

# VEGA HORIZONTI

ISSN 2991-6178

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 4 / SVIBANJ - LIPANJ 2024.

## Sjaj u noći

Zašto se krijesnice "gase" i nestaju

## Prirodno zračenje

Vaše tijelo je radioaktivno

## Supernove

Kozmičke zvijeri

## Kometi

Posjetioči kroz povijest





## 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

## LEKTURA:

Valentina Jozić Preksavec, prof.

## KONTAKT:

vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, SVIBANJ - LIPANJ 2024.

Izlazi dvomjesečno od 2023. godine

br. 4

Digitalno izdanje

www.advega.hr

Suglasni smo da uz navođenje izvora

kopirate, umnažate i citirate sve

tekstove objavljene u časopisu.

# RIJEČ UREDNIKA

## Dragutin Kliček

Astronomsko društvo Vega



Kao i ranija izdanja, i ove četvrto pred nas je stavilo brojne izazove. Autori tekstova koji pišu za Vega Horizonte raštrkani su diljem naše male plave točke u svemiru, od Čakovca i Zagreba, preko Rijeke i Maribora do dalekog Čilea, a mi sve što pristigne na našu adresu elektroničke pošte svaka dva mjeseca skupimo na jednom mjestu, grafički oblikujemo i otisnemo. Tako je svjetlo dana ugledalo i ovo, četvrto izdanje, a ono što nas posebno veseli je podrška časopisu koja sve više raste. Od prvog izdanja uz nas je Javna ustanova za zaštitu prirode Međimurska priroda, a ovo izdanje podržao je i Tehnološko inovacijski centar Međimurja. Najviše nas pak raduju brojke koje pokazuju čitanost časopisa. S obzirom na to da su tekstovi lokalno orijentirani na Međimurje, a riječ je o znanstvenom i edukativnom štivu, svako novo preuzimanje digitalnog izdanja, a koje se u svakom broju mjeri u nekoliko stotina, govori nam da trud uložen u ovaj projekt - nešto i vrijedi. Uz to, koliko primjećujemo po statistikama, ne raste samo čitanost novih izdanja, već se čitaju i ona prijašnja. Ukupno 1913 preuzimanja prvih tri izdanja časopisa (digitalne verzije) dokaz nam je da smo na pravom putu i radimo nešto dobro. Međutim, časopis Vega Horizonti je zamišljen kao dvosmjerni kanal koji povezuje astronomiju i astronome sa širom publikom, a naši autori sve nas toje pisati na jednostavan, pitak i razumljiv način. Temeljem toga pozivamo sve koji bi željeli više znati o nekoj tematici da se javite na našu adresu e-pošte [vega-horizonti@advega.hr](mailto:vega-horizonti@advega.hr) s pitanjima i prijedlozima, te da se na taj način uključite u stvaranje časopisa. I ne zaboravite, sva digitalna izdanja uvijek možete preuzeti u rubrici "časopis" na [www.advega.hr](http://www.advega.hr), a od velikog značaja bilo bi nam da podijelite časopis na društvenim mrežama. Ukoliko pak želite tiskano izdanje, posjetite nas na nekoj od manifestacija AD Vega i dobit ćete ga besplatno.

Ovaj broj časopisa je izdan uz podršku:



Tehnološko-inovacijski centar Međimurje



## KAZALO

### Osnove astronomije 4-5

Optička sinergija i lov na fotone iz prošlosti

### Zvezdarnica Rubin 6-7

Primarno - tercijalno zrcalo je spremno za teleskop

### Kometi 8-9

Međuzvezdani posjetioci

### Svjetlosno onečišćenje 10-11

Područje ekološke mreže Natura 2000

### Sjaj u noći 12

Zašto se krijesnice "gase"?

### Astronomija 13

Kad bi Sunce bilo metar i pol

### Prirodno zračenje 16-17

Vaše tijelo je radioaktivno!

### Kozmičke zvijeri 18-19

Supernove i određivanje udaljenosti

### Mali astronomi 20-23

Kreativnost kao ključ uspjeha

Zvezdani divovi i patuljci

### Aktivnosti AD Vega 24-25

Što se radilo

### Intervju 26-27

Zdravko Janči i Josip Bajuk

### Vidljivo na nebu 28-29

Što nas očekuje u svibnju i lipnju

### Keplerovi zakoni 30

Prvi Keplerov zakon

## KARTE

Stanje zemljišnog pokrova 14-15

Karta neba 31

---

## Leo Triplet u sazviježđu Lav

Leo Triplet predstavlja iznimno intrigantan trio galaksija smještenih u istočnom dijelu sazviježđa Lav, a sastoji se od tri velike galaksije: M65, M66 i NGC 3628. Ove galaksije su od nas približno udaljene oko 35 milijuna svjetlosnih godina. Jedno od najzanimljivijih svojstava Leo Tripleta je interakcija između ovih

galaksija. Gravitacijske sile koje međusobno djeluju, stvaraju dinamično okruženje koje utječe na evoluciju svake pojedinačne galaksije. Ove interakcije mogu potaknuti intenzivnu formaciju zvijezda, ali isto tako mogu dovesti do deformacija i preoblikovanja njihovih struktura.

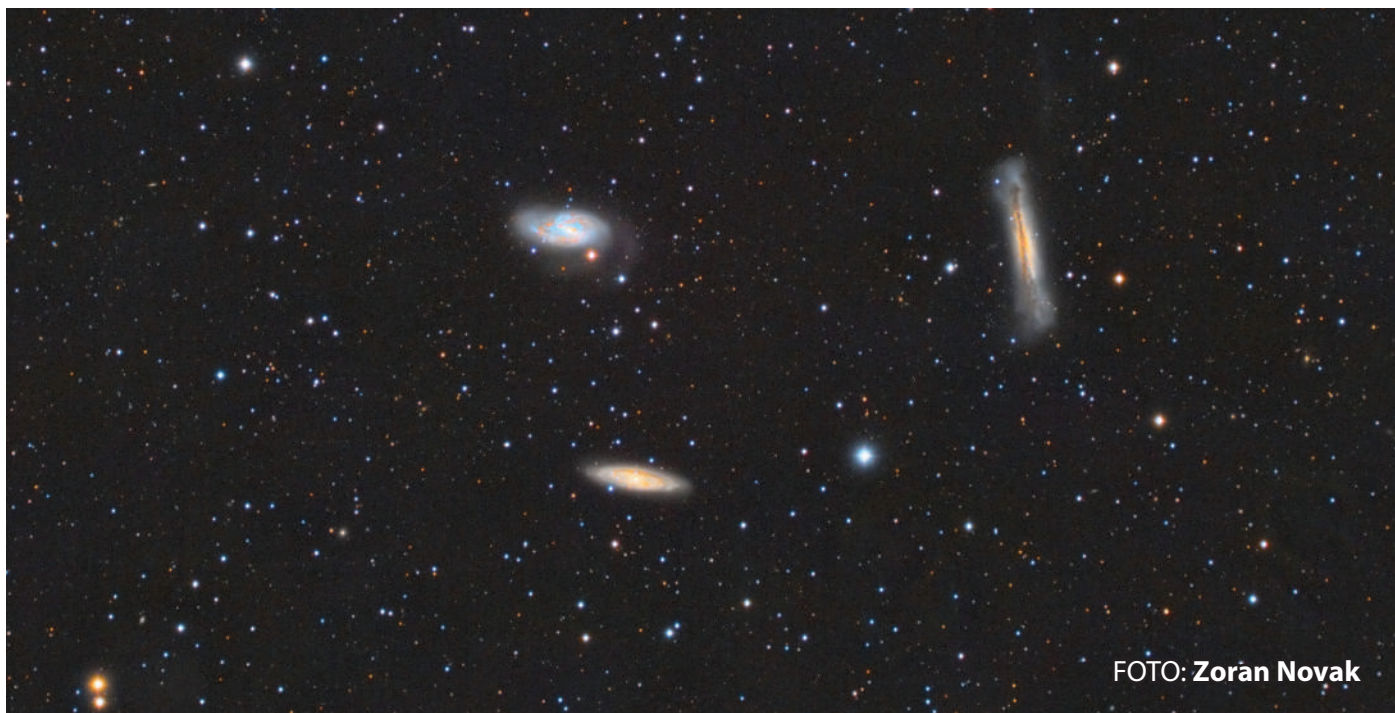


FOTO: Zoran Novak

## OSNOVE ASTRONOMIJE

# Optička sinergija i lov na fotone iz prošlosti

**Piše:**  
**Zoran Novak**

U prijašnjim brojevima pisali smo o teleskopima koji koriste ili zrcala ili leće. U ovom broju rubrika je posvećena teleskopima koji su spoj najboljeg od ta dva svijeta, a riječ je o katadioptrima. U svijetu astronomije, tehnološki napredak ključan je za otkrivanje tajni svemira. Jedno od značajnijih dostignuća u tom smislu je konstrukcija katadiopterskog teleskopa. Ovaj inovativni instrument spaja prednosti refraktora i reflektora, pružajući astronomima poboljšanu sliku neba s manje optičkih nedostataka. Iako postoji više tipova katadiopterskih teleskopa, među astronomima amaterima najčešće su korišteni Schmidt-Cassegrain (SCT) i Maksutov-Cassegrain (MAK).

## Povijest

Francuski astronom Laurent Cassegrain 1672. godine razvio je teleskop koji koristi primarno konkavno zrcalo za sakupljanje svjetlosti, zajedno s manjim konveksnim zrcalom postavljenim ispred primarnog zrcala kako bi se reflektirana svjetlost usmjerila prema oku promatrača. No tek je u 20. stoljeću napredak u optici i tehnologiji doveo do daljnjeg poboljšanja Cassegrain teleskopa, te na poslijetku do razvoja katadiopterskih teleskopa. 1910. godine George Willis Ritchey i Henri Chretien razvijaju svoju verziju Cassegrain teleskopa (Ritchey-Chretien), a njihova verzija teleskopa koristi 2 hiperbolična zrcala. 1928. godine Horace Dall razvija svoju verziju Cassegrain teleskopa (Dall-Kirkham) koji kao primarno ogledalo koristi konkavno eliptično, a kao sekundarno konveksno sferično zrcalo. Bernhard Schmidt 1930.



*James Gregory teleskop, 0.94 metarski Schmidt-Cassegrain*

godine predstavlja svoj teleskop za astrofotografiju koji osim zrcala koristi i korektorsku leću, ali se točka fokusa nalazi unutar teleskopa. Tek je 1940. godine James Gilbert Baker predstavio ideju o teleskopu koji koristi Cassegrain konfiguraciju ogledala zajedno sa Schmidt korektorskom lećom. Godinu dana kasnije, 1941., Dmitri Dmitrievich Maksutov patentirao je svoju verziju Cassegrain teleskopa sa sfernom korektorskom lećom. Najveći Schmidt-Casse-

grain teleskop koji je do sad izrađen, promjera 0.94 metara, nalazi se na sveučilištu St. Andrews u Škotskoj, a izgrađen je 1962. godine.

## Konstrukcija

Teleskopi koji su po konstrukciji Cassegrain tipa koriste sistem zrcala (razlikuju se po tome kakvog je zrcalo oblika), dok teleskopi Schmidt-Cassegrain i Maksutov-Cassegrain uz zrcala koriste i dodatak u obliku korektorske leće čija je zadaća korigiranje



aberracija. Svima je zajedničko to što unutar kompaktnog dizajna imaju relativno veliku fokusnu dužinu. Kod SCT-a i MAK-a svjetlost koja ulazi u teleskop prvo se lomi na korektorskoj leći. Zatim nastavlja put do primarnog zrcala, odbija se prema sekundarnom zrcalu koje je smješteno sa donje strane korektorske leće, tu se reflektira natrag u pravcu primarnog zrcala ali prolazi kroz rupu koja se nalazi u njemu, te kroz okular završava u oku promatrača.

## Prednosti i nedostaci

Ako u obzir uzmemo omjer veličine teleskopa i fokusne dužine, kompaktnost je svakako jedna od većih prednosti katadiopterskih teleskopa, što ih čini pogodnim za astronome koji žele teleskop koji se lako prenosi i postavlja. Dizajn katadioptera minimizira aberacije, što rezultira jasnijim i manje izobličenim objektima koje promatramo. Složenost dizajna kao nedostatak nosi osjetno višu cijenu u usporedbi s drugim vrstama teleskopa. Zbog sekundarnog ogledala koje je smješteno na korektorskoj leći, katadiopteri pate od centralne obstrukcije, što dovodi do manjeg gubitka svjetlosti. U potrazi za što boljim pogledom duboko u svemir, astronomi su se oslanjali na različite vrste teleskopa.

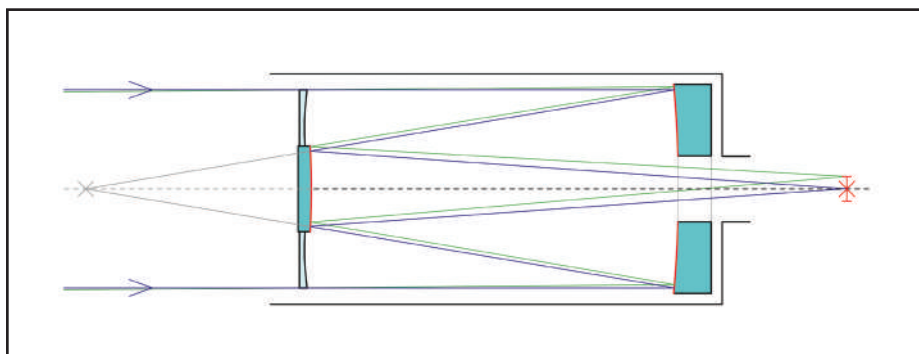
Jedna od značajnih inovacija je katadiopterski teleskop, teleskop koji kombinira elemente reflektorskog i refraktorskog dizajna. Svaki od brojnih varijacija katadiopterskih teleskopa nudi jedinstvene prednosti i prilike za istraživanje svemira. Bez obzira jeste li astronom amater ili profesionalni astronom, postoji katadiopterski teleskop koji odgovara vašim potrebama i interesima.



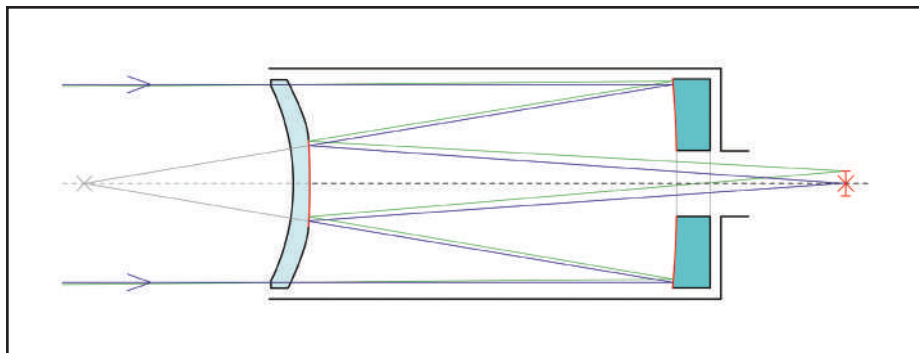
Moderan katadiopterski teleskop



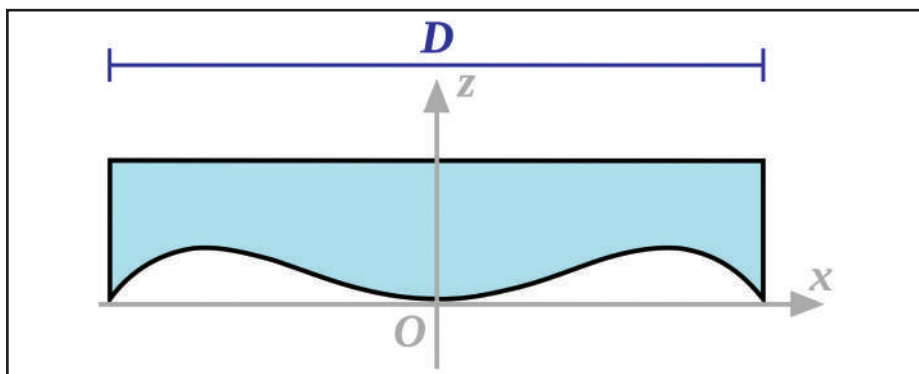
Katadiopterski teleskopi poželjni su kod astronoma jer zbog svojih dimenzija ne zauzimaju mnogo prostora



Put svjetlosti u Schmidt-Cassegrain teleskopu



Put svjetlosti u Maksutov-Cassegrain teleskopu



Preuveličan presjek Schmidt korektorske leće. Stvarna krivulja vizualno se jako teško detektira, pa korektorska leća djeluje kao ravna ploča.

## ZVJEZDARNICA RUBIN II. dio

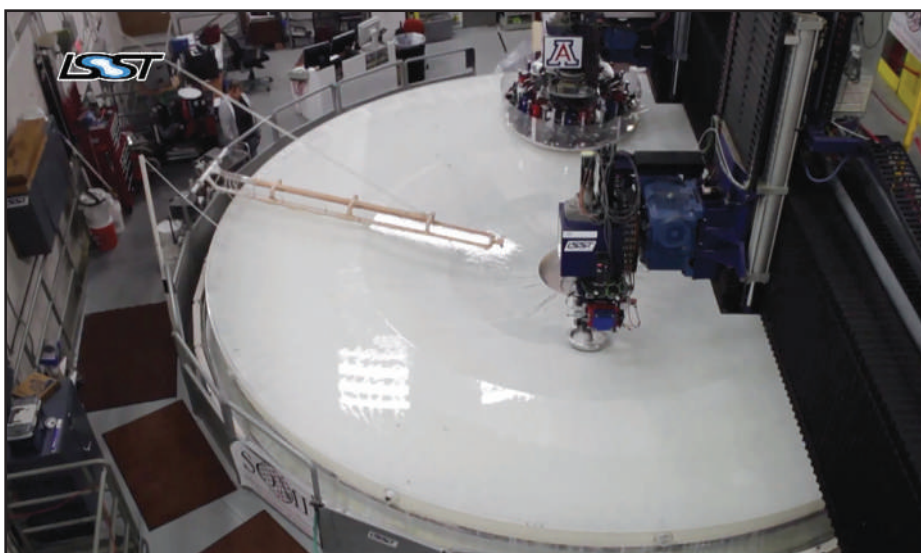
# Primarno/tercijarno zrcalo je spremno za teleskop!

**Piše:**  
**dr.sc. Željko Ivezić**

Teleskop nove Zvezdarnice Rubin u izgradnji u Čileu, nazvan Simonyi Survey Telescope (SST), ima jedinstven optički dizajn za ostvarivanje ogromnog vidnog polja s vrlo malim optičkim greškama (popularno nazvano "oštrom slikom").

Veliko vidno polje je jako bitno jer omogućuje Zvezdarnici Rubin snimanje neba oko sto puta brže nego drugi 8-metarski teleskopi, što je osnovna misija prvog 10-godišnjeg projekta, Legacy Survey of Space and Time, zbog kojeg je Zvezdarnica Rubin izgrađena.

SST dizajn je posljednji u dugom nizu optičkih poboljšanja koja teleskopima reflektorima daju veća vidna polja. Najraniji teleskopi koristili su sferna zrcala, koja je lako proizvesti i testirati. Međutim, takvi teleskopi pate od sferne aberacije i potrebna je vrlo velika žarišna duljina, tj. jako dugački teleskop, kako bi se sferna aberacija smanjila na podnošljivu razinu. Prelazak na parabolična primarna zrcala je uklonio sfernu aberaciju na optičkoj osi, ali je vidno polje ostalo ograničeno komom izvan osi. Na pri-



*Precizno poliranje optičke površine zrcala robotskom rukom*

mjer, slavni 5-metarski Hale-ov teleskop na Zvezdarnici Palomar u Kaliforniji, izgrađen 1949. godine, ima parabolično primarno zrcalo. Nakon Hale-ovog teleskopa, teleskopi su uglavnom koristili Ritchey–Chrétien dizajn, koji koristi dva hiperbolična zrcala za povećanje korisnog vidnog polja i uklanjanje sferne aberacije i kome – ali ne i astigmatizma. Na primjer, Hubble Space Telescope ima Ritchey–Chrétien dizajn.

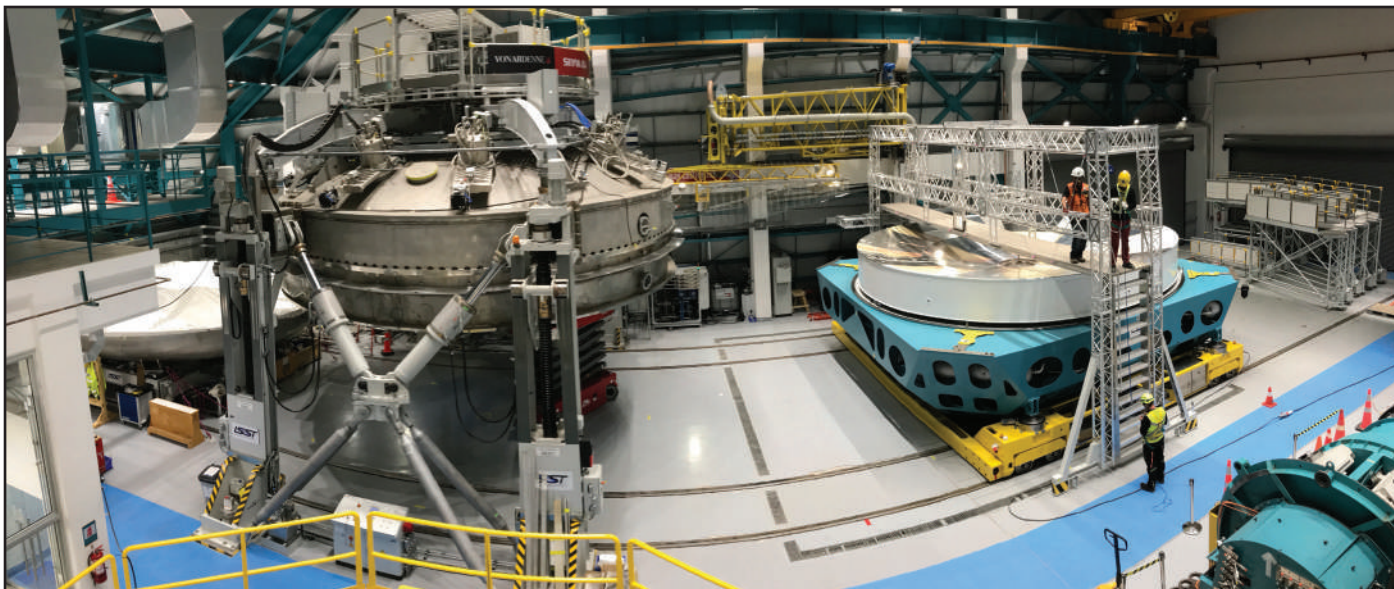
SST dizajn je tzv. anastigmat s tri nesferična zrcala za dodatno poništa-

vanje astigmatizma: primarno zrcalo od 8,4 m, sekundarno od 3,4 m i tercijarno od 5,0 m. Taj dizajn naziva se Paul–Baker, po optičkim znanstvenicima Mauriceu Paulu i Jamesu G. Bakeru. Optički sustav također uključuje tri korektorske leće za smanjenje aberacija. Ove leće ugrađeni su u sklop kamere (o kojoj ćemo pisati u idućem članku iz ove serije). Prva leća promjera 1,55 m najveća je leća ikada napravljena, a treća leća tvori vakuumski prozor ispred žarišne ravnine sa senzorima u kameri.

**Transport zrcala iz skladišta do zgrade zvezdarnice u Čileu u ožujku 2024. godine.**







*Priprema komore za aluminizaciju zrcala u zgradi zvjezdarnice u Čileu. Komora se nalazi lijevo, a desno se vidi plavi držač zrcala s cilindrima za deformaciju zrcala te bijelo surogatno zrcalo za vježbanje postupka.*

Kako bi se pojednostavio mehanički dizajn i povećala krutost sustava, primarno i tercijarno zrcalo su izliveni kao isti komad stakla (tzv. monolitno M1M3 zrcalo). Slavni laboratorij za dizajn i proizvodnju astronomskih zrcala, Richard F. Caris Mirror Lab na Zvezdarnici Steward, smješten ispod tribina sportskog stadiona na Sveučilištu Arizona u Tucson-u u SAD-u, izlio je M1M3 kombinaciju primarno-tercijarnog zrcala od borosilikatnog stakla 2007. godine. Peć za lijevanje zrcala rotira dok je staklo tekuće zbog visoke temperature tako da je gornja površina parabolična u odnosu na os rotacije. Rotacija se nastavlja dok se staklo hladi do krutine (proces mora biti jako spor da ne dođe do deformacija stakla pa je hlađenje trajalo nekoliko mjeseci). Nakon izlivanja, trebalo je još precizno ispolirati optičke površine ali to je bio puno kraći i lakši postupak nego da početna površina nije bila parabolična.

## Ugradnja zrcala

Nakon testiranja M1M3 zrcala (slika 3) koje je završilo 2019. godine, zrcalo je transportirano brodom i kamionom do skladišta u blizini Zvezdarnice Rubin u Čileu. U ožujku 2024. godine, konačno je prevezeno do same Zvezdarnice Rubin, gdje će uskoro biti prekriveno tankim slojem srebra u za taj process posebno izrađenoj komori. Za razliku od većine drugih teleskopa, SST zrcala ne koriste aluminij za refleksiju jer



*Primarno-tercijarno zrcalo za Simonyi Survey Telescope, nakon izlivanja u rotirajućoj peći u Richard F. Caris Mirror Lab-u u ožujku 2008. godine.*



*Podizanje primarno-tercijarnog zrcala za Simonyi Survey Telescope tokom testiranja u Richard F. Caris Mirror Lab-u pomoću vakuumskih držača. Plavi sloj je stavljen zbog zaštite zrcala.*

srebro ima nešto bolju refleksiju od aluminija na potrebnim valnim duljinama). Kako bi zrcala ostala precizno poravnata unatoč promjenama u gravitacijskoj sili zbog različitih položaja teleskopa, te toplinskog širenja i skupljanja, SST će koristiti tzv. aktivni

optički sustav. Četiri senzora zakrivljenosti valne fronte smještena su po obodu žarišne ravnine i pomoću njihovih mjerenja svakih 30 sekundi će 72 cilindra, smještena ispod zrcala, "gurati" ili "vući" primarno zrcalo do savršenog optičkog oblika.



## KOMETI

# Međuzvezdani posjetioci kroz povijest, danas i u budućnosti

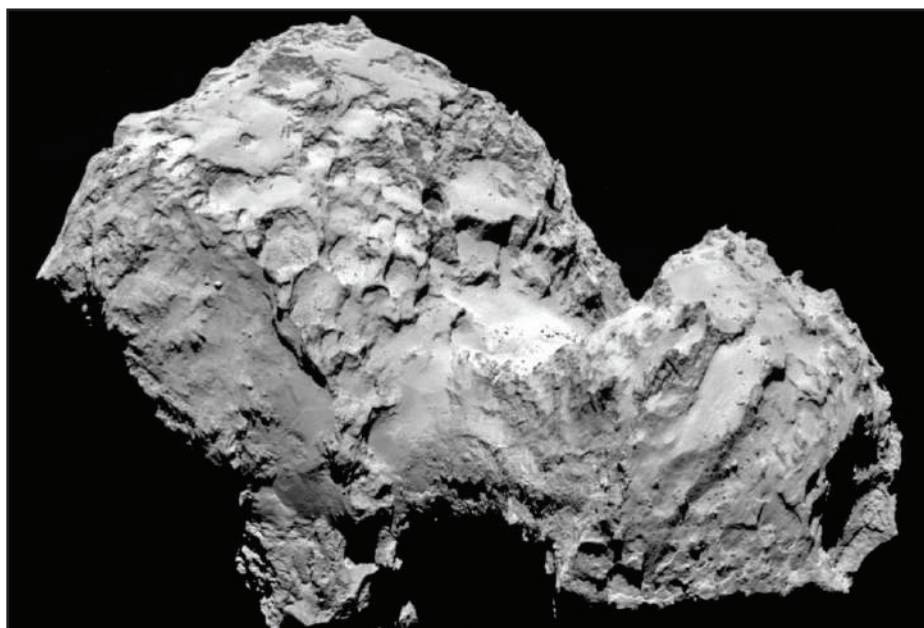
**Piše:****dr.sc. Miljenko Čemeljić**

Svake godine "posjeti" nas nekoliko kometa koji, ovisno o sjaju koji postignu, privuku više ili manje pažnje. Trenutno na nebu imamo komet 12P/Pons-Brooks, koji se, slično najpoznatijem, Halleyevom, vraća svakih 71 godinu. Otkriven je u XIX st., ali pretpostavlja se da se neki zapisi iz XIV i XV stoljeća odnose na njega. Takvi kometi mogu mijenjati putanju ovisno o tome da li pri prolasku kroz Sunčev sustav prođu blizu nekog od planeta, koji ih mogu čak i izbaciti iz ravnine ostalih planeta, u kojoj se giba i većina kometa.

Kometa koji su dio našeg, Sunčeva sustava, je mnogo, i svjedoče o postanku većih objekata spajanjem manjih komponenti. U ranoj fazi nastanka planeta postojala je era "bombardiranja", kada su, u već formirane veće planete, udarale tisuće takvih objekata godišnje-sve dok se međuplanetarni prostor nije ispraznio i preostali kometi postali rijetki posjetioci iz Kuiperovog i Oortovog oblaka, u kojima su preostali takvi objekti, na dalekoj orbiti oko Sunca. Prema trenutnim teorijama o porijeklu vode na Zemlji, upravo kometi su ti koji su ju donijeli, nakon što je mlado Sunce u jednoj fazi svog razvoja, spržilo svu vodu koja je eventualno mogla biti prisutna nakon nastanka stjenovitih planeta.

## Putnici

Mnogo manje takvih komadića stijena nam dolazi nakon što je izbačeno iz svojih orbite oko svojih zvijezda. Naime, lako si je zamisliti da neki od kometa zbog gravitacijskih utjecaja planeta na putanjama



*Kometa 67P/Churyumov-Gerasimenko snimljena Rosetta-inom uskokutnom OSIRIS kamerom on 3 kolovoza sa udaljenosti od 285 km. CREDIT: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS eam MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA*

oko svojih sunaca bivaju izbačeni iz njih, i postaju međuzvezdani putnici. Srećemo ih i kod "naših" kometa, kad izračunamo putanju vidimo da se radi o objektima s paraboličnim ili hiperboličnim, a ne manje ili više izduženim eliptičkim putanjama, kao kod povratnih kometa. Prvi takav objekt uočen je 2017. i kasnije nazvan 1I/Oumuamua, a drugi 2I/Borisov, 2019. Iz njihovih brzina očito je da se radi o međuzvezdanim objektima, jer ih naše Sunce ne može zadržati u orbiti, niti ih je nešto moglo toliko ubrzati na putanji kroz Sunčev sustav.

Zbog izduženosti tijela (izgleda kao cigara) i promjena putanje koje su upućivale na ispuštanje plinova, Oumuamua je postao predmet zanimanja medija, lako je bilo pretpo-



*Kometa C/2014 Q2 Lovejoy, snimljeno 2015. godine  
Foto: Zoran Novak / AD VEGA*

staviti da se radi o svemirskom brodu. Naravno, znanstvenici su iznašli more razloga u svojim promatračkim podacima koji su ukazivali da



se radi o prirodnom objektu, ali špekulacije u medijima su ostale. Zbog toga je čak predloženo da se prema tom objektu pošalje (vrlo mala, ali brza) svemirska letjelica, koja bi ga dostigla i na mjestu istražila o čemu se radi. Pošto imamo sve bolji instrumentarij za pronalaženje manjih svemirskih objekata, vjerojatno je da ćemo nalaziti sve više ovakvih objekata, šireći svoje poznavanje najbližeg okoliša Sunčevog sustava. U eventualnom direktnom istraživanju međuzvjezdanih posjetioca najzanimljiviji je njihov kemijski i izotopni sastav, jer se iz njega može zaključivati o razlikama u nastanku postanka planetarnog sustava iz kog potječe, u odnosu na naš. Time je moguće nadopuniti podatke koje ne možemo izvući iz spektralne analize, jedinog načina koji nam je na raspolaganju za istraživanje zvijezda. Trenutno najkontroverzniji projekt u tom smislu je tvrdnja Abrahama Loeba, profesora na sveučilištu Harvard, da sferične kuglice nađene na lokaciji pretpostavljenog pada materijala, potječu sa objekta koji je ušao u atmosferu u siječnju 2014. oko 20 km od obala Papue Nove Gvineje.

Podaci sa raznih postaja koje su ga snimile ukazuju na ulaznu brzinu veću od 45 km/s i putanju van ravnine ekliptike, što bi ga nedvosmisleno uvrstilo u međuzvjezdane projekte. Organizirana je ekspedicija i prikupili su 850 sferičnih kuglica promjera od 0.002 do 2 milimetra. Tvrdi da su svemirskog, a ne zemaljskog porijekla - što su oceanografi i geolozi dokazali da nije točno.

## Istraživanja

Istraživanja koja polako izlaze iz okvira Sunčeva sustava, ukazuju na smjer koji će naša civilizacija, ako opstane, slijediti idućih stoljeća: uz indirektna promatranja zvijezda ili istražujući ovakve "goste" iz njega, ćemo spoznavati sve više o bliskoj okolini naše zvijezde, Sunca. Ponešto ćemo doznati i uređajima koji će izlaziti u međuzvjezdani prostor, ali to će potrajati stoljećima: za sada, samo sonde Voyager 1 i 2, lansirane krajem 1970-tih, šalju podatke iz prostora iza planeta, udaljavajući se od nas brzinom od oko 15 km/s. Ostale sonde, kao Pi-



*Komet Halley prikazan na tapiseriji iz Bayeuxa, 11. stoljeće*  
CREDITS: Myrabella, Public domain, via Wikimedia Commons



*Kometa Hale-Bopp, snimljeno 1997. godine*  
Foto: Zoran Novak / AD VEGA

oneer 1 i 2 su doprle i dalje, zajedno sa dijelovima posljednjih stupnjeva pogona, ali radi se o neaktivnim uređajima, koji ne šalju nikakve podatke, bez čega je nemoguće odrediti čak i gdje se točno nalaze. Svemirske udaljenosti su vrlo, vrlo velike i naše trajanje, kao i naših uređaja, je vrlo ograničeno. Utoliko je veći uspjeh što uopće možemo nešto mjeriti i zaključivati o onom što mjerimo u tim prostranstvima. Ekstrasolarni

planeti su danas u modi u astronomiji i mnogo se investira u njihova istraživanja. Našli smo tisuće potvrđenih ili potencijalnih planeta oko drugih zvijezda. Velika većina njih je, ipak vrlo bliska, na krugu oko Sunca koji je radijusa svega 2.000 svjetlosnih godina.

To je samo mali kružić na liku naše Galaksije, čiji je radijus oko 50 tisuća svjetlosnih godina. Naše upoznavanje svemira je tek počelo!



## SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE U SLOVENIJI

# Svjetlosno onečišćenje u područjima Natura 2000

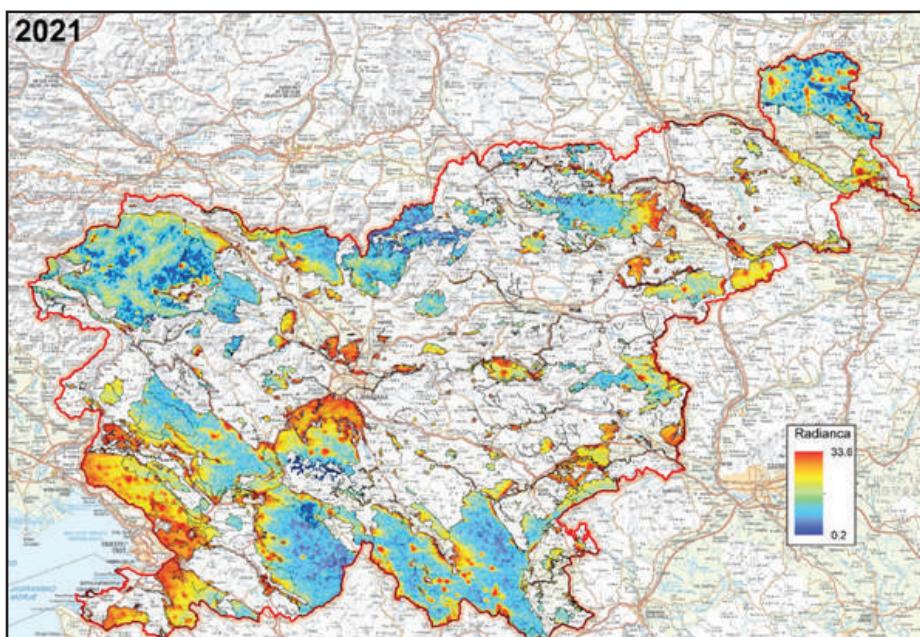
Očuvanja biološke raznolikosti za buduće generacije

Piše:

**dr. sc. Igor Žibera**

**Astronomsko društvo Orion,  
Maribor**

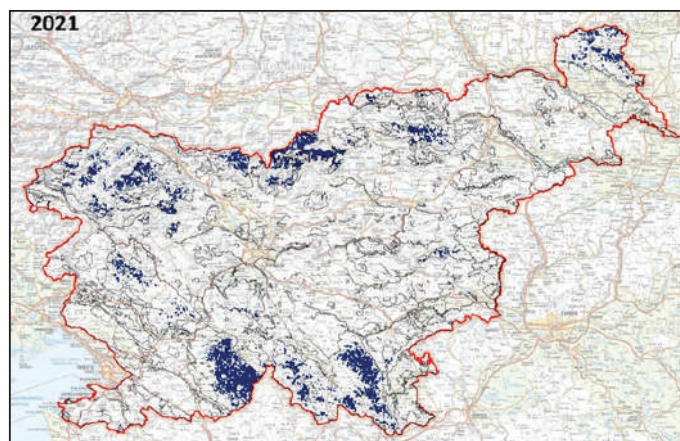
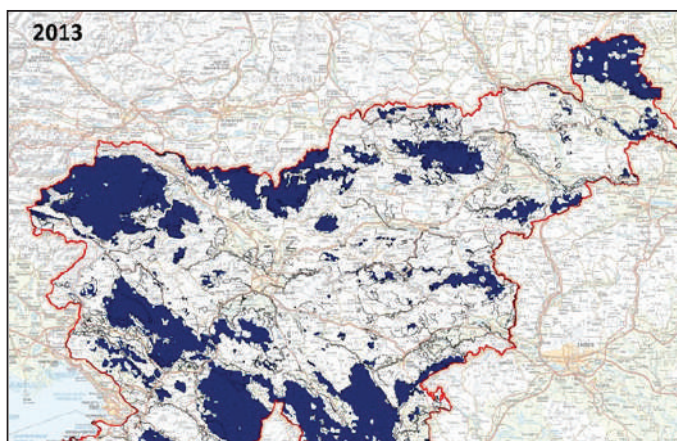
Umjetni izvori svjetlosti, koji su često presvijetli, neučinkoviti, nepropisno instalirani ili čak nepotrebni, mogu uzrokovati prekomjerno osvjjetljenje, što se naziva svjetlosnim onečišćenjem. Ona je nusprodukt industrijske i postindustrijske civilizacije, koja osvjetljava prometnu infrastrukturu (ceste, željeznice, zračne luke, ...), objekte (proizvodne, poslovne, reklamne...), javne površine (parkove, parkirališta, igrališta, skijaške staze), spomenike kulture i osobnu imovinu. U ovom radu ističemo koliko je noćno nebo zagađeno svjetlom u zaštićenim područjima Natura 2000 u Sloveniji, gdje bismo očekivali da je kvaliteta tamnog neba lako dostižna. Zaštićena područja su zaokružena područja prirode u kojima čovjekovo djelovanje i zahvati u okoliš moraju biti usklađeni s prirodnim uvjetima. Takva područja u Hrvatskoj vidljiva su na poveznici: <https://biportal.hr/>



*Slika 1: Količina emitiranog svjetla u područjima NATURA 2000 u Sloveniji 2021 godine u  $nW/(sr\ cm^2)$ . Izvor: Earth Observation Group.*

gis/. Natura 2000 je europska mreža posebnih područja očuvanja proglašanih u državama članicama Europske unije s osnovnim ciljem očuvanja biološke raznolikosti za buduće generacije. Područja posebne zaštite stoga su namijenjena očuvanju životinjskih i biljnih vrsta i staništa koja

su na europskoj razini rijetka ili ugrožena ljudskim djelovanjem. Ukupna površina područja Natura 2000 u Sloveniji je  $7.684\ km^2$  i pokrivaju 37% ukupne površine Slovenije. Unatoč jasno definiranim mjerama ograničenja u Natura 2000 područjima, neki utjecaji iz okoliša (buka, svjetlost)



*Slika 2: Tamna područja (vrijednosti niže od  $0,25\ nW/(sr\ cm^2)$ ) na područjima NATURA 2000 u Sloveniji 2013. i 2021. Izvor: Earth Observation Group.*



se i u njih šire bez ograničenja - pa iako područja Natura 2000 nemaju značajnije izvore svjetlosnog onečišćenja, ona su ipak zagađena utjecajima s područja izvan Nature 2000.

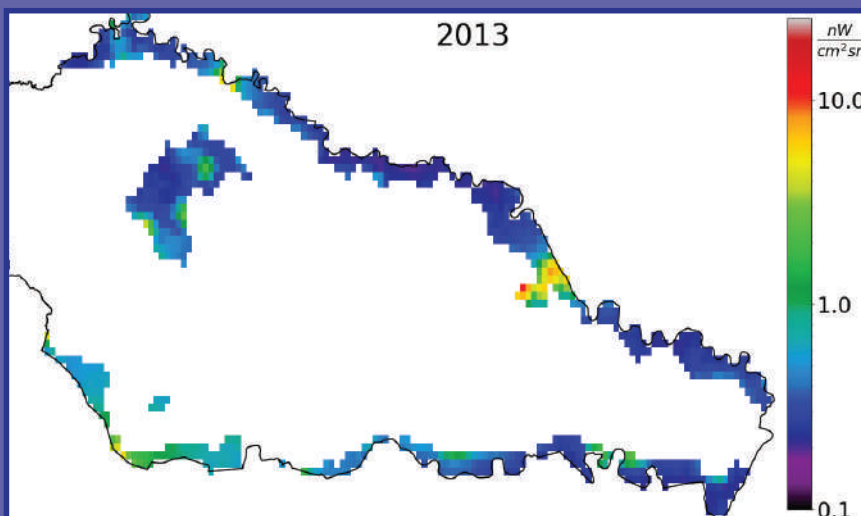
## Stanje na terenu

Prosječna količina emitiranog svjetla u područjima Natura 2000 iznosi  $0,71 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ , što je tek malo manje od prosjeka za cijelo područje Slovenije ( $0,79 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Čak 142 slovenske općine (ili 66,6% od svih općina) imaju manje vrijednosti od prosječne emitirane svjetlosti na području Natura 2000. Maksimalna vrijednost na području Nature 2000 iznosi  $28,93 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  (na području cijele Slovenije je to  $116,38 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Najsvjetliji piksel u područjima Natura 2000 nalazi se u Krajobraznom parku Drava na samom rubu gradskog središta Ptuja. Svjetlosno najzagađenija područja Natura 2000 nalaze se u neposrednoj blizini gušće urbaniziranih područja.

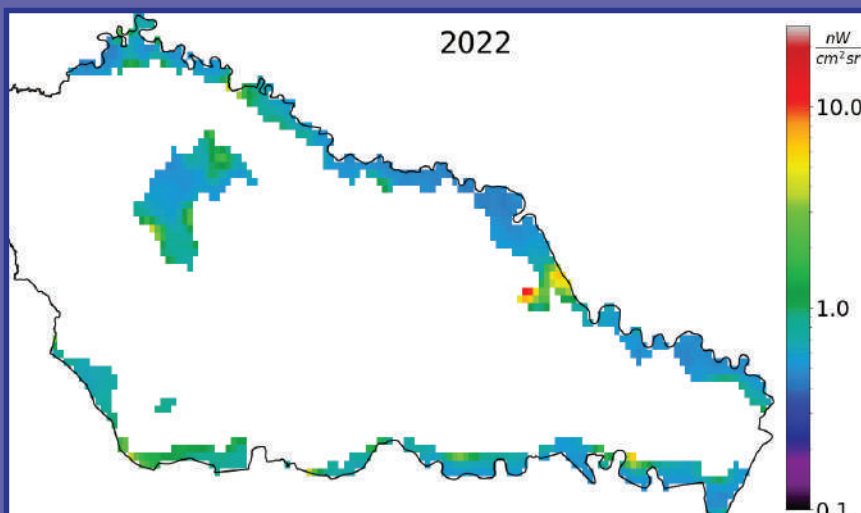
Najistaknutiji primjeri su Ljubljansko barje, Rašica i Šmarna gora u okolini Ljubljane, Vipavska dolina (okolina Nove Gorice i Ajdovščine), Kras (u zaleđu Trsta i Kopra), Slovenska Istra i Sečoveljske solane, Kum (gdje se osjeća utjecaj Trbovlja), Pohorje (učinci Maribora i suburbaniziranog Dravskog polja), Drava (utjecaji naselja na Dravskom i Ptujском polju) (Slika 1). Ako uzmemo u obzir pojedine poligone Natura 2000 u Sloveniji, možemo utvrditi da najveće prosječno zračenje ima područje Škocjanskog zaljeva u blizini Luke Koper ( $13,39 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ), Slovenskih Konjica ( $7,86 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ) i Voglajne na ušću Savinje kod Celja ( $6,69 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ ). Područja s najmanjom količinom emitirane svjetlosti unutar Nature 2000 nalaze se u Julijskim Alpama, Kamniško-Savinjskim Alpama, na visokim krškim visoravnima, na području Snežnika, Kočevskog, na području zapadnog Pohorja i dijela Goričkog u sjeveroistočnom dijelu Slovenije. Udio tamnih područja s vrijednostima manjima od  $0,25 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  u područjima Natura 2000 u Sloveniji iznosio je 2013. godine 67,5%, no do 2021. smanjio se na samo 14,0%. U 2021. samo 29 općina u Sloveniji imalo je veći udio tamnih područja.

## NESTANAK TAMNOG NEBA

# Međimurska Natura 2000



Međimurje 2013. godine



Međimurje 2022. godine

**PIŠE:**  
**dr.sc. Dejan Vinković**

*Natura 2000 pokriva ukupno 18% površine Međimurske županije i lokalna zajednica bi trebala ta područja doživjeti kao vrlo vrijedan prirodni resurs o kojem se treba birnuti i očuvati ga. To uključuje i brigu o održavanju tamnog noćnog neba, koje je preduvjet za očuvanje raznih životinjskih vrsta i njihovih staništa. Na žalost, međimurci su po tom pitanju u potpunosti zakazali. Satelitska mjerenja pokazuju da je 2013. go-*

*dine 54% površine Natura 2000 u Međimurju zračilo prosječnu količinu svjetla ispod  $0,36 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ , što bi mogli okarakterizirati kao tamno nebo. A čak 18% imalo je vrijednosti ispod  $0,25 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$ , što je istinski tamno nebo. Ali nerazumno širenje rasvjete je sve to uništilo. Danas tako niskih prosječnih vrijednosti u Međimurju više nema, pa time ni tamnog neba. Najmanja vrijednost u 2022. godini bila je  $0,44 \text{ nW}/(\text{sr cm}^2)$  i raste iz godine u godinu, što je posljedica širenja i pojačavanja inteziteta rasvjete.*



# ČUVAJMO SJAJ U NOĆI

## Zašto se krijesnice „gase“?

Piše:

**Roberta Radović**

**JU Međimurska priroda**

Kada ste posljednji put doživjeli čaroliju svjetlosti i noćnog plesa krijesnica? Volonteri i djelatnici Međimurske prirode – Javne ustanove za zaštitu prirode koji su prošle godine u lipnju sudjelovali u volonterskoj akciji pod nazivom Noćni lov na jelenka na terenu šume Topolje u Globetki kod Čakovca imali su privilegiju doživjeti čarobni sjaj krijesnica. One su aktivne u lipnju, u večernjim satima između 21 i 22 sata, upravo u vrijeme i kada se provodi monitoring kukca jelenka.

### Ivanjski sjaj

U Hrvatskoj su dosad identificirane četiri vrste krijesnica, većinom su prisutne ivanjska i mala ivanjska krijesnica. Ovi kukci obitavaju na svim kontinentima u područjima tropske i umjerene klime, te ih je zabilježeno sveukupno dvije tisuće vrsta. Prepoznatljive su svugdje zbog sposobnosti emitiranja svjetlosti.

Bioluminiscenciju odnosno hladno svijetljenje u živih organizama, krijesnice koriste za međusobnu komunikaciju i privlačenje partnera, plašenje, upozoravanje neprijatelja (predatora) ili pak kako bi branile svoj teritorij i



*Ivica Pakrac prošle godine na Matulovu gruntu u Lovu na noćne leptire spomenuo je i problematiku nestajanja krijesnica*

stanište. Većina krijesnica stvara zelenkasto-žuto svjetlo.

### Doživite ih

Posljednjih godina gubitkom vrijednih staništa, primjerice livada, i sve većom urbanizacijom opaža se sve manja brojnost ovih osobitih kukaca. Svjetlosno zagađenje im sve više prijeti. Svjetla automobila, ulična rasvjeta, blještavi reklamni pano i drugi osvijetljeni prostori ugrožavaju komunikaciju ionako osjetljivih krijesni-

ca. Ugroza krijesnicama je također još jedna ljudska aktivnost – pretjerana upotreba pesticida. Tople ljetne noći, kakvih se neke generacije sjećaju iz doba djetinjstva, uz čaroliju „letećih prirodnih lampiona“, stoga su sve rjeđe. Čuvajmo livade i druga za krijesnice pogodna staništa, kako bi festival svjetlosti u izvedbi krijesnica bio u ljetnim mjesecima besplatno dostupan budućim generacijama koje dolaze. Teško ih je fotografirati. Treba ih doživjeti!



*U šumi Topolje volonteri su nakon lova na jelenke, doživjeli čarobni ples krijesnica*



*U Međimurju krijesnice još nazivaju Ivojski kukci ili Ivojske muhe*



## ASTRONOMIJA

# Kad bi Sunce bilo metar i pol...

Piše:

dr.sc. Dejan Vinković

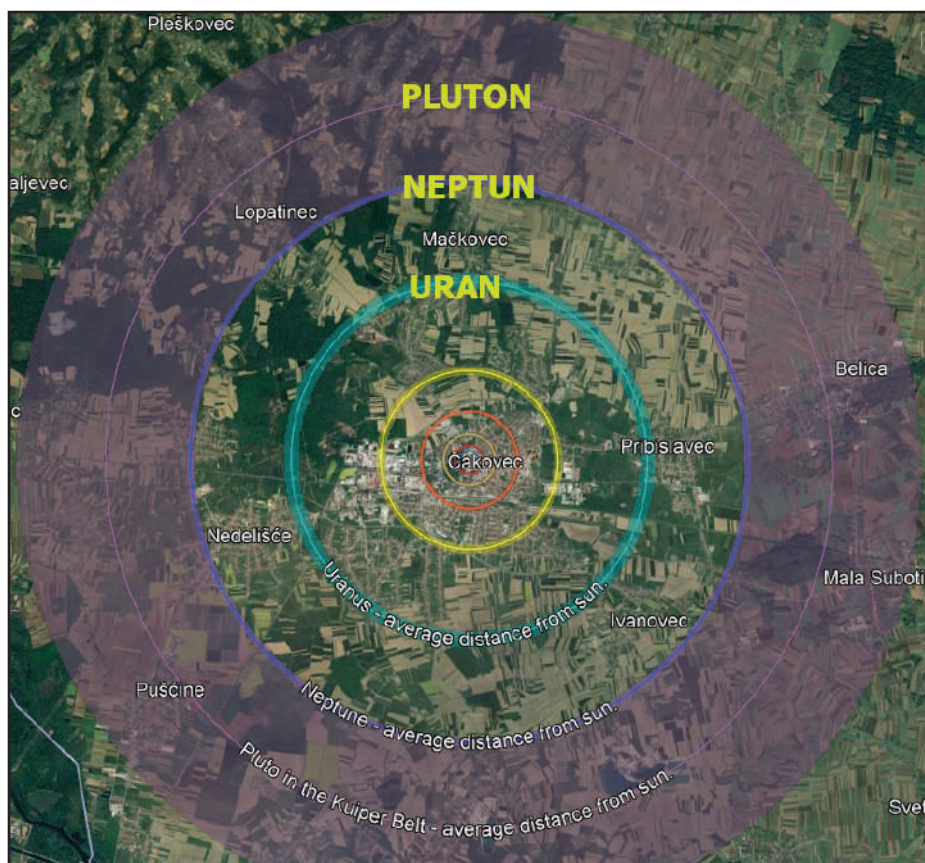
Jeste li se ikada zapitali koliko bi bio velik Sunčev sustav da je Sunce veliko 1,5 metara? Kako se ne bi mučili s traženjem svih potrebnih podataka, otvorite ovu internet stranicu, unesite podatak za Sunce, i kliknite "Calculate": <https://thinkzone.wlonk.com/SS/SolarSystemModel.php>

Ispisati će se tablica u kojoj su podaci koliko je svaki planet velik i udaljen od Sunca u stvarnosti i isto to u slučaju da je Sunce tako sićušno. Uz to, iscrtati će vam i mapu na kojoj možete odabrati lokaciju gdje bi stavili sićušno Sunce. Na slikama možete vidjeti situaciju gdje smo odabrali spomenik Nikoli Zrinskom na Trgu Republike u Čakovcu.

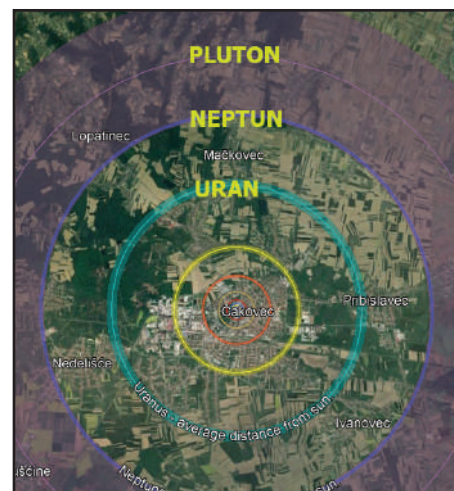
### Udaljenosti

Zemlja bi tako bila velika samo 1,37cm i udaljena oko 160m od Sunca, što je taman kod dvorca u Čakovcu. Primjetite da se ispisuju prosječne udaljenosti jer se planeti ne gibaju po kružnicama nego elipsama.

Na mapi se prikazuje obojeno područje unutar kojeg se planeti gibaju. Mars će vas možda iznenaditi većim rasponom udaljenosti od Sunca. Pluton, koji spada u skupinu patuljastih planeta, ima vrlo izduženu elipsu i veliko obojeno područje na mapi. Mapa pritom ne može prikazati da Pluton živi u ravlini koja je poprilično nagnuta u odnosu na ravninu u kojoj žive planeti. To je posljedica toga što mu Neptun svojom gravitacijom diktira gdje može imati stabilnu putanju. U tom dalekom području postoji i niz asteroida, objekata manjih od Plutona, pa je taj dio Sunčevog sustava dobio i zaseban naziv Kuiperov pojas. Zanimljivo da su tu otkriveni i neki objekti veličine Plutona ili samo malo manji, što je i prisililo astronome da mu oduzmu status planeta. Ono što u ovom pri-



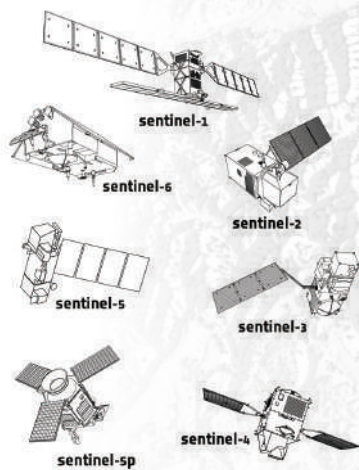
*Uz Sunce od 1,5 metara, ovo bi bile udaljenosti planeta od Čakovca*



kazu nedostaje je područje sunčevog sustava iz kojeg dolaze komete. To područje nazivamo Oortov oblak i znamo da postoji jer se uočava uzorak u putanjama kometa. Ali ne znamo dokle se proteže, pa procjene idu od 2.000 to 200.000 udaljenosti

Zemlja-Sunce. To bi odgovaralo udaljenostima od oko 320-32.000km na našoj mapi. Za usporedbu, stvarni radijus Zemlje je 6.370km. Uz to, najbliža zvijezda Proxima Centauri bila bi na ovoj skali od sićušnog Sunca udaljena 43.300km.

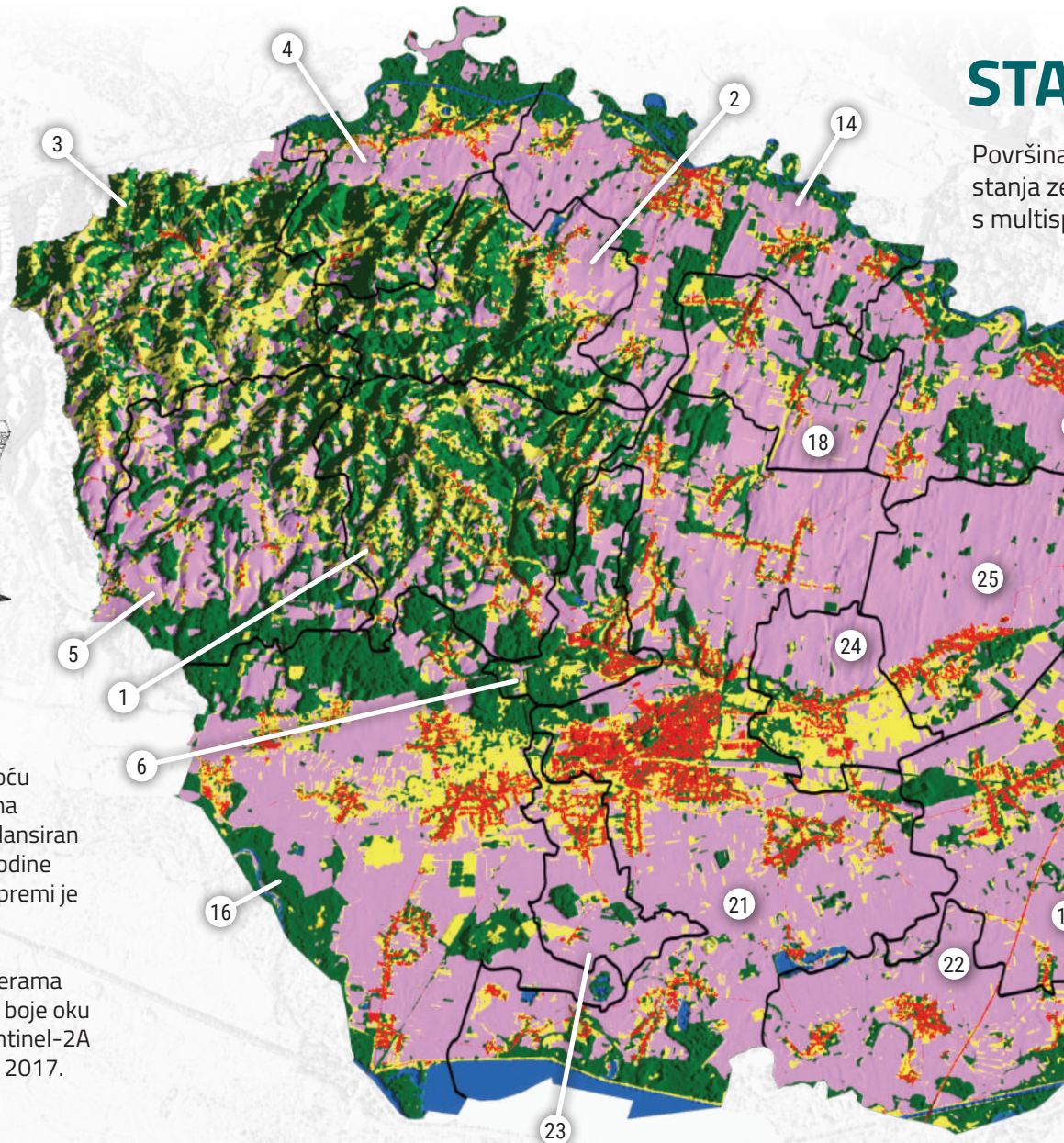




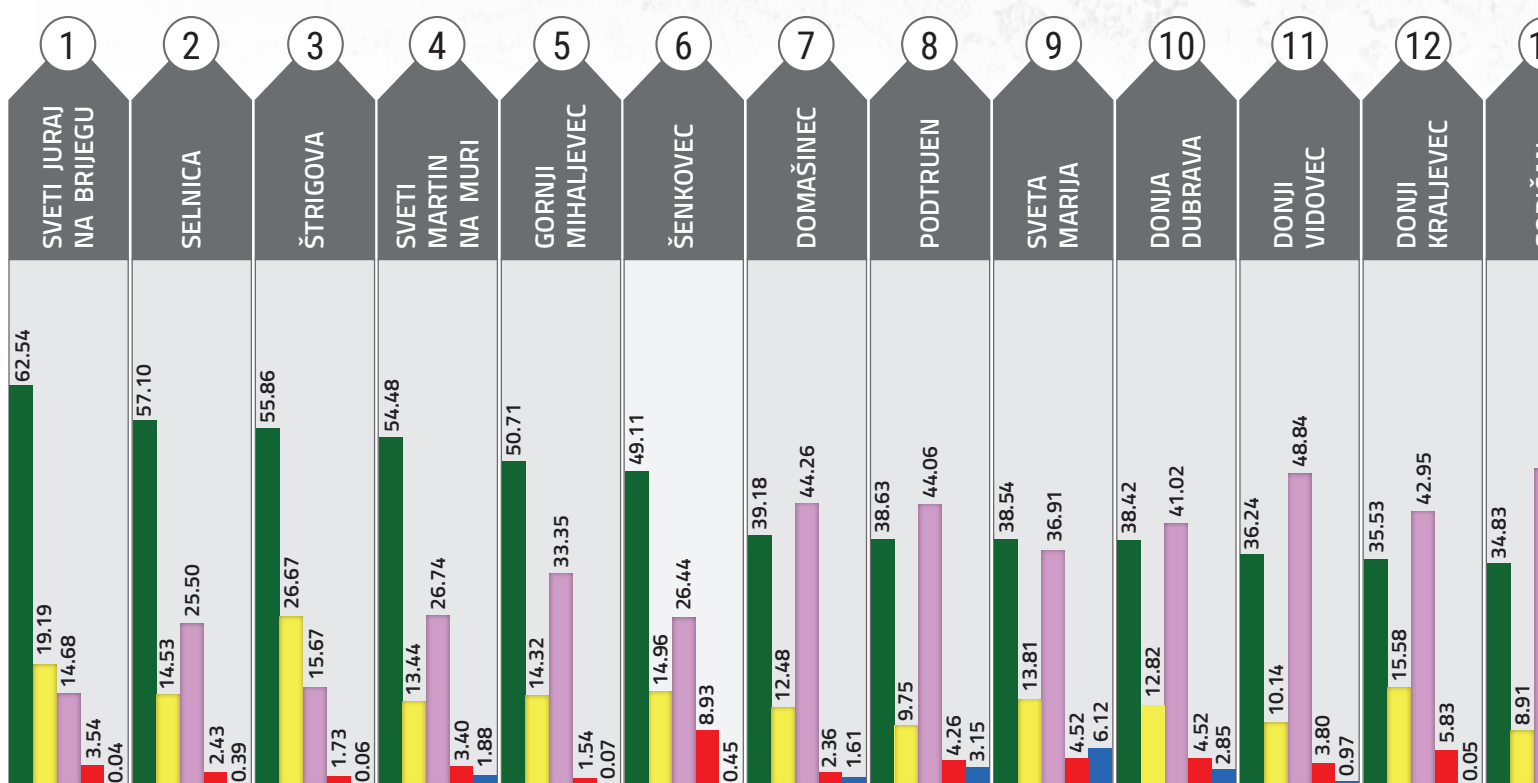
Sateliti Sentinel 1 i 2 kruže oko Zemlje po polarnoj orbiti.

Sentinel 1 snima površinu pomoću radara danju i noću, bez obzira na vremenske uvjete. Sentinel-1A lansiran je 2014., a Sentinel-1B 2016. godine (prestao s radom 2022.), a u pripremi je lansiranje Sentinel-1C satelita.

Sentinel-2 snima površinu kamerama visoke rezolucije koristeći razne boje oku vidljivog i nevidljivog svjetla. Sentinel-2A lansiran je 2015., a Sentinel-2B 2017. godine.



Mapa prikazuje klasifikaciju zemljišnog pokrova temeljem snimaka za 2021. godinu. Podaci su dostupni na: <https://esa-worldcover.org>  
© ESA WorldCover project 2021/ Contains modified Copernicus Sentinel data (2021) processed by ESA WorldCover consortium

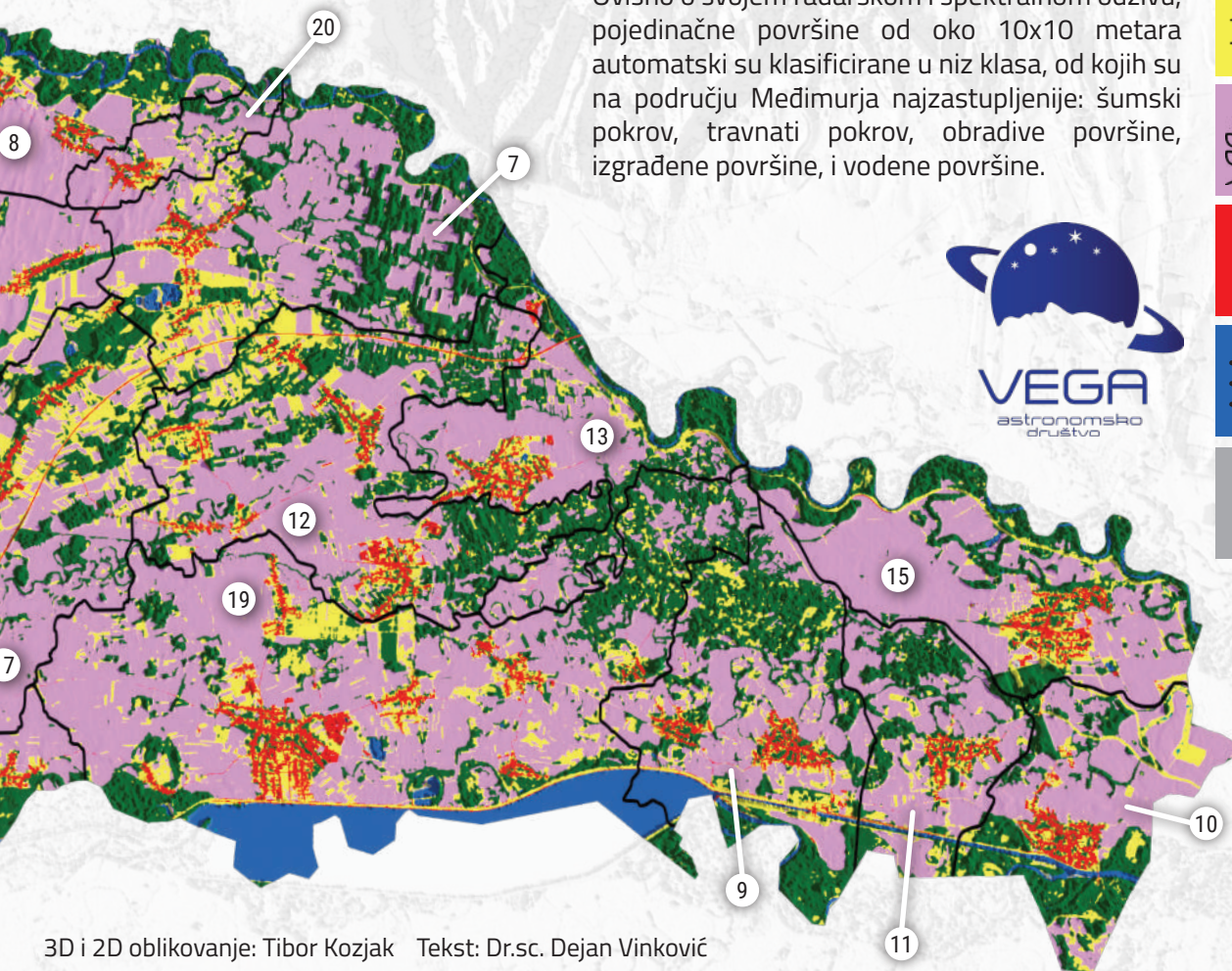




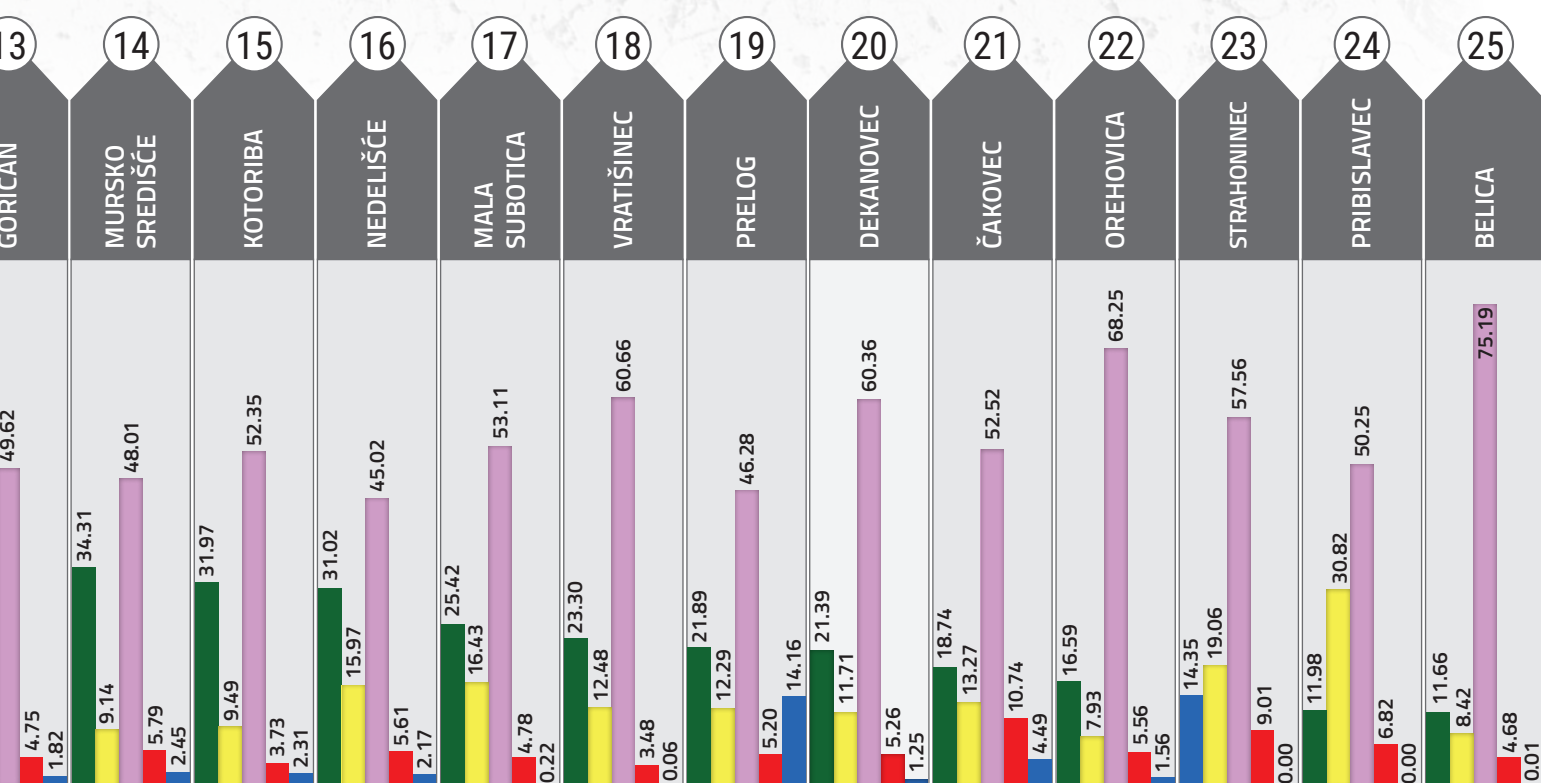
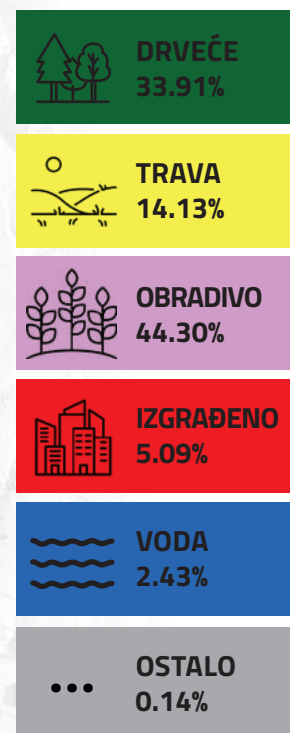
# ANJE ZEMLJIŠNOG POKROVA VIDLJIVO IZ SVEMIRA

a Zemlje svakodnevno se mapira i analizira pomoću raznih satelita koji omogućuju identifikaciju zemljišnog pokrova. Takav primjer je i korištenje radarskih snimaka sa satelita **Sentinel 1** u kombinaciji (tj. različitim oku vidljivim i nevidljivim bojama) snimkama satelitom **Sentinel 2**.

Ovisno o svojem radarskom i spektralnom odzivu, pojedinačne površine od oko 10x10 metara automatski su klasificirane u niz klasa, od kojih su na području Međimurja najzastupljenije: šumski pokrov, travnati pokrov, obradive površine, izgrađene površine, i vodene površine.



3D i 2D oblikovanje: Tibor Kozjak Tekst: Dr.sc. Dejan Vinković



## PRIRODNO ZRAČENJE

# Vaše tijelo je radioaktivno!

I to je normalno. Ionizirajuće zračenje je svuda oko nas, pa i u nama.

**Piše:**

**dr.sc. Dejan Vlnković**

Prije 4,6 milijardi godina, u jednom kraku naše galaksije eksplodirala je supernova. Stvoreni udarni val krenuo se širiti okolnim prostorom i pritom udario u oblak plina i prašine u blizini. Oblak, koji je do tada bio stabilan i odupirao se stisku vlastite gravitacije, krenuo je u nezaustavljiv proces kolapsa. Šezdesetak milijuna godina kasnije na tom mjestu nastao je planet na kojem živimo. Dokaz da se taj scenarij odigrao još prije nego li je Zemlja nastala su atomi stvoreni u eksploziji i vrlo polako se raspadaju još dan danas posvuda oko nas, pa i u našim tijelima.

Atome razlikujemo po broju pozitivnih čestica protona u njihovoj jezgri, a oko jezgre žive negativno nabijeni

elektroni u jednakom broju koliko i protona. Različiti kemijski elementi imaju različit broj protona. Međutim, električno odbijanje protona je toliko jako da bi se jezgra razletjela da nema i nuklearne sile koja međusobno privlači protone. Problem za jezgru je u tome što privlačenje protona nije dovoljno, nego je jezgri potrebno dodati neutrone koji nemaju električni naboj, ali doprinose stabilnosti jezgre privlačnom nuklearnom silom. Atome koji se razlikuju po broju neutrona zovemo izotopi, te tako svaki kemijski element ima svoje izotope.

## Izotopi

Znanstvenici danas razumiju kako u Svemiru može nastati neka vrsta izotopa, pa tako postoje izotopi koji su karakteristični za eksplozije supernova. Prilikom nastanka Svemira stvoreni su samo vodik, helij, i ponešto

litija, a sve ostalo stvaralo se u zvijezdama ili kroz eksplozije i sudare zvijezda. Pritom neki izotopi posjeduju nestabilnu jezgru koja se mijenja vrlo, vrlo polako. Zahvaljujući takvim izotopima znamo priču o supernovi s kojom smo počeli.

Jedan od sporo raspadajućih izotopa je K-40 (kalij-40, jezgra od 19 protona i 21 neutrona), koji se nalazi posvuda, pa tako i u našem organizmu. Njegovo poluvrijeme raspada (tj. vrijeme unutar kojeg se pola takvih atoma pretvori u neke druge kroz tzv. radioaktivni raspad) je 1,251 milijardi godina. Nastaje u eksplozijama supernova, pa je tako K-40 u vašem tijelu ostatak te supernove koja je pokrenula formiranje Sunčevog sustava.

Kalij u prirodi osim tog ima i još dva druga izotopa, jedan s 20 i drugi s 22 neutrona, kojima su jezgre stabilne. K-40 je izmještan s njima u udjelu od



Detektor gama zraka na vreći umjetnog gnojiva MKP (monokalijev fosfat) i nagli skok u broju detekcija gama zraka kada se detektor približio vreći umjetnog gnojiva.

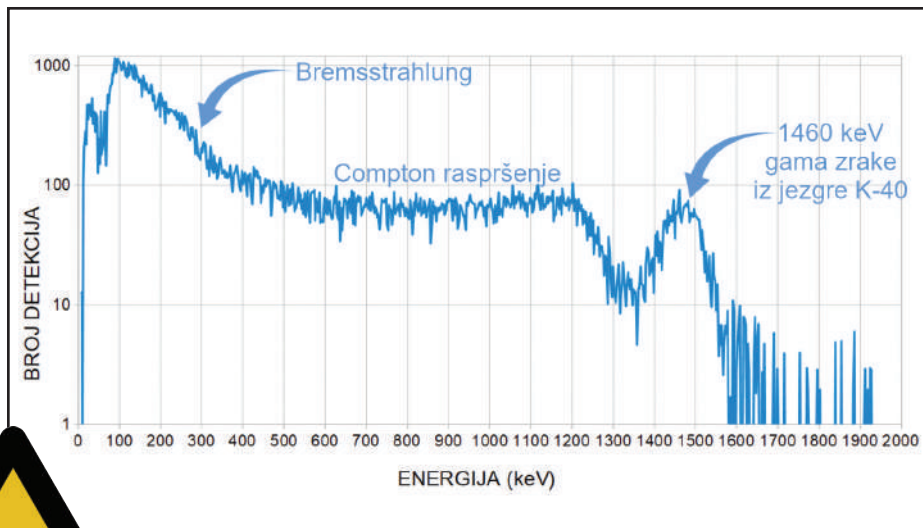


0,0117% , a kada je nastao prije 4,6 milijardi godina bilo ga je 0,15%. Radioaktivni raspad K-40 se u 90% slučajeva dešava pretvaranjem jednog neutrona u jezgri u proton, čime nastaje kalcij-40 ( $\text{Ca-40}$ : 20p i 20n), te se pritom oslobodi elektron (beta čestica) i elektronski antineutrino (vrlo laka električki neutralna čestica koja gotovo s ničime ne reagira). U preostalih 10% slučajeva će proton u jezgri K-40 reagirati s elektronom koji kruži oko jezgre, te se pritom stvori neutron, čime nastaje Argon-40 ( $\text{Ar-40}$ : 18p i 22n), i elektronski neutrino, ali se oslobodi i energija u obliku vrlo energetskog svjetla – gama zrake (čestice) energije od 1,46 MeV (milijuna elektronvolti; vidi [1]). I beta i gama zrake spadaju u ionizirajuće zračenje – oblik zračenja koje ima dovoljno energije da potencijalno nanese štetu našem tijelu. Gama zrake se ponekad nazivaju i X-zrakama, recimo kod nešto nižih energija.

Budući da je kalij posvuda, pa i u našem tijelu gdje je neopohodan za funkcioniranje organizma, K-40 nas ozračuje od izvana i iznutra. Oko 10% zračenja koje naše tijelo prikupi tijekom godine dolazi od radioaktivnih elemenata u našem tijelu, gdje je K-40 dominantni izvor jer ga ima relativno puno i u svim tkivima. Iako većina gama čestica izađe iz tijela, mali dio se ipak zaustavi u organizmu i tako doprinosi ozračivanju tijela.

## Prirodno zračenje

U broju 2 časopisa Vega horizonti (str.14-16) opisani su i drugi prirodni izvori ionizirajućeg zračenja kojim smo izloženi. Iz ovog je očito da kada pričamo o opasnosti od radioaktivnosti trebamo biti informirani o tome da je ionizirajuće zračenje sastavni dio našeg života i da su bitne dozne zračenja koje akumuliramo. Stoga ako detektiramo radioaktivnost, ne znači automatski da se radi o opasnosti. Danas je moguće bez problema detektirati povećano zračenje koje dolazi iz vreće umjetnog gnojiva MKP (monokalijev fosfat) ko-

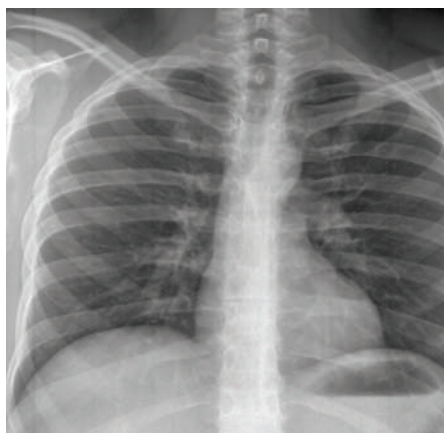


*Spektar gama zračenja izotopa K-40 izmjereno na vreći umjetnog gnojiva iz prethodne slike.*

risteći maleni, relativno jeftin kućni detektor (vidi slike). Takav detektor odmah reagira na povećan broj gama zraka iz K-40 u vreći, ali radi se o dozama koje

nisu opasne, tj. na razini su normalnih. Uostalom, skladišta umjetnog gnojiva ne tretiramo kao skladišta radioaktivnog materijala. Prikazani spektar gama zraka iz K-40 je zanimljiv jer se uočavaju i razni fizikalni procesi. Na 1,46 MeV vidi se lokalni maksimum od gama zraka koje dolaze direktno iz K-40. Taj maksimum ima neku širinu po energijama zbog načina na koji se energija gama zraka deponira u detektoru i pretvara u signal. Zatim je na nižim energijama plato koji dolazi od tzv. Compton raspršenja. Radi se o procesu gdje se gama ili X-zrake ponašaju kao čestice i sudaraju s elektronima u okolnoj tvari, te pritom izgube dio energije

koje su predale elektronu. Na najmanjim energijama pak se vidi opet lokalni maksimum, ali taj dolazi zbog bremsstrahlunga. Radi se o procesu gdje brzi elektroni (a u 90% raspada K-40 stvaraju se beta čestice, tj. elektroni) naglo zaokrenu u svom letu kada prolaze pored pozitivno nabijenih atomskih jezgara. Prilikom tog skretanja emitiraju X-zrake koje onda detektor uočava kao zračenje koje dolazi iz umjetnog gnojiva. Zanimljivo da je argon treći najzastupljeniji plin u atmosferi nakon dušika i kisika, s udjelom od 0,934%, i dolazi gotovo u potpunosti od raspada K-40. Kako to znamo? Pa tako što je u Svemiru daleko najzastupljeniji izotop Ar-36, a naša atmosfera je dominantno Ar-40 koji je produkt raspada K-40. Zbog svojeg sporog raspada K-40 služi i za mjerenje starosti stijena, budući da se iz omjera izotopa K-40 i Ar-40 može odrediti koliko je vremena trebalo da se stvori taj omjer. Recimo, vulkanske stijene oslobodile su nakupljeni Ar-40 kada su bile izlivena tekuća lava. Stoga je sav zarobljeni Ar-40 nastao nakon toga, pa tako možemo odrediti starost te stijene. Uz to, K-40 koji se raspada u unutrašnjosti našeg planeta doprinosi svojoj radioaktivnošću grijanju Zemljine jezgre.



*Zračenje nam koristi i u medicini*

[1] Elektronvolt (eV) mjerna je jedinica za energiju. Jednaka je energiji gibanja koju poprimi elektron ubrzan električnim poljem kroz potencijal od 1 volta u vakuumu. 1 eV je jednak  $1,60 \times 10^{-19}$  J. MeV je mega eV, tj. milijun eV.

## KOZMIČKE ZVIJERI I. dio

# Supernove i određivanje udaljenosti u astronomiji

**Kataklizmički završetak života masivnih zvijezda omogućuje namotkrivanje tajni Svemira**

Piše:

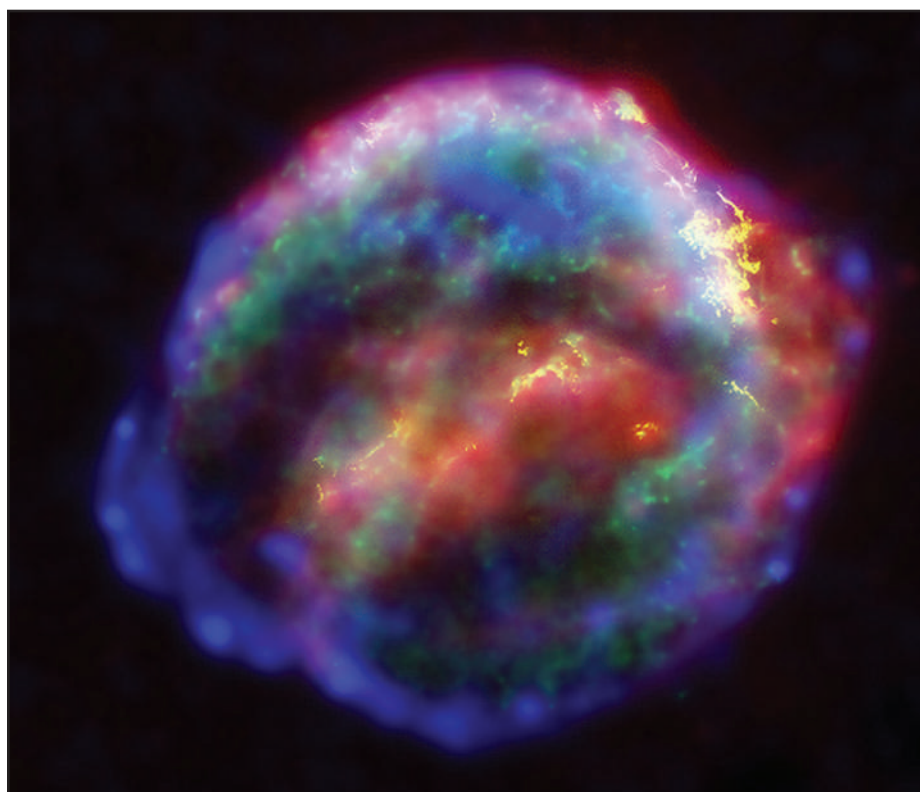
**dr. sc. Tomislav Jurkić**

Određivanje udaljenosti u astronomiji predstavlja jedan od najvažnijih, ali i najtežih problema. Kako bi otkrili prirodu zvijezda i galaksija, fizikalne procese i pojave koje se na njima zbivaju, ključno je poznavanje njihove udaljenosti. Goruća šibica na udaljenosti od nekoliko metara imat će sličan prividni sjaj kao i goruća buktinja Ivanjskog krijesa na susjednom brdu, no bez poznavanja udaljenosti nećemo moći odrediti gori li šibica ili stog sijena.

## Mjerenje udaljenosti

Izravno određivanje udaljenosti u astronomiji je moguće samo za zvijezde u neposrednoj okolici Sunca, pri čemu se koristi metoda trigonometrijske (zvjezdane) paralakse – sličnim principom ljudsko oko procjenjuje udaljenosti do predmeta, koristeći opažanje istog predmeta s dva položaja oka. Ova metoda zahtjeva vrlo precizno određivanje položaja zvijezda, zbog čega se mora opažati iz svemira kako bi se uklonio utjecaj Zemljine atmosfere. Ovom je metodom moguće odrediti udaljenost tek nama najbližih zvijezda. Danas aktualni Gaia satelit odredio je precizno udaljenost zvijezda do oko 7000 svjetlosnih godina, ili 25% udaljenosti do središta Mliječnog puta. Očito je stoga da ovom metodom ne možemo odrediti niti izgled našeg Mliječnog puta, a kamo li njegovu strukturu.

Za određivanje većih udaljenosti otkriveno je niz različitih metoda, no



*Ostaci Keplerove supernove SN1604 - zadnja supernova (tipa Ia) koja je eksplodirala u Mliječnom putu 1604 godine. Slika je kombinacija snimaka u području X-zraka, vidljivog i infracrvenog svjetla.*

*Credits: NASA, ESA, Ravi Sankrit (JHU), William Blair (JHU)*

najpouzdanije su one koje koriste princip tzv. "standardnih svijeća". Standardne svijeće možemo zamisliti kao reflektore koji sjaje uvijek istim intenzitetom, odnosno snagom zračenja. Ukoliko je reflektor daleko, prividno će njegov sjaj biti manji, a ukoliko je blizu, prividni sjaj će mu biti veći. Poznavajući snagu zračenja (u astronomiji se to naziva luminozitet – ukupna energija koju zvijezda zrači u okolni prostor svake sekunde), i mjereći prividni sjaj, možemo odrediti udaljenost do standardne

svijeće. Cefeide su takve standardne svijeće, a čine ih posebna vrsta divovskih zvijezda čija površina periodički pulsira poput ljudskog srca uzrokujući pravilnu promjenu sjaja. Henrietta Swan Leavitt je još 1908. otkrila da sve Cefeide istog luminoziteta imaju isti period pulsacija. Opažanjem njihovog prividnog sjaja i određivanjem perioda pulsacija može se odrediti i njihova udaljenost. Međutim, iako su Cefeide divovske zvijezde mase i do 20 Sunčevih masa te luminoziteta do 40.000 puta većeg



od Sunčevog, one su vidljive samo iz neposredne galaktičke okoline, do oko 50 milijuna svjetlosnih godina, što odgovara udaljenosti do lokalne skupine galaksija u zviježđu Djevice i svega 0,4% veličine svemira. Kako bismo odredili udaljenost do još daljih zvijezda i galaksija, potrebni su nam još sjajniji objekti.

## Najsajnije

Supernove su pojave iznenadnog promjena sjaja, a danas nam je poznato da su uzrokovane kataklizmičkim kolapsom zvijezde. Tu su daleko najveće poznate promjene sjaja u svemiru – sjaj supernove može doseći sjaj cjelokupne galaksije, jednak sjaju 5 milijardi Sunaca, odnosno zvijezda sličnih Suncu. Očigledno je da supernovu možemo vidjeti vrlo daleko, sve do "ruba" svemira te su stoga idealne za određivanje najvećih, kozmičkih udaljenosti, te strukture i sastava svemira. Na žalost, nisu sve supernove pogodne za određivanje udaljenosti, već samo jedna njihova klasa, nazvana Ia. Supernove se dijele u dvije klase, I i II, uz potklase Ia, Ib i Ic u ovisnosti o zabilježenoj prisutnosti vodika, helija i drugih elemenata u ostacima neposredno nakon eksplozije.

## Kako nastaju?

U svemiru, stalna je borba između gravitacije i gibanja atoma i drugih čestica. Gravitacija, kao privlačna sila, nastoji plin sabiti u jednu točku, čemu se opire gibanje čestica plina. U zvijezdi, koju si možemo predložiti kao nakupinu gustog užarenog plina, postoji ravnoteža između gravitacijskog sažimanja i nasumičnog gibanja čestica plina, a što mjerimo u vidu tlaka. Takva hidrostatska ravnoteža je održana dok se u središtu zvijezde odvijaju termonuklearne reakcije fuzije ("spajanja") vodika u helij, što osigurava energiju za održavanje dovoljno visokog tlaka (točnije, promjene tlaka kako se iz središta primičemo površini zvijezde). Jednom kada se u središtu zvijezde potroše zalihe vodika, započne sažimanje dok se ne ostvare uvjeti za sljedeći korak termonuklearne fuzije – "spajanja" atoma helija u atome kisika i ugljika. Ovaj proces fuzije u masivnim zvijezdama završava nastankom



*Ostaci supernove SN1987A (tip II) koja je eksplodirala 1987. godine u Velikom Magellanovom oblaku, patuljastoj galaksiji koja kruži oko naše galaksije. Snimljeno James Webb teleskopom u infracrvenom području svjetla. Credits: NASA, ESA, CSA, Mikako Matsuura (Cardiff University), Richard Arendt (NASA-GSFC, UMBC), Claes Fransson (Stockholm University), Josefin Larsson (KTH)*

željezne jezgre jer daljnji nastanak težih elemenata više ne može osloboditi energiju, već je troši. U središtu takve masivne zvijezde, mase veće od osam Sunčevih masa, nastaje ravnoteže i dolazi do iznenadnog i brzog kolapsa, gdje se središte mase 1.4 Sunčevih masa (tzv. Chandrasekharova granica) i veličine planete Zemlje uruši u neutronska zvijezdu veličine oko 10 km. U tom se kolapsu oslobodi ogromna gravitacijska potencijalna energija u obliku kinetičke energije ostatka zvijezde koji se razleti u okolni međuzvjezdani prostor te energije neutrina, a tek manji dio u obliku svjetlosti. Rezultat kolapsa središta u supernovama je kataklizmički – zvijezda biva uništena, a preostane kolapsirano središte zvijezde u obliku neutronske zvijezde ili crne rupe. Ostatak eksplozije supernove može sjajiti još stotinama dana uslijed radioaktivnog raspada novonastalih atoma kobalta i nikla.

Iz opisa nastanka supernova, vidljivo je da one u ovom scenariju ne mogu biti standardne svijeće. Naime, zvijezde vrlo različitih masa, od oko 9-10 pa i do 100 Sunčevih masa, kolapsiraju u supernovu, zbog čega

će se osloboditi vrlo različite količine gravitacijske potencijalne energije, pa će i njihov sjaj biti ovisan o poznatoj masi zvijezde.

## Standardi

Fritz Zwicky, 'enfant terrible' moderne astronomije, i Walter Baade prvi su 1934. izračunali i pokazali da se u ovim kataklizmičkim događajima oslobodi ogromna količina energije te ih nazvali super-novama. Krajem 90-ih, Saul Perlmutter, Brian Schmidt i Adam Reiss, dobitnici Nobelove nagrade 2011. godine, pokazali su da se supernove tipa Ia mogu koristiti kao pouzdane standardne svijeće za određivanje kozmoloških udaljenosti, te dokazali ubrzano širenje svemira. Za razliku od drugih vrsta supernova, one tipa Ia uvijek postižu isti maksimum sjaja, odnosno luminoziteta, što je moguće objasniti jedino kolapsom zvijezde uvijek iste mase, pa tako i oslobođene gravitacijske potencijalne energije. Kandidati za takav kolaps su bijeli patuljci, neobična vrsta zvijezde građena od vruće materije vrlo visoke gustoće. Više o tome pročitajte u idućem broju Vega horizonta.

## MALI ASTRONOMI - KUTAK ZA NASTAVNIKE

# Kreativnost: ključna vještina za buduće generacije

U današnjem svijetu, kreativnost je postala ključna vještina za uspjeh u svim sferama života. Od obrazovanja i posla do rješavanja problema i svakodnevnog života, kreativnost nam pomaže da se prilagođavamo promjenama i pronalazimo inovativna rješenja.

**Piše:**  
**prof. mentor Karmen Habijan**  
**Buza**

Zašto jer kreativnost važna? Prije svega kreativnost je važna zbog promjene u okruženju, budućnosti rada, istraživanja te uspjeha i sreće u navedenome. Obrazovanje kakvo danas poznajemo nije dovoljno potrebama suvremenog društva. Potrebna nam je promjena paradigme koja potiče divergentno mišljenje i uči nas rješavati probleme za koje naslućujemo i znamo da postoje. Mnoga zanimanja koja danas postoje nestat će u sljedećih 10-15 godina, a nova će se zanimanja tek pojaviti. Kreativnost će biti ključna vještina za uspjeh u tim novim zanimanjima. Prema Svjetskom gospodarskom forumu, kreativnost i inovativnost su među 3 vodeće vještine od 2022. godine. Istraživanja pokazuju da kreativnost doprinosi većem uspjehu u karijeri i većoj sreći u životu. Kreativnost predstavlja vitalni ele-



*Kreativnost doprinosi uspjehu*

ment u svim znanstvenim disciplinama, a posebno u fizici i astronomiji. Ona potiče istraživački duh, potiče inovacije i omogućuje razvoj novih teorija i koncepta. U ovom članku istražiti ćemo kako se kreativnost manifestira u fizici i astronomiji te kako ju je moguće uspješno poučavati u školskom okruženju.

## Kreativnost u fizici

Fizika je grana znanosti koja proučava prirodu i ponašanje materije i energije u svemiru. Ona se bavi istra-

živanjem osnovnih zakona prirode, eksperimentima i teorijama koje pokušavaju objasniti kako svijet oko nas funkcionira.

Jedan od najvažnijih aspekata kreativnosti u fizici je sposobnost postavljanja novih hipoteza i razvoj inovativnih eksperimentalnih metoda. Fizičari koriste kreativne pristupe kako bi istraživali složene fenomene i pronalazili nove načine interpretacije podataka. Primjerice, Albert Einstein svojom kreativnošću došao je do revolucionarnih teorija o relativnosti, dok su Richard Feynman i Murray Gell-Mann svojom kreativnošću doprinijeli razvoju kvantne mehanike i teorije elementarnih čestica. Kreativnost je također ključna za rješavanje problema u fizici. Fizički problemi često zahtijevaju inovativno razmišljanje i sposobnost povezivanja različitih područja znanja. Kreativnost omogućuje fizičarima da pronađu nove pristupe i rješenja za kompleksne probleme, što doprinosi napretku znanosti.



*Poticanjem kreativnosti kod djece se razvijaju kritičke i analitičke vještine*



Astronomija je grana znanosti koja proučava nebeska tijela i fenomene u svemiru. Ona se bavi proučavanjem zvijezda, planeta, galaksija i drugih nebeskih tijela te pokušava razumjeti njihovo porijeklo, evoluciju i međusobne interakcije.

## Astronomija

Kreativnost u astronomiji može se očitovati kroz razvoj novih teleskopa i instrumentalnih tehnika, otkrivanje novih nebeskih objekata i pojava, ili razvijanje novih teorija o nastanku i evoluciji svemira. Primjerice, kreativno korištenje teleskopa poput Hubblea omogućilo je astronomima da otkriju nove planete, galaksije i kozmičke fenomene.

Kreativnost je također važna za rješavanje ključnih pitanja u astronomiji, poput porijekla svemira, postojanja života na drugim planetima i sudbine zvijezda i galaksija. Astronomi koriste kreativne pristupe i metode istraživanja kako bi pronašli odgovore na ova pitanja i proširili naše razumijevanje svemira.

### Kreativnost u fizici i astronomiji ključna je za otključavanje tajni svemira

Fizika i astronomija, često smatrane strogo znanstvenim disciplinama, kriju u sebi duboku i neizostavnu potrebu za kreativnošću. Dok se znanstvena metoda oslanja na rigorozne eksperimente i analizu podataka, kreativnost je ona koja pokreće nove ideje, inspirira inovativne eksperimente i pomaže u tumačenju neobjašnjivih rezultata.

### Povijesni primjeri kreativnosti

Kroz povijest fizike i astronomije, kreativnost je bila ključna za revolucionarna otkrića. Nikola Tesla, na primjer, koristio je svoju bogatu maštu za vizualizaciju elektromagnetskih polja i izumio revolucionarne motore i sustave naizmjenične struje. Albert Einstein, s druge strane, oslanjao se na "mislene pokuse" i kreativno razmišljanje da bi reinterpretirao prostor, vrijeme i gravitaciju. U astronomiji, Galileo Galilei je bio pionir promatranja noćnog neba, koristeći teleskop i kreativno tumačenje svojih opažanja da bi osporio geocentrični model svemira.

### Uloga kreativnosti u modernim istraživanjima



*Inspirativno okruženje učionice potiče maštu*

Danas, kreativnost je jednako važna u modernim istraživanjima i suočavanju s nizom složenih problema, od kvantne gravitacije do tamne materije. Rješavanje ovih problema zahtijeva kreativno razmišljanje i nekonvencionalne pristupe. Astronomi koriste kreativne metode za promatranje i analizu svemira, od simulacija egzoplaneta do korištenja umjetne inteligencije za analizu ogromnih skupova podataka.

### Kako potaknuti kreativnost u podučavanju fizike i astronomije

Poučavanje kreativnosti u fizici ključno je za poticanje interesa učenika za znanost i razvoj njihovih kritičkih i analitičkih vještina. Postoje različiti pristupi i metode koje nastavnici mogu koristiti kako bi potaknuli kreativnost učenika u fizici.

Jedan od pristupa je korištenje otvorenih pitanja i problema koji potiču učenike da razmišljaju izvan okvira i traže nove načine rješavanja problema. Nastavnici mogu postaviti izazovna pitanja i zadatke koji potiču istraživanje, eksperimentiranje i kritičko razmišljanje. Postavljanjem otvorenih pitanja, umjesto da daju učenicima pitanja s jednoznačnim odgovorima, poticati ih da razmišljaju o problemima s različitih perspektiva i da sami pronalaze rješenja.

### Drugi pristup

Drugi pristup je korištenje aktivnih metoda učenja poput istraživačkih projekata, laboratorijskih eksperimenata i grupnih rasprava. Ove metode omogućuju učenicima da aktivno sudjeluju u učenju, razvijajući pritom svoje kreativne i analitičke vještine. Upotrebom kreativnih za-

dataka uključuju se u nastavu projekti i zadaci koji potiču kreativno razmišljanje, kao što su konstruiranje modela, izrada prezentacija, pisanje priča o znanstvenim otkrićima, crtanje, izražavanje pomoću modela, upotreba aplikacija i igara. Stvara se inspirativno okruženje učionice slikama, grafikonima i modelima koji potiču maštu. Učenici ih sami mogu izraditi prema postojećim saznanjima ili modelima uključujući svoje zaključke u samom nastavnom procesu kurikularnih sadržaja. Time je pokazano učenicima da je fizika i astronomija puna uzbudljivih i fascinantnih tema.

Korištenjem različitih metoda učenja, ne oslanjajući se samo na predavanja i udžbenike, važno je uključiti u nastavu videozapise, simulacije, igre i druge interaktivne metode učenja te mogućnost da eksperimentiraju i istražuju fizikalne pojave na praktičan način. Laboratorijski eksperimenti omogućuju učenicima da vide kako se fizikalni koncepti primjenjuju u stvarnom svijetu te potiču razvoj njihove kreativnosti i inovativnosti. Kreativnost se može poticati i kroz suradničko učenje i timski rad kroz projekte i aktivnosti koje potiču učenike da surađuju, razmjenjuju ideje i rješavaju probleme zajedno. Suradnja s drugim učenicima potiče razvoj kreativnih rješenja i potiče timski duh među učenicima.

Kreativnost je esencijalna vještina za sve one koji žele baviti se fizikom i astronomijom. Poticanjem kreativnosti u podučavanju i istraživanju, možemo otključati nove tajne svemira i inspirirati sljedeću generaciju znanstvenika.

## MALI ASTRONOMI - POKUSI ZA VELIKE I MALE

# Zvjezdani divovi i patuljci

Iako nam se sve točkice na nebu čine jako male, jer su jako daleko od nas, neke su od promatranih zvijezda ustvari ogromne – pravi divovi, dok su druge puno manje – kao patuljci.

Piše:

prof. Melita Sambolek

Divovi i patuljci među zvijezdama? Ne, nije riječ o bajci. Ako dobro pogledate noćno nebo, i zagledate se u točkice na nebu, osobito kada svjetlosno zagađenje nije veliko, možete zamijetiti da neke zvijezde sjaje plavičastim, a neke crvenkastim sjajem, dok nam neke izgledaju žućkasto ili bijelo. Iako nam se sve točkice čine jako male, jer su jako daleko od nas, neke su od promatranih zvijezda ustvari ogromne – pravi divovi, dok su druge puno manje – kao patuljci. Divovi i patuljci razlikuju se i u drugim svojstvima – različitih su temperatura i različitih boja i kaže se da pripadaju različitim spektralnim tipovima. Osnovni se tipovi zvijezda označavaju slovima O, B, A, F, G, K i M. Svaki spektralni tip je podijeljen u 10 podgrupa koje se označavaju brojevima od 0 do 9.

No, kakva je veza između temperature objekta i pripadne boje? Ako ste imali priliku vidjeti kako se zagrijava komad željeza mogli ste primijetiti da prvo poprima crvenkastu boju, ali kako se zagrijava na višu temperaturu postaje narančasto pa žućkasto te na kraju dosegne bijelo usijanje. Slično, boja zvijezda ovisi o temperaturi, hladnije su zvijezde crvene, dok su vrlo vruće zvijezde plavičaste jer mogu doseći temperature puno veće od usijanog željeza (slika). To znači da se valna duljina zračenja koje zvijezda zrači najvećim intenzi-



*Neke zvijezde sjaje plavičastim, neke crvenkastim sjajem, a dio izgleda žućkasto ili bijelo*

tetom pomiče s povišenjem temperature prema manjim valnim duljinama. Vezu između valne duljine  $\lambda$  koju zvijezda zrači i temperature opisuje Wienov zakon. Upravo ta veza omogućava astronomima određivanje temperature neke zvijezde. Temperatura se zvijezde ne mjeri termometrom već se određuje prema boji. Ako se snimi spektar zračenja koji neka zvijezda zrači i odredi koju valnu duljinu zrači najvećim intenzitetom (što odgovara određenoj boji zvijezde), može se izračunati njezina temperatura. Pa je tako površinska temperatura naše najbliže zvijezde Sunca oko 5.770 K i pripada spektralnom tipu G9. Boja zvijezda osim o temperaturi ovisi i o kemijskom sastavu zvijezde što određuje i njezin

spektar.

Astronomi su otkrili povezanost temperature i boje zvijezda s njihovim promjerom i ta je veza vidljiva u Hertzsprung-Russellovom (HR) dijagramu. Vezu između snage zračenja, temperature i polumjera opisuje Stefan-Boltzmannov zakon. Tako su crveni divovi zvijezde velikog polumjera i niže temperature, a plavi patuljci malog su polumjera i viših temperatura. Zanimljivo je i da se život velikog broja zvijezda odvija po takozvanom glavnom nizu zvijezda u HR-dijagramu i one najprije postaju crveni divovi, a trošenjem „goriva“ i odbacivanjem vanjskih slojeva zvijezde postaju patuljci. Međutim, 90% vidljivih zvijezda nalazi se upravo u glavnom nizu (više u dodatku).



## POKUS

# Snimanje spektra svjetlosti kroz stari CD

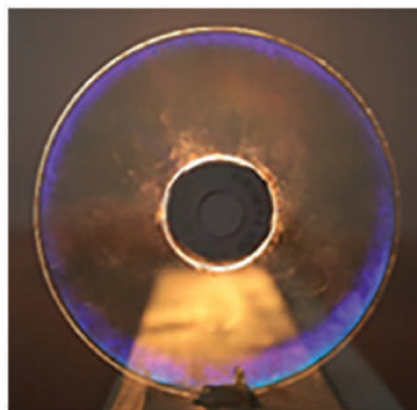
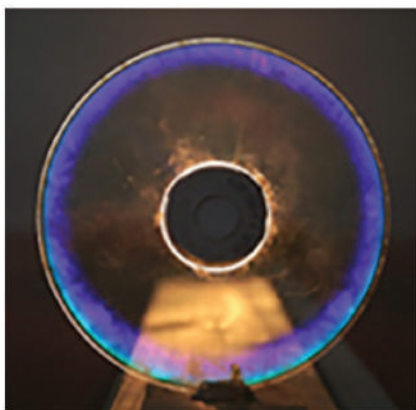
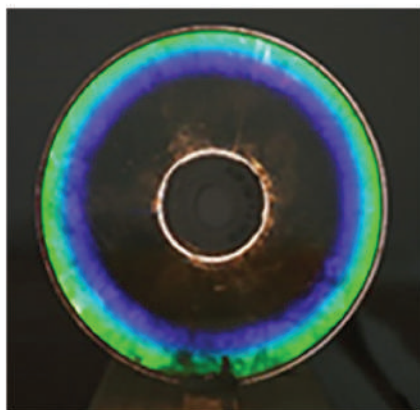
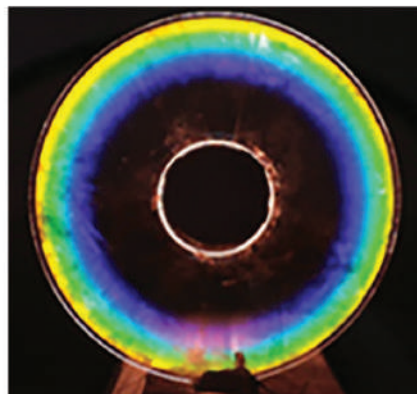
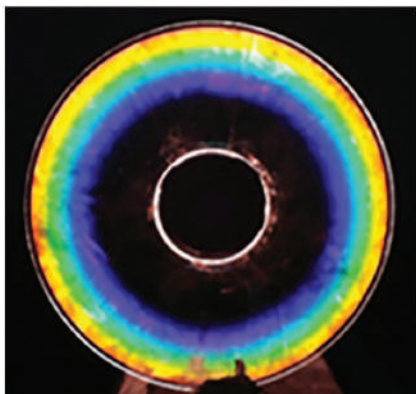
Oko nas ima različitih izvora bijele svjetlosti – osim Sunca, to su različita rasvjetna tijela, klasične ili led žarulje ili pak svjetlost svijeća. Vidljivi spektar (koji zamjećuje ljudsko oko) odgovara nizu boja što nastaje rasapom bijele svjetlosti od ljubičaste (valne duljine 380 nm), preko plave, zelene, žute i narančaste do crvene (740 nm). Emisijski spektar nastaje disperzijom zračenja (npr. pomoću prizme ili optičke rešetke) koje emitiraju tijela, tekućine ili plinovi. Spektar je moguće vidjeti uz pomoć vrlo jednostavnih pokusa. Vrlo intenzivni spektar može se vidjeti uz pomoć CD-a (ili DVD-a) kojemu je potrebno skinuti tanki metalni sloj, a to se može pomoću ljepljive trake (selotejpa) koji se dobro pritisne uz površinu i brzim potezom otkine. Time CD postaje proziran za svjet-



*Postav pokusa – kroz postavljen CD (bez metalnog sloja) prolazi svjetlost s izvora (svijeće) do oka promatrača*

lost. Kada svjetlosne zrake prolaze kroz CD, ustvari prolaze kroz optičku rešetku – niz sitnih oku nevidljivih udubina i izbočina. Različite valne duljine od kojih se sastoji bijela svjetlost pri tome daju takozvanu difrakcijsku sliku i vidljive dugine boje. Ako se na središnji otvor CD-a postavi komad crnog papira i zatim izvor svjetlosti postavi s jedne strane, a promatrač se postavi na suprotnu

stranu CD-a, može opaziti vrlo intenzivno obojene koncentrične kružnice. Približavanjem i udalžavanjem od CD-a na njegovu se rubu opažaju različite boje koje su u stvari spektar tog izvora svjetla. Teko se snimanjem spektra zvijezde dobivaju podaci o fizičkim i kemijskim svojstvima zvijezda, te o temperaturi površine zvijezda gdje i nastaju spektralne linije.



*Vidljiv spektar gledan kroz CD*

## AD VEGA

## Aktivnosti u ožujku i travnju

Pišu:

Dragutin Kliček, Zoran Novak

**Ženama u čast**

Žene su ostavile neizbrisiv trag u astronomiji, a svojim istraživanjima pridonijele su boljem razumijevanju svemira. Kako bi im odali počast u II.Osnovnoj školi Čakovec, povodom Dana žena, 8.ožujka, postavljena je izložba – “Žene – na putu do zvijezda”, projekt pokrenut u sklopu programskih aktivnosti AD Vega “Sunce – naša zvijezda”. Izložba je organizirana u sklopu školskog projekta “Žene koje su promijenile svijet” pokrenutog od strane učiteljice Valentine Jozić Preksavec, a sudjelovale su i učiteljice Monika Vrtarić Vuk, Nives Horvat, Biljana Forgač, Ina Magić i Sandra Radiković. Astronomsko društvo VEGA predstavile su članice Karmen Habijan Buza, prof. mentor, polaznica centra izvrsnosti iz astronomije za srednjoškolke Jessica Elena Novak te Dragutin Kliček, glavni urednik znanstveno edukativnog časopisa Vega Horizonti. Svi zajedno su se osvrnuli na ulogu žena u astronomiji, a potom sedamdesetak učenika sedmih i osmih razreda upoznali s aktivnostima astronomskog društva



Članovi AD Vega na skupštini

te mogućnostima sudjelovanja na školskim natjecanjima iz astronomije.

**Vuzmenka**

Tradicionalno paljenje vuzmenke u Savskoj Vesi svake godine organizira se uoči Uskrsa kod čakovečke zvjezdarnice, pa je tako bilo i protekle subote, 30. ožujka. Kao i obično, to je bio povod i za prvo ovogodišnje otvaranje vrata zvjezdarnice javnosti, ali budući da nebo nije bilo naklonjeno, astronomska promatranja su izostala. Okupljeni su ipak imali priliku razgledati teleskope i edukativne materijale projekta “Sunce – naša zvijezda”, a bila je to i prilika

da po prvi puta vrata svojih prostorija otvore i naši novi susjedi, članovi Radiokluba Međimurje. Njihove prostorije smještene su tik uz zvjezdarnicu, a uz mještane Savske Vesi sve je obišla i čakovečka gradonačelnica Ljerkica Cividini.

**Za zakladu Katruža**

“Vuprem oči vu to nebo visoko, Tam ja vidim svetle zvezde igrajo. Če mi bole svetle zvezde igrajo, Bole moje mlado srce kalajo” stihovi su međimurske izvorne popevke, UNESCO nematerijalne kulturne baštine. Stihovi su i svojevrsna himna Međimurja te kralatica astronomskog društva “Vega”. “Vuprem oči” je stoga bio i naziv



Izložba za humanitarnu zakladu Katruža



humanitarne izložbe održane u srijedu, 3. travnja, u Centru za kulturu Čakovec, a koju je astronomsko društvo "Vega" organiziralo u suradnji s Međimurskom zakladom solidarnosti Katruža. Izloženo je 15 astrofotografija autora Zorana Novaka, voditelja čakovečke zvezdarnice i predsjednika udruge, motivi su bili vezani uz noćno nebo iznad Međimurja, a sav prihod od prodaje fotografija iskoristit će se za pomoć najpotrebnijima. Samu izložbu otvorili su upraviteljica Zaklade Petra Vadlja, međimurski župan Matija Posavec, član AD Vega Dragutin Kliček te autor fotografija Zoran Novak, a prigodno je nastupila i Chriztel Renae Aceveda, mlada međimurska pjevačica i pobjednica TV emisije Supertalent. Nakon izložbe održan je i tradicionalni koncert "Međimurje v srcu – prijatelji za Katružu" gdje su pred punom dvoranom Centra za kulturu nastupili brojni izvođači a prihod od prodaje ulaznica također je išao u humanitarne svrhe. U ime AD "Vega", od srca hvala svima koji su se uključili u akciju, bilo kupnjom fotografija ili sudjelovanjem na koncertu.

### Pripreme za natjecanja

Volonteri astronomskog društva "Vega" kroz suradnju s lokalnim Centrima izvrsnosti iz astronomije u Varaždinu i Koprivnici kontinuirano rade s mladima te im pomažu u pripremama za natjecanja iz astronomije. Tim povodom je u srijedu, 3. travnja, u čakovečkoj zvezdarnici organizirana teoretska nastava za učenike polaznike Centra izvrsnosti iz astronomije u Varaždinu, a u subotu 6. travnja, teorija se sprovela u praksu. Na prigodnoj tamnoj lokaciji u Vukanovcu, uz podršku članova AD Vega, osnovnoškolci su odrađivali projekte mjerenja brzine vrtnje neba, mjerenja veličina maglica, testiranje klasifikacija galaksija i mjerenje sjaja neba fotometrijom zvijezda. Učenici srednjih škola odradili su mjerenja spektra umjetnih satelita kao i fotometriju sjaja satelita, mjerenje jačine vodikovih linija u spektrima zvijezda, izradu evolucijskog dijagrama



*Radionica čišćenja teleskopa*

zvijezda u skupovima zvijezda i mjerenje utjecaja atmosfere na mjereni sjaj zvijezda. Učenicima su podršku u radu došli pružiti i roditelji, a atmosferski uvjeti su bili odlični za promatranje pa je noć bila prava poslastica kako za rad tako i za uživanje u zvjezdanom nebu.

### Skupština udruge

U petak, 5. travnja 2024., u multimedijskoj dvorani Tehnološko inovacijskog centra Međimurja članovi astronomskog društva Vega održali su redovitu godišnju skupštinu. Po izboru radnog predsjedništva, zapisničara, ovjervitelja i verificacijske komisije jednoglasno je usvojen Izvještaj o radu u 2023., godini, godini koja je ocijenjena kao najaktivnija od osnutka udruge, izvršen je rebalans financijskog plana za 2024., te je prema prethodnom prijedlogu usvojen plan rada s izmjenama za 2024. godinu. Sve je usvojeno jednoglasno, a po završetku skupštine održan je i tradicionalan domjenak.

### Radionica čišćenja teleskopa

U sklopu projekta Sunce – naša zvijezda, kojeg AD Vega provodi na području grada Čakovca, za članove udruge i zainteresiranu javnost danas je održana radionica čišćenja zrcala Newton teleskopa. Pod stručnim vodstvom Miroslava Smolića, potpredsjednika udruge, polaznici su naučili kako na siguran način rastaviti, sastaviti i održavati svoj teleskop, s naglaskom na čišćenje zrcala. Nakon što su teleskopi bili ponovno sastavljeni, polaznici su naučili i tehniku kolimacije zrcala bez koje, usprkos čistim zrcalima, nema oštrog pogleda u svemir.

## RADIONICE Festival znanosti u Čakovcu

Manifestacija Festival znanosti odvija se u proljeće širom Hrvatske u brojnim gradovima, a već nekoliko godina i u našem gradu. Započeo je s nekoliko radionica prije četiri godine u Gimnaziji Josipa Slavenskog Čakovec, zatim se uključuje Muzej Međimurja Čakovec, a ovogodišnjem su se Festivalu pridružili Učiteljski fakultet, Međimursko Veleučilište i knjižnica Nikola Zrinski Čakovec. Tijekom tjedan dana odvijale su se različite radionice za vrtički i školski uzrast djece te predavanja za učenike, studente i umirovljenike s ciljem popularizacije znanosti od najranije dobi. Drugu godinu zaredom Gimnazija i Muzej organizirali su natječaj za izradu plakata s temom Važne obljetnice u 2024. godini te su najuspješniji plakati nagrađeni. Između različitih važnih događanja ove je godine i obljetnica rođenja Galileo Galileja (rođ. 1564.) te je najviše pristiglih plakata bilo upravo u čast Galileu. Festivalске aktivnosti svake se godine množe pa sudjeluje sve više vrtićkih skupina i učenika. Veselimo se susretu sljedeće godine! <https://www.festival-znanosti.hr/2024/>



*Radionice*

## INTERVJU

# Teleskope za škole smo radili od cijevi za vodovod

Zdravko Janči i Josip Bajuk bili su među nositeljima razvoja čakovečke astronomije u periodu od 1970. do 2000. a svojim radom zadužili su sve nas.

Razgovarali i pišu:

**Dragutin Kliček, Dejan Vinković  
Miroslav Smolić**

Brojne generacije Međimuraca svoje prve doticaje s astronomijom imali su zahvaljujući profesoru Josipu Bajuku te nastavniku fizike i matematike Zdravku Jančiju. Dvojac je to koji je aktivno promovirao astronomiju u periodu od 1970. do sredine devedesetih, pa smo kroz razgovor od naših sugovornika pokušali saznati više o ne tako davnoj povijesti astronomije u Međimurju. Međutim, kako bi se osvrnuli na njihov rad, trebamo se vratiti još neko vrijeme unazad, do 17. listopada 1967. godine kad je osnovana "Astronomska sekcija Hrvatskog prirodoslovnog društva - Čakovec". Prvi predsjednik bio je Vatroslav Merlić a funkcionirala je kao sekcija zvjezdarnice HPD-a Zagreb. Ono što je javnosti slabo poznato je da su prvi koraci prema tome učinjeni još ranije, davne 1962. kad je na inicijativu Petra Deretića, tadašnjeg apsoluta Filozofskog fakulteta u Zagrebu i Josipa Črepa, predsjednika Općinskog vijeća Narodne tehnike Čakovec organiziran veći broj radionica i astronomskih predavanja. između ostaloga organizirana je i izložba o programu "Apollo" u čemu je sudjelovao i američki konzulat te kao predavač Josip Kotnik, u to vrijeme poznato lice u svijetu astronautike, predavač na katedri za tehniku svemirskih letova pri Tehničkom fakultetu u Münchenu, konstruktor žiroskopa primijenje-



*Zdravko Janči se rado prisjeti dana u astronomiji*

nog u programu Apollo i osoba koja je osobno poznavala Wernhera von Brauna i Hermanna Obertha, tvorce V1 i V2 raketa, kao i Jurija Gagarina, prvog čovjeka u svemiru. Bili su to značajni događaji za još uvijek pretežito ruralnu sredinu Čakovca i okolice, a njima je utrt put razvoju astronomije.

## Sekcija

Po osnivanju sekcije kreiran je i pečat koji je imao oblik Saturna sa dvije zvijezde, (tome u čast i današnji vizual AD Vega sadrži obris planeta Saturna te zvijezda). Nešto kasnije, 1968. sekcija mijenja ime u "Astronomska sekcija HPD i narodne tehnike "Josip Slavenski"

Čakovec u čast poznatog međimurskog skladatelja i astronoma Josipa Slavenskog, a ubrzo je krenula i izgradnja zvjezdarnice koja je i danas u Savskoj Vesi. Otvorena je 1970., a 1974. je montiran teleskop koji je i danas u upotrebi (!).

I tu počinje priča o našem dvojcu, Zdravku Jančiju i Josipu Bajuku. I dok je Josip više bio baziran na rad u Gimnaziji, Zdravko je dane, odnosno bolje rečeno, noći, provodio u spomenutoj zvjezdarnici.

- Ja sam se u to uključio jer sam radio u školi u Strahonincu gdje sam predavao matematiku. 1974. je došao gospodin Črep k meni i rekao gospon Zdravko, vi tu na školi predajete matematiku, da li bi mogli



djecu uključiti u astronomsku sekciju? Nisam se nikad bavio astronomijom ali rekao sam da ću pokušat animirati djecu. Tako sam sam u školi osnovao astronomsku grupu koja je prerasla u sekciju, a kasnije smo to proširili na škole Nedelišće, Domašinec, Goričan te na Gimnaziju prisjeća se Janči. Nakon toga osnovano je astronomsko društvo Čakovec koje je radilo niz projekta, među ostalim i teleskope za koje je bio zadužen profesor Bajuk.

## Izrada teleskopa

- U gimnaziji smo u školskim radionicama napravili pet teleskopa, a optiku smo nabavili od astronomskog društva Vega Ljubljana. Teleskope za škole smo radili od vodovodnih cijevi a radili smo i projekt vertikalnog sunčevog sata koji i dan danas stoji na školi. S tim projektima smo se javljali na natjecanja, pa smo bili na državnom natjecanju u Skopju, prisjeća se Janči pa nastavlja:

- Bili su i susreti astronoma Hrvatske, jednom godišnje smo se sastajali uvijek u nekom drugom društvu gdje smo pokazali što radimo te uz to odradili i malo natjecanje u znanju da motiviramo mlade, doznajemo od Zdravka Jančija. Prestanak aktivnog bavljenja astronomijom za našeg sugovornika obilježila je 1996. godina kad je postao ravnatelj škole. Školska sekcija se tad pomalo ugasila, ugasile su se i ostale sekcije pa je astronomija krajem devedesetih godina zamrla.

## Zvezdarnica

- Sad Vega ponovno pokušava animirati astronomiju pa predlažem da se bazirate na škole. I nama je najveći problem bio naći u školama čovjeka koji želi to raditi i voditi sekciju. Po osnivanju tih sekcije profesor Bajuk je vodio tečaj za osposobljavanje učitelja jer astronomija zadire u matematiku i fiziku te je kompleksno područje, ističe Z. Janči te se osvrće i na zvezdarnicu:

- U Domovinskom ratu zvezdarnica je bila devastirana. Teleskop koji je još unutra čak i dobro izgleda koliko je pretrpio, kroz krov su znala djeca ulaziti i znali smo teleskop naći bačen na pod a nismo imali novca



*Josip Bajuk uz teleskop koji je sam izradio*

da nešto bolje složimo. Već onda je bio loš mehanizam praćenja, a bez toga nema rezultata. Treba bolji teleskop, a i zvezdarnica bez kupole nije ono što bi mogla biti jer su rupe sa svih strana, ulazi prašina i puše vjetar. Željeli smo i da se kod ulaza uredi još jedna prostorija u kojoj bi se mogla okupiti djeca i održati predavanja, napominje Zdravko Janči. Kako doznajemo, za zvezdarnicu Zagreb su se u to doba pratile aktivnosti Sunca, a radilo se u okviru Saveza astronomskih društava. Čakovečka zvezdarnica je bila među prvima u Hrvatskoj, a takvih aktivnih udruga je bilo svega desetak.

## Gimnazijske radionice

A kako je to izgledalo u gimnazijskim radionicama ispričao nam je profesor Josip Bajuk. On se astronomijom počeo baviti dok je radio kao učitelj u II. osnovnoj školi. Škola je tad bila smještena pored učiteljskog fakulteta, pa su se od tamo posuđivale stvari.

- Bila je ta jedna velika soba i na jednom ormaru sam vidio štangu i neku okruglu cijev i onda sam pitao profesora za to i rekao da me to interesira. Pitao sam ga da li se time može gledati, pa mi je dao teleskop da ga odnesem doma. Dva tjedna nisam spavao i tako je krenulo. Bilo je dobro da u to doba nije bilo struje pa je bilo mraka, ističe Josip Bajuk

te dodaje:

- Sve što sam trebao sam uzimao iz kabineta učiteljskog fakulteta, a tamo je tada bio glavni Ivan Zebić iz Varaždina i on mi je davao da uzmem što sam htio a tamo su bili i matematičari i fizičari koji su imali kvalitetne stvari, napominje naš sugovornik. U vrijeme kad je bila aktualna utrka u osvajanju svemira, Josip Bajuk počinje raditi na čakovečkoj gimnaziji.

## Zainteresiranost

- Direktor škole je došao i pozvao me je da li bi htio ići raditi na gimnaziju. Rekao je da će mi škola za sve ono što će mi trebati osigurati resurse. Za tri godine sam završio sve što mi je trebalo da dobijem status profesora, a na gimnaziji sam bio do devedesetih kad sam pozvan da budem pročelnik za školstvo te sam radio na Županiji. U vrijeme kad sam bio u Gimnaziji vodio sam astronomsku grupu, imali smo teleskop s ogledalom od 14 centimetara, i tamo smo često u zimi, kad je jako čisto nebo radili promatranja. Kad smo slagali teleskope ostajali smo u školi i do 23 sata s tim što smo napravili, a kad sam otišao sve je ostalo tamo, prisjeća se Bajuk.

- Nije mi bilo teško naći djecu za astronomiju, oni su bili izuzetni, napominje profesor Bajuk.

# VIDLJIVO NA NEBU

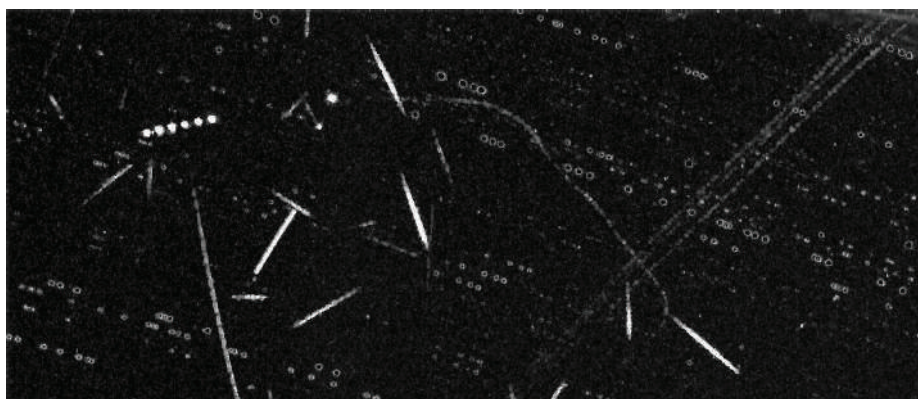
## Što nas očekuje u nadolazećim noćima

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

Piše:

Miroslav Smolić

Kao i u svakom broju na kraju našeg časopisa donosimo pregled nebeskih pojava i objekata koji su dobro vidljivi iz naših krajeva, bez posebne opreme, osim očiju i običnog dalekozora (npr 10x50). Pregled je za razdoblje svibanj i lipanj 2024. Priložena karta je za sredinu tog razdoblja, odnosno 1. lipnja 2024. oko 22h. U lipnju imamo najkraću noć u godini, naime astronomski sumrak (pravi mrak) traje u noći 20.-21.06., samo tri sata! Počinje u 23:30, a završava u 2:30. Ljetni suncostaj (solsticij), odnosno astronomski početak ljeta na sjevernoj polutki je 20.6. u 22:49h.



*U svibnju možemo uživati u meteorima ETA AQUARIDI*

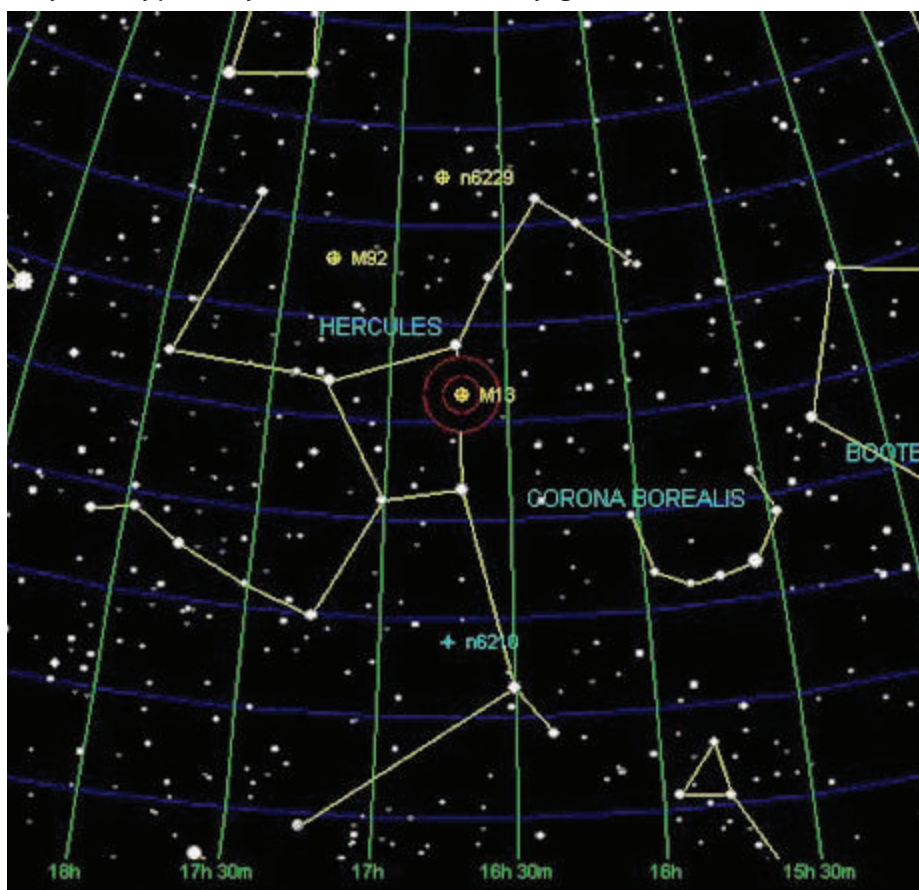
**MJESEC** je u fazi mlađaka 8.5. i 6.6. a u fazi punog mjeseca 23.5. i 22.6. Ni u ovom razdoblju nećemo imati prilike promatrati previše planeta, jer se one nalaze u blizini sunca ili prolaze iza njega.

**MARS** se konačno polako vraća na naše nebo, no tek u drugoj polovini lipnja i to na ranojutarnjem nebu. Može se vidjeti kratko prije izlaska Sunca jer izlazi samo 2 sata prije, pa ga tako možemo vidjeti samo kratko oko 3 ujutro i to nisko iznad istočnog horizonta.

**SATURN** će biti vidljiv, također na jutarnjem nebu, no u boljoj je poziciji za promatranje od Marsa. Sredinom svibnja izlazi 2 sata prije Sunca i bit će vidljiv nisko iznad jugo-istočnog horizonta. Ovaj planet će svake noći izlaziti sve ranije i dizati se na našem nebu, pa će tako već polovinom lipnja izlaziti 4 sata prije Sunca i dosegnuti visinu skoro 30 stupnjeva iznad jugoistočnog horizonta. Treba reći da će i Mars i Saturn ipak biti u povoljnom položaju za promatranje tek u mjesecima koji dolaze.

**JUPITER i VENERA** se polako gibaju prema ili se kreću iza Sunca i neće biti moguće promatrati ih kroz ovo razdoblje.

**METEORI** - 05. svibnja maximum je meteorskog potoka **ETA AQUARIDI** s najvećom prosječnom satnom frekvencijom ZHR=60, dakle više od LYRIDA. Međutim kao što im ime govori, radijant (ishodišna točka) im je u



*Objekt M13 - Za lakše pronalaženje koristite se zvijezdama*



## KONJUNKCIJE U OŽUJKU I TRAVNJU 2024.

### KONJUNKCIJE MJESECA I SATURNA

Prva će biti 31.5. naravno u jutarnjim satima, Mjesec će biti 23 dana star. Druga će biti 27.6. također u jutarnjim satima, Mjesec će biti star 21 dan, u fazi zadnja četvrt. U oba slučaja objekti će biti u sazviježđu Vodenjak/Aquarius.



zviježđu Vodenjak (Aquarius) koje se za naše krajeve nalazi prilično nisko nad južnim horizontom. Poznato je da na južnoj zemljinoj polutci ljudi uoče dvaput više meteora nego s naših sjevernih geografskih širina, pa nemojmo očekivati previše. Zemlja prolazi kroz ovaj oblak prašine dva puta godišnje, u svibnju i listopadu. Taj oblak prašine potječe od poznatog Hallyevog kometa. Potok koji srećemo u listopadu zove se ORIONIDI, a riječ je o česticama istog

kometa.

**DUBOKO NEBO** - Svi koji imaju dalekozore (obične lovačke-7x35, 10x50 ili sl.) neka potraže objekt **M13**. Veliki kuglasti skup, u zviježđu Herkul. Pažljivo tražite područje u Herkulu i ako ugledate mrljicu koja kad je malo duže gledate izgleda poput loptice vate-to je to! Napominjem da u dalekozoru ne možemo vidjeti pojedinačne zvijezde, a sam objekt je malog promjera i slabog sjaja, pa ga tražite što dalje od javne rasv-

jete. Moguće ga je vidjeti bez teleskopa. Za lakše pronalaženje koristite se zvijezdama susjednih zviježđa Sjeverna

kruna i Volar (Corona borealis i Bootes). Messier 13 je poznat po ljepoti kada se promatra teleskopom. Njegov prividni sjaj iznosi magnitude +5,8 U manjim teleskopima moguće je nazrijeti granulaciju pri rubovima, teleskopi s objektivima od 100 - 150 mm razlučuju najsjanije zvijezde pri rubovima.

# NOVA

## Emisija o svemiru i svemu ostalom









**Radio Student - 100,5 MHz**  
**Ponedjeljak - 19:00**  
**Radio UNIDU - 97,5 MHz**  
**Subota - 19:00**  
**Podcast Radio Studenta ili Youtube kanal 0-24**  
**"Nova - Emisija o svemiru i svemu ostalom"**

## KEPLEROVI ZAKONI I. dio

# Prvi Keplerov zakon i elipse planeta

Planeti se oko Sunca gibaju po eliptičnim putanjama, a Sunce se nalazi u jednom od žarišta elipse.

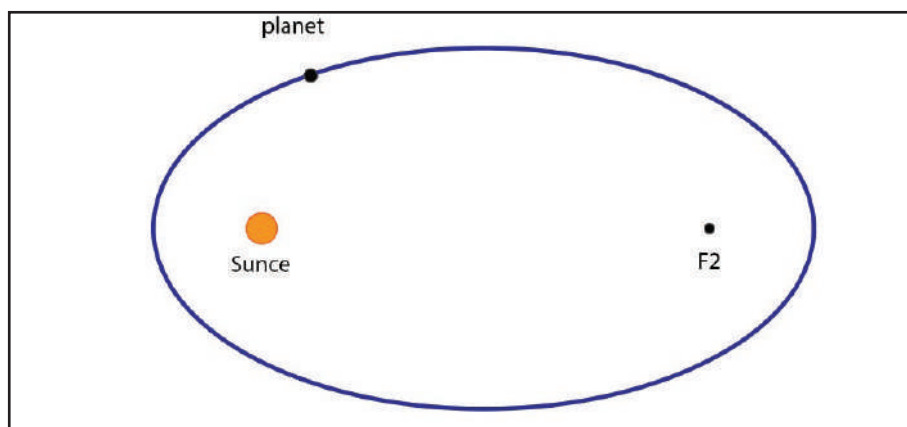
Piše:

Jona Doring

Johannes Kepler (1571. – 1630.) njemački je matematičar i astronom koji je opovrgnuo teorije da se planeti gibaju oko Zemlje po koncentričnim kružnicama i kroz svoja tri zakona formirao temelje na kojima će Newton izgraditi teoriju opće gravitacije. Sve je počelo kada je Kepler, 1600. godine, protjeran iz Graza zbog svojih religioznih uvjerenja, s obitelji preselio u Prag kako bi bio asistent Tycho Braheu, poznatom danskom astronomu koji je u to vrijeme imao najpreciznija astronomska opažanja i mjerenja koja će uvelike pomoći Kepleru da izgradi svoje zakone. Brahe je ljubomorno čuvao svoje podatke o gibanju planeta i Kepleru ustupio podatke o gibanju Marsa, uvjeren kako će ga time zaokupiti dok on radi na svom sustavu gibanja planeta baziranom na geocentričnom sustavu. Kepler, koji je vjerovao u heliocentrični sustav baziran na Kopernikovom modelu Sunčeva sustava, interpretirajući podatke naišao je na problem. Nikola Kopernik je u svom modelu stavio Sunce u središte, dok su se planeti gibali po koncentričnim kružnicama oko njega, ali Braheova mjerenja se nisu poklapala s predviđanjima. Tada je Kepler, da bi uskladio teoriju s prikupljenim podacima, morao izmijeniti činjenicu da orbite planeta nisu kružnice, već elipse. Time je postavio temelje za svoja tri zakona, od kojih ćemo u ovom broju obraditi samo prvi. Da bismo shvatili zakon, naučit ćemo što je elipsa. Elipsa je zatvorena krivulja koja se sastoji od svih točaka u ravnini čija je ukupna udaljenost od dvije fiksne točke, nazvane žarišta ili fokusi, konstantna. Ove dvije fiksne točke nalaze se



Johannes Kepler (1571. – 1630.) njemački matematičar i astronom

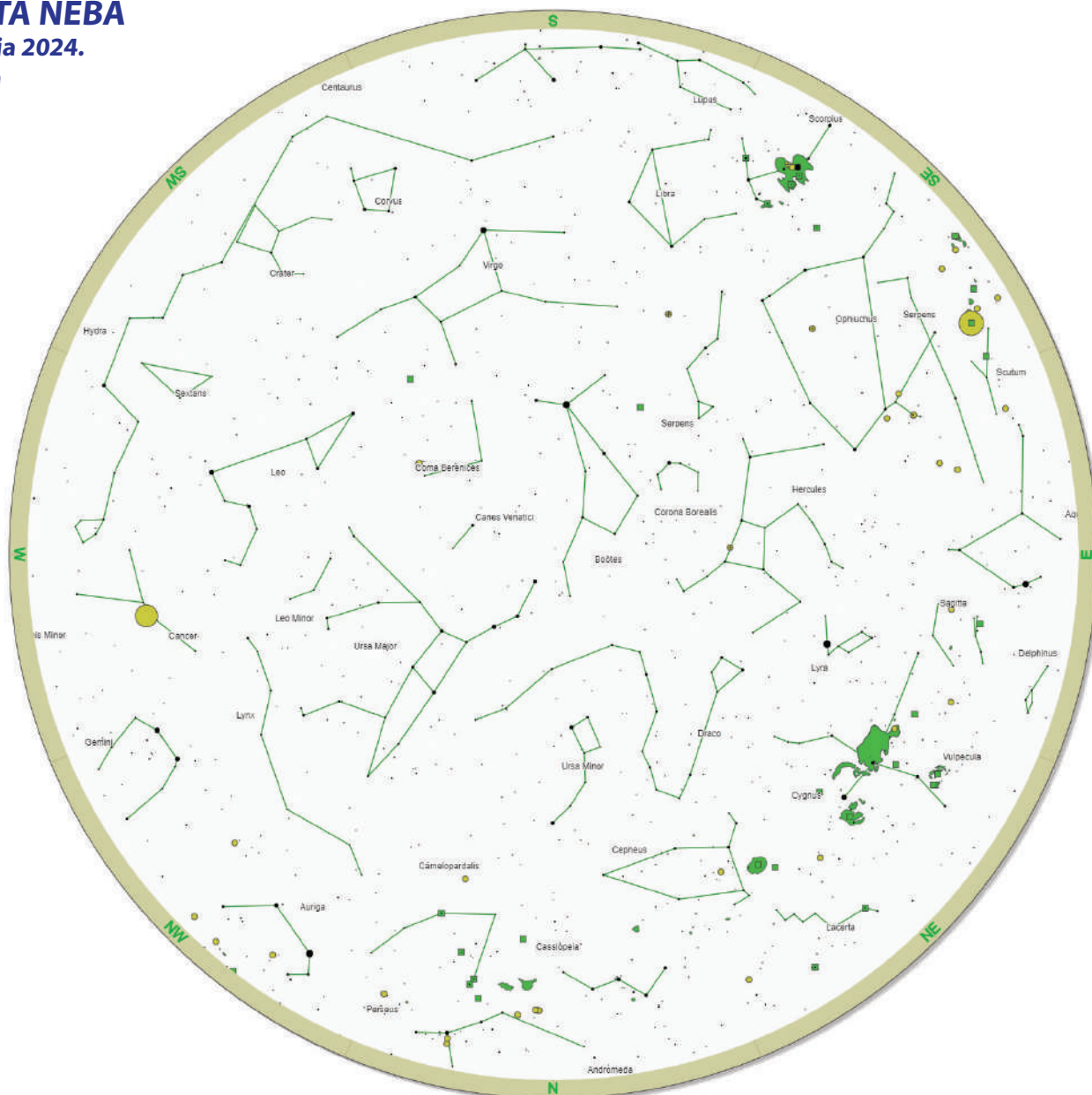


Prvi Keplerov zakon – elipsa po kojoj se giba planet sa Suncem u jednom žarištu

duž glavne osi elipse i često se označavaju kao  $F_1$  i  $F_2$ . **Prvi Keplerov zakon:** Planeti se oko Sunca gibaju po eliptičnim putanjama, a Sunce se nalazi u jednom od žarišta elipse. U sljedećem broju fokusirat ćemo se na drugi Keplerov zakon, koji će nam pomoći da shvatimo kako brzina

gibanja planeta po elipsi ovisi o njegovom položaju na njoj. Ako želite saznati nešto više o elipsi, njezinim svojstvima ili općeniti dokaz da je Kepler i matematički bio u pravu, to možete vidjeti u online dodatku uz digitalno izdanje časopisa na [www.advega.hr](http://www.advega.hr).



**KARTA NEBA****1. lipnja 2024.****21:30h****ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI****Dengel-Hartl 5 planetarna maglica**

Ovaj prigušeni, ali zanimljiv objekt nalazi se na sjevernom nebu u Kefeju. Otkriven je 1979. te su ga Dengel, Hartl i Weinberger opisali u radu iz 1980. godine. Najsajniji dio (desna strana) je, B. Lynds 1960-ih katalogizirala kao LBN 538. Oblik objekta je "okruglast", ali je puno složeniji od tipične planetarne maglice. Kad je otkrivena, klasificirana je kao stara planetarna maglica, no neka novija istraživanja sugeriraju da

je ipak samo nakupina međuzvezdanog materijala kojeg ionizira vrući bijeli patuljak WD 2218+706 (u centru). Iako se često pojavljuje na fotografijama astroamatera kad snimaju puno poznatiji VdB 152, vrlo su rijetke detaljnije slike ove maglice. Ovaj uzdužni objekt je ostatak supernove SNR 110.3+11.3. Fotografija je snimljena 18. i 19. 12. 2023, u Globočecu u Zagorju. Snimano je istovremeno s dva refrak-

torska teleskopa: Esprit 120ED, f/7, opremljen monokromatskom QHY268M kamerom te Ha I OIII filterima i APM/LZOS 100, f/8 opremljen veTEC 571C color kamerom s dualband (Ha I OIII) filterom. Ukupno je snimljeno 33h i 24 min materijala u pojedinačnim ekspozicijama od 240", te kombinirano u jednu fotografiju.

S. Prugovečki, AD Meteor i AD Beskraj



