

# VEGA HORIZONTI

ISSN 2991-6178

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 6 / RUJAN - LISTOPAD 2024.

## Messier 8

Nebeska laguna

## Vidljivo na nebu

Uskoro djelomična pomrčina Mjeseca

## Zvezdarnica Čakovec

Novi teleskop nakon 50 godina



## ZA IZDAVAČA:

Astronomsko društvo "VEGA"

Ivana pl. Zajca 39, Čakovec

OIB: 47022126293

ISSN 2991-6178

## GLAVNI UREDNIK:

Dragutin Kliček

## ZAMJENIK GLAVNOG UREDNIKA:

Zoran Novak

## UREDNIŠTVO:

dr. sc. Dejan Vinković

Miroslav Smolić

dr. sc. Igor Gašparić

Melita Sambolek, prof.

Karmen Buza Habijan, prof. mentor

dr. sc. Miljenko Čemeljić

## AUTOR FOTOGRAFIJE

NA NASLOVNICI:

Zoran Novak

## GRAFIČKO OBLIKOVANJE

I PRIJELOM:

Kreativna agencija Međimurje.jpg

Mursko Središće

## KONTAKT:

vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, RUJAN - LISTOPAD 2024.

Izlazi dvomjesečno od 2023. godine

br. 6

Naklada 80 kom / Tisak Printex d.o.o.

Digitalno izdanje

www.advega.hr

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

# RIJEČ UREDNIKA

## Dragutin Kliček

Astronomsko društvo "Vega"



Časopis Vega Horizonti izlazi kao dvomjesečnik unazad godinu dana, pa ovim šestim izdanjem zaokružujemo jednu kalendarsku godinu. U tih godinu dana, svoj doprinos ovom časopisu dali su uz uredništvo koje

čine dr. sc. Dejan Vinković, Miroslav Smolić, dr.

sc. Igor Gašparić, Melita Sambolek, prof., Karmen Buza Habijan, prof. mentor i dr. sc. Miljenko Čemeljić, s Zoranom Novakom, zamjenikom glavnog urednika i predsjednikom AD Vega, te mojom malenkosću na mjestu glavnog urednika i brojni drugi autori. Uz gore spomenute tu su dr.sc. Željko Ivezić, Danijel Reponj, dr.sc. Tomislav Jurkić, mr.sc. Emina Horvat Velić, Boris Štromar, mag.archeo. Antonio Manhard, dr.med. spec. neur. Boris Hlebec, dr.sc. Lidija Bajuk, dr.sc. Igor Žiberna, Jona Doring i brojni drugi koji su odvojili vrijeme i sjeli za računalo te nam približili novosti iz svijeta astronomije. Samim time časopis je postao i glas znanstvene zajednice pa su u njemu objavljivani ( i nastaviti će se objavljivati) stručni radovi, pisani stručno, a opet razumljivo. Tekstovi su nam pristizali iz svih kutaka naše plave točke u svemiru, iz zvjezdarnice Vera Rubin u Čileu gdje radi Željko Ivezić, sa sveučilišta Yale gdje je Emina Horvat Velić bila na doktoratu, s Instituta Nikole Kopernika poljske Akademije znanosti u Varšavi gdje radi Miljenko Čemeljić, s Instituta Ruđer Bošković čiji znanstvenici su i članovi uredništva i autori... Popis je uistinu podugačak, a ne smijemo zaboraviti ni naše prijatelje iz Javne ustanove Međimurska priroda koji u svako izdanje pišu o našem krhkom eko sustavu. Zahvaljujući svakom od autora, suradnika i čitatelja, naš časopis postao je relevantan izvor informacija, ne samo za ljubitelje astronomije, već i za one koji žele dublje zaroniti u svijet u kojem vladaju relevantne informacije. A ovo posljednje nam je od najvažnijeg značaja. U vremenu kad pojedinci često sami sebi, a kako bi si ispali važni u javnosti, dodjeljuju titule znanstvenika, a bez stvarne stručnosti, važno je da glas znanstvenika bude jasan i jasno iskomuniciran prema javnosti. Samo tako možemo osigurati točnost i integritet znanstvenih informacija, te pružiti čitateljima pouzdane izvore u moru površnih i iskrivljenih prikaza. Naš časopis nastoji biti oslonac u tom nastojanju, promovirajući znanost u njenom najčišćem i najautentičnijem obliku. Tu smo, završavamo prvi krug oko našeg Sunca. Dokle? Vrijeme je relevantan pojam kad se baviš svemirom, to bi ujedno bilo 1.88 Marsovih godina i otprilike 0.23 Jupiterovih godina...

# KAZALO

## Osnove astronomije

Astronomska montaža 4 - 5

## Zvezdarnica Rubin IV. dio

Softver, softver, softver! 6 - 7

Regionalni sastanak LSST kolaboracije 8

## Međimurska priroda

Ugasimo svjetla za šišmiše 9

## Svjetlosno onečišćenje

Devastacija pretjeranom rasvjetom 10-11

Onečišćenje u posebno zaštićenim parkovima 12-13

## Arheoastronomija II. dio

Vučedolski orion 14-15

## Kozmičke zvijeri III. dio

Nove zvijezde u svemiru 16-17

## Uvod u astronomsu fotometriju

Prvi korak 18-19

## Promatračka astronomija

Messier 8, nebeska Laguna 20-21

## Mala škola astronomije

Prosječne temperature na planetima 22-23

## Zvezdarnica Čakovec

Novi teleskop nakon 50 godina 24

## Novosti iz udruge

Aktivnosti članova AD Vega 25

## Vidljivo na nebu

Uskoro djelomična pomrčina Mjeseca 26

## Karta neba

27

## Maglica M20 (Trifid maglica)

Smještena je u zviježđu Strijelca, oko 5.200 svjetlosnih godina od Zemlje. Maglica je dobila ime zbog svoje podijeljenosti na tri različita dijela: emisijsku, refleksijsku i tamnu maglicu.

Emisijska maglica je crvenkaste boje zbog prisutnosti vodika koji emitira svjetlost kada je ioniziran ultraljubičastim zračenjem mladih, vrućih zvijezda. Ovaj dio

maglice sjaji najsvjetlije i čini većinu vidljivog dijela maglice. Refleksijska maglica je plavkaste boje i svjetluca jer reflektira svjetlost okolnih zvijezda. Tamna maglica je mreža tamnih traka koje dijele maglicu na tri dijela, dajući joj prepoznatljiv izgled. Te tamne trake su oblaci guste međuzvjezdane prašine koja blokira svjetlost iz pozadine.



FOTO: Zoran Novak / AD Vega

## OSNOVE ASTRONOMIJE

# Astronomska montaža i zašto je njena veličina važna

**Komponenta astronomske opreme koja osigurava stabilno i precizno postavljanje te usmjeravanje teleskopa prema željenim nebeskim objektima.**

**Piše:**

**Zoran Novak**

Ako tek ulazite u svijet astronomije i razmišljate o kupnji teleskopa, ono što zapravo kupujete nije teleskop (jer teleskop sam za sebe ne znači puno) već skup astronomske opreme. Pod terminom "skup astronomske opreme" možemo nabrojiti jako puno opreme, no kako je ovaj cijeli serijal prvenstveno orijentiran prema početnicima, pod terminom "astronomske opreme" zadržati ćemo se na osnovama i minimumu koji je potreban da bi ste mogli uživati u pogledu na nebeske objekte. Taj minimumu obuhvaća tri komponente. Prva je teleskop (optička cijev), druga je okular (koji nam formira sliku) i treća je astronomska montaža. Astronomska montaža skup je mehaničkih i elektronskih dijelova čija je namjena podupri-

ranje teleskopa i njegovo upravljanje. Kroz povijest astronomskih promatranja razvio se velik broj tipova montaža, no ovdje ćemo se zadržati na tipovima koje današnji astronomi amateri najčešće koriste. Odabiru montaže treba posvetiti posebnu pažnju, jer slobodno možemo reći da je to najbitniji dio cjelokupnog sustava. Ako je montaža premala naspram teleskopa, veliki problem biti će česte vibracije, što pak dovodi do neugode kod promatranja jer nam se objekt koji promatramo stalno miče u vidnom polju. Ako je montaža prevelika, a nemamo stalno mjesto promatranja, pojaviti će se problemi sa transportom. Ukoliko se želimo baviti i astrofotografijom, treba uzeti u obzir da sve montaže nisu pogodne za astrofotografiju.

Uglavnom, puno je parametara koje treba uzeti u obzir pa je dobro

prije nabavke bilo kakve opreme posavjetovati se sa nekim iskusnijim, dobro razmisliti koje područje astronomije vas zanima i možda najbitnije, posjetiti neko od javnih promatranja ili star partya, te na licu mjesta vidjeti prednosti i nedostatke pojedine opreme.

## Alt-Az montaža

Naziv montaže (Alt/Az) skraćenica je od engleskih riječi altitude i azimuth, jednostavne je konstrukcije i izgledom podsjeća na foto stativ (koji radi na istom principu). Kod Alt/Az montaže jedna je os vodoravna (paralelna sa horizontom, a druga okomita (usmjerena u zenit). Kad okrećemo montažu oko okomite osi, teleskop usmjeravamo po liniji horizonta, lijevo-desno (radimo krug od 0° do 360°). Ako okretanje vršimo oko vodoravne osi, teleskop se usmjerava po visini od horizonta



Alt/Az



EQ1



EQ3



HEQ5 pro

Montaže

prema zenitu (gore-dolje). Na Alt/Az montaži najpraktičnije je koristiti dalekozor ili kratkofokusni refraktor, promjera do maksimalno 80 mm. Taj tip montaže omogućuje jednostavno usmjeravanje teleskopa, a pogodan je i za terestrialna promatranja (promatranje prirode i životinja).

## Dobson montaža

Jedna od najpopularnijih, ako i ne najpopularnija montaža za vizualnu astronomiju svakako je Dobson montaža. U osnovi, princip rada je isti kao i kod Alt/Az montaže, no konstrukcijski je tako izvedena da može nositi teleskope velikih promjera. Dobson montaža najčešći je odabir samograditelja, a u kombinaciji s tom montažom uglavnom se koristi Newtonian tip teleskopa (reflektor) promjera ogledala i do 500 mm. Najpopularniji su 200 mm Dobsoni, zbog izuzetno povoljnog omjera cijene i veličine ogledala. Dobson montaža nije najsretnije rješenje za astrofotografiju, pa ako razmišljate i o astrofotografiji, ovaj tip montaže treba izostaviti sa liste želja.

## Ekvatorijalna montaža

Najsvestraniji tip montaže je Ekvatorijalna montaža (EQ montaža). EQ montaže konstruirane su tako da omogućuju vrlo precizno praćenje objekata na nebeskom svodu. Iako se mogu koristiti i za vizualnu astronomiju, zbog mogućnosti praćenja objekata, EQ montaže prvi su izbor astrofotografa.

Od svih do sad navedenih tipova montaži, EQ montaže imaju najveći raspon što se nosivosti tiče. Zbog toga je vrlo lako pronaći EQ montažu koja odgovara vašim potrebama. Montaže se najčešće označavaju brojevima, gdje u pravilu, veći broj označava veću nosivost montaže. Za primjer možemo uzeti EQ montaže tvrtke Skywatcher koja kod nas ima najveću bazu korisnika. Najmanja u toj paleti je EQ1, pa slijedi EQ2, EQ3, EQ5, EQ6 i EQ8. Kapacitet nosivosti EQ1 je 4 kg, EQ6 je 20 kg, dok EQ8 ima nosivost od 50 kg.

## GoTo montaža

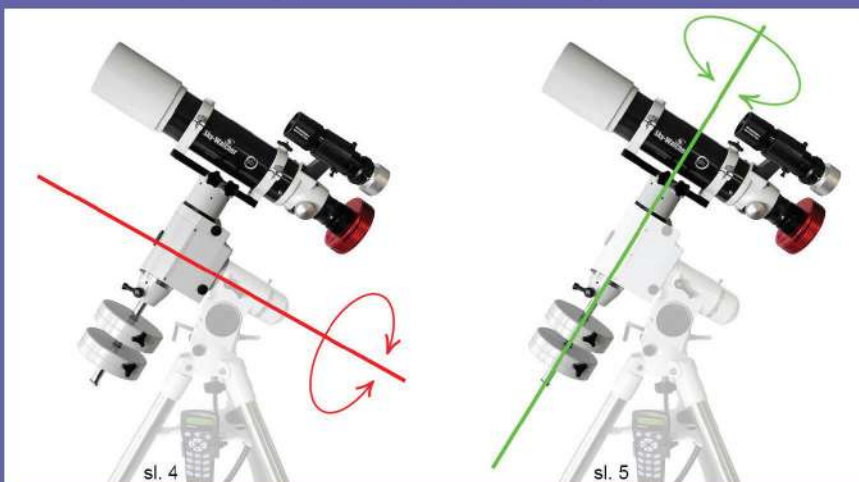
Ovo zapravo nije poseban tip mon-

## OSNOVE

# Dijelovi GoTo EQ montaže i njeno postavljanje



Glava (sl. 1) je pokretna po dvije osi i na svakoj se osi nalazi motor. Tronožac i kontroler (sl. 2) pomoću kojeg upravljamo glavom montaže. Na glavi montaže nalaze se protutezi, a broj protutega (odnosno njihova masa) ovisi o veličini teleskopa kojeg montaža nosi (sl. 3). Za razliku od Alt/Az i Dobson montaže, EQ montaže su nešto zahtjevnije što se rukovanja tiče. Najvažniji korak svakako je usjeveravanje ili rektifikacija. Da bi EQ montaža mogla pravilno raditi potrebno ju je precizno usjeveriti. RA os je rektascenzijska ili polarna os (sl. 4) i njezin je smjer uvijek u pravcu sjevernog nebeskog pola. Druga os oko koje se montaža okreće je DEC os ili deklinacijska os (sl. 5) i ona je okomita na RA os. Cilj je RA os što preciznije poravnati sa osi oko koje se okreće Zemlja. Koliko je to poravnanje preciznije, toliko će nam montaža preciznije pratiti kretanje nebeskog svoda.



taže, već nadogradnja koja je moguća na velikom broju gore navedenih montaža. Pojam GoTo podrazumijeva motoriziranu i kompjuteriziranu montažu. Iako je ta nadogradnja moguća na Alt/Az i Dobson montažama, zbog velike preciznosti praćenja nebeskih objekata najveća primjena je na EQ montažama. Svaka vrsta astronomske montaže

ima svoje specifične prednosti i nedostatke. Prilikom izbora montaže, važno je razmotriti što želite postići svojim promatranjima ili fotografiranjem, kao i svoj nivo iskustva i budžet. Razumijevanje funkcionalnosti i karakteristika svake montaže pomoći će vam donijeti informiranu odluku koja će uvelike poboljšati vaše astronomske aktivnosti.

## ZVJEZDARNICA RUBIN IV. dio

# Zvjezdarnica Rubin i LSST: “Softver, softver, softver!”

**Uz jedinstveni teleskop i kameru, izgradnja Zvjezdarnice Rubin uključuje i razvoj novih velikih programskih paketa (softvera).**

**Piše:**  
**dr. sc. Željko Ivezić**

Na razvoju softvera oko 100 ljudi već radi dulje od desetak godina i premda se posao približava kraju, činjenica je da će se softver morati aktivno razvijati i održavati još barem 10 godina, do kraja LSST projekta. Zanimljivo je da će softver otprilike jednako koštati kao i sama Zvjezdarnica s teleskopom, te kamera (svaka od te tri glavne komponente sustava košta oko 150 milijuna Eura). Cijeli softver razvijen za potrebe Zvjezdarnice Rubin uključuje nekoliko milijuna linija koda i uglavnom je napisan koristeći programske jezike python i C++.

Potrebni softver može se podijeliti u tri glavne skupine: i) upravljanje Zvjezdarnicom, tj. teleskopom, kamerom, kupolom, itd. ii) popravljivanje nesavršenosti u slikama, baždarenje (kalibriranje) slika, te pronalaženje i mjerenje astronomskih objekata u slikama, iii) alati za pristup podacima preko interneta. Ukratko ću ilustrirati njihove glavne značajke.

Praktički svim procesima na Zvjezdarnici Rubin upravljamo softverom (ok, kavu tokom promatranja još uvijek moramo sami kuhati!). Teleskop i kupola su veliki, složeni i jako osjetljivi mehanički sustavi (svaki ima masu od oko 300 tona). Npr. deformacije površine primarnog zrcala uzrokovane gravitacijom i termičkim naprezanjima se popravljaju oko 10 puta u sekundi koristeći 156 cilindara koji s donje strane zrcala (nježno!) guraju ili privlače zrcalo s točnošću od nekoliko nanometara (nekoliko milijuntin-

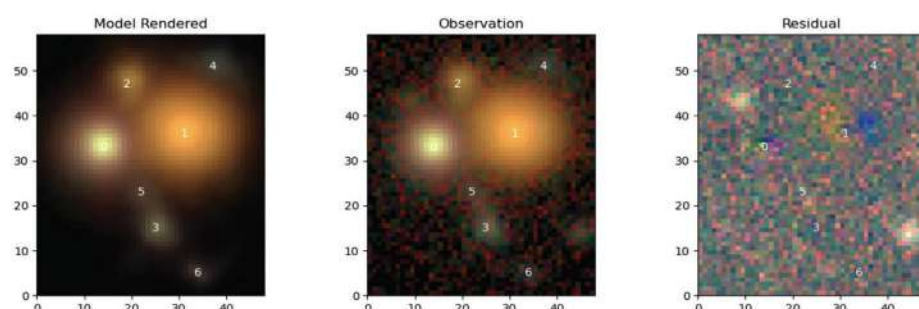


*Slika 1. Dio sučelja za upravljanje Zvjezdarnicom Rubin u kontrolnoj sobi tijekom priprema za promatranje.*

ki milimetra). Sa sličnom točnošću upravlja se i s položajima i orijentacijom sekundarnog zrcala i kamere. Slika 1 prikazuje dio upravljačkog sučelja u kontrolnoj sobi tijekom priprema za promatranje. Cijela Rubin kontrolna soba jako slična kontrolnoj sobi velikih industrijskih sustava, npr. nuklearne elektrane.

Svake promatračke noći, Rubin će snimiti oko 1.000 LSST slika veličine 3.200 megapiksela. Odluka gdje točno uperiti teleskop te s kojim filterom kamera treba optimalno sni-

miti slijedeću sliku je izuzetno složena i uključuje detaljno razmatranje promatračkih uvjeta (koje je doba noći, gdje je Mjesec i u kojoj fazi, je li atmosfera stabilna, koliko je već sakupljeno slika, itd). Takvu odluku treba donijeti svakih četrdesetak sekundi pa je zbog brzine i složenosti nužno koristiti računarski program (nazvan “Scheduler”, planer). Drugim riječima, Rubinov promatrački sustav, teleskop i kamera, je u suštini robot koji će sam promatrati cijelu noć uz minimalni nadzor astronoma. Ako želite vidjeti



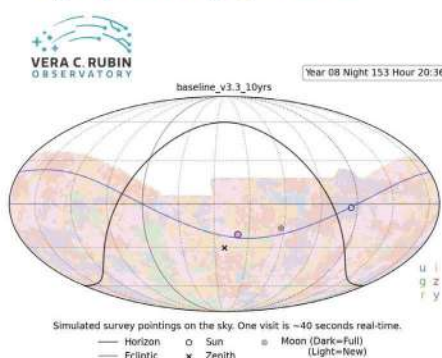
*Slika 2: Primjer kako će Rubin softver analizirati LSST slike. Slika u sredini je promatrana slika neba, a slika lijevo je računalni model. Slika desno je razlika te dvije slike i pokazuje da je računalo skoro savršeno objasnilo promatranu sliku, uključujući prepoznavanje šest objekata.*

možete li "nadmudriti" našeg robota planera i pronaći bolju seriju promatranja, probajte igricu dostupnu na <https://spacesurveyors.app>.

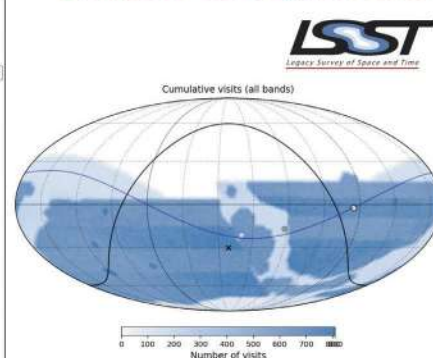
Softverski paketi za obradu LSST slika su najsloženiji dio Rubinovog softvera zbog velike količine podataka (oko 20 TB svake promatračke noći), potrebe za brzom obradom podataka (podaci o objektima koji su promijenili sjaj ili položaj u odnosu na prijašnja promatranja biti će svima dostupni preko interneta unutar samo 60 sekundi nakon snimanja nove slike). Razlog za veliku količinu podataka je Rubinovo ogromno vidno polje i kamera sa 3.200 megapiksela. Nekada su astronomi vizualno proučavali slike neba ali taj način rada s LSST podacima više nije moguć. Uz to, osjetljive LSST slike izgledaju jako složeno zbog velikog broja objekata koji se djelomično preklapaju. Kroz rad stotinjak Rubinovih programera specijaliziranih za astronomske algoritme, tijekom desetak godina razvijeni su programi koji "znaju" kako "prepoznati" objekte u slikama te izmjeriti njihove značajke kao položaj, sjaj, kutna veličina i oblik. Slika 2 prikazuje jedan mali dio neba gdje je računalo prepoznalo šest objekata i izračunalo odličan model slike koji je gotovo jednak promatranoj sceni. Bez pomoći tih programa, astronomima bi bilo nemoguće dokučiti što će nas očekivati deseci milijardi objekata u LSST slikama naučiti o Svemiru!

Očekuje se da će nekoliko tisuća astronoma i fizičara redovno koristiti Rubinove LSST podatke, a sučelje za popularizaciju i rad s javnošću, dostupno svima u svijetu, očekuje milijune posjetitelja. Softver za pristup znanstvenim podacima je organiziran u Rubin Science Platform (RSP, Rubinova znanstvena platforma). Portal je web sučelje za interaktivnu analizu relativno malog broja objekata. Notebooks omogućuje pretraživanje cijele baze podataka i analizu odabranih podataka pomoću programa koje sam korisnik može razviti i koristiti bez potrebe za "skidanjem" podataka na lokalno računalo. Taj način pristupa podacima i analizi omogućava rad s LSST podacima iz bilo kojeg dijela svijeta, od Čilea do Chicaga i Čakovca!

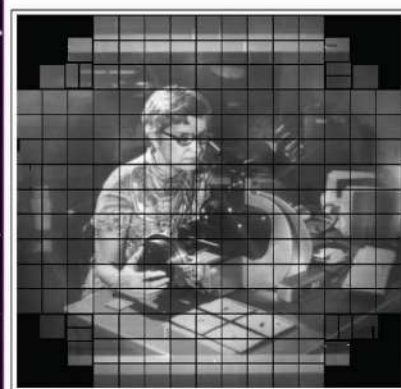
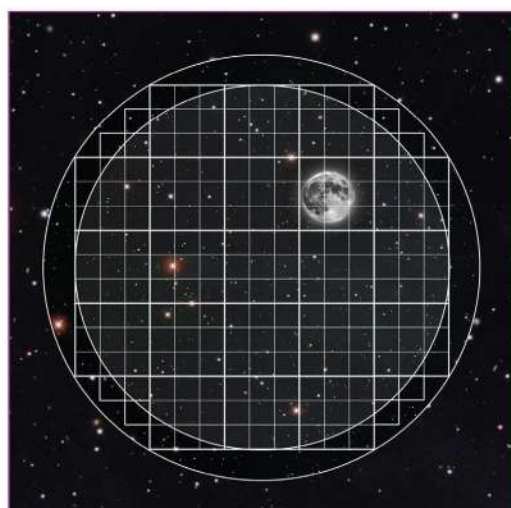
### Nightly coverage, per band



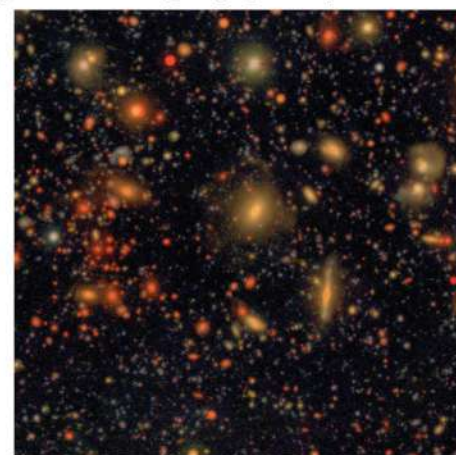
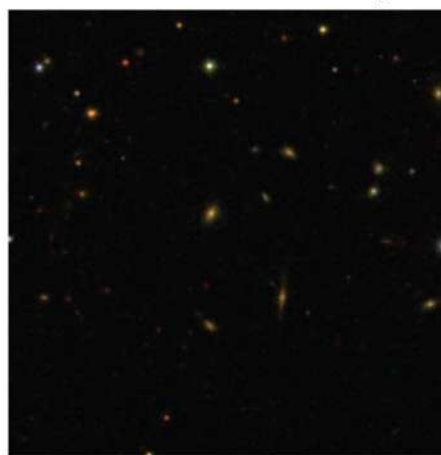
### Cumulative coverage, all bands



Prikaz raspodjele LSST slika na nebu tijekom jedne (simulirane) promatračke noći (lijevo), te ukupni broj promatranja do te noći (desno). Astronomi na promatračkoj dužnosti koristiti će takvo sučelje za praćenje odluka autonomnog programa koji će "odlučivati" oko 1.000 puta u jednoj noći gdje točno uperiti teleskop te s kojim filterom kamera treba snimiti slijedeću sliku. Tijekom 10 godina, Rubin će snimiti preko dva milijuna LSST slika.



Rubinovo vidno polje je oko 100 puta veće nego tipično vidno polje za velike teleskope, te oko 45 puta veće od punog Mjeseca. Na slici lijevo svaki od 201 malih kvadrata je jedan senzor (CCD) sa 16 megapiksela. Slika desno je napravljena s LSST kamerom; prikazuje fotografiju Vere Rubin u laboratoriju kako proučava fotografije galaksija.



Usporedba slike komadića neba (stranica kvadrata je otprilike jedna desetina promjera punog Mjeseca) sa Sloan Digital Sky Survey (lijevo) sa slikom istog dijela neba sa Subaru teleskopa (desno) koja ima sličnu osjetljivost kao što će imati LSST slike. Zbog bolje osjetljivosti, vidi se puno više objekata (uglavnom galaksija) na desnoj slici. Polovica neba koju će LSST pokriti veće je oko 8 milijuna puta od ove slike.

## ZVJEZDARNICA RUBIN

# Vega horizonti na trećem regionalnom sastanku LSST kolaboracije

**Piše:**  
**dr. sc. Dejan Vinković**

Legacy Survey of Space and Time (LSST) astronomski projekt okuplja na tisuće znanstvenika širom svijeta koji se pripremaju za početak snimanja neba iduće godine posebno izgrađenim teleskopom na Zvezdarnici Rubin u čileanskim Andama. LSST će postati najveći pregled neba u povijesti čovječanstva i sadržavati oko 20 milijardi zvijezda te otprilike toliko galaksija. Tijekom planiranih 10 godina rada LSST će prikupiti tako veliku količinu podataka da je glavno pitanje kako uopće se nositi s takvim cunamijem informacija (20 terabajta podataka svake noći, i tako 10 godina) koje je potrebno obraditi, analizirati, i izvući znanstvene zaključke. Naš časopis ima tu čast da surađuje s dr.sc. Željkom Ivezićem, glavnim voditeljem izgradnje

Zvezdarnice Rubin, koji kroz serijal ekskluzivnih članaka u Vega horizontima opisuje ovo tehnološko i znanstveno čudo od projekta. On je također i inicijator i voditelj ideje da se kroz redovna okupljanja susreću i znanstvenici koji se pripremaju za LSST iz ovog dijela Europe, ne bi li uživo raspravljali o statusu svojih aktivnosti. Tako su se u Cresu od 14. do 18. srpnja ove godine okupili znanstvenici iz Hrvatske, Slovenije, Mađarske, Srbije i Italije na trećem takvom radnom susretu. Nakon što je dr. Ivezić opisao trenutni status izgradnje zvezdarnice i priprema za puštanje u pogon posebno osmišljenog i izgrađenog teleskopa, sudionici su krenuli sa svojim izlaganjima vezanim uz znanost koju će raditi na LSST podacima. Kao jedan od znanstvenika na konferenciji bio je i autor ovog teksta, sa svojim projektom istraživanja meteora, za koje očekujemo da će povremeno proletiti kroz vidno polje LSST kamere. Meteori su blještava užarena lopta plina nastalog kompresijom zraka ispred svemirskog kamenčića koji ulijeće u zemljinu atmosferu brzinama 20-70 km/s. Veličina meteora je par metara, ali iza njega kreće brza ekspanzija vrućih i sjajnih plinova koja bude većih dimenzija. Budući da se radi o velikom teleskopu (primarno zrcalo od 8,4 metara) i kameri visoke rezolucije, meteore će se na njihovim visinama od stotinjak kilometara iznad tla moći promatrati na skali manjima od metra. Drugim riječima, LSST će nam omogućiti direktan pogled na meteore u prirodnoj veličini. To je projekt koji sam pokrenuo prije desetak godina, i tada je velik iskorak u radu na



*dr.sc. Lovro Palaversa (slika gore)  
s Instituta Ruđer Bošković, dr.sc.  
Tomislav Jurkić sa Sveučilišta  
u Rijeci (slika dolje)*



*dr.sc. Željko Ivezić, Sveučilište  
Washington u Seattleu i LSST projekt*

tom problemu napravio Dino Bektešević iz Čakovca, tada još student fizike u Splitu. Iz toga su izašla dva znanstvena rada, jedan u suradnji sa dr. Ivezićem, a Dino je nastavio svoje školovanje odlaskom u SAD na doktorat na Sveučilište Washington u Seattleu. Sada je ta ideja dobila novi zamah, te se nadamo novim rezultatima. Ova konferencija bila je i prilika za prezentiranje našeg časopisa, pa je tako podijeljeno niz kopija zainteresiranim znanstvenicima. Kao zanimljivost može se istaknuti da su čak četvorica sudionika bili ujedno i autori priloga i članaka u Vega horizontima. Stoga je ovo bila prilika da im se uruče i tiskana izdanja svih dosadašnjih brojeva.



## SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE

# Ugasimo svjetla za šišmiše

Piše:

Sara Kočiš

### JU Međimurska priroda

Tijekom toplih ljetnih večeri često uočavamo šišmiše videći njihovu siluetu u nekom osvijetljenom okolišu. Vjerojatno je iz tog razloga uvriježeno mišljenje kako šišmišima javna rasvjeta pomaže jer im omogućuje lakše hranjenje kukcima koji se nakupljaju oko rasvjetnih tijela. Istraživanja pokazuju baš suprotno – aktivnost šišmiša je manja u osvijetljenim prostorima!

Iako se šišmiše smatra slijepima, oni naprotiv imaju jako dobar vid, prilagođen za noćne uvijete. Kada izađemo iz osvijetljenje kuće u mrak potreban nam je određeni period da se priviknemo na tamu. Isto vrijedi i za šišmiše koji su zaslijepljeni jarkom uličnom rasvjetom. Svjetlosno onečišćenje ometa im orijentaciju u prostoru i otežava lov na kukce. Osim problema s navigacijom, umjetna rasvjeta uzrokuje i veću izloženost predatorima.

Osvjetljavanjem ulaznih otvora objekata u kojima obitavaju, šišmiši dobivaju krivu informaciju o prirodnom intenzitetu svjetlosti. Iz osvijetljenih otvora izlijeću kasnije nego iz neosvijetljenih pa tako mogu propustiti vrhunac aktivnosti kukaca, što utječe na njihovu prehranu, a posljedično i na



Sivi dugoušan (*Plecotus austriacus*), S. Kočiš

rast i preživljavanje mladih. Dokazano je da mladunci u osvijetljenim skloništima rastu sporije nego u neosvijetljenim skloništima.

### Utjecaj na kukce

Svjetlosno onečišćenje jedan je od ključnih uzroka smanjenja populacije kukaca u svijetu, na koje umjetna rasvjeta djeluje poput magneta. Osobito su ugroženi noćni leptiri, koji imaju

važnu ulogu u oprašivanju i hranidbenim lancima. Umjetna svjetlost uzrokuje smetnje u ponašanju, traženju hrane, širenju, razmnožavanju, a povećana je i smrtnost zbog veće izloženosti predatorima, prije svega šišmišima. Stoga, smanjimo nepotrebnu rasvjetu i omogućimo šišmišima i korisnim kukcima obavljanje svoje važne uloge u mraku, kako bismo imali svijetlu budućnost.



Porodiljna kolonija šišmiša, S. Kočiš



Lipin ljiljak (*Mimas tiliae*), T. Koren

## SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE

# Devastacija noćnog neba pretjeranom rasvjetom

**Analiza satelitskih snimaka pokazuje potpuni nestanak tamnog neba u tri najsjevernije hrvatske županije**

**Piše:**  
**dr.sc. Dejan Vinković**

Pojavom takozvane „ekološke rasvjete“ postajemo svjedoci ekološke devastacije noćnog neba. U prva četiri broja Vega horizonta detaljno smo opisali koji sve problemi nastaju po prirodu i ljudsko zdravlje zbog pretjerane noćne rasvjete. Iako se radi o jednom od najlakše rješivih problema zagađenja okoliša, rasvjeta se neumoljivo širi, a svijest o tom problemu gotovo da i ne postoji. Zanimljivo da je strašan rast svjetlosnog onečišćenja stvoren rasvjetnim tijelima koja nose epitet „ekološka“. Time se željelo opisati svojstvo osjetno manje potrošnje energije za istu

postignutu količinu svjetla, pa se masovnim prijelazom na takvu rasvjetu troši manje struje. Međutim, pritom se uopće nije vodila briga o dva druga efekta koja negativno utječu na okoliš. Prvi se temelji na fizici: ekološka rasvjeta, kao što su LED svjetiljke, emitira puno više plavog svjetla. Recimo, u usporedbi s natrijevim lampama radi se o strahovitom porastu jer visokotlačna natrijska svjetiljka emitira nešto sasvim malo plave boje, dok niskotlačna natrijska svjetiljka uopće ne emitira plavo. Plavo svjetlo se puno lakše raspršuje u atmosferi, te time stvara veće svjetlosno onečišćenje. Uz to plava boja, na žalost, ima i veći utjecaj na prirodu i zdravlje ljudi.

Drugi problematičan efekt „ekološke“ rasvjete stvoren je ljudskom psihologijom. Naime, LED rasvjeta osjetno je snizila troškove rasvjete, bez obzira radi li se o javnoj rasvjeti, industrijskoj, kućnoj ili dekorativnoj. Nesvjesni problema svjetlosnog onečišćenja, a velikim djelom i zbog želje za pokazivanjem kako više rasvjete simbolizira i društveno-ekonomski napredak, takvu rasvjetu je sada financijski moguće ugrađivati u daleko većem broju nego što je to uistinu potrebno, te joj podignuti intenzitet više nego li je to imala stara rasvjeta! Ima se, može se – pa nismo

Satelit Suomi  
NPP / NASA



*Dekoratívna rasvjeta predstavlja veliki problem jer se najčešće usmjerava prema nebu gdje samo manji dio svjetla završi na površini za koju je namijenjena. Iako je tako loše postavljena rasvjeta sada i zakonom zabranjena, nikog to pretjerano ne zabrinjava.*

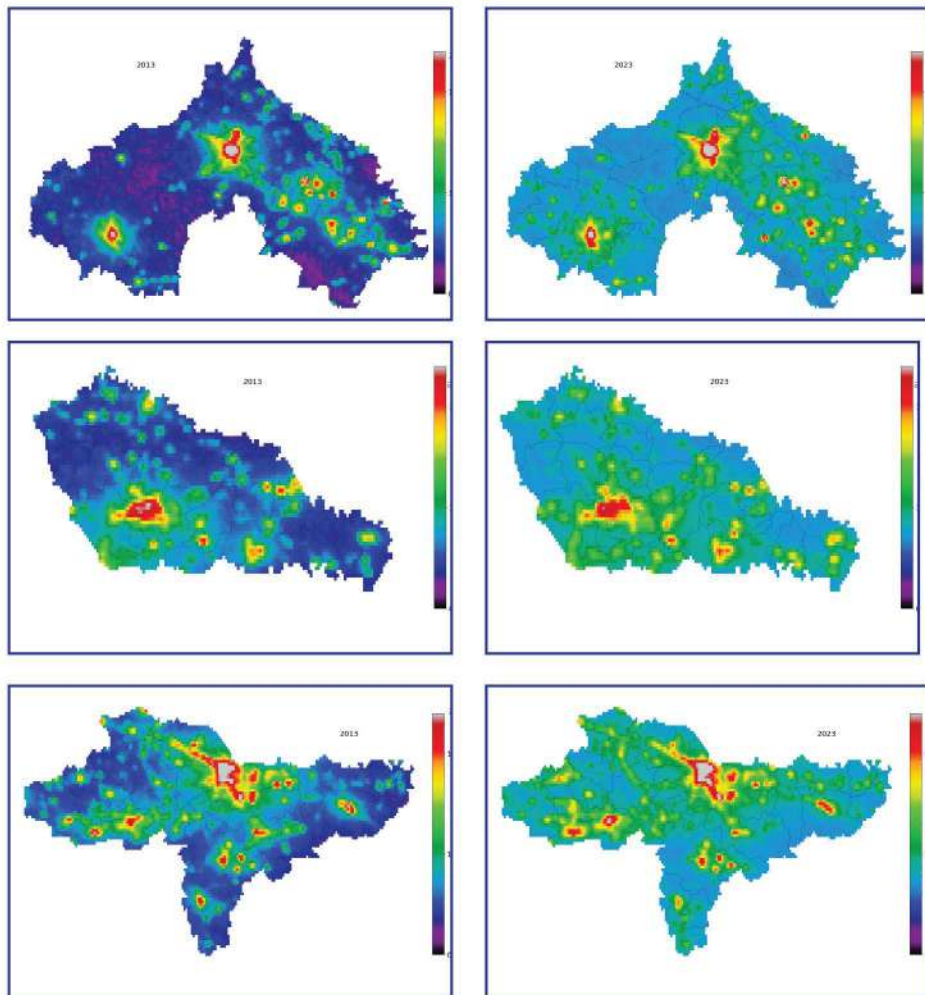
valjda selendra da budemo u mraku! Tako smo često svjedoci tragikomičnih primjera uvođenja „pametne rasvjete“ koju je moguće regulirati da minimalno svjetlosno zagađuje, ali u praksi blješti daleko iznad svih zakonskih i zdravorazumskih normi.

Svo to blještavilo nepotrebno rasipa energiju svjetla u nebo, pa se tako promjene u količini rasvjete mogu uočiti i iz svemira. U prethodnim brojevima Vega horizonta već smo koristili podatke sa satelita Suomi NPP kojeg je SAD lansirao 2011. godine. Njegova glavna namjena je praćenje stanja našeg planeta kako bi se unaprijedilo modeliranje vremenskih prognoza i klime, te pratilo stanje okoliša, poput cvjetanja morskog fitoplanktona, stanja šuma i drugog zelenila, ili stanja naoblake i širenja smoga i dima. Jednu od kamera na satelitu znanstvenici koriste za mjerenje koliko svjetla noću odlazi u svemirsko prostranstvo, tako da pažljivo filtriraju snimke na kojima je naoblaka ili efekti nevezani uz ljudsku rasvjetu. Konačne podatke moguće je besplatno preuzeti i analizirati [1].

## Obrada podataka

Pritom treba biti svjestan dva problema s tim podacima. Prvo je da ta kamera nije osjetljiva na plavu boju, što predstavlja problem u godinama otkako se počela širiti LED rasvjeta. To može dovesti do manjka oko 30% svjetla kod detekcije, što najčešće rezultira lažnim signalom pada svjetlosnog onečišćenja nakon uvođenja LED rasvjete. Drugi problem je rezolucija slika jer je veličina piksela (najmanjeg sastavnog dijela slike) oko 300x500 metara. Time ne možemo analizirati detalje na tlu, ali je dovoljno dobro za pratiti kako se koja općina ili grad nose s problemom svjetlosnog onečišćenja.

U dosadašnjim brojevima Vega horizonta bavili smo se svjetlosnim onečišćenjem na području Međimurske županije. Sada ćemo baciti pogled i na dvije susjedne – Varaždinsku i Koprivničko-križevačku. Mapirali smo stanje 2013. godine i deset godina kasnije, 2023. godine koja je trenutno posljednja s kompletiranim podacima. Slike pokazuju stanje u mjernim jedinicama izračene snage svjetla po površini i prostornom kutu



*Svjetlosno onečišćenje izmjereno Suomi NPP satelitom u 2013. i 2023. godini: Koprivničko-križevačka, Međimurska i Varaždinska županija. Svaka točka na slici je prosjek izmjerenih vrijednosti tijekom. Vrijednosti su izražene u nanovatima (nW) po kvadratnom centimetru (cm<sup>2</sup>) po prostornom kutu (sr).*

(nW/cm<sup>2</sup>/sr), usrednjeno tijekom razdoblja od godinu dana. Možemo uzeti da je tamno nebo kada ta vrijednost na satelitskoj slici ne prelazi 0.35 nW/cm<sup>2</sup>/sr. Naime, takve vrijednosti vidimo u nekim dijelovima Like gdje su zadnje oaze tamnog neba. Iz prikazanih usporedbi satelitskih mapa uočava se totalna devastacija noćnog neba u sve tri županije. Dok je 2013. godine Međimurje imalo 41.6% svoje površine pod tamnim nebom, u 2023. taj udio je nula. Sada je najtamniji piksel s vrijednosti 0.46 nW/cm<sup>2</sup>/sr. U Varaždinskoj županiji tamno je bilo 29.5% površine u 2013. godini, dok je u 2023. taj udio nula. Najtamniji piksel je sada 0.42 nW/cm<sup>2</sup>/sr. U Koprivničko-križevačkoj je 2013. čak 63.8% površine imalo vrijednosti koje možemo smatrati tamnim nebom, a u 2023. godini taj je udio pao na nula. Najtamniji piksel je sada 0.46 nW/cm<sup>2</sup>/sr.

Općenito, u sve tri županije ukupna količina svjetla koje odlazi u nebo se udvostručila u deset godina! Veći gradovi emitiraju strahovitu količinu svjetla, posebice Varaždin i Koprivnica, i time zagađuju nebo u velikom radijusu oko sebe. Manja mjesta utrkuju se u tome tko će postaviti više rasvjete. Zagađeni su i predjeli lokalnih planina i Natura 2000 područja, što bi sve u svijesti ljudi trebala biti područja od posebnog interesa za očuvanje. Kao što smo već bili pisali u prethodnim brojevima, izlazi s autoceste koriste šokantno veliku količinu rasvjete. Toliku da su sjajnija od povećih naselja. Neka područja su u deset godina doživjela porast svjetlosnog onečišćenja od 3 do preko deset puta! Od industrijske rasvjete, strahovit rast se može uočiti na Centralnoj plinskoj stanici Molve koja je postaja osjetan svjetlosni zagađivač u svojoj županiji.

## SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE

# Svjetlosno onečišćenje u posebno zaštićenim parkovima u Sloveniji

**Piše:**  
**dr.sc. Igor Žibera**

Prirodni parkovi Slovenije predstavljaju najvrjednije dijelove slovenskog teritorija s gledišta dugotrajnog očuvanja prirodnih vrijednosti, biotske raznolikosti i posebnih krajobraznih obilježja. Zaštićena područja prirode zaštićena su u jednom nacionalnom parku, tri regionalna parka, 34 krajobrazna parka, 66 prirodnih rezervata i više od 1200 prirodnih spomenika, koji zajedno pokrivaju 13% slovenskog teritorija. Kriterij za odabir zaštićenih područja u našoj analizi bila je njihova površina i geografski položaj. U našu analizu uključili smo četiri zaštićena područja s najvećom površinom (Nacionalni park Triglav s 83.982 ha, Regionalni park Goričko s 46.268 ha, Notranjski regionalni park s 22.282 ha i Kozjanski park s 20.650 ha), koja se nalaze u različitim geografskim područjima Slovenije.

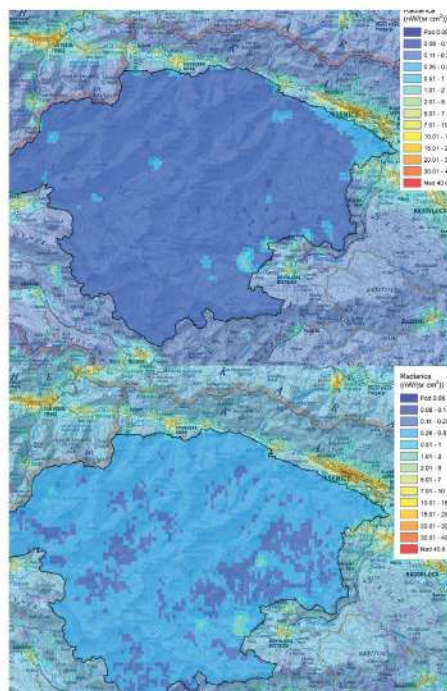
Na području Triglavskog nacionalnog parka (TNP) prosječno zračenje u 2021. bilo je  $0,29 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  i stoga je bilo više od granične vrijednosti koja označava tamna područja (2013. prosječno zračenje na području TNP-a bilo je  $0,17 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). U 2021. godini najtamnija točka snimanja bila je Pri Rupah između Blejske koče na Lipanci i planine Javornik ( $0,22 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ), a najsvjetlija u Gorju ( $2,56 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). U 2021. Stara Fužina, Ukanc i Sportski centar Triglav Pokljuka u Rudnom polju istaknuli su se većim ozračenjem u TNP (Slika 1). Udio tamnih područja u TNP-u smanjio se s 94,5%

u 2013. na 17,3% do 2021. godine. Tamna područja još uvijek se nalaze na području Pokljuke, iznad Trente i sjeverno od Bohinjskog jezera, a sva ostala tamna područja su jako fragmentirana.

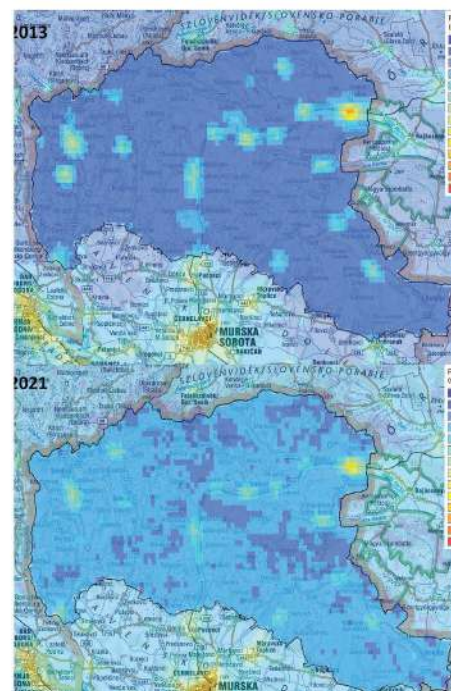
## Onečišćenje

Unatoč ograničenjima ljudskih intervencija u prostoru u TNP-u, svjetlost koja se iz izvora širi troposferom (najniži i najgušći dio Zemljine atmosfere uz samo tlo do visine od oko 12 km) u svim smjerovima prirodno prelazi i granice TNP-a. Važni izvori svjetlosnog onečišćenja u neposrednoj bli-

zini TNP-a su gradovi u Ljubljanskoj kotlini, u dolini Save Dolinke (Jesnice i Kranjska Gora), u dolini Soče (Bovec, Kobarid i Tolmin), a u širem području i južnom dijelu Furlanije u Italiji, te u Celovcu i Beljaku u Austriji. Prosječna radianca u Krajobraznom parku Goričko u 2021. godini iznosila je  $0,33 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ , a u 2013. godini  $0,26 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Najtamnija točka slike iznosila je  $0,22 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  i nalazila se na području Male Gošče zapadno od Lončarovaca, dok je najsvjetlija točka slike imala vrijednost  $10,99 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  i nalazila se u naselju Hodoš, gdje se nalazi noću



Slika 1: Razina (radianca) svjetlosnog onečišćenja mjerena satelitom na području Nacionalnog parka Triglav 2013. i 2021. godine. Izvor podataka: Earth Observation Group.

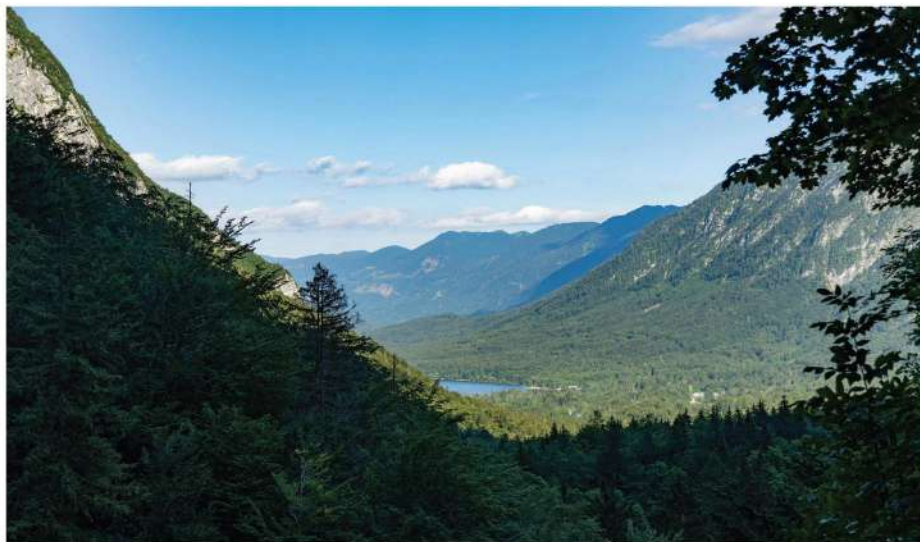


Slika 2: Razina (radianca) svjetlosnog onečišćenja mjerena satelitom na području Krajobraznog parka Goričko 2013. i 2021. godine. Izvor podataka: Earth Observation Group.

osvijetljena infrastruktura željezničkog kolodvora neposredno prije granice s Mađarskom. Među područjima s većim zračenjem u krajobraznom parku ističu se naselja uz cestu između Vaneče i Hodoša te naselja u zapadnom Goričkom (Rogašovci, Kuzma, Grad, Cankova i Pertoča). S izuzetkom Murske Sobote, Gornje Radgone / Radgone i Monoštra, u široj okolini krajobraznog parka nema većih izvora svjetlosnog onečišćenja. Godine 2013. udio tamnih površina u krajobraznom parku pokrивao je 86,5% površine, da bi se do 2021. smanjio na 17,3%. I unutar Krajobraznog parka Goričko područja tamnih površina su jako usitnjene, a u nešto kompaktnijim parcelama nalaze se još u pojasu između Berkovaca kod Prosenjakovaca i Križevaca, istočno od Mačkovca, istočno od Srebrnoga brega i južno od Ženavlja.

Notranjski regionalni park nalazi se na širem području Cerkljiškog polja, a odatle se prostire prema sjeveru na područje između Menišije i izvora Iške, te prema jugu do podnožja Javornika. Svjetlosno najzagađeniji je središnji dio, gdje se nalazi većina naselja (Rakek, Cerkljica, Begunje pri Cerkljici, Grahovo), koja su izuzeta iz regionalnog parka, ali se njihov utjecaj odražava na rub regionalnog parka, koji se nalazi uz spomenuta naselja. Prosječna jakost svjetlosnog zračenja 2013. godine iznosila je 0,28 nW/(sr cm<sup>2</sup>) i povećala se na 0,34 nW/(sr cm<sup>2</sup>) do 2021. godine. Najsvjetlija točka snimke ove godine iznosila je 4,24 nW/(sr cm<sup>2</sup>) i nalazila se u Zelšama u sjeverozapadnom dijelu Cerkljiškog polja, dok je najtamnija točka slike iznosila 0,22 nW/(sr cm<sup>2</sup>) i nalazila se na južnoj padini brda Koščak u izvoru Cerkljišice. U 2013. tamna područja pokrivala su 74,3% površine Notranjskog regionalnog parka, da bi se do 2021. smanjila na 19,5% površine.

U ograničenijem opsegu nalazili su se u južnom dijelu Cerkljiškog polja kod Stržena, odnosno tamo gdje je polje većim dijelom godine prekriveno jezerima i gdje nema naselja niti druge osvijetljene infrastrukture. Tamna područja također se nalaze u vrlo fragmentiranom obliku između Menišije i Mačkovca. Možda je upravo na području Notranjskog



Triglavski park - FOTO: Ignat Arapov / Unsplash

regionalnog parka najizraženiji utjecaj umjetne rasvjete koja dolazi iz naselja i cestovnih veza između njih. U Kozjanskom parku je prosječna radijanca iz 2013. godine, kada je iznosila 0,40 nW/(sr cm<sup>2</sup>), do 2021. godine porasla na 0,41 nW/(sr cm<sup>2</sup>), što je daleko najmanja promjena među svim smatranim zaštićenim područjima. Najtamnija točka slike (0,24 nW/(sr cm<sup>2</sup>)) nalazila se u Bistrom grabenu ispod Stare Glazute zapadno od Kozja, a najsvjetlija (2,83 nW/(sr cm<sup>2</sup>)) uz Sotlu u području međunarodnog graničnog prijelaza Orešje. U oba su se razdoblja po svjetlosnom onečišćenju istaknula naselja Kozje, južni rub Podčetrtka, Pilštanj, Bizeljsko, Pišce, Sromlje, a u dolini Sotle i područja graničnih prijelaza (Imeno, Sedlarjevo, Bistrica ob Sotli, Orešje), Stara vas-Bizeljsko i Nova vas ob Sotli. Očigledno povoljne promjene u prosječnoj radijanciji u Kozjanskom parku ne govore ništa o promjenama u strukturi radijance u ovom području. U 2013. tamna područja pokrivala su 38,9% površine, te su se smanjile na samo 1,1 % do 2021., što je daleko najniži udio tamnih područja među svim zaštićenim područjima. 2021. ona su se nalazila samo u dva mala dijela zapadno od naselja Kozje.

## Analiza

Očekivali bismo da površina zaštićenog područja utječe na razinu svjetlosnog onečišćenja prema logici: veća površina znači manji utjecaj izvora svjetlosnog onečišćenja izvan zaštićenog područja. Ovo vrijedi

samo za prosječnu jakost svjetlosnog zračenja zaštićenog područja. Koeficijent determinacije između površine zaštićenog područja i prosječne radijance za četiri razmatrana zaštićena područja iznosi 0,7021, što znači da se 70,21% razlika u radijanci može objasniti razlikama u površini tih zaštićenih područja. Međutim, ako analiziramo utjecaj površine na maksimalnu zračnost, pravilo se potpuno poništava: koeficijent determinacije je samo 0,0020. Maksimalno zračenje stoga ovisi o izvorima unutar zaštićenog područja. Tako je u Krajobraznom parku Goričko maksimalno zračenje 10,90 nW/(sr cm<sup>2</sup>), dok je u više nego upola manjem Kozjanskom parku "samo" 2,83. Kao što smo već napomenuli, velika jakost svjetlosnog zračenja u Krajobraznom parku Goričko posljedica je činjenice da se u Hodošu (koji nije isključen iz krajobraznog parka) nalazi važna željeznička stanica ispred granice s Mađarskom. Svjetlost koju proizvode antropogeni izvori u naseljima ili uz prometnice slobodno se širi atmosferom i ne zaustavlja se na granicama zaštićenih područja. To bi trebalo potaknuti planere mjera zaštite prirode i očuvanja nezagađenog okoliša da počnu poduzimati mjere za smanjenje onečišćenja izvan nacionalnih i krajobraznih parkova. Stoga je vrlo važno osvijestiti javnost i planere mjera u prostoru. Veliku ulogu (i odgovornost) u tom smislu imaju astronomi amateri diljem svijeta. (Mape parkova Slovenije potražite u online dodatku uz časopis na [www.advega.hr](http://www.advega.hr))

## ARHEOASTRONOMIJA II. dio

# Vučedolski Orion, najstariji indo-europski kalendar

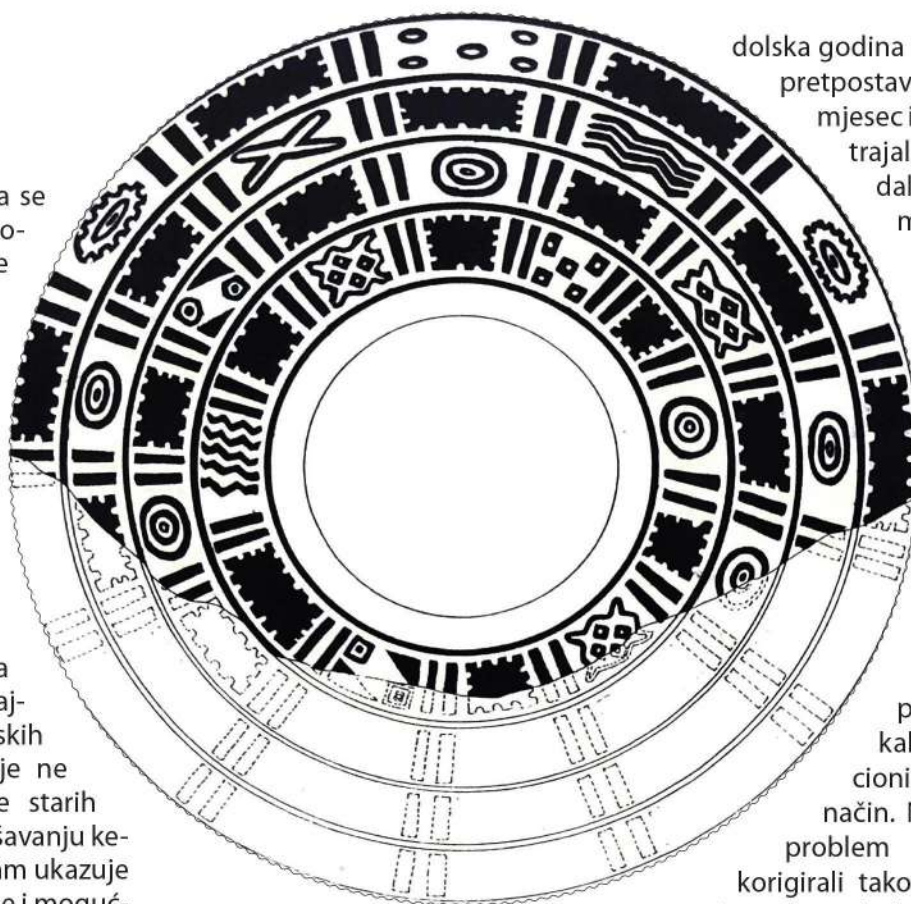
**Piše:**

**Antonio Manhard**  
mag. archeol.

Vučedolska kultura razvija se u bakrenom dobu prije gotovo 5000 godina te svoje začetke ima na području istočne Slavonije. Pronađen arheološki materijal pruža nam uvid u život drevnih Vučedolaca te način na koji su percipirali svijet oko sebe. Jedan od najfascinantnijih pronađenih nalaza upravo je Vučedolski Orion, keramička posuda koju za koju se smatra da prikazuje jedan od najstarijih poznatih europskih kalendara. Ova posuda je ne samo pokazatelj vještine starih Vučedolaca u izradi i ukrašavanju keramičkih predmeta već nam ukazuje na poznavanje astronomije i mogućnost preciznog brojanja vremena kroz praćenje zvijezda na noćnome nebu.

## Vučedolska godina

Točno trajanje vučedolske godine teško je definitivno ustvrditi budući da pronađeni kalendar nije bio cjelovit. S obzirom na informacije koje imamo, Aleksandar Durman nudi dva moguća rješenja kako su Vučedolci računali dane u godini. Prema prvoj teoriji, jedna godina imala je 12 mjeseci od kojih je svaki trajao po 28 dana što nas dovodi do 336 dana u godini. Ovoj verziji bi falio još jedan mjesec na kraju godine što bi nas dovelo do 364 dana čime bi nam nedostajao samo jedan i pol dan. Problem s prvom teorijom je



*Ilustracija ukrasa na Vučedolskom Orionu gledano odozgo. Durman 2000, 103.*

nedostatak mjesta za ekstra mjesec na pronađenom loncu pa bi funkcionalnost kalendara ovisila o dodatnim korekcijama.

Godine koje imaju mjesec s po 28 dana također nisu zabilježene u drugim prapovijesnim kulturama pa ju u ovom slučaju vjerojatno možemo odbaciti. Drugo moguće rješenje bazira se na pretpostavci da su neukrašeni simboli na loncu označavali vrijednost od 8 dana dok su ukrašeni označavali 7 dana. Ovom metodom dobivamo 30 dana po mjesecu što je već znatno bliže pravom lunarnom ciklusu koji traje 29.53 dana. Vuče-

dolska godina bi prema ovoj pretpostavci, gdje jedan mjesec ima 29.5 dana, trajala 354 dana. I dalje bi postojao manjak od 11 dana naprema stvarnoj godini no za ovu verziju kalendara imamo korelaciju u Mezopotamiji u 3. tisućljeću prije Krista gdje je prva upotreba kalendara funkcionirala na sličan način. Naime, oni su problem kraće godine korigirali tako da su svake

treće godine dodavali po jedan ekstra mjesec. Egipatska kultura u isto je vrijeme poznavala solarni i lunarni kalendar te im je godina imala 12 mjeseci od po 30 dana. Dodatnih 5 dana za dovršetak pune godine posvećivali su pojedinim božanstvima. Ni njihova verzija kalendara nije bila u potpunosti točna pa su tako svakih 1460 godina radili korekciju.

## Analiza simbola

Kao što možemo vidjeti, Vučedolci nisu bili jedini koji su pokušavali što točnije pratiti protok vremena. Bez obzira koliko im je dana trajala godina, po ukrasima na Vučedolskom Orionu jasno možemo protumačiti kako su po zvijezdama na nebu pratili izmjenu godišnjih doba.

## Proljeće

Prazno, Sunce, prazno, Orion, prazno, Sunce, prazno. Prvi pojas sa svojim odnosom između Sunca i Oriona daje nam jasnu asocijaciju na proljeće. Naime, Orion je dominantno zimsko zvijezde ali što bliže dolazimo kraju zime, to se manje zadržava na nebu. Ako se stavimo u perspektivu Vučedolaca, možemo vidjeti da je upravo na proljetni ekvinocij prije 4800 godina Orionov pojas po posljednji put vidljiv na nebu prije nego nestaje na više mjeseci. Zimsko zvijezde nestaje i Sunce postaje dominantna pojava na nebu. Prvi pojas također je jedini na kojem imamo prikaz Sunca, a također je jedini na kojem nisu prikazane Plejade koje zalaze za obzor nekoliko dana prije Orionovog pojasa.

## Ljeto

Prazno, Plejade, prazno, Labud, prazno, Kasiopeja, prazno, Plejade. Drugi pojas je ujedno i najširi što može dodatno naglasiti duljinu dana u ovom dijelu godine. Plejade koje su golim okom najčešće vidljive kao skupina od 6 zvijezda ljeti su izlazile oko 1 sat poslije ponoći, a u ovom slučaju su prikazane istim simbolom koji su Vučedolci koristili i za planet Mars. Ovakva praksa s korištenjem planetarnog predstavnika za određeno zvijezde vidljiva je i u Vedskej i Babilonskoj astronomiji gdje je Mars imao istu funkciju. Kasiopeja u vučedolsko vrijeme nije bila cirkumpularno zvijezde što znači da je uvijek bila vidljiva iznad obzora. Za vrijeme ljetnog solsticija izlazila je sa zalaskom Sunca oko 20 sati, a specifična je po obliku slova W. Na istočnom obzoru vidljiv je Labud u obliku križa sv. An-



Dio zvijezda Kasiopeja., Snimka zaslona - Stellarium v24.1 Astronomy Software.  
URL <https://stellarium.org/> / Piktogram Pegaz/Ribe. Durman 2000, 112.

drije.

## Jesen

Plejade, prazno, Blizanci, prazno, Plejade, prazno, Pegaz i Ribe, prazno, Plejade. Treći pojas predstavlja jesen. Plejade su u vučedolsko vrijeme prije 5000 godina na prvi dan jeseni izlazile u 19 sati dok su Blizanci postali vidljivi oko sat i pol kasnije. Zvijezde Pegaza i Ribe već je u 20 sati vidljivo visoko na nebu, a u to vrijeme tretirani su kao pojedinačan astralni znak. Može se prepoznati u tri varijante koje su redovito kombinacija pravokutnika koji dolazi od Pegaza te kuta kojeg zatvaraju Ribe. Analogije za ovakav prikaz možemo vidjeti u starome Sumeru i Egiptu ali isto tako u modernom zodijskom znaku za Ribe na Sumatri.

## Zima

Prazno, Kasiopeja, prazno, Pegaz i Ribe, prazno, Orion, prazno, Plejade, prazno, Pegaz i Ribe, prazno, Blizanci. Četvrti i najniži pojas predstavlja zimu te je jedini dio posude koji je u potpunosti sačuvan. Kasiopeja se opet javlja ali je ovaj put okrenuta u okomiti položaj naprema ljetnoj



verziji budući da takav izgled ima zimi. Kombinacija Pegaza i Ribe je prije 5000 godina zalazila već u 21 sat, a prikazana je dva puta. S druge strane, Orion kao dominantno zimsko zvijezde je prikazano samo jednom. Blizanci su vidljivi sa svoje dvije najsajnije zvijezde dok su Plejade još jednom prikazane pomoći simbola za Mars. Vučedolski Orion nije samo kalendar, već je i prozor u svijet vjerovanja i svakodnevnog života drevnih ljudi. Usporedba s drugim drevnim kalendarima pokazuje da su ljudi širom svijeta imali slične potrebe za praćenjem vremena i razumijevanjem prirodnih ciklusa. Ovaj jedinstveni artefakt podsjeća nas na našu povezanost s prošlošću i na kontinuitet ljudske želje za znanjem i razumijevanjem svemira

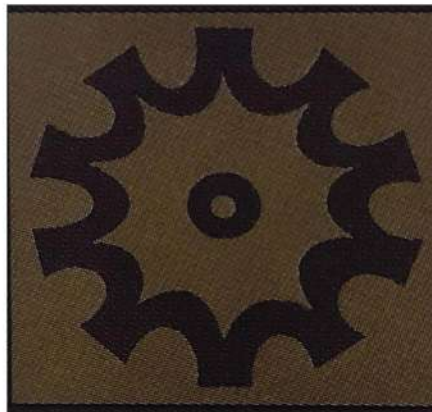
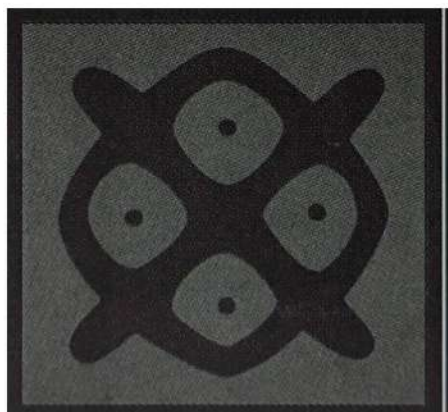
Literatura:

A. Durman, *Vučedolski Orion i najstariji europski kalendar*, Zagreb 2000.

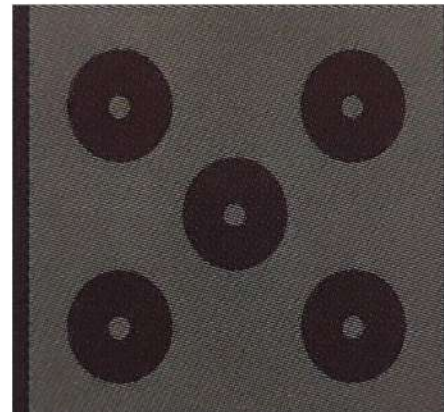
A. Durman, *Celestial symbolism in the Vučedol culture*, u: M. Budja (ur), *Documenta Praehistorica XXVIII*, Ljubljana 2001.

I. Mamuzić, *Hrvatska metalurgija - prošlost, sadašnjost, budućnost*, *Metalurgija*, Vol. 43 No. 1, 2004.

Stellarium v24.1 Astronomy Software. URL <https://stellarium.org/>



Piktogrami



## KOZMIČKE ZVIJERI III. dio

## Nove zvijezde u svemiru

Piše:

dr.sc. Tomislav Jurkić

U prethodna dva broja opisali smo najveće kozmičke zvijeri – dvije vrste supernova, blizanaca koje nastaju ili gravitacijskim kolapsom gustog i teškog središta masivne zvijezde, ili gravitacijskim kolapsom bijelog patuljka – neobične zvijezde izrazito velike gustoće, mase slične Sunčevoj, ali veličine planete Zemlje. Kako bi kolapsirao i eksplodirao kao supernova, bijeli patuljak se mora nalaziti u bliskom dvojnog zvjezdanom sustavu u kojem su dvije komponente, bijeli patuljak i njegov pratitelj. Pratitelj mora biti dovoljno blizu da plin struji na bijelog patuljka. U takvom prijenosu plina, prirast mase bijelog patuljka može biti dovoljan (1,4 Sunčevih masa) da on postane gravitacijski nestabilan i kolapsira u eksploziji supernove. No, što ako se bijeli patuljak nalazi u dvojnog sustavu i kroz prijenos plina i prirast mase ipak ne dobije dovoljno mase kako bi kolapsirao? U tom slučaju mogu nastati i neke manje sjajne, no učestalije kozmičke zvijeri, poznate pod imenom nove zvijezde ili kataklizmički promjenjive zvijezde. Iako se kataklizme povezuju s potpunom propašću, treba naglasiti da se bje-

li patuljak i njegov pratitelj bitno ne mijenjaju, iako se njihov sjaj drastično mijenja te predstavljaju pravi kozmički vatromet. No, što se tu točno zbiva? Pratitelj bijelog patuljka je najčešće div, poddiv ili „normalna“ hladnija zvijezda, polumjera znatno većeg (100 do 10.000 puta) no mase nešto manje u odnosu na polumjer i masu bijelog patuljka. Udaljenost velikog pratitelja je dovoljno mala da plin s njegove površine struji u okolicu bijelog patuljka, što se naziva prijenosom mase. U okolini bijelog patuljka se formira disk plina (akrecijski disk), i kroz njega plin polako struji i pada na površinu bijelog patuljka. U ovisnosti što se događa s tim plinom u disku ili na površini bijelog patuljka, nastat će provale sjaja koje se nazivaju novama ili kataklizmički promjenjivim zvijezdama. Umjetnički prikaz takvog dvojnog sustava prikazan je na slici 1. Iako je riječ 'nova' latinska, ona ima isto značenje i na hrvatskom jeziku – povijesno, radi se o pojavi nove zvijezde na nebu. Naravno, to ne treba doslovno shvatiti jer ne nastaje potpuno nova zvijezda, već je zvijezda koja je do sada bila slabog sjaja ili se uopće nije mogla vidjeti, naglo povećala sjaj, često postavši i jedna od najsajnijih zvijezda na noćnom nebu. Nekoliko je vrsta novih zvijezda,

ovisno o veličini promjene sjaja i mehanizmu nastanka.

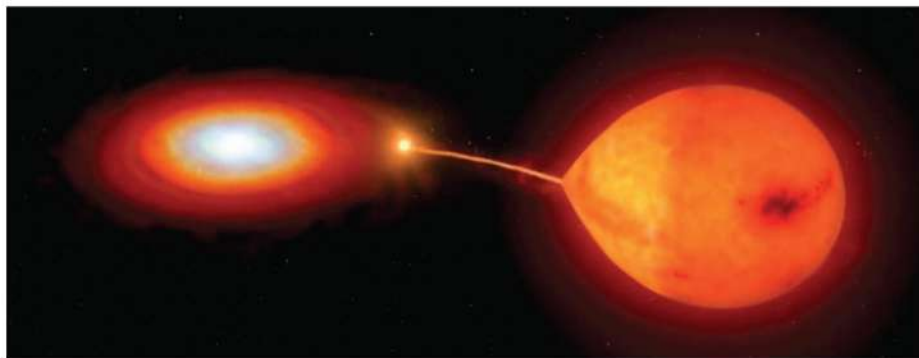
### Patuljaste nove

Prva patuljasta nova, ujedno i najpoznatija, U Geminorum, otkrivena je još 1855., no uzrok njene nagle promjene sjaja je ostao nerazjašnjen sve do prije oko 50 godina. Za vrijeme provala, sjaj se patuljastih nova povećava od 10 do 250 puta, odnosno od 2 do 6 u magnitudama. Provale se ponavljaju, često vrlo pravilno u razmacima od mjesec do godinu dana, a traju 5 do 20 dana. Kako nastaju ove provale sjaja?

Bijeli patuljci imaju vrlo mali sjaj, i do 50-100 puta manji od Sunčevog, pa većina sjaja u ovakvim dvojnim sustavima potječe od užarenog plina u akrecijskom disku. Naime, uslijed trenja i viskoznosti pri strujanju plina kroz disk, kao i povećanjem termalne (kinetičke) energije čestica plina uslijed pada prema površini bijelog patuljka, akrecijski disk se može zagrijati na desetke tisuća stupnjeva Celzijusa, te postati vrlo sjajan. Nestabilnosti u disku mogu dovesti do smanjenja brzine protoka plina kroz disk, pa se plin može nagomilati u vanjskim, hladnijim dijelovima diska. Ukoliko se naglo povećava brzina protoka u disku, velika nagomilana masa naglo proteče kroz disk, pada prema bijelom patuljku i grije se na visoku temperaturu, uzrokujući naglo povećanje sjaja diska. Brzina protjecanja plina (prijenos mase) može porasti i do 100 puta. Primjer patuljaste nove je sustav Z Chamaeleontis koji se sastoji od bijelog patuljka mase 0,85 Sunčevih masa, i „normalne“ zvijezde, crvenog M patuljka mase 0,17 Sunčevih masa, s orbitalnim periodom od svega 1,8 sati i razmakom među zvijezdama 300 puta manjim nego između Zemlje i Sunca.

### Klasične nove

Klasične nove su znatno spektakularnije od patuljastih – one mogu vrlo



Slika 1. Umjetnički prikaz kataklizmički promjenjive zvijezde (nove), dvojnog zvjezdanog sustava kompaktne, malog bijelog patuljka (lijevo) i puno većeg pratioca – normalne ili divovske zvijezde (desno). Plin struji sa površine veće komponente u okolinu bijelog patuljka gdje se formira akrecijski disk (lijevo) (Mark A. Garlick, CC BY-NC-ND 4.0)

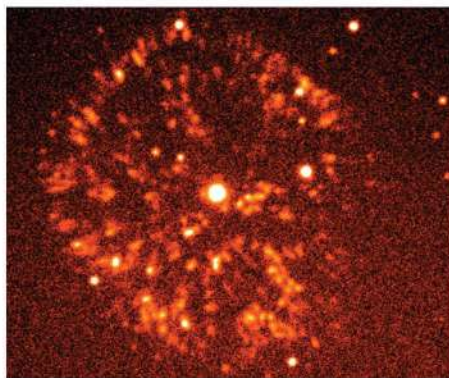
brzo, u svega nekoliko dana povećati sjaj od 7 do 20 magnituda, te od oku potpuno nevidljive zvijezde postati najsajnijom na nebu. Na vrhuncu sjaja, klasična nova može biti 100.000 puta većeg luminoziteta od Sunčevog. Nove su dosta učestala pojava, te ih se godišnje opazi 30-ak u Andromedinoj galaksiji, no svega nekoliko u Mliječnom putu, vjerojatno jer ostaju sakrivene iza oblaka prašine kojom naša galaksija obiluje.

Prva nova, CK Vulpeculae, opažena je još 1670. Najsajnije nova modernog doba je bila V603 Aquilae koja je bila vidljiva i iz naših krajeva, a 1918. godine je od zvijezde nevidljive manjim teleskopom postala treća najsajnije zvijezda na nebu, magnitude  $-0,5$ . Tek su Sirijus i Kanopus bile sjajnije zvijezde. Što se tu točno događa?

Odgovor leži u pokretanju termonuklearnih reakcija na površini bijelog patuljka. Naime, u normalnim okolnostima, površina bijelog patuljka je termonuklearno neaktivna – temperatura je preniska za fuziju (spajanje) atoma vodika u helij i oslobađanje fuzijske energije.

No, zbog prijenosa plina koji s pratio- ca kroz akrecijski disk pada na površinu bijelog patuljka, tijekom vremena se mogu nagomilati znatne količine vodika na površini bijelog patuljka. Temperature na dnu takvog površinskog sloja nagomilanog vodika mogu postići i nekoliko milijuna stupnjeva Celzijusa, te započinje proces nuklearne fuzije vodika u helij uz oslobađanje znatne količine energije.

Zbog degenerirane prirode plina (posebna vrsta stanja tvari) u bijelom patuljku, povećanje temperature ne vodi do povećanja tlaka, ekspanzije i hlađenja plina, pa se nuklearna fuzija neometano nastavlja sve dok velika količina oslobođenog zračenja svojim tlakom ne podigne površinski sloj plina. Taj podignuti površinski sloj užarenog plina postaje ogromna vatre- na kugla temperature i do 10.000 stupnjeva Celzijusa i polumjera sličnog Merkurovoj orbiti oko Sunca ( $1/3$  astronomske jedinice), te je odgovorna za najveći sjaj nove. Tijekom vremena, površinski sloj plina bijelog patuljka biva izbačen u okolni prostor brzinama i do 1.000 km/s. Ostaci tog izbačaja sudaraju se s međuzvjezdanim tvari i svijetle, kao što je to slučaj



*Slika 2. Klasična nova GK Per snimljena u crvenom (R) filtru 1994. godine. Ova je nova eruptirala 1901. Na slici su vidljivi ostaci plina izbačenog s površine bijelog patuljka u termonuklearnoj erupciji. Plin je s površine bijelog patuljka izbačen supersoničnim brzinama od 1.200 km/s. Polumjer vidljive ljske ostataka izbačaja iznosi oko 0,35 svjetlosnih godina (23.000 astronomskih jedinica) (WIYN/NOIRLab/NSF)*

s danas vidljivim ostacima nove GK Persei, a koja je eruptirala 1901. godine. Tijekom vremena, nuklearne reakcije fuzije na površini bijelog patuljka slabe, a sjaj nove se vraća na razinu prije erupcije.

## Ponavljajuće nove

Ponavljajuće (rekurentne) nove su klasične nove kod kojih se povećanje sjaja ponavlja u kratkim, često pravilnim razmacima, svakih 10 do 80 godina. U takvim je sustavima bijeli patuljak masivniji nego kod klasičnih nova, pa izgleda da ponavljajuće nove mogu brže nakupiti dovoljno plina na površini bijelog patuljka za pokretanje ter-

monuklearne fuzije. Nakon izbačaja i erupcije, te gašenja nuklearne fuzije, obnavlja se akrecijski disk oko bijelog patuljka i ponovno započinje nakupljanje plina na njegovoj površini sve do nove erupcije uzrokovane pokretanjem fuzije na njegovoj površini. Najpoznatiji takav sustav je RS Ophiuchi koji eruptira svakih oko 15 godina, a zadnja provala nove se dogodila 2021. godine. Bijeli patuljak je u ovom sustavu vrlo masivan, mase 1,2 do 1,4 Sunčeve mase, te je na rubu gravitacijskog kolapsa pa bi mogao eksplodirati kao supernova tipa Ia (vidi prethodni broj časopisa).

## T Coronae Borealis

T CrB je danas vrlo aktualna ponavljajuća nova. Naime, to je najsajinja poznata ponavljajuća nova, s periodom ponavljanja svakih oko 80 godina. Njeno trenutno ponašanje sjaja ukazuje da bi trebali vidjeti erupciju nove vrlo skoro, najkasnije do kraja ove godine. Sjaj u maksimumu erupcije bi trebao biti oko 2 magnitude, slično sjaju zvijezde Sjevernjače, te će to biti najsaj- nija nova u posljednjih 50 godina. Na nebu je sazviježđe Sjeverne krune vrlo lako pronaći, na polovici udaljenosti između zvijezda Vega i Arktur. Ova je nova prvi puta opažena vjerojatno još 1217. godine, udaljena je 3.000 svjetlosnih godina, a sastoji se od crvenog diva mase 1,1 Sunčevih masa i luminoziteta čak oko 650 Sunčevih, dok je bijeli patuljak vrlo masivan, oko 1,37 Sunčevih masa, te bi i on mogao skončati u eksploziji supernove tipa Ia.



*Kompozitna slika ostataka klasične nove GK Per snimljene u optičkom, rendgenskom i radio području. (X-ray: NASA/CXC/RIKEN/D.Takei et al; Optical: NASA/STScI; Radio: NRAO/VLA)*

## UVOD U ASTRONOMSKU FOTOMETRIJU

# Prvi korak u svijet astronomske fotometrije

**Piše:****dr.sc. Dejan Vinković**

U prošlom izdanju našeg časopisa krenuli smo s uputama kako napraviti snimku neba na najjednostavniji način, a ipak dovoljno dobro da možemo krenuti s prvim koracima u svijet fotometrije. Da ponovimo, cilj je izmjeriti gustoću toka zračenja (astronomi to na engleskom nazivaju flux), tj. energiju koja prolazi kroz jedinicu površine u jedinici vremena ( $\text{W/m}^2$ ). Drugim riječima, interesira vas koliko je energije prikupio piksel kamere tijekom vremena trajanja prikupljanja svjetla na senzoru (ekspozicije, tj. „brzine zatvarača“).

Današnji senzori su čipovi koji na svjetlo reagiraju linearno, što znači da duplo više svjetla znači i duplo veća vrijednost piksela. To vrijedi tako dugo dok pikseli ne saturiraju, tj. dosegnu najveću svoju vrijednost. Dakle, ako imamo zvijezdu koja nije saturirala piksele, fotometrija bi se

mogla svesti na zbrajanje vrijednosti u pikselima pokrivenim sjajem zvijezde. Na žalost, glavni problem u tome je što vrijednosti koje piksel ima ne dolaze samo od sjaja zvijezde nego i samo nebo (atmosfera) ima svoj sjaj, a i u samom senzoru stvara se signal nevezan sa svjetlom zvijezde. Te doprinos nazivamo šum i može jako zagorčati naš fotometrijski život. Dodatna komplikacija su neravnomjernosti u osvjetljavanju površine čipa, što dolazi zbog same optike objektiva kamere (ili teleskopa), ali i zbog čestica prašine koje su možda sjele na sam čip (a da ne govorimo i o drugim problemima poput rošenja leće zbog kondenzacije vlage).

## Micanje šuma

Krenimo s najjednostavnijim pristupom. Glavni izvor šuma koji ne možemo nikako zaobići je sjaj neba. Posebice ako snimate s neke lokacije koja ima osjetno svjetlosno onečišćenje. Krenut ćemo s metodom koja ne uključuje mnoštvo koraka za micanje šuma, nego ćemo samo procijeniti sjaj neba i oduzeti ga od sjaja zvijezde. Time ćemo možda imati grešku mjerenja i po par desetaka posto, ali za početak nam je to sasvim dovoljno za započeti se baviti fotometrijom. Pritom je dobro se držati upute da se ne snimaju zvijezde koje su niže od oko  $30^\circ$  iznad horizonta, kako bi izbjegli jači utjecaj atmosfere (jer što je zvijezda niže prema horizontu, to je duži put kroz atmosferu).

U ovom početnom pristupu doprinos šuma mjerimo na najjednostavniji način koristeći neposrednu okolinu zvijezde i onda ga oduzimamo od izmjerenog sjaja zvijezde. Pritom,

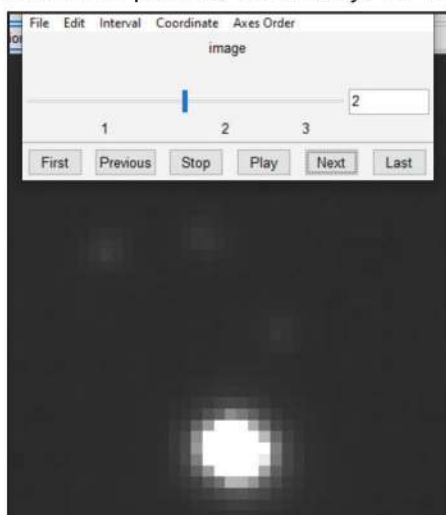
podsjecam ponovo, kako je važno da zvijezda koju mjerimo nije saturirana, tj. da ekspozicija nije bila predugačka za njen sjaj. U tom slučaju vrijednosti piksela dosegnu maksimum koji dozvoljava kamera, a mi ostajemo bez informacije koliko je stvarno zvijezda sjajna.

Ima raznih astronomskih programa koji omogućuju fotometriju, ali kroz praksu nam se za sada pokazao program SAOImageDS9 vrlo lagan za korištene kod učenika ili početnika: <https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimage9>

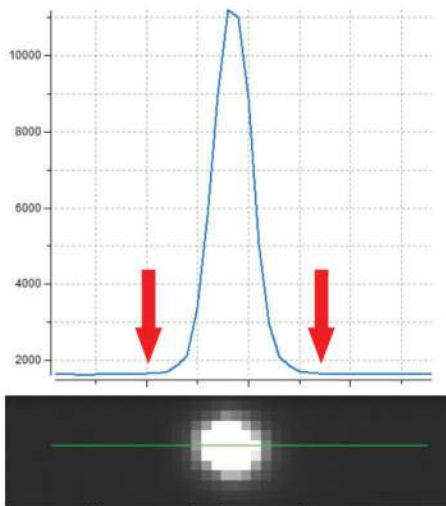
Budući da ne koristimo kalibrirani senzor (kod kojih izmjerene vrijednosti znamo kako pretvoriti u  $\text{W/m}^2$ ), ovakvom fotometrijom možemo samo mjeriti koliko su zvijezde međusobno sjajnije jedna od druge u području osjetljivosti vaše kamere (tzv. diferencijalna fotometrija). Ako prva zvijezda ima sjaj  $S_1$  na vašoj slici, a druga sjaj  $S_2$ , onda možemo definirati razliku u njihovim magnitudama:  $m_1 - m_2 = -2,5 \log(S_1 / S_2)$

Nama je cilj izmjeriti sjaj  $S$  u proizvoljnoj skali (koja se pokraća jer se sjaj  $S_1$  podijeli sa sjajem  $S_2$ ). To je najlakše postići na način da se naprosto zbroje vrijednosti piksela koje pokriva zvijezda, ali tako da se pritom oduzme vrijednost pozadinskog šuma. U tu svrhu prikazat ćemo tehniku aperturne fotometrije, gdje se zvijezda i njezina okolina mjere unutar koncentričnih kružnica (apertura).

Važno je napomenuti da astronomi koriste posebni tip zapisa slika, pod nazivom FITS. U prošlom broju opisali smo kako sliku dobivenu fotoaparatom pretvoriti u FITS. Pritom treba imati na umu da će fotoaparat stvoriti RGB sliku, koja prelaskom u FITS se pretvara u tri zasebne sli-



Slika A: prozor „Cube“ omogućuje odabir slike u crvenom (1), zelenom (2) ili plavom (3) području.



Slika B: Izgled zvijezde može zavarati. Prava veličina zvijezde je područje gdje se sjaj izdiže iznad pozadinskog sjaja neba.

ke: crvenu, zelenu i plavu. Pritom su sve tri zajedno zapisane u jedan FITS dokument s kojim sada radimo. Ako koristite astrokameru, posebno dizajniranu kameru za astronomiju, onda odmah imate zapis slike u FITS formatu.

## Program DS9

Postupak u programu DS9 je slijedeći:

1. Učitajte FITS sliku koju ste kreirali: File->Open.
2. Ako ste koristili fotoaparat, pojaviti će se dodatni prozor pod nazivom „Cube“. Nemojte ga zatvoriti, vrlo je važan: omogućuje prebacivanje između crvene (1), zelene (2), i plave (3) slike klikom na „Next“ (vidi sliku A)
3. Prvo si trebate odabrati kako obojati sliku da bi uopće vidjeli što je na njoj. Za to je potrebno kliknuti „scale“ i onda odaberite nešto iz ponuđenih mogućnosti („log“ često funkcionira najbolje). Dodatno u meniju pod „color“ možete odabrati i neku lijepu paletu boja.
4. Pomoću srednje tipke miša možete kontrolirati povećanje slike. Ili kliknite na „zoom“ pa odaberite neko povećanje.
5. Kada znate koju zvijezdu želite fotometriirati, postavlja se pitanje koliko je ona zapravo velika na slici. Tamna pozadina može zavarati, što se vidi iz primjera na slici B, gdje su prikazane vrijednosti piksela uzduž (zelene) linije koja presijeca zvijezdu. Crvenim strelicama su označeni položaji gdje mo-

žemo biti sigurni da je sjaj zvijezde se stopio s pozadinom.

6. Sada odaberite krug unutar kojeg ćete zbrojiti sve vrijednosti piksela. U meniju prvo selektirajte: Region->Shape->Circle. Zatim, kliknite na zvijezdu i razvucite dovoljno velik krug oko nje da ste sigurni kako je unutar njega svo svjetlo koje dopire sa zvijezde (vidi Sliku C). Krug se može selektirati klikom miša i onda micati ako ga niste dovoljno dobro pozicionirali.

7. Kliknite dva puta na krug, ili odaberite Region->Get Information. Pojaviti će se prozorčić u kojem pišu koordinate centra kruga i njegov radijus.

8. Na tom prozorčiću odaberite: Analysis->Statistics. Sada se otvara novi prozorčić u kojem je ispisana statistika piksela unutar kruga. Zapišite si vrijednosti „sum“ (zbroj vrijednosti svih piksela) i „npix“ (koliko piksela je unutar kruga).

9. Sada nam treba pozadinski sjaj neba. Odaberite: Region->Shape->Annulus. Zatim kliknite na sliku i razvucite prsten koji se pojavi. Pomažite te ga na poziciju sa središtem na zvijezdi, te mu podesite debljinu i veličinu da prsten bude izvan područja zvijezde i da po mogućnosti nema drugih zvijezda unutra prstena (vidi Sliku C).

10. Kliknite dva puta na prsten ili odaberite Region->Get Information. Pojaviti će se prozorčić u kojem

pišu koordinate centra prstena i njegovi radijusi.

11. Na tom prozorčiću odaberite: Analysis->Statistics. Sada se otvara novi prozorčić u kojem je ispisana statistika piksela unutar prstena. Zapišite si vrijednost „median“ – to je medijan vrijednost piksela koji su unutra prstena.

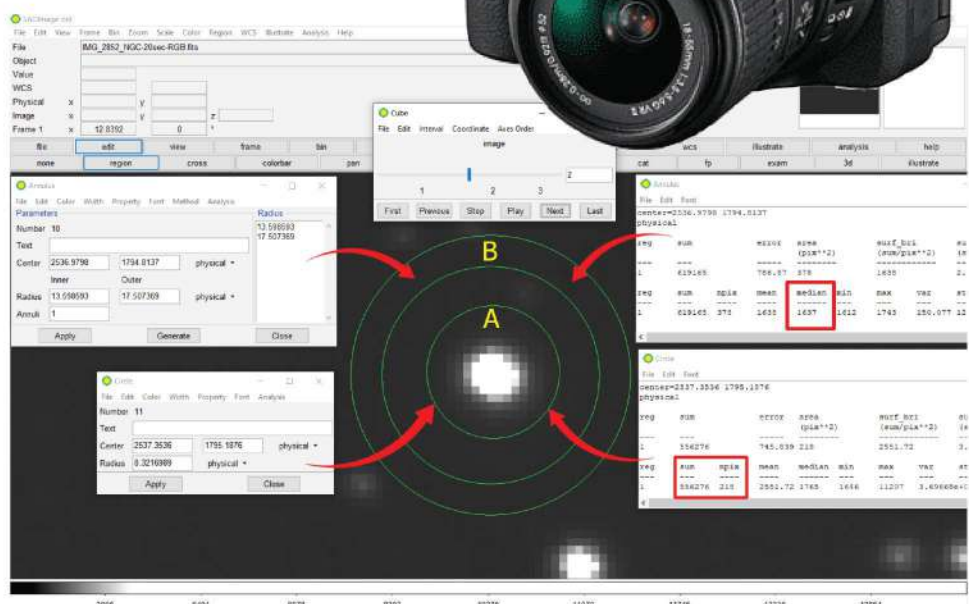
12. Sada imamo sve vrijednosti za izračun sjaja S te zvijezde:

$$S = \text{sum} - \text{median} * \text{npix}$$

Izraženo u magnitudama to je:

$$m = -2,5 \log(S)$$

Ukoliko želite te vrijednosti izmjeriti u svakoj od RGB slika, dovoljno je samo u prozorčiću „Cube“ klikati „next“ i vrijednosti u svim drugim prozorima će se automatski mijenjati same. Sada ste spremni koristiti fotometriju za vaše astronomske avanture.



Slika C: Aperturna fotometrija koristi kružnice za označavanje područja unutar kojeg se analiziraju vrijednosti piksela. „A“ je disk koji pokriva sve piksele kojima sjaju doprinosi zvijezda, a „B“ je prsten koji nam služi za određivanje pozadinskog sjaja neba.

# PROMATRAČKA ASTRONOMIJA

## Messier 8, nebeska Laguna

**Piše:**  
**Vedran Vrhovac**

Ako u ljetnoj noći pogledom pratimo srebrnkasti oblak koji predstavlja Mliječni put, od zenita prema horizontu, završit ćemo na tromedi zvijezda Strijelac, Zmijonosac i Škorpion. Iskusniji promatrači s tamne lokacije uočiti će kako Mliječni put nije jedinstven oblak, već se on račva, ima svjetlije i tamnije regije te sitna zadebljanja. Jedno od takvih zadebljanja smjestilo se malo desno iznad asteroida čajnika, najprepoznatljivijeg dijela zvijezda Strijelac. Golim okom izgleda kao mutna, nejasna kvrga ili zvjezdica s atmosferom. Upravo je ta kvržica maglica Laguna.

Maglica Laguna, poznata kao Messier 8 (NGC 6523), jedna je od najspektakularnijih objekata svoje vrste na nebu. Ovu maglicu je prvi zabilježio Giovanni Hodierna 1654. godine, kojem pripada čast izrade prvog katalog objekata dubokog Svemira. On je maglicu opisao kao nebulosae, objekt koji je golim okom magličast, a u teleskopu se razlučuje u zvijezde. Vjeruje se kako je Hodierna pošao za

rukom vidjeti pojedine zvijezde u otvorenom skupu NGC 6530.

Kada spomenemo spektakularne emisijske maglice, većina će prvo pomisliti na Orionovu, koja je svjetlija i raskošnija od Lagune. Perspektiva se mijenja kada u obzir uzmemo kako je na nebu Laguna prividno jednako velika kao Orionova maglica, ali je tri puta udaljenija. Ne samo što je udaljenija, već je nebu iz Hrvatske ona uvijek nisko nad horizontom što nam otežava da je vidimo u punoj raskoši. Kada bi Laguni dali priliku da bude na udaljenosti Orionove maglice, višestruko bi je nadmašila sjajem i dimenzijama.

Sjaj Lagune, kao i drugih emisijskih maglica, proizlazi iz interakcije zvjezdanog zračenja s oblacima plina i prašine. Mlade zvijezde, nastale od same maglice, svojim snažnim ultraljubičastim zračenjem pobuđuju, tj. ioniziraju atome u oblacima plina. Prilikom procesa ionizacije oslobađaju se fotoni specifičnih valnih duljina za pojedini kemijski element. Kako se maglica Laguna sastoji većinom od vodika, na fotografijama dominiraju crvene nijanse jer pobuđeni atomski vodik emitira većinu svjetla

na 656 (H- $\alpha$ ) te u manjoj mjeri na 486 nm (H- $\beta$ ) valne duljine. Drugi plinovi koji donekle pridonose sjaju maglice su kisik, koji zrači pri 500 nm, sumpor (SII) na 673 nm i dušik (NII) na 658 nm.

### Rodilište zvijezda

Kako je Laguna rodilište zvijezda možemo vidjeti po drugim specifičnostima. Ako promatramo ili fotografiramo maglicu, uočiti ćemo u njoj tamne, neprozirne oblake. One se zovu Bokove globule, a predstavljaju mjesta u kojima se upravo odvija proces kolapsa oblaka plina u protozvijezde. Tu je i nekolicina Herbig-Haro objekata, koji su faza u evoluciji zvijezda kada one dovoljno stasaju za rastjerati Bokovu globulu iz koje je nastale. Kako su nestabilnosti u maglici uzrok urušavanja oblaka u protozvijezdu, zvijezde često nastaju blizu jedna druge jer nastanak jedne uzrokuje nestabilnosti oblaka oko nje, što u konačnici rezultira nastankom drugih zvijezda u neposrednom susjedstvu. Tako se formiraju otvoreni skupovi, jata mladih zvijezda koje će svojim zračenjem na kraju rastjerati maglicu iz koje su



Foto: Veljko Petrović, M8 u malo širem opsegu.

nastali. Rastjerivanje maglice će pogoršavati uvjete za stvaranje novih zvijezda te će za nekoliko desetaka milijuna godina od Lagune ostati samo bogato zvjezdano jato.

Većina sjaja Lagune dolazi od zračenja koje proizvode dvije zvijezde. Najsjajnija je 9 Sagittarii ( $m=5,97$ ), divovske zvijezde spektralne klase O4V. Ova zvijezda je blizu teoretskih granica po pitanju površinske temperature i sjaja za zvijezde glavnog niza. Njeno zračenje je ukupno 400.000x jače od sunčevog, a u vidljivom dijelu spektra je 25.900x svjetlija. Zbog visoke površinske temperature, većina sjaja zvijezde je ultraljubičastom spektru, a to je upravo zračenje koje lako ionizira oblake plina. Druga najsjajnija zvijezda je plavi div HD 165052 ( $m=6,84$ ). Ona je dvojna zvijezda i najsjajniji član otvorenog skupa NGC 6530, koji je blisko povezan s maglicom, a sastoji se od dvije zvijezde mase 25 i 21 puta veće od Sunčeve.

## Gaia

Spomenuti otvoreni skup, NGC 6530, pomalo je zanemaren u odnosu na raskošne oblake maglice. Skup kada ne bi bio sakriven sjajem maglice bio bi jedan od najspektakularnijih grupacija zvijezda na nebu. Na fotografijama NGC 6530 izgleda kao nakupina od 30 tak zvijezda na tamnijem, istočnom „otoku“ Lagune. U literaturi se pronalazi podataka kako je njegov prividan promjer na nebu oko 15 luč. minuta. Mjerenja satelita Gaia otkrivaju drugu priču. Prateći kinematička svojstva zvijezda povezanih s maglicom otkrivamo kako se NGC 6530 sastoji od 900 zvijezda sjajnijih od 18. prividne magnitude. Zvijezde su razmještene u približno ovalan oblak dimenzija 45 x 25 luč. minuta, a koji pokriva istočni i zapadni „otok“ Lagune. Prosječna udaljenost zvijezda u skupu je oko 1.340 pc (4.370 sg) uz grešku od +/- 35 pc (115 sg). Usmjermo li prema maglici bilo kakav optički instrument, običan dvogled npr., uočiti ćemo kako se radi o zvijezdici ili dvije umotane u nježnu, sivo-plavu maglicu. Teleskopi će otkriti kako ta maglica nije jedinstvena, već se sastoji od dva oblaka odvojena tamnom regijom. Jedan od oblačića bit će više ovalan, sa sjajnom „kičmom“

po sredini, a onaj drugi bit će prošaran zvjezdicama. Astronome su ta dva oblaka podsjetila na dva otoka, a tamni procjep između njih predstavlja lagunu po kojoj je maglica dobila ime. Za promatranje maglice vizualno preporučuje se korištenje UHC ili OIII filtera te u manjoj mjeri H-β. Svi navedeni filteri pomoći će maglici da „iskoči“ kontrastom u odnosu na po-

zadinu, što će pogled učiniti primamljivijim. Prilikom promatranja obratite pažnju na zapadni otok i kvrgu u njemu, oko jedne prosječne zvijezdice, tamo nalazi „Pješčani sat“, najgušći dio maglice kraj zvijezde Herschel 36. Ako imate teleskop kraćeg fokusa, pokušajte u isti pogled smjestiti obližnju maglicu Trifid (Messier 20) i otvoreni skup Messier 21.



*Skica Laguna 500, prikazuje "zoom" na M8 kroz 20" teleskop pri 190x povećanju i OIII filteru / Autor: Vedran Vrhovac*



*Skica Laguna 100, napravljena je kroz 4" teleskop i povećanju od 20x s OIII filterom / Autor: Vedran Vrhovac*

## MALA ŠKOLA ASTRONOMIJE

# Prosječne temperature na planetima i zašto na Veneri imamo efekt staklenika

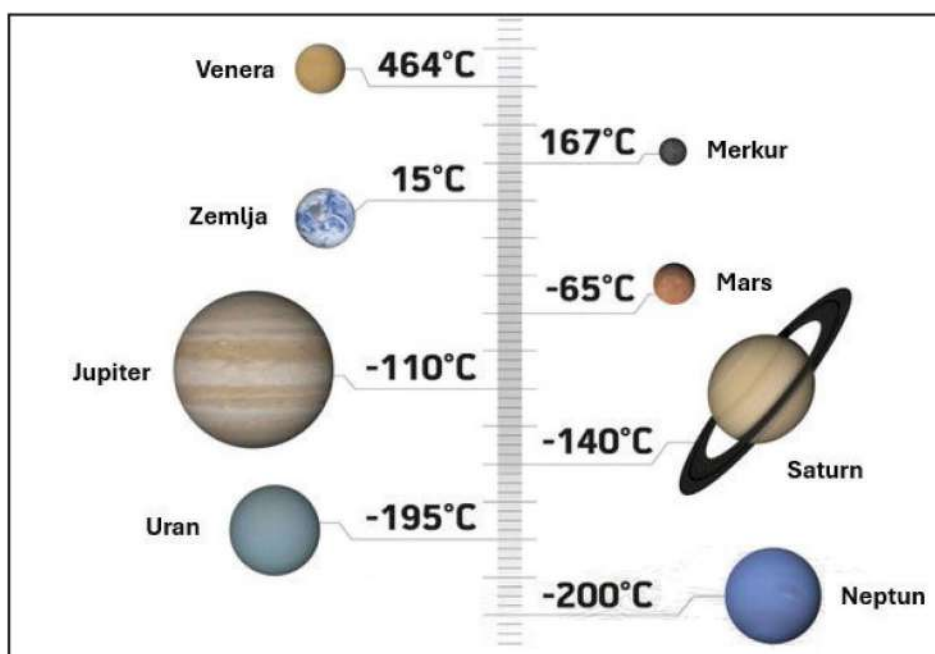
Piše:

prof. Melita Sambolek

Sigurna sam da ste u vruće ljetne dane barem jedanput pomislili kako bi bilo dobro preseliti se na neko drugo, barem malo hladnije mjesto. Možda i na drugi planet, kada bi bilo moguće. Promjena klimatskih uvjeta na Zemlji sve je očitija i prosječna temperatura na površini Zemlje raste kao posljedica efekta staklenika. No, jeste li se zapitali kolike su prosječne temperature na drugim planetima sunčevog sustava? Merkur je najbliži Suncu, no je li i najtopliji planet?

## Vrijednosti

Podaci o prosječnim temperaturama na površini planeta (prikazani na slici) odnose se na prosječnu temperaturu uz površinu stjenovitih planeta (Merkur, Venera, Zemlja, Mars). Za plinovite planete (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun) prosječne su vrijednosti uzete na razini gdje je tlak 100.000 Pa što približno odgovara tlaku na razini mora na Zemlji. Ove su vrijednosti prosječne jer naravno da temperatura ovisi o više faktora – nije jednaka na strani okrenutoj Suncu i suprotnoj strani te ovisi o sastavu plinova u atmosferi planeta. Očekivano, što su planeti udaljeniji od Sunca, temperatura je niža. Pravilo međutim, ne vrijedi za Veneru – iako je gotovo dvostruko dalje od Sunca nego Merkur, prosječna je temperatura na Veneri za 300 °C viša nego na Merkuru. Uzrok je ove neobične anomalije efekt staklenika! Efekt staklenika nije uzrok visokih temperatura samo na



Temperature na planetima

Zemlji, već zbog sastava atmosfere uzrokuje vrlo visoke temperature i na Veneri.

Efekt staklenika je zagrijavanje Zemljine površine i donjih slojeva atmosfere selektivnim propuštanjem zračenja pri čemu atmosfera propušta veliki dio toplinskog zračenja koje dolazi sa Sunca. Dio te energije Zemlja upija, a dio se reemitira u obliku dugovalnog toplinskog zračenja natrag u atmosferu. Najveći se dio te energije apsorbira u atmosferi molekulama vodene pare, ugljikova dioksida (s udjelom od 0,04%), metana i drugih plinova ili se reflektira natrag prema Zemlji i tako ostaje „zarobljeno“ uz površinu. Taj je efekt dobrodošao jer bi inače prosječna temperatura na Zemlji bila oko -18°C i nepovoljnija za život. No, zbog povećane količine

navedenih plinova, posljednjih se stotinjak godina efekt staklenika povećava i dovodi do globalnog zagrijavanja Zemlje.

Venerina je atmosfera 50 puta gušća od Zemljine, a sadržava 96,5% ugljikova dioksida, dok ostatak otpada na druge plinove (dušik, argon, helij i dr.) te je efekt staklenika toliko izražen da je temperatura jednaka na strani okrenutoj Suncu i onoj koja to nije, kao i na polovima i ekvatoru, a mijenja se jedino s visinom (a tu se mijenja i sastav atmosfere). Stoga slobodno za velikih vrućina, možemo reći – uh, vruće mi je kao da sam na Veneri!

## Pokus

Jednostavnim pokusom može se provjeriti kako djeluje efekt staklenika. Potreban je pribor iz kuhinje: dvije staklenke (od krastavaca), jed-

na staklena ili plastična boca, prozirna prijanjajuća folija, soda bikarbona (2 žlice) i ocat (1 dcl). Dodatni su pribor dva termometra (sigurno ih ima u svakom školskom kabinetu). U staklenu ili plastičnu bocu užeg grla sipa se soda bikarbona i zatim se doda ocat. Smjesa će se jako zapjeniti jer kemijskom reakcijom nastaje plin ugljikov dioksid. Taj je plin teži od zraka pa neće „pobjeći“ iz boce. Stoga se nakon desetak sekundi boca lagano nagne i nevidljivi plin se ulije u staklenku i odmah se zatvori prozirnom folijom. Drugu staklenku u kojoj je zrak također se zatvori prozirnom folijom. U obje staklenke umetne se termometar (probije se folija i zatim dodatno zaštiti još jednim slojem). Potrebno je očitati početnu temperaturu, a zatim staklenke smjestiti na sunčano mjesto i ostaviti barem pola sata (ili duže).

Na kišni dan mogu se boce smjestiti ispod svjetiljke s običnom žaruljom koja će također grijati staklenke. Može se primijetiti razlika u temperaturi – u boci s ugljikovim dioksidom temperatura je u istim uvjetima dva stupnja viša nego u boci sa zrakom. Pokusom se simuliraju uvjeti pogodni za efekt staklenika – boca ispunjena ugljikovim dioksidom više se zagrijava kao i atmosfera na Veneri.



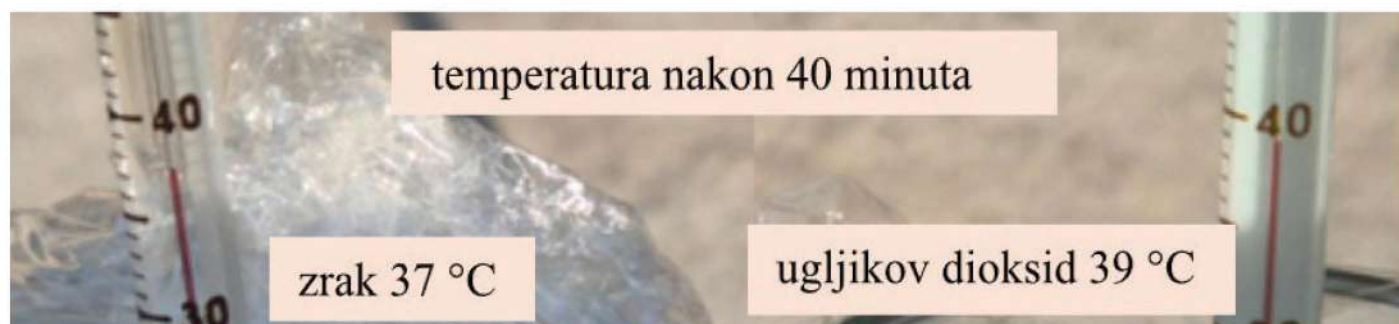
Pribor potreban za izvođenje pokusa



Izvođenje pokusa poželjno je na sunčani dan



+Pribor potreban za izvođenje pokusa



Rezultati pokusa

## ZVJEZDARNICA ČAKOVEC

## Novi teleskop nakon 50 godina

Piše:

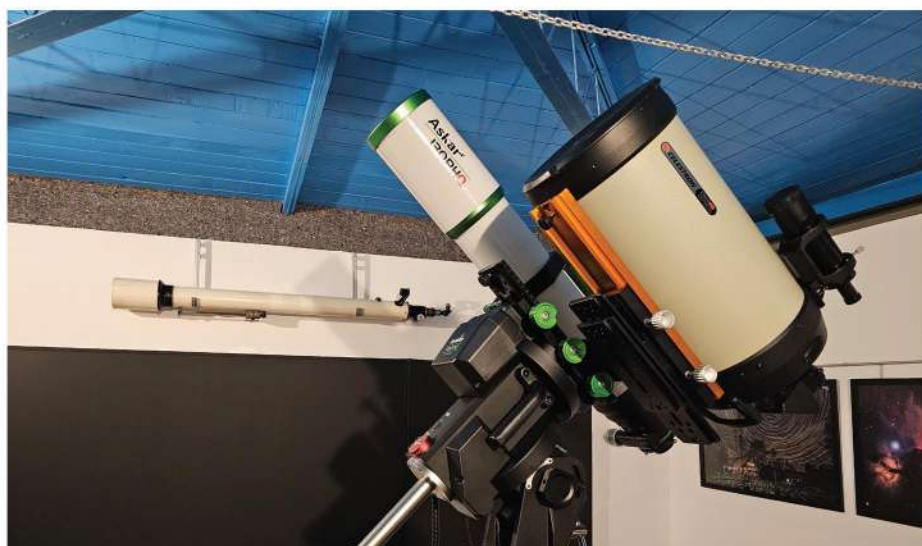
Dragutin Kliček

Čakovečka zvjezdarnica smještena je u prigradskom naselju Savska Ves i na toj lokaciji ponosno stoji već više od pola stoljeća. Nacrte zvjezdarnice tada su Međimurcima besplatno ustupili čehoslovački astronomi zvjezdarnica u Brnu i Ondrejovu s kojima su tadašnji astronomi imali kontakte, a nacrt je doradio Pavao Smoljan iz Čakovca. Zahvaljujući tome, kao i brojnim angažmanima čakovečkih poduzetnika, zvjezdarnica biva izgrađena. U travnju 1974. biva montiran i prvi teleskop TASCO 108/1600, a nešto kasnije te godine kreće se i u nabavu opreme pa se kupuju prvi fotoaparati. Dolaskom Domovinskog rata dolazi do devastacije teleskopa jer se prostor zvjezdarnice koristio u vojne svrhe, a kasnije se teleskop odlaže i zvjezdarnica ostaje zatvorena duži period. Osnivanjem AD Vega Grad Čakovec prostor ustupa društvu, a članovi pristupaju servisu teleskopa. Dio djelova se ponovno izrađuje i prilagođava kako bi se isti mogao barem donekle koristiti. Međutim, 14 godina kasnije očigledno je da pedeset godina stara oprema više ne zadovoljava ni potrebe astronoma ni zainteresiranog pučanstva, a zbog dotrajalosti sve postaje i nesigurno za korištenje. Električni motori više ne rade kako bi trebali, a sam teleskop je klimav. Zbog toga se od

Grada Čakovca, vlasnika zvjezdarnice, zatražila, a potom i dobila kapitalna donacija za nabavu nove opreme pa je zvjezdarnica opremljena novom montažom EQ8pro i teleskopima Celestron C9.25 te Askar 130PHQ. Dok će teleskop Celestron primarno služiti u promatračke svrhe, primarna uloga teleskopa Askar bit će znanstvena i za tu svrhu je opremljen astronomskom mono kamerom, spektroskopom te opremom za promatranje aktivnosti Sunca u H-Alfa području. Uz nove teleskope, pristupilo se i dodatnom uređenju samog prostora zvjezdarnice pa je servisiran pomični krov, odrađeni su soboslikarski i ličilački radovi, a obješeni su i novi edukativni materijali te astrofotografije članova društva.



Novi teleskopi u zvjezdarnici



Stari teleskop izložen na zidu i novi teleskopi na postolju



Financirano proračunskim sredstvima Grada Čakovca

## NOVOSTI IZ UDRUGE

# Aktivnosti članova astronomskog društva Vega u srpnju i kolovozu

**Piše:**

**Dragutin Kliček**

## Uređenje zvjezdarnice

Kroz ljetni period članovi Astronomskog društva Vega aktivno su radili na obnovi i uređenju zvjezdarnice u Savskoj Vesi. Povod je dolazak novih teleskopa, o čemu možete više pročitati na stranici 24. Predstoji fino podešavanje te testiranje opreme i spektroskopa prije puštanja u rad i prezentacije teleskopa široj javnosti. Uz unutarnje radove i ulaganja, u planu je i vanjsko uređenje, pa će se uskoro na zid zvjezdarnice postaviti sunčev sat.

## Meteorska kamere

Zahvaljujući članu AD Vega i informatičaru Denisu Tuđarskom, uspješno je servisirano računalo te je ponovno u pogon puštena kamera društva koja snima u sklopu Globalne meteorske mreže. Kamera postavljena na krov TICM-a nastavlja svake noći bilježiti

meteore iznad Međimurja, a s ciljem detekcije novih meteorskih rojeva.

## Promatranje Perzeida

Tradicionalno, kao i svake godine, zaljubljenici u "padaline" iz svemira, meteore, okupili su se na Maderkinom bregu u Općini Štrigova te promatrali meteorski roj Perzedia. Bila je to prilika za astrofotografiju, ali i druženje, a sudjelovalo je više članova AD Vega. Ono što nas posebno veseli je što je na lokaciji bio i veći broj mještana koji su došli promatrati Perzeide.

## Sastanak LSST

Član AD Vega dr.sc. Dejan Vinković sudjelovao je na sastanku kolaboracije projekta Legacy Survey of Space and Time (LSST). Bila je to prilika i za promociju časopisa Vega Horizonti među znanstvenicima, a više o samom sastanku možete pročitati na stranici 8.

## Lika Star Party

Član AD Vega dr.sc. Miljeno Čemeljić sudjelovao je na tradicionalnom okupljanju hrvatskih astronoma u mjestu



*Prvo testiranje spektrometra*

Ljubova u Lici. Organizator je astronomsko društvo Beskraj iz Zagreba, a Miljenko je okupljenima prezentirao radioteleskop kućne izrade.

## Testiranje opreme

Kako bi se testirala oprema, održano je terensko fotografiranje u Gornjem Međimurju.



*Jessica E. Novak u lovu na Perzedie*



*Zoran Novak prilikom terenskog snimanja i testiranja*

# VIDLJIVO NA NEBU

## Uskoro djelomična pomrčina Mjeseca

Donosimo pregled nebeskih pojava i objekata vidljivih iz naših krajeva koje možete uočiti na noćnome nebu golim okom ili dalekozorom

**Piše:**

**Miroslav Smolić**

VNa kraju našeg časopisa donosimo pregled nebeskih pojava i objekata koji su dobro vidljivi iz naših krajeva bez posebne opreme.

Pregled je za razdoblje rujan i listopad 2024. Priložena karta je za sredinu tog razdoblja, odnosno 1. listopada 2024. u 24 sata.

Polako ulazimo u jesen, te već ujutro možemo promatrati neka zvijezda tipična za zimu, kao što je npr. Orion kojeg ujutro vidimo na istoku. Također noći su sad već puno duže ali jesen nam donosi i neizbježne magle. Jesenska ravnodnevica odn. početak jeseni na sjevernoj polutki pada na 22.09.2024. u 14:40 sati. Za vrijeme ravnodnevnice noć i dan jednako su dugi.

Astronomski sumrak sredinom razdoblja počinje oko 20:30h i završava iza 5 sati ujutro.

**MJESEC** je u fazi mlađaka 3.09. i 2.10., a u fazi punog mjeseca 18.09. i 17.10. 18. rujna bit će djelomična pomrčina Mjeseca. Mjesec će biti na jugozapadnom dijelu neba u trenutku najveće pomrčine, 18° iznad horizonta.

Maksimalna pomrčina dogodit će se u 04:45, kada će 8% Mjesečevog diska biti u sjeni.

Odlično je razdoblje za promatranje planeta. Vidljiva će biti tri planeta i to veći dio noći.

**MARS** sredinom rujna izlazi oko ponoći, a sredinom listopada sat ranije u 23 sata. Najveća visina će mu biti 60 stupnjeva iznad južnog horizonta. Moći ćete ga promatrati dok se ne izgubi u dnevnom svjetlu. Nalazit će se u zvijezdu Bik (Taurus).

**JUPITER** će sredinom rujna izlaziti malo prije 23 sata dok će u listopadu izaći već malo prije 22 sata pa će biti u

dobrom položaju za promatranje cijelu noć. Najviša visina bit će mu ujutro preko 65 stupnjeva nad južnim horizontom. Kao i Mars i Jupiter će biti u zvijezdu Bik (Taurus).

**SATURN** je 8 rujna u opoziciji sa Suncem i biti će vidljiv cijele noći. Sredinom razdoblja izlazi već oko 19.30 sati, dakle još prije pravog sumraka. Nalazi se u zvijezdu Vodenjak (Aquarius).

Nakon što neke planete nisu bile vidljive duže vrijeme, neke čak mjesecima, poput Marsa, ovo je odlično razdoblje da sve tri planete promatramo na istom djelu neba u isto vrijeme.

Zanimljivo je da će i planet **URAN** također biti u zvijezdu Bika i to u liniji sa planetima Jupiter i Mars, pa ga pokušajte potražiti uz pomoć naše karte. Magnituda mu je oko 6 pa bi se trebao detektirati i dalekozorom. Prepoznati ćete ga po tome što ima plavi sjaj i ne treperi poput zvijezde. Više od toga nemojte očekivati, čak i manjim teleskopom, ali vrijedi se potruditi jer rijetki se mogu pohvaliti da su vidjeli Uran.

### Konjukcije

Od konjunkcija izdvojit ćemo najzanimljivije.

17.09. Mjesec i Saturn

Mjesec će proći 18° sjeverno od Saturna. Biti će vidljivi između 20:00 i 04:30. Par će biti dovoljno blizu da stane u vidno polje teleskopa, ali će također biti vidljiv golim okom ili kroz dalekozor.

24.09. Mjesec i Jupiter

Mjesec prolazi 5°50' sjeverno od Jupitera. Mjesec će biti star 20 dana. Par će biti vidljiv na jutarnjem nebu nešto iza 23 sata.

25.09. Mjesec i Mars

Mjesec će proći 4°53' sjeverno od Marsa. Mjesec će biti star 22 dana. Iz naših krajeva par će biti vidljiv nakon

ponoći.

4.10. Mjesec i Saturn

Mjesec će proći 6°45' sjeverno od Saturna. Mjesec će biti star 12 dana. Par će biti vidljiv nakon 19 sati, a biti će dovoljno blizu da stanu u vidno polje teleskopa, ali će također biti vidljiv golim okom ili kroz dalekozor.

23.10. Mjesec i Mars

Mjesec će proći 3°54' sjeverno od Marsa. Mjesec će biti star 21 dan. Par će se moći promatrati iza ponoći, biti će previše razdvojen da bi stao u vidno polje teleskopa, ali će biti vidljiv golim okom ili kroz dalekozor.

### Galaksije

Andromeda galaksija M31 (mag 3.4) bit će dobro pozicionirana na večernjem nebu sljedećih tjedana. Dana 1. listopada dosegnut će svoju najvišu točku na nebu oko ponoći po lokalnom vremenu, a sljedećih će večeri kulminirati četiri minute ranije svaki dan. Iz Međimurja se vidi cijelu noć. Postat će vidljiv oko 19:43 sati, 36° iznad sjeveroistočnog horizonta. Zatim će dosegnuti svoju najvišu točku na nebu u 00:56, 84° iznad južnog horizonta. Izgubit će se u zoru oko 05:40, 40° iznad vašeg zapadnog horizonta. S magnitudom 3.4, M31 je teško razaznati golim okom osim s mračnog mjesta, ali vidljiva je dalekozorom ili malim teleskopom.



*Mjesec nam priprema poslasticu*



Sva izdanja Vega Horizonti na jednom mjestu:

[www.advega.hr/casopis](http://www.advega.hr/casopis)



ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI

## Maglica VdB-152 i Barnard 175

VDB 152 je plavičasta refleksijska maglica (što znači da svijetli zbog refleksije svjetlosti obližnjih zvijezda) koja sjaji na vrhu dugog kraka tamne maglice Barnard 175. Obje maglice dio su većeg kompleksa tamnih maglica koje se protežu

kroz zvijezde Cefeje, a nalaze se na udaljenosti od oko 1.400 svjetlosnih godina od Zemlje. U regijama poput ove, zvjezdani vjetrovi, magnetska polja i gravitacijska sila rade zajedno kako bi oblikovali strukture koje na kraju mogu dovesti do

formiranja novih zvjezdanih sustava.

Teleskop: Skywatcher ED80, kamera SBIG ST8300, montaža Heq5 pro,

Ukupno vrijeme ekspozicije: 7 sati.

Foto: Zoran Novak

The background is a deep space image filled with a dense field of stars of various colors (white, yellow, blue) and sizes. A faint, vertical, ethereal figure, possibly a ghost or a spectral entity, is visible in the center-right portion of the image, appearing to rise from the bottom. The figure has a pale, translucent body and a distinct head with a glowing blue eye or light source.

VEGA  
HORIZONTI