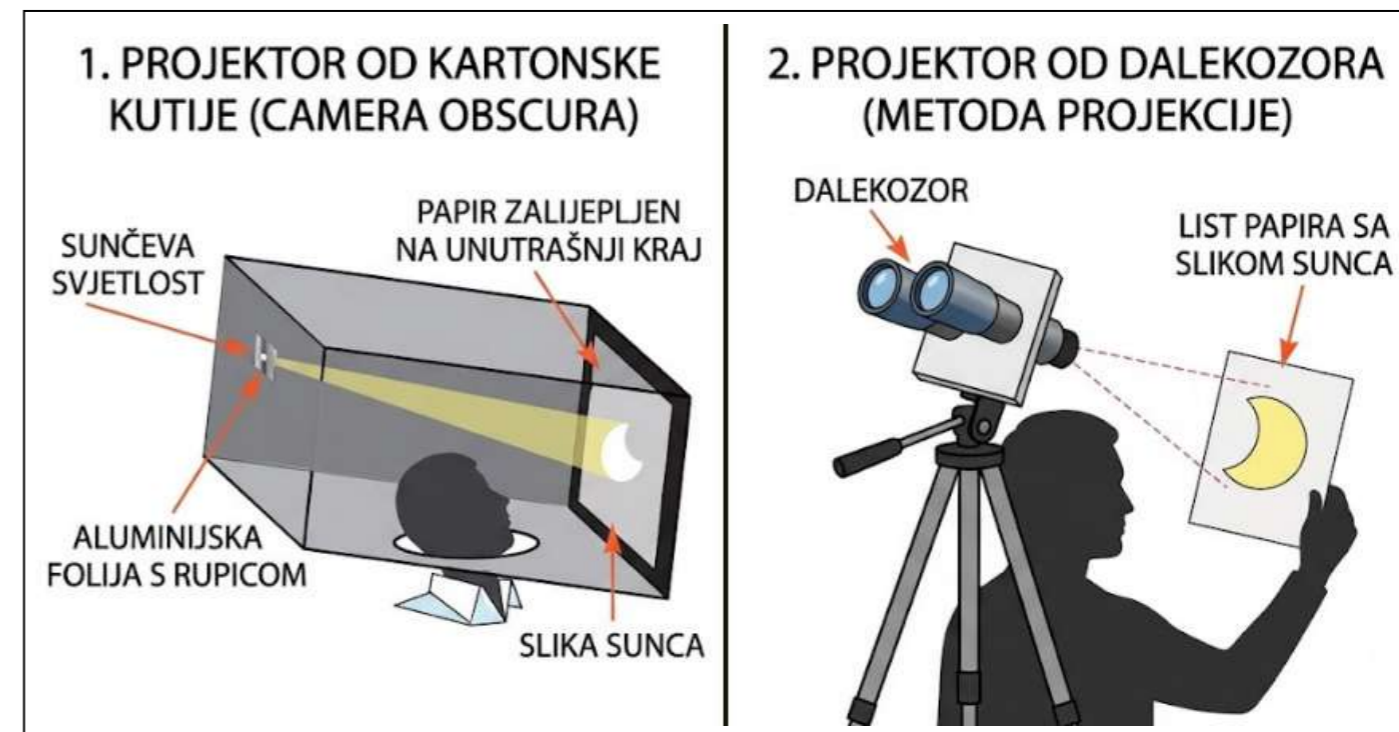
Sve ovo znanje savršeno će nam poslužiti ovog ljeta, kada nas očekuje druga ovogodišnja sezona pomrčina. Njen prvi čin odigrat će se 12. kolovoza 2026. s djelomičnom pomrčinom Sunca. Iako će uska sta-

za potpune pomrčine proći preko Grenlanda, Islanda i sjeverne Španjolske, promatrači u Hrvatskoj imat će priliku svjedočiti iznimno atraktivnoj djelomičnoj pomrčini Sunca. U kasnim poslijepodnevima, pri niskom položaju Sunca na nebu, Mjesec će prekriti velik dio Sunčeva diska, stvarajući dramatičan prizor, osjetno zatamnjujući dnevnu svjetlost. Kako pravila nebeske mehanike nalažu, ova pomrčina ne dolazi sama. Nešto više od dva tjedna kasnije, 28. kolovoza 2026., ista sezona donosi nam djelomičnu pomrčinu Mjeseca koja će također biti vidljiva iz Hrvatske. Događaj će se odvijati u ranim jutarnjim satima, neposredno prije zalaska Mjeseca. Zemljina sjena prekrit će velik dio Mjesečeva diska, a Mjesec će poprimiti onaj poznati, tamno crvenkasti ton, tik iznad horizonta.

## Uradi sam: Kako sigurno pratiti pomrčinu?

Promatranje Sunca, čak i kada je djelomično pomračeno, može trajno oštetiti mrežnicu oka bez odgovarajuće zaštite. Obične sunčane naočale nisu dovoljne. No, to je i izvrsna prilika za jednostavan znanstveni eksperiment. Vlastitim rukama možete izraditi napravu poznatu kao

camera obscura (tamna komora ili rupičasta kamera), na engleskom jeziku poznatu i kao "box pinhole projector". Uzmite dublju kartonsku kutiju. Na jednom kraju izrežite mali otvor, preko njega zalijepite aluminijsku foliju, a u foliji probušite sitnu rupicu. Na suprotnu unutarnju stranu kutije zalijepite bijeli papir kao zaslon. Usmjerite rupicu prema Suncu, a unutarnji zaslon tako da se nalazi u sjeni unutar kutije. Svjetlost će proći kroz otvor i na papiru stvoriti jasnu i sigurnu projekciju djelomično pomračenog Sunca. Sličan princip može se koristiti i s dalekozorom, ali isključivo za projekciju slike, nikako za izravno promatranje. Dalekozor se mora učvrstiti tako da bude usmjeren prema Suncu, pri čemu se nikada ne gleda kroz okular. Iza okulara postavlja se bijeli papir na udaljenosti od nekoliko desetaka centimetara. Na taj način svjetlost prolazi kroz optički sustav i na papiru stvara uvećanu, obrnutu i vrlo jasnu projekciju Sunca, uključujući i fazu djelomične pomrčine. Kada sljedeći put pogledate u noćno nebo, sjetite se da svemir ne nudi slučajne pojave. On slijedi precizne obrasce ispunjene čudima, čekajući promatrače koji znaju čitati igru svjetlosti, geometrije i sjene.



Slika 3: Dvije metode sigurnog promatranja Sunca

## ASTRONOMIJA U ŠKOLAMA

# Zvezdani uspjeh međimurskih astronoma

Piše:

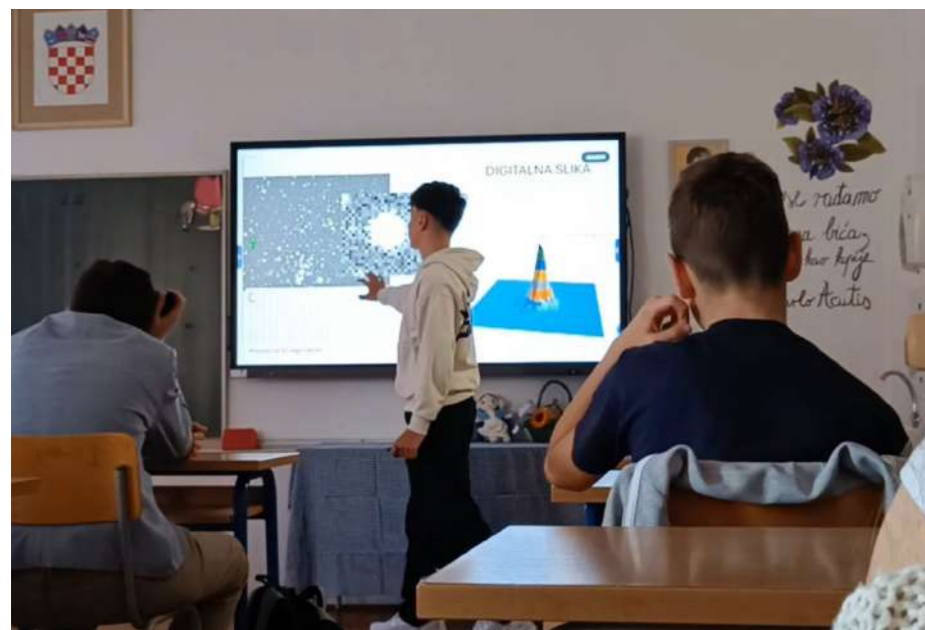
Melita Sambolek, prof.

Nakon dugog niza godina, Međimurje se na velika vrata vratilo na kartu školske natjecateljske astronomije. Iako Međimurska županija trenutačno nema vlastito županijsko povjerenstvo za provedbu natjecanja, to nije zaustavilo mlade entuzijaste. Zahvaljujući izvrsnoj suradnji i priključivanju susjednoj Varaždinskoj županiji, međimurski su učenici dobili priliku pokazati svoje znanje na državnoj razini – i to s postignućima koja su premašila očekivanja.

Na Državno natjecanje iz astronomije plasirala su se trojica iznimnih učenika: osnovnoškolac Jakov Levačić iz 6. razreda OŠ Domašinec pod vodstvom mentorice Renate Martinec te dvojica srednjoškolaca, Noa Gerenčer i Marcel Tkalec, učenici 3. razreda Gimnazije Josipa Slavenskog Čakovec. Zahvaljujući uspjehu svojih



Marcel, Jakov i Noa u Primoštenu na državnom natjecanju iz astronomije.

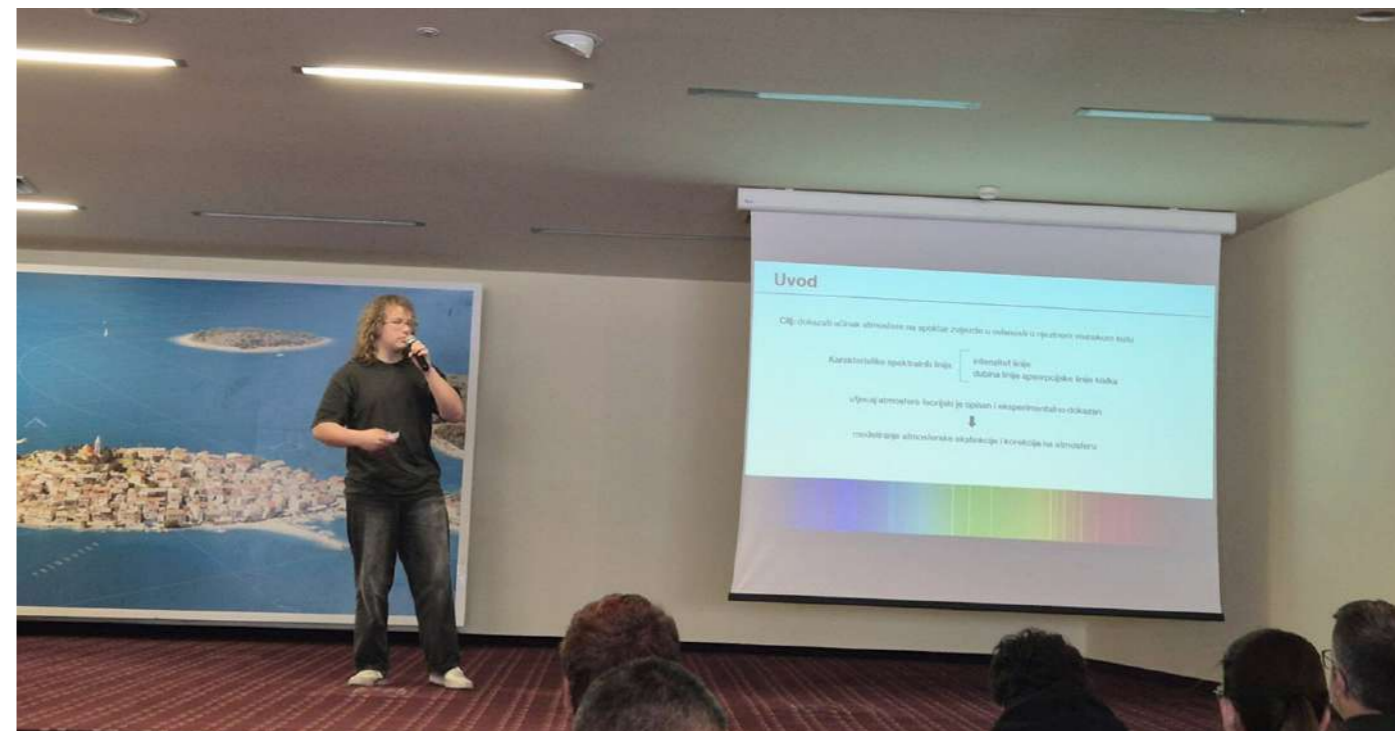


Jakov prezentira svoj rad u natjecateljskom dijelu.

učenika i njihove mentorice Melite Sambolek, Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec ponovno se aktivno uključila u natjecanje iz astronomije nakon više od 15 godina.

### Od teorije do prakse: Besane noći u Savskoj Vesi

Sastavni i najzahtjevniji dio natjecanja u višim kategorijama bila je izrada samostalnog istraživačkog rada. Kako bi teoriju proveli u djelo, učenici su svoje baze podigli na Zvezdarnici u Savskoj Vesi. Tamo ih je dočekalo otvoreno nebo, vrhunska oprema i nesebična podrška članova Astronomskog društva Vega. Uspjeh ovih radova ne bi bio moguć bez stručne pomoći mentora iz udruge. Posebnu zahvalu



Marcel prilikom javnog predavljanja svog istraživačkog rada.

učenici i mentorice upućuju gospodinu Dejanu Vinkoviću, koji je učenike uveo u teorijske i praktične osnove spektroskopije i fotometrije, te gospodinu Zoranu Novaku koji je proveo sate pružajući tehničku podršku, pomažući oko kalibracije opreme i samog snimanja noćnog neba. Ova sinergija škole i lokalne astronomske zajednice pokazala se kao pobjednički recept.

### Spektroskopija i fotometrija u rukama mladih istraživača

Istraživački radovi obuhvatili su ozbiljne astrofizičke teme. Srednjoškolci su se uhvatili u koštac sa spektroskopijom. Iz snimljenih svjetlosnih spektara analizirali su i utvrđivali spektralne razrede zvijezda te mjerili atmosfersku ekstinkciju – pojavu slabljenja svjetlosti zvijezda zbog prolaska kroz Zemljinu atmosferu. Osnovnoškolac se posvetio fotometriji, preciznom mjerenju sjaja nebeskih tijela i analizi prikupljenih podataka.

Rad na zvezdarnici, obrada sirovih podataka i pisanje znanstvene metodologije zahtijevali su puno učenja i truda, no rezultati na državnoj smotri pokazali su da su međimurski radovi bili u samom vrhu po kvaliteti.

### Vrhunski rezultati i pogled prema Međunarodnoj olimpijadi

Na samom državnom natjecanju učenici su ostvarili izniman uspjeh u jakoj konkurenciji, osvojivši dva 4. mjesta (Jakov Levačić i Noa Gerenčer) i jedno 9. mjesto (Marcel Tkalec). Posebno vrijedi istaknuti nastup Marcela u kategoriji trećih razreda srednjih škola. Njegov je istraživački rad ocijenjen kao najbolji rad u kategoriji, zbog čega je dobio čast javno ga izložiti pred svim sudionicima i državnim povjerenstvom, što je go-

lemo priznanje za njegovu analitičnost i prezentacijske vještine.

Sjajne su vijesti da je Noa svojim ukupnim rezultatom i znanjem osigurao poziv na pripreme za Međunarodnu olimpijadu iz astronomije i astrofizike (IOAA). Ovo je veliki korak za međimursku školsku astronomiju i dokaz da se uz mentorsku podršku, strast i pravu astronomsku zajednicu mogu dosegnuti i najudaljenije zvijezde.

Čestitke učenicima, mentoricama i Astronomskom društvu Vega na ovom sjajnom zvezdanom putu!



Marcel i Noa na zvezdarnici podešavaju opremu za snimanje.

## ASTRONOMIJA U ŠKOLAMA

# Put u astronomiju

## Kako učenike motivirati na istraživanje svemira kroz jednostavne i praktične aktivnosti

Piše:

Renata Martinec, uč. Tehničke kulture i Fizike

Astronomija je jedno od rijetkih područja koje kod djece prirodno budi znatiželju i potiče istraživačko razmišljanje. Pitanja poput „Kako nastaju zvijezde?“, „Zašto Mjesec mijenja oblik?“ i „Jesmo li sami u svemiru?“ motiviraju učenike na promatranje i učenje kroz iskustvo. Zbog te prirodne zainteresiranosti, astronomija je izvrstan alat za rad u školi jer povezuje prirodoslovlje, matematiku, tehničku kulturu, informatiku, geografiju i povijest te razvija istraživački pristup učenju.

Za bavljenje astronomijom nisu potrebni teleskop ni napredno predznanje, već znatiželja i učitelj koji zajedno s učenicima traži odgovore. U ovom članku želim pokazati da se učenici i učitelji astronomijom

mogu uspješno baviti u svakoj školi, čak i bez skupe opreme ili pretrodnog iskustva. Na temelju vlastitog primjera opisujem kako je nastala astronomska grupa učenika, na koje se načine može pobuditi zanimanje učenika za astronomiju te kako kroz igru, radionice, promatranja i projekte razvijati njihovu znatiželju i istraživački duh. Cilj je ohrabriti učitelje da naprave prvi korak jer upravo je on najvažniji.

### Prvi koraci – kako je sve započelo?

Kada sam došla u školu u kojoj danas radim, saznala sam da je u njoj nekada postojala zvezdarnica i vrlo aktivna astronomska grupa. Iza njih ostala je bogata tradicija promatranja neba

i sudjelovanja na natjecanjima, no s vremenom su te aktivnosti zamrle. Nekoliko godina kasnije jedan je učenik izrazio želju da se bavi astronomijom. Ljubav prema svemiru prenio mu je otac koji ga je odmalena poticao na promatranje noćnog neba i istraživanje svemira. Poželio je sudjelovati i na natjecanju iz astronomije. Iako tada nisam imala iskustva u tom području, odlučila sam prihvatiti izazov. Vodila me jednostavna misao. Ako je on spreman učiti, mogu učiti i ja zajedno s njim.

Upravo je ta odluka otvorila vrata jednom sasvim novom području koje me ubrzo oduševilo. Astronomija se pokazala kao izvrstan način za razvoj logičkog razmišljanja, istraživačkih vještina i prirodne dječje



Učenici 3.razreda na radionici Moj planetarij



Učenici 4.razreda na radionici povodom Svjetskog tjedna Svemira

znatiželje. Učenici su postavljali nova pitanja, a svako je pitanje bilo prilika za zajedničko otkrivanje odgovora. Naravno, na tom su se putu pojavili i izazovi. Kao i mnogi učitelji, morala sam učiti nove sadržaje i tražiti dodatne izvore znanja. Međutim, vrlo sam brzo shvatila da nije potrebno znati sve unaprijed. Dovoljno je krenuti korak po korak. Danas su dostupni brojni mrežni izvori, edukacije i astronomske udruge koje rado pomažu učiteljima početnicima. Pitanje vremena također se često spominje kao prepreka, no astronomija se može uspješno uklopiti u izvannastavne aktivnosti, projekte

ili povremene radionice. Čak i kratke aktivnosti, poput promatranja Mjeseca, izrade modela Sunčeva sustava ili istraživanja zanimljivosti o planetima mogu kod učenika probuditi veliko zanimanje.

Mnoge škole nemaju teleskop niti specijaliziranu opremu, no to ne znači da se astronomijom ne mogu baviti. Prvi koraci mogu započeti promatranjem neba golim okom, korištenjem besplatnih digitalnih alata, izradom modela i jednostavnim istraživačkim zadacima. Najvažniji „alat“ zapravo je dječja znatiželja. S vremenom su se aktivnosti širile, uključivali su se novi učenici, nastali

su projekti, radionice i istraživački radovi. Ono što je započelo kao želja jednog učenika, preraslo je u priliku da mnogi učenici otkriju ljepotu istraživanja svemira. Upravo zato vjerujem da svaka škola može pronaći svoj način za uključivanje astronomije u izvannastavne aktivnosti. Bez obzira na početno iskustvo, opremu ili uvjete rada.

### Kako zainteresirati učenike za astronomiju? Učenjem kroz igru!

Najvažnije što sam naučila jest da astronomija ne počinje udžbenikom, nego znatiželjom. Kako bih potaknula interes za astronomiju kod učenika u svojoj školi, organizirala sam radionice za učenike trećih, četvrtih i petih razreda u učionici tehničke kulture. Cilj tih radionica bio je približiti svemir na jednostavan, vizualan i zanimljiv način te probuditi njihovu znatiželju.

Učenike sam privukla raznim kreativnim aktivnostima poput izrade plakata o svemiru, modela Sunčeva sustava te memory kartica na temu planeta i svemira. Učenje kroz igru pokazalo se posebno uspješnim jer učenici najlakše usvajaju znanje kada su aktivno uključeni te uživaju



Učenici 1.razreda - Moj teleskop

u samom procesu učenja. Dodatno, učenike je posebno oduševilo i oslikavanje zidova učionice motivima Sunčeva sustava. Vizualni prikaz planeta u njihovom svakodnevnom prostoru omogućio je "učenje u prolazu". Primijetila sam da učenici često tijekom odmora spontano ponavljaju i prepoznaju planete, ispituju jedni druge, natječu se tko će prvi upamtiti sve planete. Na taj su način usvajali znanje s lakoćom te pritom bili vrlo motivirani za istraživanje.

Važan dio motivacijskog procesa predstavljaju i izvanučioničke aktivnosti. Realiziran je posjet planetariju u Tehničkom muzeju Nikola Tesla te su provedeni edukativni izleti, poput posjeta Muzeju krapinskih neanderthalaca gdje učenici kroz interdisciplinarni pristup prirodnim znanostima i povijesti dobivaju širu sliku o razvoju Zemlje, života i svemira.

Posebno značajan motivacijski element bilo je uključivanje učenika u globalni projekt World Space Week povodom Svjetskog tjedna svemira. Takvi međunarodni projekti učenicima daju osjećaj pripadnosti široj znanstvenoj zajednici te ih dodatno

motiviraju za sudjelovanje.

Sve ove aktivnosti omogućuju učenicima da već u ranoj dobi usvoje osnovne pojmove iz astronomije koji će im u višim razredima, kada započnu natjecanja iz astronomije, biti iznimno važni.

### Važnost suradnje s lokalnim astronomskim udrugama

U radu s učenicima iznimno važnu ulogu ima suradnja s lokalnim astronomskim udrugama, gdje god one postoje. Povezivanje škole i astronomske zajednice može značajno obogatiti nastavu i motivirati učenike jer takve udruge okupljaju ljude različitih znanja i interesa, a to omogućuje interdisciplinarni pristup astronomiji. U okviru astronomskih društava djeluju entuzijasti na različitim područjima stručnosti. Dodatna prednost suradnje s astronomskim udrugama jest mogućnost korištenja njihove opreme, što je za mnoge škole često ograničeno. Na taj način učenici mogu raditi s teleskopima i drugom specijaliziranom opremom, što znatno podiže

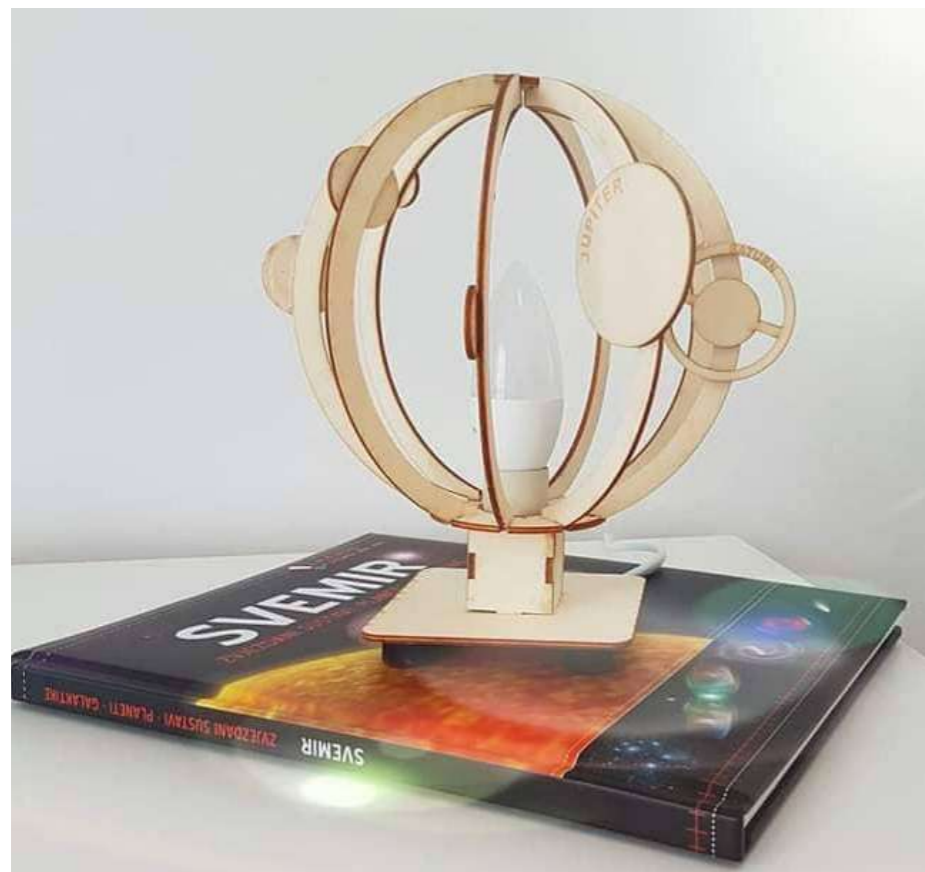
kvalitetu njihova iskustva te produbljuje razumijevanje astronomskih pojava. Stoga, suradnja s astronomskim društvima predstavlja iznimno vrijedan resurs u obrazovanju. Preporučujem otvoren i proaktivan pristup te kontaktiranje udruga bez ustručavanja jer iskustvo pokazuje da članovi astronomskih društava vole raditi s djecom i mladima te su spremni podijeliti svoje znanje i entuzijazam. Posebno treba istaknuti da Međimurska županija ima vrlo aktivno Astronomsko društvo Vega čiji članovi već dugi niz godina značajno doprinose popularizaciji astronomije među učenicima i učiteljima provodeći razne edukativne i praktične aktivnosti.

### Kako započeti bez straha?

Kada sam počinjala, i sama sam osjećala nesigurnost, no astronomija u školi ne zahtijeva veliku opremu, teleskop ni savršeno znanje. Ona počinje u trenutku kada se kod učenika probudi znatiželja i kada imaju učitelja koji ih potiče da gledaju dalje od poznatog. Sve ostalo razvija se postupno kroz jednostavne aktivnosti, igre, promatranja i istraživačke projekte koji s vremenom postaju složeniji. Učenici vrlo brzo preuzimaju aktivnu ulogu ako im se pruži prilika za istraživanje, a učitelj tada postaje vodič koji ih ohrabruje i zajedno s njima uči. Najvažnije je ne čekati idealne uvjete, nego započeti s onim što imamo i korak po korak graditi znanje.

### Za kraj...

Na početku svog puta u astronomiji nisam imala sve odgovore, tek jednog znatiželjnog učenika i želju da učimo zajedno. Danas znam da astronomija u školi ne počinje teleskopom, nego znatiželjom. Zato želim ohrabriti svakog učitelja da napravi prvi korak. Svako promatranje Mjeseca, svaki model Sunčeva sustava i svako pitanje o zvijezdama može biti početak ljubavi prema prirodnim znanostima. Možda će upravo među vašim učenicima netko otkriti svoju buduću životnu strast.



Noćna svjetiljka - Sunčev sustav

## IZVJEŠTAJ S MANIFESTACIJE Hrašćinski astro

Piše:

Jasna Kranjec, predsjednica Kluba ljubitelja zavičajne baštine Hrašćina

„Hrašćinski astro“, trodnevna manifestacija koju organizira Klub ljubitelja zavičajne baštine Hrašćina s ciljem popularizacije hrašćinskog meteorita, tradicionalno se održava trećeg vikenda u svibnju u Trgovišću, sjedištu Općine Hrašćina. Ove je godine održana od 15. do 17. svibnja te je, uz deseto jubilarno izdanje, obilježila i 275. obljetnicu pada hrašćinskog meteorita, čiji je pad 1751. godine prvi put u povijesti znanstveno dokumentiran. Manifestacija okuplja astronome, znanstvenike, zaljubljenike u svemir i brojne posjetitelje različitih interesa. Prvog dana u župnoj crkvi sv. Nikole biskupa održan je koncert „Glazbom do zvijezda“, na kojem je nastupio nagrađivani gitaristički Trio Evocación (Lovro Peretić, Ivan Šimatović i Luka Lovreković). Publika je uživala u 90-minutnom programu s djelima Bacha, Tomislava Uhlika, Krešimira Klarića i Viga Kovačića.



Publika je s velikim interesom pratila predavanja.

Drugog dana u školskoj sportskoj dvorani predavanja su održali Daniela Jović, voditeljica misije CroCube, Zoran Ereš, koji je govorio o asteroidu odgovornom za izumiranje dinosaura, te Zoran Novak o svjetlosnom onečišćenju i njegovim posljedicama. Posjetitelji su mogli razgledati časopis „Vega horizonti“, dok je planirano promatranje neba

teleskopima Astronomskog društva „Meteor“ otkazano zbog naoblake. Trećeg dana Kazališna družina „Boom! teatar“ u suradnji sa Zvezdarnicom Zagreb izvela je edukativnu predstavu „Dohvati svemir“ za djecu i mlade. U središtu Trgovišća članovi AD „Meteor“ organizirali su promatranje Sunca, a posjetitelji su se konjskom zapregom mogli odvesti do spomen-obilježja mjesta pada meteorita.

Istoga dana Klub ljubitelja zavičajne baštine Hrašćina obilježio je deset godina djelovanja svečanom dodjelom priznanja zaslužnim pojedincima i ustanovama. Pročelnica Krapinsko-zagorske županije Vlatka Mlakar uručila je Klubu županijsku zahvalnicu te predstavila napredak projekta izgradnje Astrocentra u Hrašćini.

Posjetitelji su mogli kupiti suvenire s motivom hrašćinskog meteorita te monografiju „Hrašćinski meteorit - od legende do znanosti“ autorice Tatjane Kren.

Sljedeći „Hrašćinski astro“ održat će se 14., 15. i 16. svibnja 2027. godine.



Članovi AD Meteor organizirali su promatranje Sunca

## U DRUŠTVU OBLAKA

# Anatomija superćelije - kako prepoznati najopasniju oluju

Piše:

Maja Kraljik

U prošlom broju pisala sam kako nastaje superćelija, a u nastavku ću „ugrubo“ pokušati objasniti na koji je način moguće prepoznati superćeliju da bi se eventualno moglo reagirati na vrijeme, bude li potrebno. Ako je razumijevanje nastanka superćelije prvi korak prema upoznavanju ovog meteorološkog fenomena, onda je poznavanje njezine strukture ključno za prepoznavanje opasnosti na vrijeme. Superćelija nije tek veći ili snažniji grmljavinski oblak. Ona predstavlja iznimno organiziran sustav u kojem svaki dio oblaka ima svoju ulogu, a upravo ta organizacija omogućuje dug životni

vijek, snažne vremenske pojave i često spektakularan izgled. Za razliku od običnih grmljavinskih oblaka koji se razvijaju, isprazne svoju energiju i raspadnu se u relativno kratkom vremenu, superćelija može opstati satima. Tijekom svog životnog ciklusa prelazi desetke, a ponekad i stotine kilometara, zadržavajući pritom svoju unutarnju strukturu i intenzitet.

### Grada superćelije

Najvažniji dio superćelije je mezociklona - rotirajuće uzlazno strujanje zraka koje se nalazi u njezinoj unutrašnjosti. Iako sama rotacija nije uvijek vidljiva golim okom, njezini

učinci često jesu. Upravo oko mezociklone organizirani su svi ostali dijelovi oluje, od područja jakih oborina do zona u kojima se mogu razviti pijavice i tornada. Jedan od najupečatljivijih vizualnih pokazatelja superćelije jest takozvani wall cloud ili spuštenu baza oblaka. Riječ je o lokalno spuštenom dijelu oblačne baze koji se često nalazi ispod područja mezociklone. Wall cloud može izgledati poput tamnog, masivnog izbočenja koje se polako okreće. Njegova pojava ne znači nužno da će nastati tornado, ali predstavlja jedan od najozbiljnijih znakova da je oluja organizirana i potencijalno vrlo



Superćelija nadomak Umaga. Foto: Maja Kraljik

opasna. Još jedan karakterističan element je inflow band, odnosno „trake“ oblaka koje se protežu prema oluji. One nastaju dok superćelija „usisava“ topao i vlažan zrak iz okoline. Promatraču se može činiti kao da se oblaci slijevaju prema jednom središtu, što je često znak snažnog dotoka energije u sustav.

### Kako ih prepoznati

Iz veće udaljenosti superćelije se često mogu prepoznati po impresivnom nakovnju na vrhu oblaka, u zreloj fazi često i sa mammatus oblacima. Kada uzlazno strujanje dosegne tropopauzu, odnosno granicu između troposfere i stratosfere, daljnje vertikalno širenje postaje otežano pa se vrh oblaka širi vodoravno. Tako nastaje karakterističan oblik nakovnja koji može biti vidljiv stotinama kilometara daleko. Isto tako, nakovanj je najčešće nakrenut (engl. tilted.) Kod posebno snažnih superćelija iznad nakovnja se ponekad pojavljuje takozvani overshooting top – kupolasto uzdignuće koje probija okolni vrh oblaka. To je znak izrazito snažnog uzlaznog strujanja i velike količine energije unutar oluje. Meteorolozi ga

smatraju jednim od pokazatelja vrlo intenzivnog sustava koji prouzrokuje veliku tuču, razorne vjetrove ili tornada. Jedna od najprepoznatljivijih struktura superćelije je i takozvani rain-free base (RFD), područje relativno bez oborina koje se često nalazi na jugozapadnoj strani oluje. Upravo kod tog dijela najčešće se nalazi mezociklona. Dok na jednoj strani oluje pada jaka kiša ili tuča, druga može izgledati gotovo suho, što dodatno naglašava organiziranost cijelog sustava. Iskusni promatrači oluja često navode da superćelija ostavlja dojam „živog organizma“. Oblaci nisu kaotični kao kod običnog nevremena, već djeluju povezano i usklađeno. Često se mogu uočiti rotirajuće strukture, spiralni oblici ili slojevi oblaka koji kruže oko središnjeg dijela sustava. Upravo ta organizirana dinamika jedan je od najboljih pokazatelja da se ne radi o običnoj grmljavinskoj oluji.

### Gdje i kada nastaju

Superćelije se najčešće razvijaju u područjima gdje postoji kombinacija velike atmosferske nestabilnosti i izraženog smicanja vjetra. U Europi su posebno povoljni uvjeti prisutni

tijekom kasnog proljeća i ljeta, kada topli i vlažni zrak iz Sredozemlja dolazi u kontakt s hladnijim zračnim masama sa sjevera ili zapada kontinenta. Takve situacije često se javljaju u Panskoj nizini, sjevernoj Italiji, Sloveniji, Hrvatskoj, Mađarskoj i dijelovima Austrije. Njihov razvoj obično započinje tijekom poslijepodnevnih sati, kada je zagrijavanje tla najizraženije. Međutim, jednom kada se formiraju, superćelije mogu opstati dugo nakon zalaska Sunca zahvaljujući vlastitoj organizaciji i kontinuiranom dotoku energije iz okoliša.

Iako svojim izgledom često fasciniraju fotografe, lovce na oluje i zaljubljenike u meteorologiju, superćelije zaslužuju veliko poštovanje i pozornost. Njihova ljepota neraskidivo je povezana s njihovom snagom. Prepoznavanje ključnih struktura poput mezociklone, wall clouda, nakovnja ili overshooting topa ne služi samo boljem razumijevanju atmosfere, već i pravodobnom uočavanju potencijalne opasnosti. U svijetu sve češćih ekstremnih vremenskih pojava, sposobnost prepoznavanja znakova koje nam nebo šalje postaje vrijednije znanje nego ikada prije.



Superćelija i zalazak Sunca. Foto: Maja Kraljik

## SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE

## Primjeri dobre prakse

## Sanacija rasvjete objekata kulturne baštine

Piše:  
Zoran Novak

Svjetlosno onečišćenje tema je o kojoj se posljednjih godina sve više govori i piše, no unatoč tome velik dio javnosti još uvijek u potpunosti ne razumije što ono zapravo predstavlja. Jedan od razloga vjerojatno leži u činjenici da svjetlosno onečišćenje nije „opipljivo“ na način na koji to neke druge vrste onečišćenja jesu.

## Zvuk, zrak i voda

Najčešće se susrećemo s onečišćenjem bukom, zrakom i vodom. Prekomjerna buka izaziva nelagodu, a pri višim razinama može dovesti i do oštećenja sluha. Onečišćen zrak često ima neugodan miris ili sadrži povećanu količinu lebdećih čestica koje uzrokuju respiratorne tegobe. Slično je i s vodom. Onečišćena voda često mijenja boju, miris ili izgled pa je lako uočiti da nešto nije u redu. Zajednička svim tim oblicima onečišćenja jest činjenica da ih ljudi relativno lako prepoznaju.

## A svjetlost?

Kod svjetlosnog onečišćenja situacija je drugačija. Iako svjetlo vidimo, noćnu rasvjetu uglavnom doživljavamo kao nešto korisno i poželjno. Tijekom razvoja civilizacije umjetna je rasvjeta postala važan čimbenik sigurnosti i kvalitete života te je na mnogim lokacijama neizostavna. Problem, međutim, nije u samom postojanju rasvjete, nego u njezinoj nepravilnoj primjeni. Prejak intenzitet svjetlosti, blještanje, neodgovarajuća temperatura boje i neprecizno usmjerenje svjetlosnog toka samo su neki od

**DarkSky**

**NEPRIHVATLJIVO**  
Nezasjenjeno/  
Loše zasjenjeno

**LOŠE**  
Djelomično zasjenjeno

**BOLJE**  
Potpuno zasjenjeno  
(izvor svjetla u potpunosti je prekriven)

**NAJBOLJE**  
Potpuno zasjenjeno + vremenski prekidač/ senzor pokreta

**SVJETLA DOLJE, ZVIJEZDE GORE**

**Pet načela osvjetljavanja za odgovornu vanjsku rasvjetu**

**ODGOVORNA VANJSKA RASVJETA JE...**

<b>1 KORISNA</b>	<b>KORISTITE SVJETLO SAMO AKO JE POTREBNO</b> Svako svjetlo treba imati jasnu namjenu. Uzmite u obzir kako će uporaba svjetla utjecati na vaše okruženje, uključujući životinjski svijet i njihova staništa.	
<b>2 USMJERENA</b>	<b>USMJERITE SVJETLO TAKO DA OBAŠJAVA SAMO ONDJE GDJE JE POTREBNO</b> Koristite sjenila i pažljivo usmjerenje kako bi se svjetlosni snop usmjerio prema dolje i ne raspršivao izvan područja gdje je potreban.	
<b>3 NISKE RAZINE</b>	<b>SVJETLO NE SMIJE BITI JAČE NEGO ŠTO JE POTREBNO.</b> Koristite najnižu potrebnu razinu osvjetljenja. Obratite pozornost na površine jer neke mogu odbijati više svjetla u noćno nebo nego što je predviđeno.	
<b>4 KONTROLIRANA</b>	<b>KORISTITE SVJETLO SAMO KADA JE POTREBNO</b> Upotrijebite regulaciju poput vremenskih prekidača ili senzora pokreta kako biste osigurali da je svjetlo uključeno kada je potrebno, prigušeno kad je moguće i isključeno kada nije potrebno.	
<b>5 TOPLIH BOJA</b>	<b>KORISTITE SVJETLA TOPLIJH BOJA KAD GOD JE TO MOGUĆE.</b> Ograničite količinu svjetla kraćih valnih duljina (plavo-ljubičastog spektra) na najmanju moguću mjeru.	

Smjernice kojima bi se trebalo voditi prilikom postavljanja vanjske rasvjete

čimbenika koji pridonose svjetlosnom onečišćenju. O tim smo temama već pisali u prethodnim brojevima Vega horizonta pa ih ovdje nećemo detaljnije razmatrati. Ipak, vrijedi istaknuti da je organi-

zacija Dark Sky International razvila pet osnovnih načela odgovornog osvjetljavanja koja danas predstavljaju međunarodno prihvaćene smjernice za projektiranje kvalitetne vanjske rasvjete.



Razlog zbog kojeg su crkve i drugi objekti kulturne baštine među najvećim izvorima svjetlosnog onečišćenja leži u načinu na koji svjetlosni tok osvjetljava objekt. Klasični reflektor može približno 70 do 80 % svjetlosnog toka rasipati izvan gabarita građevine (fotografija s lijeve strane). Reflektori tvrtke Noctilux koriste leće i poseban dizajn maske koji omogućuju osvjetljavanje isključivo građevine (fotografija s desne strane), pa je rasipanje svjetlosnog toka svedeno na svega nekoliko posto, što je znatno manje od zakonski propisane granice od 10 %.



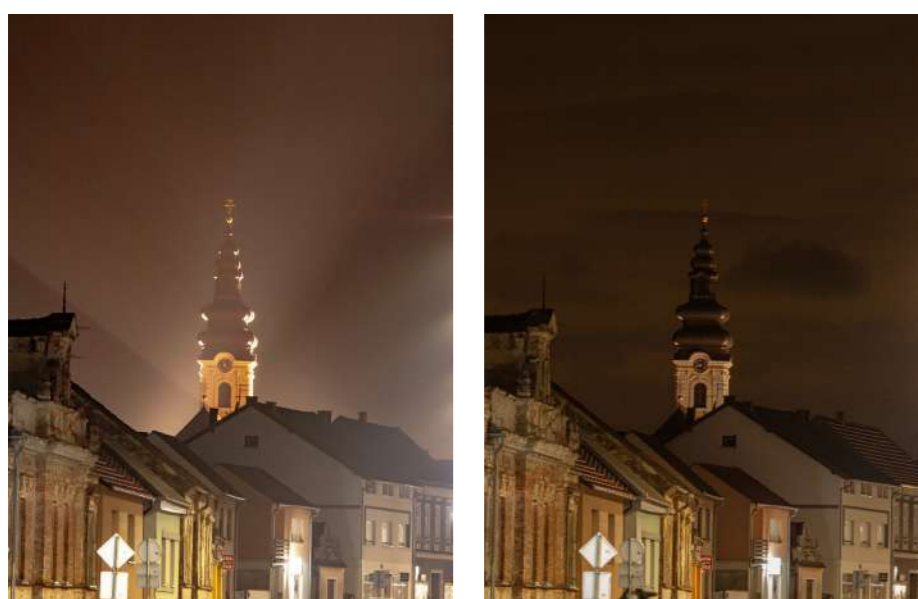
## Najveći onečišćivači

Među značajne izvore svjetlosnog onečišćenja ubrajaju se i objekti kulturne baštine, poput crkava, dvoraca, spomenika i drugih arhitektonski vrijednih građevina. Iako njihov doprinos svjetlosnom onečišćenju može biti velik, riječ je o objektima kod kojih se problem relativno jednostavno može riješiti primjenom odgovarajućih tehničkih rješenja. Hrvatska od 2019. godine ima Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja kojim je propisano da svjetiljke moraju biti postavljene tako da ne emitiraju svjetlost iznad horizonta. Kod rasvjete objekata kulturne baštine takav zahtjev često nije moguće u potpunosti ostvariti pa je Pravilnikom o zonama rasvijetljenosti predviđena iznimka. Prema toj odredbi reflektori smiju svijetliti iznad horizonta, ali pritom najviše 10 % ukupnog svjetlosnog toka smije izlaziti izvan gabarita građevine.

U praksi je stanje često znatno lošije. Kod mnogih postojećih sustava rasvjete čak 70 do 80 % svjetlosnog toka završava izvan objekta koji se osvjetljava. Takav način rada ne samo da stvara značajno svjetlosno onečišćenje, već rezultira i velikim energetske gubicima jer se najveći dio utrošene energije koristi za osvjetljavanje okolnog noćnog prostora, a ne same građevine. S ciljem rješavanja tog problema tvrtka Noctilux pokrenula je projekte usklađivanja rasvjete objekata kulturne baštine sa zakonskim zahtjevima. Tijekom sanacije postojeći reflektori zamjenjuju se posebno projektiranim rasvjetnim tijelima koja koriste sustav optičkih leća i preciznih maski. Takvo rješenje omogućuje osvjetljavanje željenog objekta uz znatno bolje usmjerenje svjetlosnog toka i potpuno poštivanje zakonskih odredbi. Novi reflektori pritom troše deset do pet-



Reflektor s maskom



Na gornjim fotografijama prikazana je crkva sv. Jakoba u gradu Prelogu. Fotografija na vrhu prikazuje stanje prije sanacije, dok fotografija u sredini prikazuje stanje nakon sanacije rasvjete. Vidljiva je usmjerenost reflektora prema vrhu zvonika, što doprinosi izrazito velikom rasipanju svjetlosnog toka izvan gabarita građevine. Donji par fotografija zorno prikazuje u kojoj je mjeri smanjeno svjetlosno onečišćenje nakon postavljanja reflektora s maskama. Sanacija crkve u Prelogu sufinancirana je kroz projekt Adrisky.

## Prelog

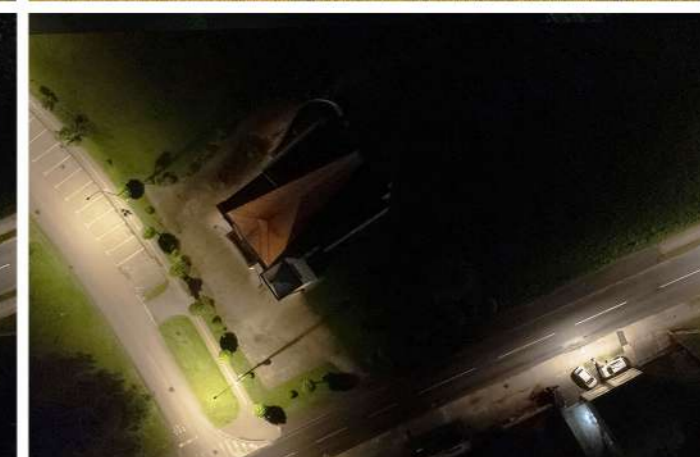
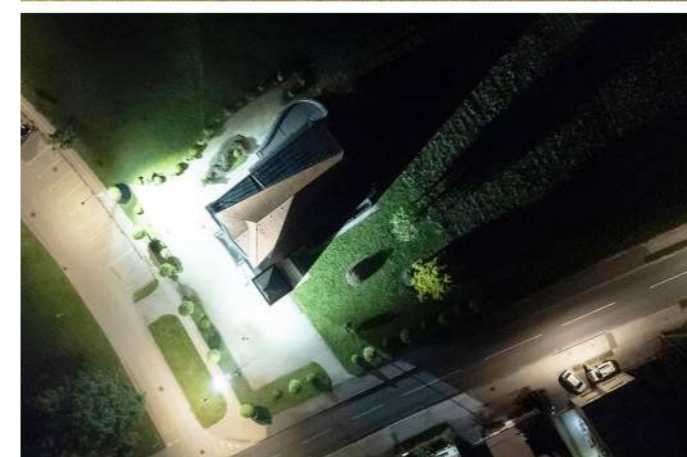
Prije sanacije crkvu su osvjetljavala četiri reflektora ukupne snage 800 W i temperature boje 4000 K. Nakon sanacije koriste se dva reflektora ukupne snage svega 56 W i temperature boje 2700 K. Godišnja potrošnja električne energije pritom se smanjuje s približno 3,5 MWh na svega 245 kWh. Osim značajne energetske uštede, ostvareno je i drastično smanjenje svjetlosnog onečišćenja.

## Savska Ves

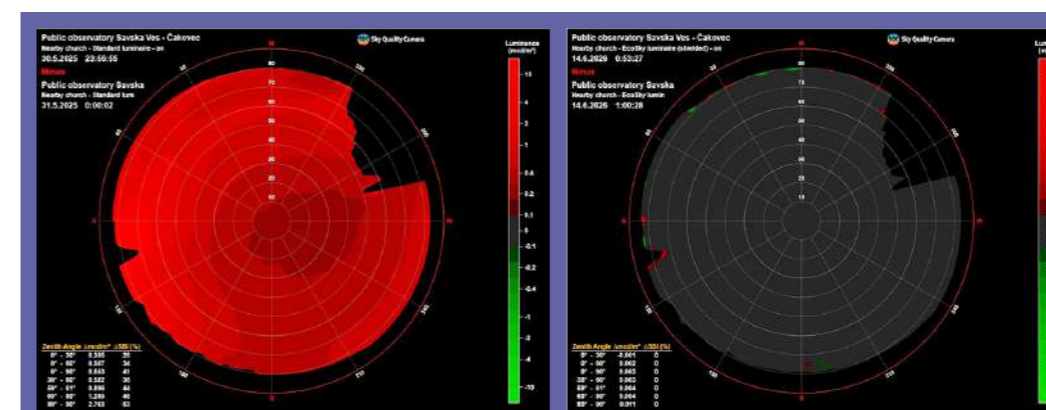
Još jedan zanimljiv primjer dolazi iz Savske Vesi gdje je sanirana rasvjeta crkve smještene u neposrednoj blizini zvjezdarnice koju koristi AD Vega. Upravo je zbog te specifične lokacije problem neadekvatne rasvjete bio posebno izražen. Prije sanacije crkvu su osvjetljavala dva reflektora snage 300 W, temperature boje čak 5000 K. Takva hladna bijela svjetlost sadrži velik udio plavog dijela spektra koji se u atmosferi snažnije raspršuje te značajno pridonosi nastanku svjetlosnog onečišćenja. Osim toga, zbog neodgovarajućeg usmjeravanja svjetlosti dolazilo je do izraženog blještanja vozačima na obližnjem raskrižju, a rasvjeta je istodobno ometala i astronomska promatranja sa zvjezdarnice. Sanacijom sustava ugrađeni su novi reflektori temperature boje 2700 K i ukupne snage svega 43 W. Time je višestruko smanjena potrošnja električne energije, a zahvaljujući preciznijem usmjeravanju svjetlosnog toka, u potpunosti je uklonjen problem blještanja na raskrižju i neželjenog osvjetljavanja okolnih kuća. Istodobno su stvoreni znatno povoljniji uvjeti za rad zvjezdarnice i provedbu astronomskih opažanja.

## Odgovorno osvjetljavanje

Primjeri iz Preloga i Savske Vesi pokazuju kako kvalitetno projektirana rasvjeta može istodobno zadovoljiti estetske potrebe osvjetljavanja objekata, povećati sigurnost sudionika u prometu, smanjiti potrošnju energije te očuvati tamno noćno nebo. Upravo takvi primjeri potvrđuju da smanjenje svjetlosnog onečišćenja ne znači odricanje od rasvjete, već njezinu promišljenu i odgovornu primjenu.



Mjesto Savska Ves posebno je zanimljiv primjer jer se crkva nalazi u neposrednoj blizini zvjezdarnice. Reflektori su, osim crkve, obasjavali i obližnje kuće, zvjezdarnicu te nebo iznad nje. Fotografije snimljene prije i nakon sanacije vrlo lijepo dočaravaju poboljšanje postignuto obnovom rasvjete. Posebno je dojmljiva fotografija snimljena iz zraka, na kojoj se jasno vidi da je svjetlosno onečišćenje uzrokovala i refleksija od pločnika ispred crkve, što je nakon sanacije također uspješno uklonjeno.



Prije i nakon sanacije rasvjete u Savskoj Vesi provedena su mjerenja svjetline noćnog neba s uključenim i isključenim reflektorima. Ovdje je prikazana razlika između tih mjerenja. Fotografija lijevo prikazuje stanje prije sanacije, kada su stari reflektori uzrokovali izraženo svjetlosno onečišćenje. Na fotografiji desno vidi se da je nakon ugradnje novih reflektora svjetlosno onečišćenje gotovo zanemarivo.

## ASTRONOMIJA

## Tamne maglice

## Nepropusni otoci u zvjezdanom tepihu

Piše:

Pavle Rajković

Ljetna astronomska sezona pred nama idealan je trenutak da se s malo više pažnje posvetimo jednoj eluzivnoj i pomalo misterioznoj vrsti nebeskih objekata – tamnim maglicama. Naime, tijekom ljeta i u ranu jesen na večernjem nebu prisutni su neki od najprominentnijih predstavnika ovih DSO-a. Možemo ih promatrati unutar nekih od najprominentnijih zvjezdanih oblaka ljetne trake Mliječne staze pa se može steći pogrešan dojam da su njezin sastavni dio. U ovom tekstu objasniti ćemo njihovo otkriće, prirodu i način na koji funkcioniraju.

## Priroda i kategorizacija tamnih maglica



Dok na astrofotografijama ove regije zvijezda Cygnus dominira refleksijska maglica IC 5146 (Cocoon Nebula), pri vizualnom promatranju upravo tamna maglica B 168 izaziva najveće oduševljenje. Na ovoj fotografiji prikazana je prekrasna simbioza dviju maglica, gdje se sasvim slučajno dogodilo da se IC 5146 smjestila točno u središte šireg dijela B 168. Zbog toga tamna maglica izgleda poput rova koji okružuje IC 5146, iz kojega se na jednom kraju izliva „rijeka“ tamne magličavosti koja vijuga gotovo 2° prije nego što se razdvoji u tri kraka, poput delte rijeke koja se ulijeva u more. Kroz teleskop je moguće pratiti cijeli tijek maglice koja se jasno ističe nasuprot bogatom zvjezdanom polju. Foto: Michael Siniscalchi

Tamne maglice su gusti oblaci plina i međuzvjezdane prašine koji potpuno ili gotovo potpuno zaklanjaju svjetlost zvijezda iza sebe, kao i sjaj eventualnih emisijskih i refleksijskih maglica na istoj liniji pogleda. Po sastavu su veoma slične refleksijskim maglicama, ali im nedostaje izvor osvjetljenja, tj. u svojoj blizini nemaju nijednu zvijezdu čija bi se svjetlost reflektirala o zrnca prašine. Stoga, tamne maglice niti emitiraju niti reflektiraju svjetlost i možemo ih uočiti samo ako se nalaze ispred bogatog zvjezdanog polja, kada će se stvoriti iluzija tamnih otočića među zvijezdama, poput rupa u zvjezdanom tepihu. Zanimljivo je da sama gustoća tamnih maglica uopće nije

velika i iznosi samo 100 – 300 molekula po kubnom centimetru. Međutim, tamne maglice su golemi kompleksi, dubine od najmanje nekoliko do više stotina svjetlosnih godina, što ih prostim nadodavanjem molekule na molekulu čini golemim zaklanjajućim objektom u svemiru. Svemir je pun tamnih maglica, ali mi vizualno možemo uočiti samo one najbliže nama. Razlog je jednostavan. Tamne maglice vidimo samo ako se zvijezde polja nalaze iza njih. Što je tih zvijezda više, to je tamnu maglicu lakše uočiti, stoga nije ni čudo što najviše tamnih maglica možemo promatrati smještenih ispred trake ljetne Mliječne staze gdje je gustoća zvijezda najveća. Posebno su lako uočljive ako se nalaze ispred gustih zvjezdanih oblaka kao što su Messier 24 ili Scutum Star Cloud, kao i ispred gustih, velikih područja emisijske magličavosti kao što su NGC 7000 – North America Nebula i Messier 20 – Trifid Nebula.

Za promatrača koji nije upoznat s prirodom ovih objekata, tamne maglice stvaraju optičku varku – izgledaju kao bezzvezdani otočići koji su sastavni dio velikih zvjezdanih oblaka. Isprva su čak i znanstvenici smatrali da su one rupe i praznine u Mliječnoj stazi, dok E. E. Barnard nije shvatio njihovu pravu prirodu. Međutim, takav prikaz je optička iluzija. Naime, gledajući u ljetnu traku Mliječne staze, mi zapravo vidimo spiralni krak Sagittarius naše galaksije udaljen od nas oko 5 000 svjetlosnih godina. Tamne maglice koje vidimo kao „rupe“ u toj traci

udaljene su od nas između 500 i 2 000 svjetlosnih godina te su stoga znatno bliže nama. One su zapravo plutajući gusti oblaci plina i prašine koji se nalaze na istoj liniji pogleda sa Zemlje kao i zvijezde iza njih pa u dvodimenzionalnom prikazu samo izgledaju kao rupe u zvjezdanom tkanju.

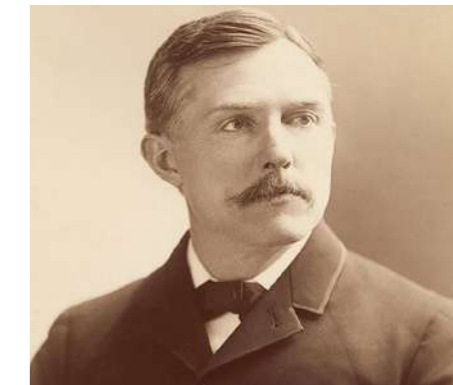
Kategorizacija tamnih maglica izvršena je prema mjeri u kojoj zaklanjaju sjaj zvijezda iza sebe, veličinom koja se naziva neprozirnost (opacity). Skala neprozirnosti kreće se od 1 do 6, pri čemu što je vrijednost neprozirnosti veća, to se manje svjetlosti može probiti kroz tamnu maglicu. Tako tamne maglice neprozirnosti 6 ne propuštaju sjaj nijedne zvijezde iza sebe i izgledaju kao potpuno bezzvezdana područja noćnog neba. Ovaj način kategorizacije tamnih maglica uvela je američka astronomkinja Beverly T. Lynds, poznata po sastavljanju kataloga tamnih maglica danas poznatog kao LDN katalog (Lynds Catalogue of Dark Nebulae), objavljenog 1962. godine.

Što se može učiniti da su tamne maglice prazni, bezlični svjetovi, lišeni aktivnih događaja stvaranja zvijezda, stvarnost je potpuno drukčija. Unatoč svom izgledu, tamne maglice idealna su mjesta za formiranje zvijezda. Naime, plin prisutan

u tamnim maglicama uglavnom je veoma hladan i gust molekularni vodik, dok se pod pojmom „prašina“ zapravo podrazumijevaju ugljične čestice obložene ledom. Hladan plin onemogućuje stvaranje tlaka koji bi raspršio vodik prema van pa duboko u srce tamne maglice gdje je gustoća najveća. Međusobni gravitacijski utjecaj vodika, ugljične prašine i vodenog leda izaziva kolaps plina i stvara uvjete za nastanak zvijezda. U mnogim tamnim maglicama stvaranje zvijezda je intenzivno, a duboko u njima odvija se živ i dinamičan proces nastanka novih svjetova, stoga se logično postavlja pitanje zašto ne možemo vidjeti zvijezde rođene unutar tamne maglice. Odgovor leži u golemoj koncentraciji prašine unutar njih. Naime, kao i kod refleksijskih maglica, prašina raspršuje i apsorbira svjetlost zvijezda, samo što se to kod tamnih maglica događa u kolosalnim razmjerima. Naprosto, prašina je u njima prisutna u tolikoj količini i takvoj gustoći da fotoni ne mogu pobjeći iz unutrašnjosti maglice prema nama, barem ne u području vidljive svjetlosti. Čak ni najsuvremeniji svemirski teleskopi ne mogu uočiti zvijezde rođene unutar tamne maglice, stoga se promatranja obavljaju infracrvenim teleskopima.



Na izoliranom prikazu tamne maglice B 68 jasno se vidi zašto se smatra jednom od najneprozirnijih tamnih maglica u svemiru. B 68 pripada skupini Bokovih globula, vrlo gustih i hladnih vrsta tamnih maglica koje karakterizira potpuna izoliranost u svemiru. Dok tamne maglice mogu imati veličinu od nekoliko stotina svjetlosnih godina, veličina Bokovih globula mjeri se u svega nekoliko svjetlosnih godina. Bokove globule mjesta su iznimno velike gustoće plina te se u njima redovito odvija proces stvaranja zvijezda. Foto: Gianni Fardelli



E. E. Barnard (1857. – 1923.) znameniti je američki astronom koji je otkrio pravu prirodu tamnih maglica i sastavio katalog od 349 takvih objekata.

## „Čovjek koji nikad ne spava“

Priča o tamnim maglicama zapravo je priča o jednoj impresivnoj ličnosti. Riječ je o Edwardu Emersonu Barnardu zbog kojeg i sve najpoznatije tamne maglice nose oznaku „B“. E. E. Barnard možda je najneobičnija i najinspirativnija ličnost u suvremenoj astronomiji. Naime, Barnard nije imao gotovo nikakvo formalno obrazovanje, ponajmanje sveučilišno, i bio je jedan od rijetkih sveučilišnih profesora bez sveučilišne diplome. Njegov doprinos astronomiji toliko je velik da nema amaterskog astronoma koji ne može nabrojiti barem nekoliko nebeskih objekata koji nose njegovo ime – Barnardova zvijezda (Barnard's Star), Barnardova galaksija (Barnard's Galaxy) i Barnardova petlja (Barnard's Loop) samo su neki od njih.

Međutim, krenimo od početka, jer Barnard zaslužuje mnogo više od spominjanja u nekoliko redaka. E. E. Barnard rođen je 1857. godine u SAD-u (Nashville, u državi Tennessee). Ubrzo nakon rođenja ostaje bez roditelja i odrasta u hraniteljskoj obitelji, u neimaštini i siromaštvu uzrokovanim Američkim građanskim ratom. Tijekom odrastanja Barnard nije imao gotovo nikakvo formalno obrazovanje, ali je već u svojim dvadesetim godinama pokazao velik talent za astronomiju kada je otkrio nekoliko kometa. Istodobno se bavio i fotografijom, što će u kombinaciji s astronomijom kasnije dati dalekosežne rezultate. Uslijedi-

lo je niz otkrića vezanih uz eksplozije nova, planetarna istraživanja, kao i otkriće jednog Jupiterovog satelita. Njegov rad je, u ta ranija vremena neopterećena formalnim titulama, privukao veliku pozornost znanstvene zajednice pa mu je uručena i počasna diploma Sveučilišta Vanderbilt, iako ga nikada nije završio. Međutim, prijelomna godina u Barnardovu životu bila je 1895. kada postaje profesor na Sveučilištu u Chicagu, što mu je omogućilo pristup teleskopu promjera 40 inča u zvjezdarnici Yerkes. Tada je Barnard spojio svoje astronomske znanje s talentom za fotografiju i načinio niz snimaka trake Mliječne staze. Zajedno s kolegom Maxom Wolfom došao je do zaključka da je dotadašnje stajalište znanosti, prema kojem su tamna područja u traci Mliječne staze zapravo praznine, pogrešno. Barnard i Wolf identificirali su ta područja kao oblake plina i prašine koji zaklanjaju svjetlost zvijezda iza sebe te su time u astronomiju uveli novu vrstu DSO-a, tamne maglice. Godine 1919. Barnard je objavio katalog tamnih maglica koje je otkrio, danas poznat pod nazivom Barnard Catalogue of Dark Markings in the Sky, koji se u prvom izdanju sasto-

jao od 182 otkrivene tamne maglice. Dopunjeni katalog objavljen je 1927. pod nazivom Atlas of Selected Regions of the Milky Way, s konačnih 349 maglica. Sve maglice koje je Barnard otkrio, danas nose njegovo ime i označavaju se nazivom Barnard te pripadajućim brojem (primjerice Barnard 142). Barnard je tijekom svog rada u zvjezdarnici Yerkes pokazao nadljudsku volju i predanost istraživanju svemira. Svaku vedru noć ostajao je uz teleskop do zore, da bi se ujutro, bez imalo sna, posvetio svojim profesorskim dužnostima. Događalo se da provede nekoliko dana i noći bez sna, smatrajući spavanje gubitkom vremena. Ta predanost nije promaknula njegovim kolegama koji su mu nadjenuli nadimak „Čovjek koji nikad ne spava“.

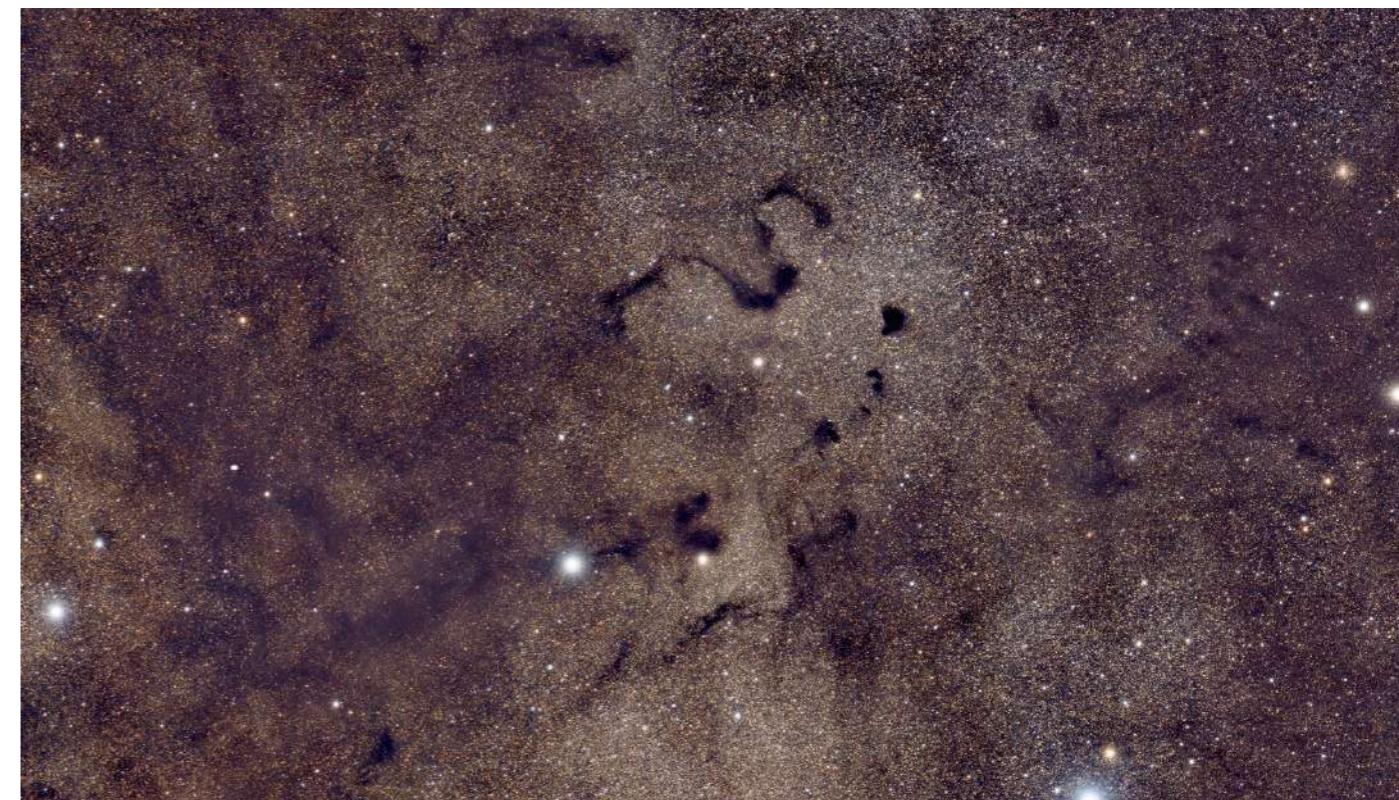
### Amaterski promatrački izazovi

Kako tamne maglice niti emitiraju niti reflektiraju svjetlost, postavlja se logično pitanje kako promatrati takav objekt. U velikoj većini slučajeva poanta je prikazati što više zvijezda oko same maglice kako bi one „iscrtale“ njezin obris. Da bi se to postiglo, potrebno je koristiti sva sred-



Barnard's E Nebula kompleks je tamnih maglica sastavljen od maglice B 142 u obliku slova „C“ i maglice B 143 u obliku ravne crte. Zajedno tvore prepoznatljiv oblik slova „E“. Maglice se nalaze projicirane preko malog zvjezdanog oblaka u zvijezdu Aquila te se pod tamnim i prozirnim nebom ubrajaju među lakše uočljive objekte svoje vrste. Foto: Graeme Coates

stva koja su nam na raspolaganju: dalekozor, durbin, mali teleskop, veliki teleskop – sve. Naime, postoji jasna kontradikcija u promatranju tamnih maglica, a to je



Na krajnjem jugu zvijezda Ophiuchus, podno lijeve noge Zmijonosca, nalazi se gust zvjezdani oblak ispred kojeg se prostire čitav kompleks prominentnih tamnih maglica. Najistaknutija je B 72 – Snake Nebula, lako prepoznatljiva na fotografijama po svom vijugavom obliku. Neposredno ispod nje nanizan je lanac tamnih maglica B 68, B 69, B 70 i B 71. Foto: Kurt Johnston

da u vidno polje treba uključiti što više zvijezda. Veliki teleskopi prikazat će više slabih zvijezda i pojačati kontrast u polju, ali će ukupni broj zvijezda biti malen zbog uskog vidnog polja. S druge strane, dalekozori i mali teleskopi pružaju prijeko potrebno veliko vidno polje, ali ne prikazuju dovoljno slabih zvijezda. Kao netko tko ima strast prema promatranju tamnih maglica i nemalo iskustva u tom „rudarskom“ poslu, mogu reći da ne postoji opće pravilo za promatranje ovih objekata, već svaka maglica zahtijeva drukčiji pristup. Neke se mogu vidjeti samo dalekozorom ili durbinom, dok druge ostaju eluzivne sve dok ih se ne promotri teleskopom promjera najmanje 12". Neki opći konsenzus jest da su za promatranje idealni teleskopi promjera 4" do 8", bogatog vidnog polja, ali i to je samo opća preporuka. Što se tiče uporabe filtera, jasno je da oni nominalno ne pomažu pri promatranju tamnih maglica. Međutim, svim astronomima poznato je da se poznata B 33 (Horsehead Nebula) može uočiti samo uporabom H $\beta$  filtera. Razlog tome je što

ta vrsta filtera pojačava kontrast i zatamnjuje okolinu maglice, dok istodobno dopušta prolaz svjetlosti obližnje emisijske maglice IC 434 te tako osvjetljava obris B 33. Međutim, to nije pravilo, već samo splet okolnosti uvjetovan okruženjem u kojem se B 33 nalazi. S druge strane, promatrači navode da UHC filter na sličan način pomaže istaknuti neke tamne maglice, a to mogu sa sigurnošću potvrditi u slučaju tamnih maglica ispred NGC 7000 – North America Nebula. Ako se North America Nebula detaljno ispita, vidjet će se da je u magličavost ugrađeno nekoliko otvorenih skupova te da se ispred emisijske maglice također nalazi nekoliko tamnih maglica. Jedna od najistaknutijih je mala B 353 koju UHC filter na iznenađujuće dobar način naglašava, zatamnjuje i jasnije prikazuje njezine rubove. Međutim, i ovdje je riječ o izoliranom slučaju, ali dovoljnom da se pri promatranju tamnih maglica pokuša baš sve, pa čak i promatranje uz UHC filter. Najbolje godišnje doba za promatranje tamnih maglica je ljeto. Razlog je

bogato zvjezdano polje trake Mliječne staze, kao i prisutnost nekoliko zvjezdanih oblaka koji pružaju zvjezdani tepih prijeko potreban da bi se tamne maglice istaknule. Posebno bih istaknuo zvjezdani oblak poznat kao Scutum Star Cloud ispred kojeg se nalazi čitav kompleks tamnih maglica. Tu je i prekrasni zvjezdani oblak Messier 24 (Small Sagittarius Star Cloud) s dvije istaknute tamne maglice ispred sebe: B 92 i B 93. Tu je i traka Mliječne staze u zvijezdu Cygnus, kao i niz manjih zvjezdanih oblaka u zvijezdu Aquila. Ispred jednog od njih nalazi se jedan od najpoznatijih kompleksa tamnih maglica – Barnard's E Nebula, sastavljen od maglica B 142 i B 143. S ljetnom sezonom pred nama, nadam se da će ovaj članak potaknuti istraživača u nama da izađe pod vedro nebo (što tamnije moguće) te da potraži neke od ovih objekata, često zanemarenih od strane amaterskih astronoma. Budemo li „naoružani“ znanjem o prirodi objekata koje promatramo, promatranje će sigurno poprimiti jednu dublju i potpuniju dimenziju.



B 33 (Horsehead Nebula) jedna je od najpoznatijih tamnih maglica u svemiru. Silueta konjske glave lako je prepoznatljiva desno od emisijske maglice NGC 2024 – Flame Nebula. Ova fotografija jasno pokazuje zašto je B 33 toliko teško promatrati. Nalazi se u području siromašnom zvijezdama koje bi pomogle ocrtati njezine konture. Međutim, mi amaterski astronomi imamo nevjerojatnu sreću što se maglica nalazi točno ispred emisijske maglice IC 434 pa se uporabom H $\beta$  filtera mogu izdvojiti H $\beta$  emisijske linije IC 434 i potamniti svi ostali dijelovi polja. Time B 33 jasnije dolazi do izražaja nasuprot slabom sjaju emisijske maglice iza nje. Foto: Stjepan Lešić

## PROMATRAČKA ASTRONOMIJA

## Nebeski cirus

## Trag drevne supernove u Labudu

Piše:

Vedran Vrhovac

U hladnim danima zadnjeg ledenog doba na nebu se pojavila nova zvijezda, sjajnija od svih. Bila je toliko sjajna da se tjednima vidjela danju, a pola godine bila je među najsjajnijim zvijezdama na nebu. Pažljivi promatrač mogao je godinu i pol pratiti golim okom kako ta sjajna zvijezda blijedi od blijedoplave prema crvenom ugarku. Nova je zvijezda u periodu od dva tjedna sigurno bila vidljiva po cijele dane jer je eksplodirala samo 20° od sjevernog nebeskog pola. Možemo samo zamisliti kakav je utjecaj na kulturu naših predaka imao ovakav nebeski događaj, posebice u svjetlu nedavnih antropoloških istraživanja koja sugeriraju kako su Plejade dio ljudskih mitova već 100 000 godina. Moguće je da se priča o ovoj novoj zvijezdi skriva u nekom od pradavnih mitova.

**Supernova**

Danas znamo kako je ova nova zvijezda bila supernova, mase oko 20 puta veće od Sunca. Eksplodirala je u periodu od prije 10 000 i 20 000 godina, na kraju kasnog pleistocena. Ostatak ove supernove danas je većini astronoma amatera poznat kao maglica Veo u Labudu. Alternativni naziv bi bio „Labudova petlja“ ili „Cirus“.

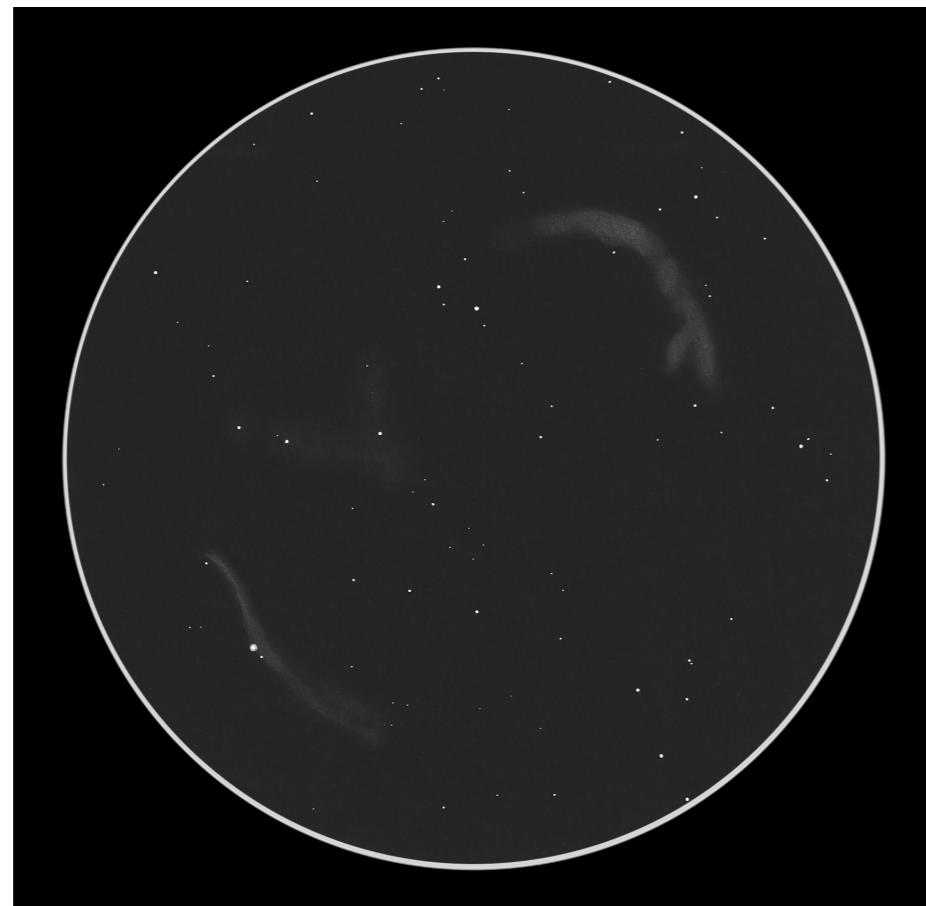
Ako je eksplodirala prije 15 000 godina, tada se eksplozija supernove odigrala jako blizu sjevernog nebeskog pola, kada je „sjevernjača“ bila zvijezda Fawaris, tj. Delta Labuda. Zbog utjecaja precesije se nebeski polovi cijelo vrijeme lagano pomi-

ču pa otud supernova u Labudu na samo 20° stupnjeva od nebeskog pola. S tako malom udaljenošću od sjevernog pola supernova je bila vidljiva svim stanovnicima Europe, većeg dijela Azije i Sjeverne Amerike kao cirkumpolarni objekt. Maglicu je u srpnju 1784. otkrio William Herschel, otac svih modernih nebeskih kataloga. On je prvo zabilježio tanku, valovitu maglicu kraj zvijezde 52 Labuda pod oznakom H V 15. Danas je znamo pod kataloškom oznakom NGC 6960 ili kolo-

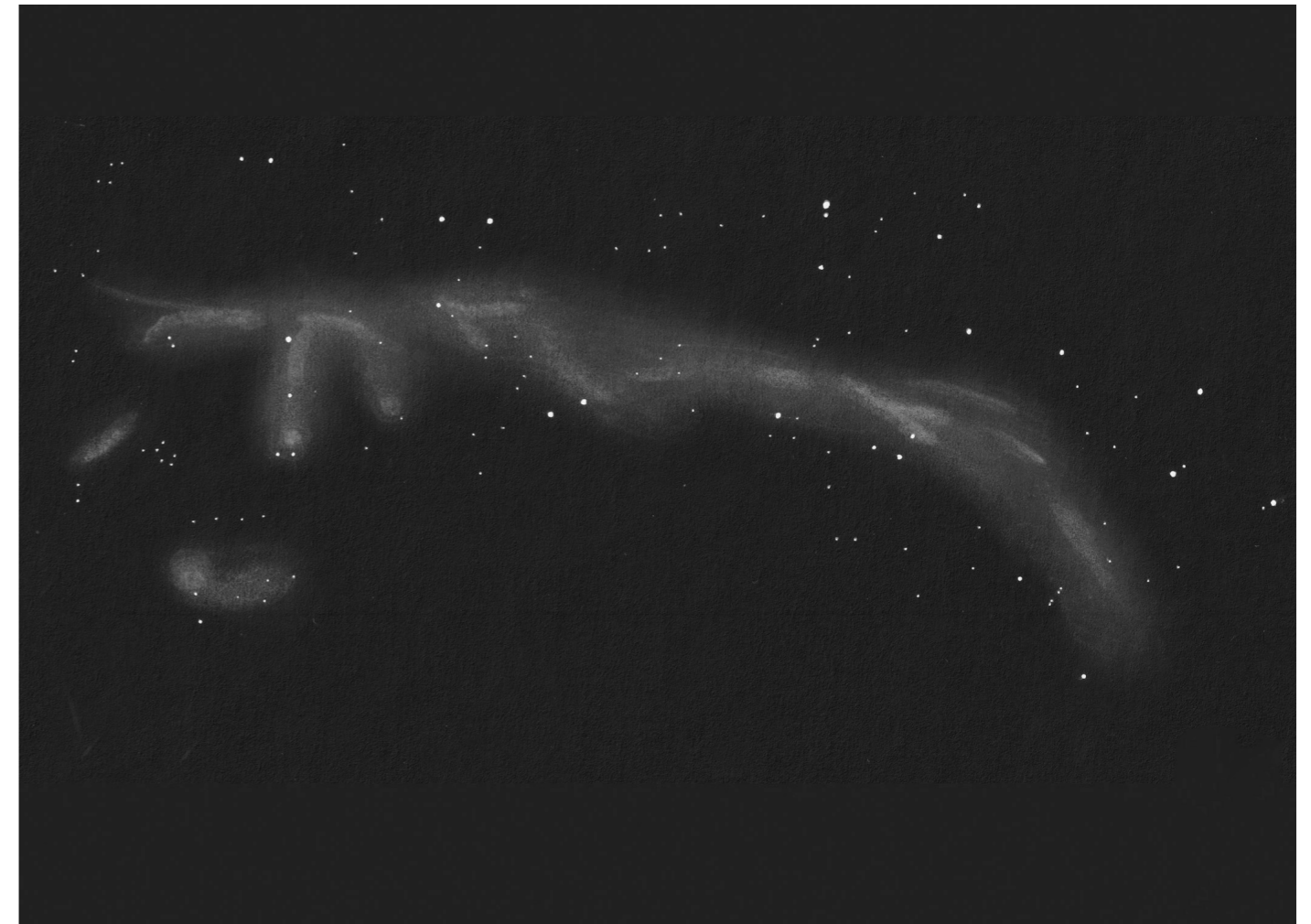
kvijalnim nazivima „Vještičja metla“ i „Zapadni veo“. Herschel je istočni dio maglice, poznat pod nazivom „Cirus“ ili rjeđe „Mreža“, a u žargonu kao „E.T. Hand“, otkrio nadugo nakon zapadnog dijela maglice te ju je u svoj katalog unio kao H V 14. Danas ovaj objekt nosi oznake NGC 6992, tj. NGC 6995.

**Promatranje**

Iako članak na engleskoj Wikipediji navodi kako je maglica Veo zahtjevna za promatranje, istina ne može



Skica maglice Veil, promatrano kroz 102mm refraktor pri povećanju od 21x. Autor: Vedran Vrhovac



Skica istočnog dijela maglice Veil, promatrano kroz 300mm reflektor pri povećanju od 100x. Autor: Vedran Vrhovac

biti dalja. Ukupan sjaj maglice je 7. prividne magnitude i prividnog je promjera oko 3°. Gruba matematika nam govori kako je sjaj ove maglice rasut na velikoj površini i da bi trebala biti zahtjevan objekt za promatranje. Ovo izuzima iz obzira činjenicu kako maglica Veo nije neprekinut objekt promjera 3°, već se sastoji od diskretnih oblačaka visokog površinskog sjaja rasutih na već spomenutoj površini, ali ukupno male površine. Ne samo da je maglica laka za promatranje, dapače, usudio bih se reći da je Veo najspektakularnija maglica sjevernog neba uz upotrebu odgovarajućeg filtera (UHC ili OIII).

Istočni Veo sam uspio detektirati već dvogledom promjera 45 mm, s umjereno tamne lokacije (SQM 21,1). Zapadni dio nisam mogao vidjeti zbog sjaja zvijezde 52 Labuda. Najveća smetnja u promatranju maglice je prisutnost svjetlosnog onečišćenja, što uvelike smanjuje

kontrast između maglice i pozadine, čineći njeno uočavanje u okularu otežanim. Od velike pomoći je UHC filter, a od još veće OIII filter koji će istaknuti emisijske linije u kojima maglica ispušta većinu svjetla te od skromnog objekta pogled čini spektakularnim.

S OIII filterom sam maglicu uspio jasno vidjeti u 102 mm refraktoru s umjereno svijetlog neba (SQM 20,3) te skicirati oba njena dijela. Na povećanju od 21x uspio sam u vidno polje smjestiti oba dijela maglice, istočni i zapadni dio, ali ne samo to, već sam mogao vidjeti i središnji dio maglice zvan Pickeringov trokut (kat. oznaka Simeis 229). Ovaj segment je otkrila Williamina Fleming, ali su zasluge pripisane Edwardu Pickeringu, voditelju zvezdarnice, što je bilo u skladu s običajima s početka 20. stoljeća. Naravno, pri 102 mm i 20x povećanju nećete vidjeti značajne detalje u maglici. Zapadni dio će prikazati svoj karakterističan

izgled magličaste uzice uz sjajnu zvijezdu, a istočni dio će biti luk s dva izdanka na kraju i zadebljanjima po sebi. Pickeringov trokut je više povećanje svjetline neba u obliku slova „Y“ nego konkretan objekt.

**Veo u većim i velikim teleskopima**

S rastom promjera teleskopa proporcionalno raste spektakularnost maglice. U 200 mm teleskopu bit ćete počašćeni pogledom na nježna, magličasta vlakna u oba dijela maglice. Broj vlakana u maglici raste s promjerom teleskopa pa se u 300 mm teleskopu mogu uočiti kvrge, zadebljanja, čvorići i oblačići na mjestima gdje se niti isprepliću. Cijeli objekt je više mozaik manjih oblačića povezanih nitima nego jedna jedinstvena pojava. Maglica u teleskopima ovog promjera definitivno parira fotografijama kroz teleskop, doduše u crno-bijeloj verziji. Za uočavanje što većeg broja

detalja preporuka je pronaći odgovarajuće povećanje. Uz korištenje OIII filtera preporučam korištenje izlazne pupile od 2,5 do 3 mm, tj. povećanja između 65 i 80x na 200 mm teleskopu, tj. 100 do 120x na 300 mm teleskopu. Svakako si dajte vremena za gledanje i polagano vozite teleskop preko maglice. Iznenadit ćete se količinom finih detalja, kao i činjenicom da iz crnog neba svako malo iskoči magličasti fragment. Naravno, nije naodmet u okular ugurati što veći zahvat maglice korištenjem malih povećanja kako bi se dobio globalni pogled na maglicu, ali onda gubite mogućnost uočavanja finih detalja.

Ako vam se posreći pogledati maglicu kroz 508 mm teleskop, budite spremni na to da ćete „zinuti do poda“. Maglica otkriva masu finih detalja, igru niti, filamenata i čvorića. Ako pažljivo promatrate prostor između istočnog i zapadnog dijela maglice, osim Pickeringovog trokuta (koji izgleda kao špageti kada

vise s vilice), vidjet ćete mnoštvo diskretnih fragmenata maglice, niti i oblačića. Tijekom jednog promatranja iz kolovoza 2024. godine s umjereno tamne lokacije (SQM 21,3), uspio sam uočiti 10 različitih fragmenata maglice i identificirati ih kao sljedeće:

**NGC 6960**

- Zapadni Veo, veoma sjajan, jako detaljan objekt dužine 1, 2°

**Simeis 229**

- Pickeringov trokut, sjajna, vlaknasta maglica generalno trokutastog oblika, dužine oko 1,5°

**NGC 6974**

- veoma taman oblačić u blizini „glave“ Pickeringovog trokuta

**NGC 6979**

- tamni, vlaknasti fragment maglice, često se identificira kao dio Pickeringovog trokuta

**Simeis 3-210**

- tamno, magličasto vlakno, produžetak Pickeringova trokuta.

Ovaj popis dijelova maglice Veo ne uzima u obzir fragmente maglice koji

se vide, ali nemaju specifične oznake. Neka vas to ne obeshrabri jer su pojedini fragmenti veoma svijetli i lako uočljivi. Potrebno je samo dobro pogledati u okular. Za promatranje maglice kao i uvijek, bitno je biti strpljiv, imati dobro nebo i pažljivo gledati u okularu. Kod maglice Veo olakotna je okolnost što uz dobar filter, posebice ako je OIII, možete nadići probleme vezane uz umjereno svjetlosno onečišćenje te proučavati detalje čak iz manjih gradova. Naravno, kvaliteta pogleda i količina detalja u objektu uvelike rastu kod promatranja s tamnijih lokacija. Veo je pogodan za promatranje u ljetnim mjesecima jer se od kraja lipnja do sredine srpnja vidi u zenitu oko ponoći, a u kolovozu, odmah po zalasku sunca je visoko na nebu. Zbog svega navedenog, ovo je jedan lako dostupan i popularan objekt kod astronoma amatera svih profila.

I zapamtite, ovo je jedan od rijetkih objekata koji količinom detalja u okularu može parirati fotografijama!



Skica zapadnog dijela maglice Veil, promatrano kroz 508mm reflektor pri povećanju od 176x. Autor: Vedran Vrhovac

## ATMOSFERSKA OPTIKA

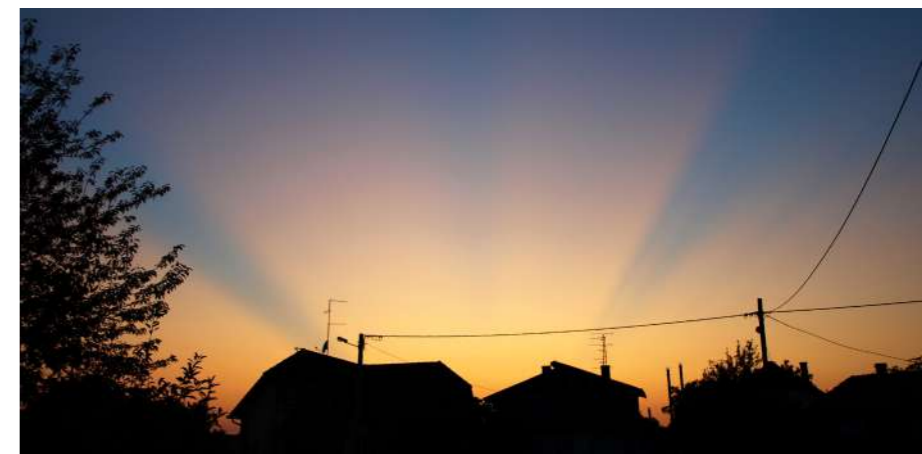
# Ljetne zrake i sjene

**Piše:**

**Marko Posavec**

Kad se nesnosno vruć ljetni dan približi kraju i Sunce nestane iza horizonta, izlazimo van kako bismo udahnuli malo podnošljiviji zrak. Gledamo kako se nebo prelijeva u tonovima tamnoplave, ljubičaste i sivkaste, dok je u smjeru ispraćanja žege još žuto, narančasto, crvenkasto ili blago ružičasto. Zatim nam u oko upadaju divovske tamne pruge koje se lepezasto šire iz mjesta na kojem je Sunce zašlo. No, nešto je čudno. Pruge se ne šire baš odande, nego dopiru iz još veće daljine, odnekud iza horizonta.

Te su tamne pruge zapravo sjene velikih i dalekih oblaka, projicirane kroz atmosferu koja je taman toliko mutna da ih u njoj, zbog Tyndallovog učinka, možemo vidjeti zahvaljujući raspršenoj svjetlosti, a ljeti je zrak često pun svega i svačega. Rjeđe ih, međutim, zovemo sjenama; ime su dobile po svijetlim područjima između tamnih sjena pa se zovu *crepuskularne* ili *sutonske* zrake. *Crepusculum* na latinskom znači sumrak. Bacaju ih krupni oblaci, obično olujni kumulonimbusi, koji mogu biti i stotinama



Tamne sjene dalekih oblaka u sumrak. Foto: Marko Posavec

kilometara daleko od promatrača. Oni su više kilometara široki i visoki pa su im sjene vidljive preko velikih udaljenosti. Njihovo je ime varljivo jer zrake možemo vidjeti i usred dana, kroz pukotine u oblacima. Zanimljivo je primijetiti kako su te zrake, premda izgledaju kao da se šire, ustvari paralelne. Sunce je jako veliko i vrlo daleko od Zemlje pa za sve praktične svrhe njegova svjetlost do nas dolazi u paralelnim zrakama. Njihovo lepezasto širenje samo je učinak perspektive, kao kad gledamo želje-

zničke tračnice dok se gube u daljini. Prolaze iznad nas i odlaze na drugu stranu neba, prema istoku. Tamo se, opet zahvaljujući perspektivi, ponovno „sastaju“. Ako su uvjeti u atmosferi povoljni da ih vidimo, zovemo ih *antikrepuskularnim* (*protusutonskim*) zrakama. U rijetkim, iznimno dobrim uvjetima, možemo ih vidjeti kako se protežu od zapada do istoka, preko cijelog neba.

Ove se zrake mogu vidjeti u svako doba godine, no ljeti su osobito česte. Tada je kasno poslijepodne sjeverozapadno od nas, u alpskom području i okolici, čest razvoj olujnih oblaka. Ako je iznad nas vedro, vidjet ćemo sjene tih oblaka nakon što Sunce zađe iza njih, premda su sami oblaci često pre-daleko da bismo ih mogli opaziti.

I znate ono kad u toploj ljetnoj večeri sjedimo pred kućom, a na sjevernom ili zapadnom nebu vidimo daleko bljeskanje bez grmljavine? Naši bi stari rekli: „Sijeva od vrućine.“ No, ne sijeva od vrućine, već sijeva upravo u tim dalekim grmljavinskim oblacima.



Antikrepuskularne zrake. Foto: Marko Posavec

# ASTRONOMSKI KALENDAR ZA SRPANJ I KOLOVOZ 2026.

Piše:  
Miroslav Smolić

Većinu pojava možemo pratiti golim okom, dok će dalekozor 10x50 biti posebno koristan za komete, zvjezdane skupove i objekte slabijeg sjaja.

## Srpanj

**4. srpnja:** Konjunkcija Marsa i Urana. Vrlo blizak susret u zviježđu Bika. Mars prolazi samo oko 6' južno od Urana, što znači da oba objekta stanu u isto vidno polje dalekozora. Mars je lako vidljiv, dok će Uran izgledati kao slaba zvijezdica i tražiti tamnije nebo. Prilika da se teleskopom lakše nađe Uran.

**6. srpnja:** Zemlja u afelu. Zemlja je najudaljenija od Sunca upravo u to doba godine. Otprilike 5 milijuna km dalje nego u perihelu početkom siječnja. Dokaz da godišnja doba ne ovise o toj udaljenosti, nego o nagibu Zemljine osi.

**7. srpnja:** Konjunkcija Mjeseca i Saturna. Vidljivo u drugom dijelu noći i pred zoru. Razmak između objekata je oko 6°, a nalaziti će se u zviježđu Riba. Dijelovi para su prilično udaljeni pa je pojavu najbolje promatrati golim okom.

**11. srpnja:** Konjunkcija Mjeseca i Marsa. Vidljivo na jutarnjem nebu. Mjesec se nalazi blizu Marsa, u sazviježđu Bika, nedaleko od Plejada. Prizor je zanimljiv i za promatranje dalekozorom, osobito zbog okolnih zvjezdanih skupova.

**11. srpnja:** Mjesec blizu Plejada (M45). Tanki Mjesec prolazi u blizini poznatog zvjezdanog skupa u Biku. Plejade su vidljive i golim okom, ali promatrane dalekozorom pružaju puno ljepši prizor.

**14. srpnja:** Mladi Mjesec.

**17. srpnja:** Konjunkcija Mjeseca i Venere. Tanki mjesec srp i vrlo sjajna Venera vidljivi su nisko u večernjem sumraku. Prizor će biti atraktivan golim okom, no zbog male visine nad horizontom potreban je čist pogled prema zapadu.

**29. srpnja:** Puni Mjesec.

## Kolovoz

**3./4. kolovoza:** Komet 10P/Tempel. Komet početkom kolovoza prolazi perihel

i najbliže je Zemlji, a procjene govore o sjaju oko 7. magnitude. To znači da nije vidljiv golim okom, ali bi mogao biti dohvatljiv boljim dalekozorom ili malim teleskopom. Problem je što se nalazi vrlo nisko na jugu pa traži tamni horizont i odlične uvjete.

**4. kolovoza:** Konjunkcija Mjeseca i Saturna. Vidljivo u drugom dijelu noći i ujutro. Mjesec prolazi oko 7° sjeverno od Saturna, a oba objekta nalaze se u zviježđu Riba. Najbolje ih je promatrati golim okom ili dalekozorom.

**7./8. kolovoza:** Mjesec blizu Plejada (M45). Mjesec ponovno prolazi blizu Plejada u Biku.

**9. kolovoza:** Konjunkcija Mjeseca i Marsa. Vidljivo na jutarnjem nebu. Mjesec i Mars nalaziti će se u zviježđu Bika, u blizini sjajnih zimskih zvijezda koje se već vraćaju na jutarnje nebo.

**12. kolovoza:** Mladi Mjesec.

**12. kolovoza:** Djelomična pomrčina Sunca. Iz Međimurja će biti vidljiva kao djelomična pomrčina neposredno prije zalaska Sunca. Počinje oko 19:30, a najveća faza će biti 52% u 19:57, no već par minuta nakon toga Sunce će zaći iza horizonta. Dakle, pomrčina će se dogoditi pri samom zalasku Sunca. Magnituda pomrčine iznosi oko 0,77. Prilikom promatranja je obavezna sigurna solarna zaštita. U dijelu Europe bit će vidljiva kao potpuna pomrčina.

**12./13. kolovoza:** Meteorski roj Perzeidi. Najpoznatiji ljetni meteorski roj. U 2026. uvjeti su vrlo dobri jer je maksimum blizu mlađaka pa mjesečina neće smetati. Očekivani ZHR iznositi će oko 150, ali stvarni broj viđenih meteora bit će manji i ovisiti će o tamnoći neba. Najbolje ih je promatrati nakon ponoći i pred zoru. Matično tijelo roja je komet 109P/Swift-Tuttle.

**15. kolovoza:** Konjunkcija Merkura i Jupitera. Dva planeta nalaziti će se vrlo blizu, ali nisko uz Sunce pa će pojava biti zahtjevna za promatranje. Bit će potreban potpuno čist horizont i vrlo

oprezno biranje vremena, bez gledanja prema Suncu.

**16. kolovoza:** Konjunkcija Mjeseca i Venere. Mjesec prolazi oko 2° južno od Venere, a oba objekta su u zviježđu Djevice. Vidljivo vrlo nisko u večernjem sumraku, uz čist zapadni horizont.

**21. kolovoza:** Mjesec i Antares. Mjesec prolazi blizu Antaresa u Škorpionu. Prava okultacija Antaresa toga datuma nije vidljiva iz Europe.

**28. kolovoza:** Djelomična pomrčina Mjeseca. Pomrčina je vidljiva iz Hrvatske u ranim jutarnjim satima. Polusjena počinje oko 3:23, djelomična faza oko 5:12, a završetak se očekuje oko 6:28 po lokalnom vremenu. Mjesec će biti nisko prema zapadu pa je potreban otvoren horizont.

**28. kolovoza:** Puni Mjesec.

**31. kolovoza:** Konjunkcija Mjeseca i Saturna. Vidljivo u večernjim satima i tijekom noći. Mjesec i Saturn ponovno su u području Riba, a razmak je nekoliko stupnjeva. Lijep prizor za početnike jer se Saturn lako pronalazi uz Mjesec.

## Planeti

Venera je i dalje vrlo sjajna večernja zvijezda, ali se tijekom ljeta drži nisko nad zapadnim horizontom. Jupiter se tijekom kolovoza polako vraća na jutarnje nebo. Saturn u srpnju i kolovozu izlazi sve ranije i moguće ga je pratiti u drugom dijelu noći.

## Deep-sky za početnike (dalekozor 10x50)

Srpanj i kolovoz najbolji su mjeseci za ljetni dio Mliječne staze. Na sjevernom noćnom nebu vrlo su zahvalni za promatranje kuglasti skupovi M13 i M92 u Herkulu te M5 u Zmiji. U kolovozu svakako pokušajte pronaći i Andromedinu galaksiju M31 koja se pred kraj noći sve više diže na sjeveroistočnom nebu.



Izgled neba  
1. kolovoza 2026. u 22 sat

Izvor:  
In-the-sky-org

## ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI

### Rho Ophiuchi

Kompleks maglica Rho Ophiuchi jedno je od najslikovitijih područja noćnog neba i jedno od nama najbližih velikih zvjezdanih rodilišta, udaljeno oko 460 svjetlosnih godina. Na ovoj fotografiji isprepliću se refleksijske i emisijske maglice te tamni oblaci međuzvjezdane prašine. Plavi sjaj nastaje raspršivanjem svjetlosti mladih, vrućih zvijezda na sitnim česticama prašine, dok crvenkaste nijanse potječu od užarenog vodika pobuđenog njihovim zračenjem. Tamne strukture predstavljaju guste oblake plina i prašine u kojima se rađaju nove zvijezde. U središtu prizora nalazi se sjajna zvijezda Rho Ophiuchi po kojoj je cijeli kompleks dobio ime, dok se u donjem dijelu fotografije uočava i kuglasti zvjezdani skup M4, jedan od najbližih takvih skupova Zemlji, smješten iza oblaka prašine, na udaljenosti od približno 7200 svjetlosnih godina. Njegove drevne zvijezde, stare više od 12 milijardi godina, pružaju zanimljiv kontrast mladim zvijezdama koje tek nastaju u kompleksu Rho Ophiuchi, povezujući u istom kadru dva sasvim različita razdoblja razvoja naše Galaksije.

Teleskop : Redcat 51, Montaža: SW NEQ6 pro, Kamera: ASI2600 MC duo, Ekspozicija: 146x180 sek

Foto: Miroslav Horvat



VEGA  
HORIZONTI