

VEGA

ISSN 2991-6178

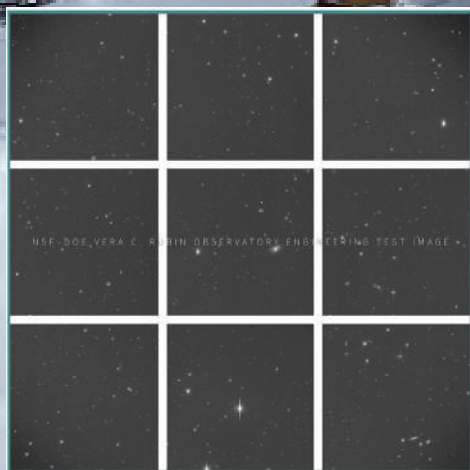
HORIZONTI

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 8 / SIJEČANJ - VELJAČA 2025.



Ekskluzivno

Prva fotografija s
Vera Rubin opservatorija



CroCube

Sve o prvom hrvatskom satelitu

Fotometrija

Čemu služe astronomski filteri

Blijeda plava točka

Zvezdana misija ljubavi: Voyageri,
Carl Sagan i Ann Druyan

**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:**

NOIRLab/NSF/AURA/F. Bruno

**GRAFIČKO OBLIKOVANJE
I PRIJELOM:**

Tibor Kozjak i
Kreativna Agencija Međimurje.jpg

KONTAKT:

vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, SIJEČANJ - VELJAČA 2025.

Izlazi dvomjesečno od 2023. godine

br. 8

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

DIGITALNO IZDANJE:

www.advega.hr/casopis

RIJEČ UREDNIKA

Dragutin Kliček

Astronomsko društvo "Vega"



U prvom ovogodišnjem izdanju našeg časopisa Vega Horizonti s ponosom vam donosimo članak dr. sc. Željka Ivezića sa zvjezdarnice Vera Rubin u Čileu. Našeg poznatog astrofizičara i direktora izgradnje spomenute zvjezdarnice Međimurci su imali prilike čuti uživo na predavanju organiziranom u TICM-u 2023. godine, a vi dragi čitatelji upoznali ste ga kroz niz tekstova koji su također stizali iz Čilea s najnovijim vijestima. Zahvaljujući Željku Iveziću, ovog puta objavljujemo i prve slike neba snimljene na zvjezdarnici Vera Rubin, napravljene kroz inženjersku kameru. Slike su "vruća" roba za svjetske medije, a mi vam donosimo i ekskluzivni članak u kojem je opisan cijeli proces njihovog nastanka, kao i fotografije "iza kulisa". Željko, hvala ti!

A osim što možemo biti ponosni na činjenicu da je na čelu tako velikog projekta, vrijednog milijarde dolara, upravo jedan Hrvat, i što je projekt upravo u završnoj fazi puštanja u pogon, imamo još jedan dodatni razlog za ponos na hrvatsku astronomiju. Nedavno je u orbitu uspješno lansiran prvi hrvatski satelit. Dimenzija 10x10x10 centimetara i težine nešto veće od jednog kilograma spada u kategoriju nanosatelita, a od milja je nazvan "kockica" — CroCube. Iako su naši susjedi Slovenci već prije pet godina poslali dva takva u orbitu, a i Albanija ima dva, ovo nije natjecanje "tko će prvi" već je sve plod entuzijazma i rada. Zato ovaj pothvat ne bi bio moguć bez vizije i upornosti prve dame hrvatskog svemirskog programa, Daniele Jović, i njezinog tima entuzijasta. Voditeljica i osnivačica misije CroCube otkrila nam je sve o satelitu — njegovoj orbiti, misiji i namjeni. Da je satelit zaista u svemiru, uvjerali smo se povezujući se s njim iz Međimurja, a osim toga, otkrili smo kako je u Međimurju izrađen jedan poseban detalj ugrađen u satelit. O čemu se točno radi, saznat ćete na stranicama koje potpisuje naša sugovornica.

I kad na kraju podvučemo crtu, što reći? Bili su izbori i sve se svelo na činjenicu da Plenković nije čestitao Milanoviću na izbornoj pobjedi? Drago nam je da na našim stranicama možemo objavljivati nešto pametnije i ozbiljnije. Naše uredništvo sastavljeno je od znanstvenika, stručnjaka i profesora upravo kako bi ono što objavljujemo bilo s relevantnim informacijama. Podržite nas tako da podijelite link na naš časopis na svojim društvenim mrežama, i ne zaboravite: Suglasni smo da uz navođenje izvora i autora kopirate, umnažate i citirate sve tekstove objavljene u časopisu.

KAZALO

Zvezdarnica Rubin

Stigle su prve slike **4 - 5**

CroCube lansiran u svemir

Prvi hrvatski satelit **6 - 8**

Radiovezom do satelita

Veza s CroCube-om **9 - 11**

Astrofotografija

Kako do detaljnih fotografija **12 - 13**

Fotometrija

Upotreba filtera u znanosti **14 - 16**

I njima se događa stres

Biljke i svjetlosno onečišćenje **17**

Zakon i (ne)red

Inspekcija ne pomaže **18 - 19**

Mala škola astronomije

Ipak se okreće **20 - 21**

Promatračka astronomija

Manje poznate zimske radosti **22 - 23**

Preko trnja do zvijezda

Odakle ugljik i kisik **24 - 26**

Novosti iz udruge

Astroaktivnosti u Međimurju **27**

Dobrodošli u 2025. godinu

Vidljivo na nebu **28 - 29**

Blijeda plava točka

Zvjezdana misija ljubavi **30**

Karta neba

Nebo u siječnju i veljači **31**

Galaksija Andromeda

Galaksija Andromeda, poznata i pod oznakom M31, najveća je spiralna galaksija u Lokalnoj skupini galaksija, kojoj pripadaju i Mliječna staza, galaksija Trokut (M33) te brojne manje galaksije. Udaljena približno 2,5 milijuna svjetlosnih godina od Zemlje, Andromeda je naš najbliži veliki galaktički susjed. Andromeda ima promjer od 220.000 svjetlosnih godina što je čini gotovo dvostruko

većom od naše galaksije, Mliječne staze. Jedna od njezinih najupečatljivijih značajki je činjenica da se, za razliku od većine galaksija u svemiru, približava Mliječnoj stazi brzinom od oko 110 kilometara u sekundi. Prema trenutnim znanstvenim predviđanjima, Mliječna staza i Andromeda sudarit će se za oko 4,5 milijarde godina, stvarajući novu masivnu eliptičnu galaksiju.

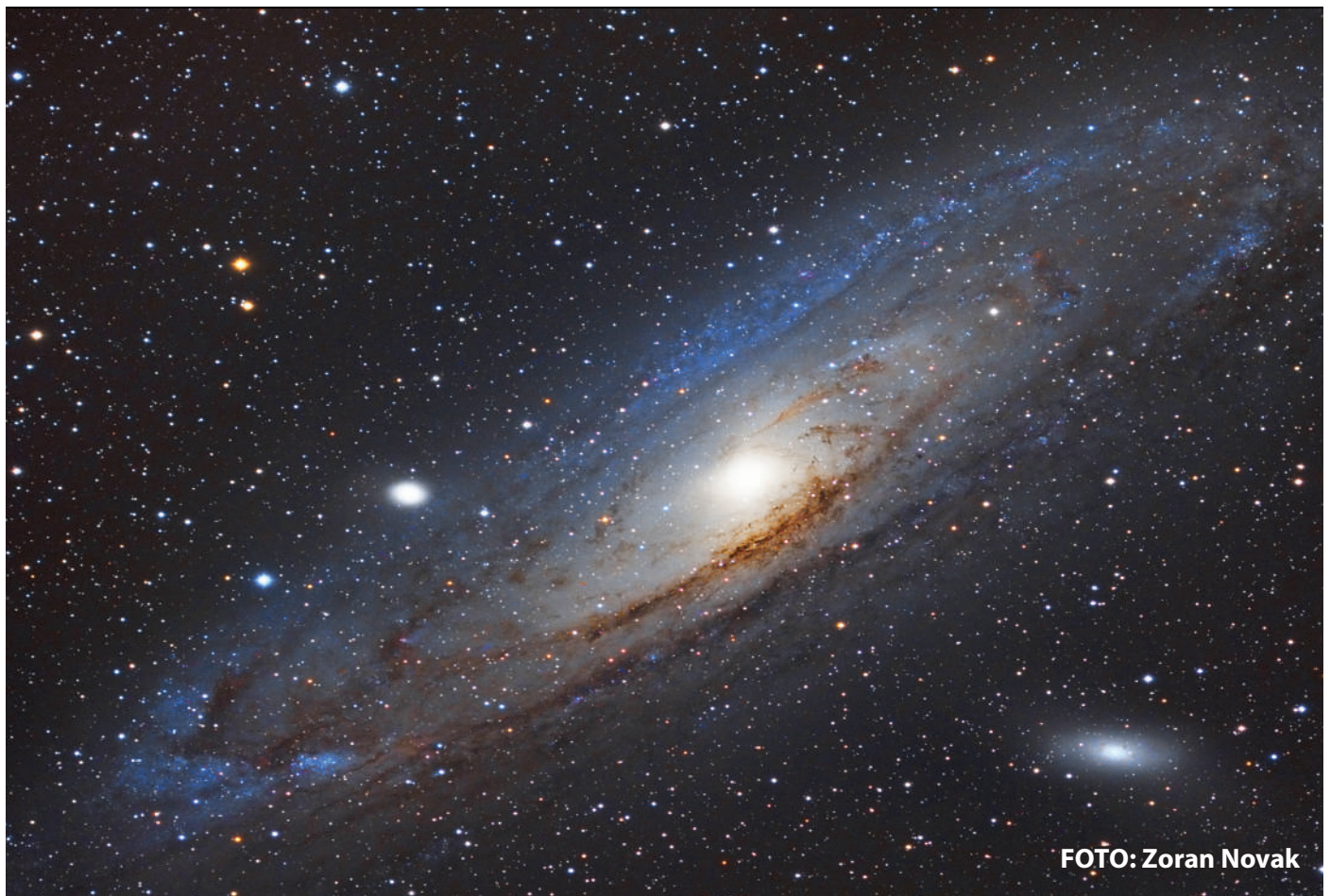


FOTO: Zoran Novak

ZVJEZDARNICA RUBIN: VI. DIO

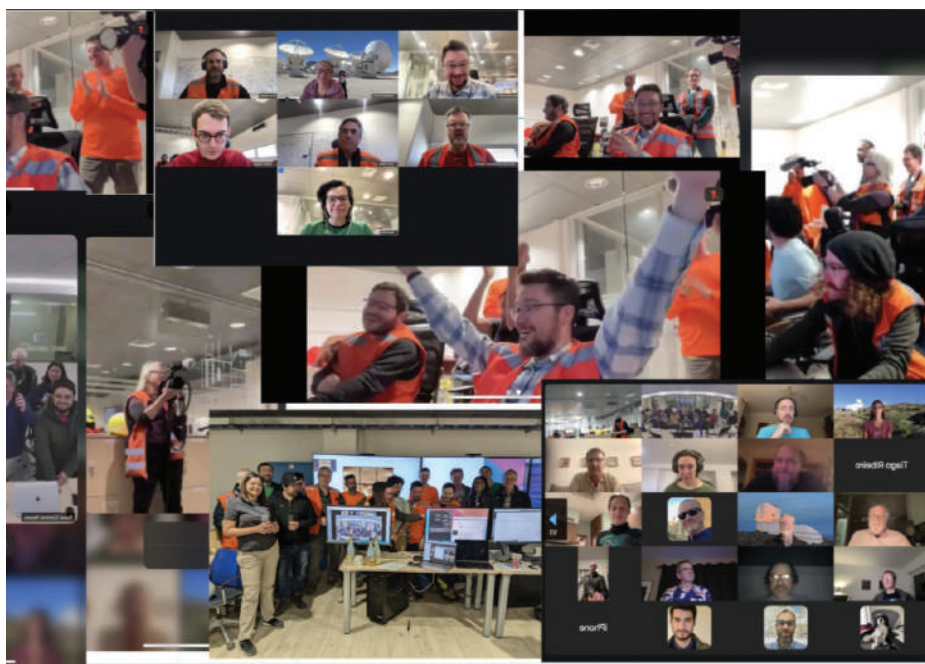
Stigle su prve slike noćnog neba sa Zvezdarnice Rubin!

Piše:
dr. sc. Željko Ivezić

U prošlom smo broju (Vega Horizonti br. 5) pisali kako je završetkom integracije Rubinovog teleskopa (Simonyi Survey Telescope), te integracijom inženjerske kamere s teleskopom, Zvezdarnica Rubin bila spremna za prve slike noćnog neba. Drago nam je izvijestiti da je po prvi put noćno nebo uspješno uslikano sa Zvezdarnice Rubin 24. X 2024! Tim velikom postignućem započela je posljednja faza gradnje Zvezdarnice Rubin: puštanje u pogon (engleski: commissioning).

Puštanje u pogon

Puštanje Zvezdarnice u pogon je proces kojim se osigurava da su svi sustavi i komponente Zvezdarnice instalirani i testirani u skladu sa specifikacijama. Glavni cilj puštanja u pogon je pokazati operativnost u smislu performansi, pouzdanosti i sigurnosti. Za svaku operativnu komponentu (teleskop, kamera, softver, te njihovi moduli i podsustavi) primjenjuju se razne inženjerske tehnike za svekoliko testiranje, od pojedinačnih funkcija do složenih spajanja s drugim komponentama sustava. Prve slike neba sa Zvezdarnice Rubin napravljene su koristeći inženjersku kameru, kolokvijalno nazvanu ComCam (engleski: Commissioning Camera). Tijelo te kamere ima istu veličinu, masu i moment inercije kao glavna Rubinova kamera (LSST Camera) ali ima 21 puta manje piksela zato što ima svega 9 senzora i "samo" 144 Megapiksela (vidi sliku 1). Nakon prvih slika 24. X, nekoliko stotina članova "Rubin Commissioning" tima (vidi slike 2 i 3) je nastavilo sa



Slika 3: Kolaž fotografija sa Zvezdarnice Rubin snimljen 24. X 2024:
"Uspjeh! Snimili smo prve slike sa Zvezdarnice Rubin!"

snimanjem do 11. XII i u tom periodu od 7 tjedana snimljeno je oko 16,000 ekspozicija (vidi slike 4 i 5). Kvaliteta ComCam slika noćnog neba je veća od očekivane budući da cijeli sustav još nije potpuno podešen.

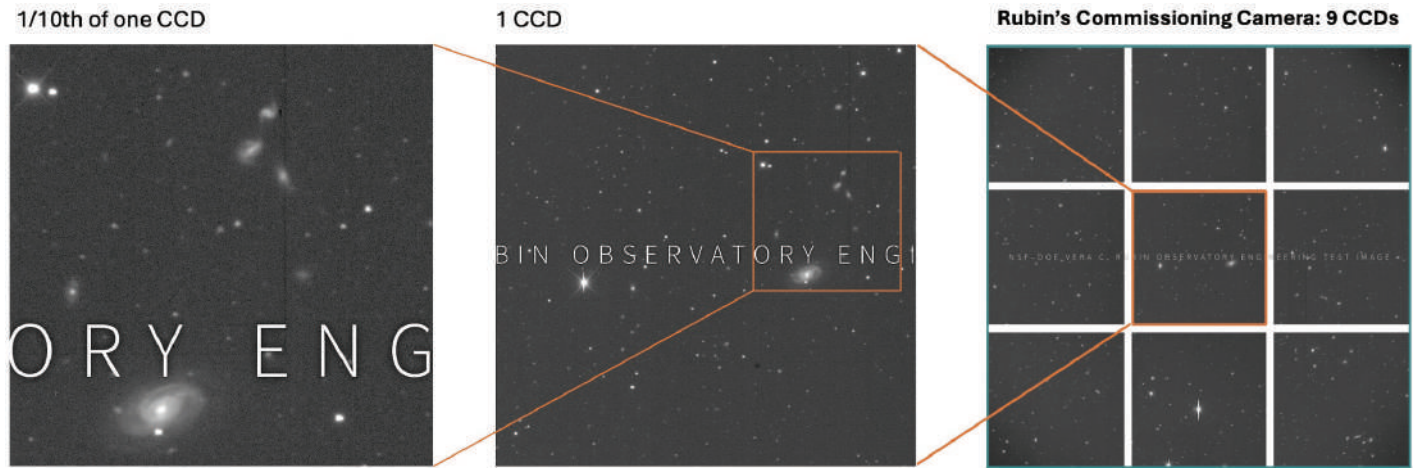
ComCam

Te slike korištene su za podešavanje tzv. aktivnog optičkog sustava (o kojem smo pisali u Vega Horizonti br. 2), za testiranje softvera za obradu slika, te za testiranje sustava za fotometrijsko baždarenje (kalibraciju) slika. Tih 7 tjedana kampanje bilo je jako uzbudljivo ali i jako naporno: tim je podržavao kontinuirane 24-satne cikluse testiranja danju i noću, uključujući promatranja, aktivnosti u lokalnoj bazi u La Sereni, kampanje obrade podataka u centru za obradu podataka (US Data Facility u laboratoriju

SLAC u Kaliforniji) te analize podataka na nekoliko lokacija diljem svijeta. Veliki uspjeh ComCam kampanje na nebu omogućile su godine pripremnog rada proširenog tima Zvezdarnice Rubin.

LSST kamera

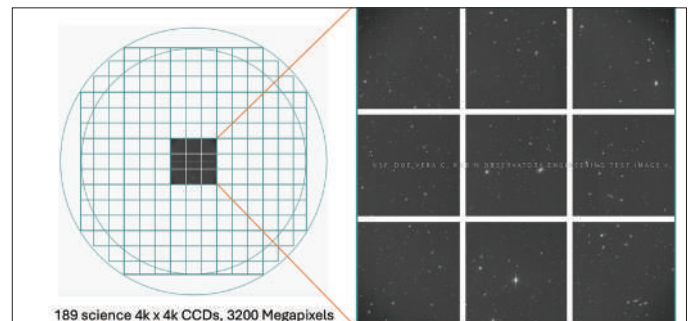
ComCam od 12. XII više nije na teleskopu. U toku su pripreme za integraciju glavne kamere (LSST Camera) s teleskopom tokom siječnja i veljače 2025. Očekuje se da će početni testovi integracije biti obavljeni tokom ožujka te da će LSST Camera snimiti prve slike noćnog neba tokom travnja 2025. U slijedećim člancima nastaviti ćemo vas izvještavati o završnim radovima na integraciji glavne kamere i postupnom prijelazu Zvezdarnice Rubin iz faze gradnje u operativnu fazu.



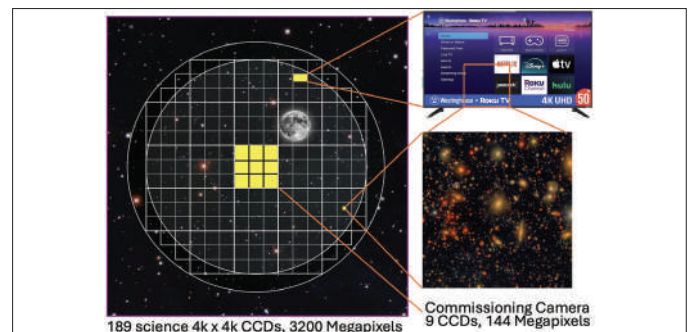
Slika 5: Premda inženjerska ComCam kamera ima "samo" 144 megapiksela, da bi se vidjeli svi detalji potrebno je jako zumirati. Cijela ComCam slika na desnoj strani pokriva dio neba površine otprilike dva puna Mjeseca. Zumirana slika u sredini pokazuje jedan CCD, a slika na lijevoj strani još deset puta manji dio neba. Rubinov pregled neba LSST će "pokriti" oko 8 milijuna puta veći dio neba nego slika na lijevoj strani, te sa puno boljom rezolucijom nego što je prikazana ovdje.



Slika 2: Pripreme za prvo promatranje s inženjerskom kamerom ComCam u kupoli Zvezdarnice Rubin.



Slika 4: Lijevo: usporedba vidnog polja glavne Rubinove kamere, LSST Cam (189 CCD senzora prikazanih kao mali kvadrati, ukupno 3200 megapiksela, 45 puta veće vidno polje od punog Mjeseca), sa vidnim poljem inženjerske ComCam kamere (9 CCD senzora, sa 144 megapiksela). Desno: jedna od prvih slika sa Zvezdarnice Rubin, uslikana 24. X 2024.



Usporedba vidnog polja glavne Rubinove kamere (LSST Camera) s ukupno 189 senzora (CCD, prikazani kao mali kvadrati; dodatnih 12 senzora koji služe za fokusiranje teleskopa, po 3 u svakome kutu, nisu ubrojani) i 3200 megapiksela (lijevo) s modernim televizorom koji ima dovoljno piksela za prikazati samo pola slike s jednog CCDa (gore desno), s vidnim poljem Rubinove inženjerske kamere s 9 senzora i 21 puta manje piksela (3x3 polje u centru velikog vidnog polja), te s vidnim poljem instrumenta Advanced Camera for Surveys na Hubble Space Telescope-u (najmanji kvadrat dolje desno, oko 10 puta manji od jednog CCD-a). Slika u donjem desnom kutu je napravljena japanskim Subaru teleskopom i ima sličnu kvalitetu kao buduće LSST slike.



Dio tima CroCube u Berlinu na integraciji satelita u deployer. Daniela Jović u sredini

PRVI HRVATSKI SATELIT

CroCube lansiran u svemir!

Daniela Jović, voditeljica i osnivačica misije CroCube u ekskluzivnom razgovoru otkriva detalje oko satelita, orbite i misije, ali i da je čep za satelit izrađen u - Metalskoj jezgri Čakovec

Razgovarao: Dragutin Kliček

Ime Daniele Jović ovih dana je prisutno na brojnim informativnim portalima, i to s razlogom. Vodi poslovanje, prodaju, marketing i komunikaciju u tvrtki Spacemanic te predstavlja tvrtku na raznim konferencijama i industrijskim događajima, što se, kako ističe, savršeno podudara s njenom strastu za popularizacijom znanosti, odnosno svemirske industrije. Svoj rad u svemirskom sektoru počela je

iz čiste strasti kao volonterka, a taj put ju je na kraju doveo do zaposlenja u ovoj industriji. Danas nastoji utjecati na dostupnost svemira i demokratizaciju svemirske industrije kako bi ona postala pristupačnija svima. Zahvaljujući njenom entuzijazmu kao i entuzijazmu ekipe koju je okupila oko sebe, Hrvatska ima i prvi satelit u svemiru pa nam je otkrila kako je izgledao put od ideje do realizacije te što ovaj uspjeh znači za znanstvenu zajednicu i mlade inovatore. Uz čestitke na prvom hrvatskom satelitu u

orbiti, krenimo redimo...

Možete li nam ukratko opisati misiju CroCube satelita? Koja je njegova glavna svrha?

CroCube nije samo edukativni satelit već i prilika za učenje i razvoj za sve koji su sudjelovali u projektu. Satelit je opremljen hrvatskim modulom Astrotron 1000 i kamerom koja će snimati slike Zemlje iz svemira, što će služiti za edukativne i demonstracijske svrhe te inspiraciju novih generacija. Uz to, projekt je donio značajne inovacije u administrativnim

procesima, jer smo morali kreirati i proći nove procedure za registraciju satelita koje ranije nisu postojale u Hrvatskoj. CroCube također omogućuje otvoren pristup podacima i pruža praktično iskustvo studentima, radioamaterima i entuzijastima.

Što vas je potaknulo na razvoj CroCube satelita i tko je sve bio uključen u projekt? Tko su ključni partneri?

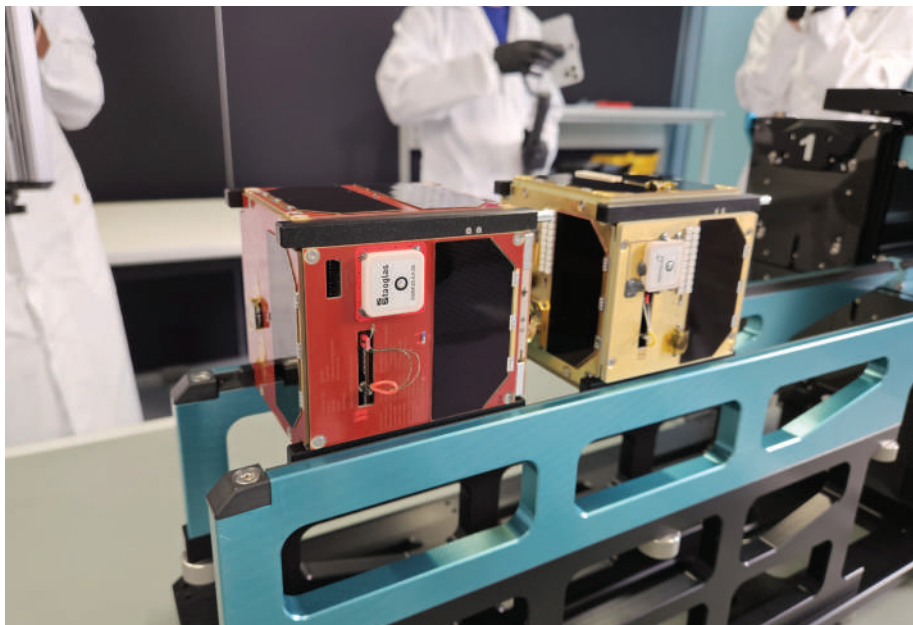
Inspiraciju za CroCube pronašli smo u želji da Hrvatska postane vidljivija na karti svemirske industrije. Smatrali smo da je važno pokazati da i mala zemlja poput Hrvatske može sudjelovati u svemirskom sektoru kroz inovacije i suradnju. Ključni partneri projekta su Spacemanic, koji je osigurao tehničku podršku i platformu, Društvo EVO, neprofitna udruga koja osigurava transparentnost projekta kao nositelj inicijative. Tu su i partneri poput tvrtke Exolaunch, koja je omogućila lansiranje na raketi Falcon 9 tvrtke SpaceX. U Hrvatskoj su na projektu sudjelovali naprimjer tvrtka Pulsar Labs koja je proizvela eksperiment Astrotron 1000 za mjerenje degradacije elektronike u svemirskim uvjetima, ili tvrtka Exevio, koja je izradila mobilnu aplikaciju i djelove naše softverske infrastrukture. Ovaj projekt je od početka bio primjer kako zajednički rad različitih partnera može rezultirati nečim iznimnim.

Pojedini elementi satelita su izrađeni i u Međimurju?

Razvojno-edukacijski centar za metalsku industriju - Metalska jezgra Čakovec izradila je posebni aluminijski 3D printani čep za satelit, koji nosi logotip našeg sponzora, piva Ožujskog. Ovo je ujedno bio jedan od prvih primjera primjene napredne tehnologije 3D printanja aluminijske u Hrvatskoj za svemirske svrhe. Ovaj tehnološki napredak pokazuje kako lokalne tvrtke mogu doprinijeti svemirskoj industriji i otvoriti vrata za daljnje inovacije.

Kakvu tehnologiju koristi CroCube? Koji su bili tehnički izazovi u izradi satelita?

CroCube koristi CubeSat standard i mikroelektroničke komponente koje su testirane za rad u svemirskim uvje-



CroCube i LasarSat

tima. Satelit je izgrađen na pouzdanoj platformi tvrtke Spacemanic, iz jednostavnog razloga – nakon puno prethodnih obećanja prvog satelita si naprosto s našim projektom nismo mogli priuštiti neuspjeh. Radi se o tehnologiji koja je otporna na radijaciju do dvije godine, a nakon pet godina satelit će izgorjeti u atmosferi, ne stvarajući svemirski otpad. Osim tehničkih izazova, naučili smo kako prevladati birokratske prepreke i surađivati s međunarodnim timovima kako bismo osigurali uspješnu misiju. Glavni izazovi dakle nisu bili tehničke naravi, već su bili vezani uz

financiranje i odgode lansiranja.

Na kojoj se orbiti CroCube nalazi i zašto je ta orbita odabrana?

CroCube se nalazi na visini od 510 km na ekvatorijalnoj orbiti. Ova orbita jedna je od dviju mogućnosti kod lansiranja raketom Falcon 9. Kod ride-share misija (kad se prostor u raketi podjeli među više korisnika), sateliti se jednostavno prilagođavaju orbiti koja je dostupna, bez previše izbora. Ekvatorijalna orbita znači da satelit iznad Hrvatske prolazi u razno doba dana i to se s vremenom mijenja. Međutim, budući da softver u satelitu ima mogućnost planiranja naredbi i



Dio tima CroCube. Stručnjaci iz raznih područja koji su volonterski pomagali projekt tijekom 3 godine.

aktivnosti, to nam ne stvara nikakve probleme u operaciji satelita.

Koliko dugo je očekivano da CroCube bude u svemiru i što će se dogoditi nakon toga?

Očekivani radni vijek CroCube-a je oko dvije godine, ovisno o razini radijacije. Nakon toga, satelit će nastaviti orbitirati do pet godina prije nego što u potpunosti izgori u atmosferi, ne ostavljajući iza sebe svemirski otpad. Ovaj proces osigurava da CroCube ne doprinosi problemu svemirskog smeća, što je važan aspekt održivosti u svemirskoj industriji.

Koji su sustavi zaduženi za komunikaciju sa satelitom i prikupljanje podataka? Odakle se komunicira sa satelitom?

Komunikacija se odvija putem UHF i VHF radioprimopredajnika na radioamaterskim frekvencijama. Svaki čovjek s SDR radiom i antenom može slušati CroCube. Satelitom trenutno upravljamo putem strane zemaljske postaje dok prolazi iznad nje, budući da u Hrvatskoj još nemamo odgovarajuću zemaljsku stanicu, ali nadamo se njenoj skorij izgradnji. CroCube zbog svoje radioamaterske naravi ne samo da šalje podatke, nego i potiče

zajednicu da sudjeluje u praćenju i komunikaciji, što ga čini jedinstvenim projektom u regiji.

Koji su očekivani rezultati i što to znači za hrvatsku astronomiju, radioamaterizam i astronautiku?

CroCube je već izazvao velik odjek među radioamaterima, potaknuvši aktivaciju novih SATNOGS postaja u Hrvatskoj. Digitalni repeater na satelitu omogućuje radioamaterima međusobnu komunikaciju, što dodatno povezuje ovu zajednicu. Projekt ima za cilj inspirirati mlade, a nadamo se da će studenti birati pisati završne radove na temu svemirske tehnologije i CroCube-a. Također, otvoreni podaci koje satelit prikuplja dostupni su svima, od entuzijasta do znanstvenika, čime doprinosi edukaciji i širenju znanja o svemiru.

U Hrvatskoj nekoliko tvrtki već radi komponente za svemirsku tehnologiju, koliko je to značajno i gdje se nalazimo na karti astronautike u svijetu?

Hrvatska ima velik potencijal u IT sektoru svemirske industrije, gdje možemo koristiti podatke iz svemira i postojeće satelitske infrastrukture. Kako bi industrija rasla, ključno je da

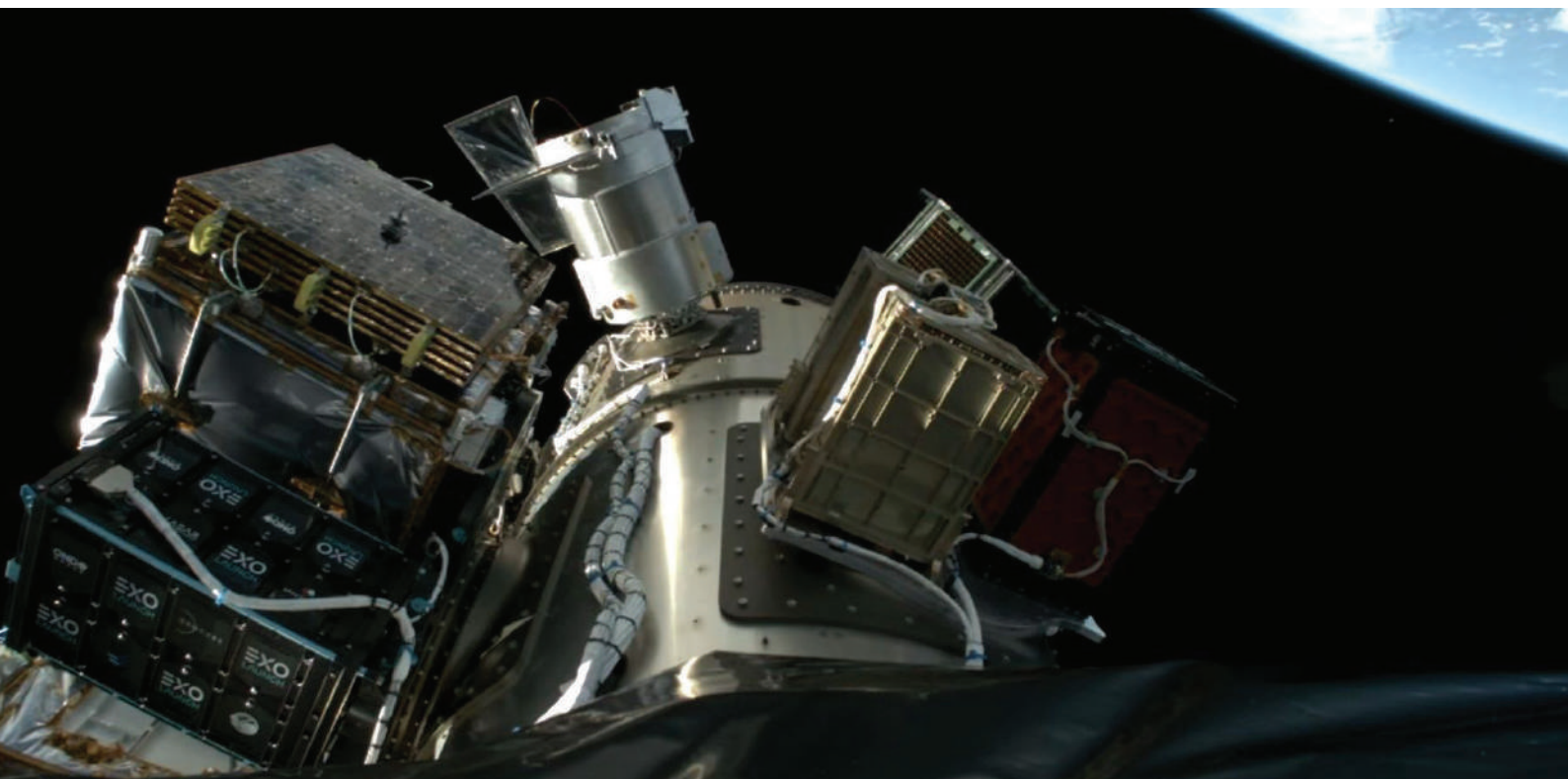


Daniela Jović

Hrvatska postane članica ESA-e, što bi omogućilo sudjelovanje u međunarodnim projektima i povećanje konkurentnosti na globalnoj razini. Uz daljnji razvoj domaćih tvrtki i uključivanje u međunarodne konzorcije, Hrvatska ima priliku izgraditi prepoznatljivost u specifičnim nišama svemirske tehnologije.

Za kraj Daniela ističe:

CroCube je neprofitni projekt, i rad volontera se i dalje može podržati putem doniraj.crocube.hr. Također, dostupna je besplatna mobilna aplikacija za praćenje CroCube-a, koju svi mogu preuzeti. Preporučujem i da pogledate spot benda Chui pod nazivom Svemir ima novi pozivni, koji dokumentira sklapanje i putovanje satelita u svemir.



CroCube na gornjem stupnju rakete Falcon 9 u svemiru, u deployeru tvrtke ExoLaunch trenutke prije njegovog ispuštanja u svemir. Na slici je vidljiv CroCube logo na mjestu ispod kojeg se krije.

RADIOVEZOM DO SATELITA

Veza s CroCube kockicom

Međimurski radioamater Lucijan Franin uspješno je kontaktirao sa CroCube satelitom, tako da i mi možemo potvrditi - u orbiti je i radi odlično!

Piše:
Lucijan Franin

Od najvećeg interesa za radioamate-re i astronome je radijski sustav sa-telita koji nam omogućuje da satelit pratimo, dekodiramo njegove signa-le, primamo slike koje će slati, te čak da razmjenjujemo poruke između nas radioamatera. Da bi shvatili mo-gućnosti upotrebe satelita u radij-skom smislu potrebno se uhvatiti u koštac sa nekoliko problema.

Pozicija: gdje je zapravo satelit?

Satelit nećemo moći primati ako ni-smo sigurni gdje je zapravo. CROCU-BE Satelit je u tzv LEO orbiti ili niskoj zemaljskoj orbiti na visini od oko 512km. Njegova orbita je u ekva-torijalnoj ravnini. Kruži oko Zemlje na način da prelazi ekvator do 45 stupnja južno i sjeverno (inklinacija). Vrijeme ophoda je oko 90 minuta. U praksi to znači da će iznad horizonta pojavljivati više puta na dan (do šest puta). Satelit se u odnosu na Zemlju pomiče na način da će neki od pro-laza biti direktnije preko naših glava a neki puta samo rubno sa nižim ele-vacijama i sa većim udaljenostima od nas.

Elementi orbita se prate i bilježe u posebne formate podataka¹ (npr LTE podaci u dva reda) koje unosimo u program za praćenje satelita kako bi u svakom trenutku znali gdje je satelit te mogli planirati njegovo slušanje. Programi za praćenje često imaju i mogućnost upravljanja smje-rom antene (po azimutu i elevaciji) ako imamo takvu antenu. Gledajući iz perspektive satelita njegov hori-zont sa 500 km predstavlja kružnicu na površini Zemlje radijusa oko 2500

km i to je područje gdje se satelit trenutačno može čuti i stanice iz tog područja mogu međusobno komu-nicirati putem satelita. U povezni-cama na kraju članka navesti ću sve izvore i linkove na kojima se možete detaljno uputiti na koji način koristiti programe za praćenje satelita.

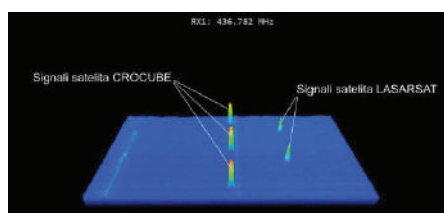
Radijski signal iz svemira, jačina i va-riiranje

CroCube je opremljen malim UHF pri-mopredajnim uređajem snage 1W, emitira digitalni signal brzine 9600 bauda i javlja se kratkom porukom morzeovim znakovima (telegrafija ili CW) na frekvenciji 436.775 MHz. Opremljen je jednostavnom dipol antenom linearne polarizacije. Svaki od ovih tehničkih podataka predstavlja bitnu odrednicu za prijem sateli-ta. Snaga satelita je relativno mala, ovisi o energetske mogućnostima satelita. U radio komunikaciji postoji pojam LOS² ili dogledljivost kada je izračun radio linka tj. mogućnosti pri-jema relativno jednostavna. Postoji prag prijema određenog tipa signala iz svemira na Zemlji i ako je on zado-voljen prijema će biti. Izračuna se tzv. budget veze koji čine polazna snaga satelita, pojačanje antene na satelitu, prostorno gušenje iz svemira do pri-jemne lokacije, pojačanje prijemne antene. Da zaobiđemo sam izračun, iz praske se pokazuje da je i tako

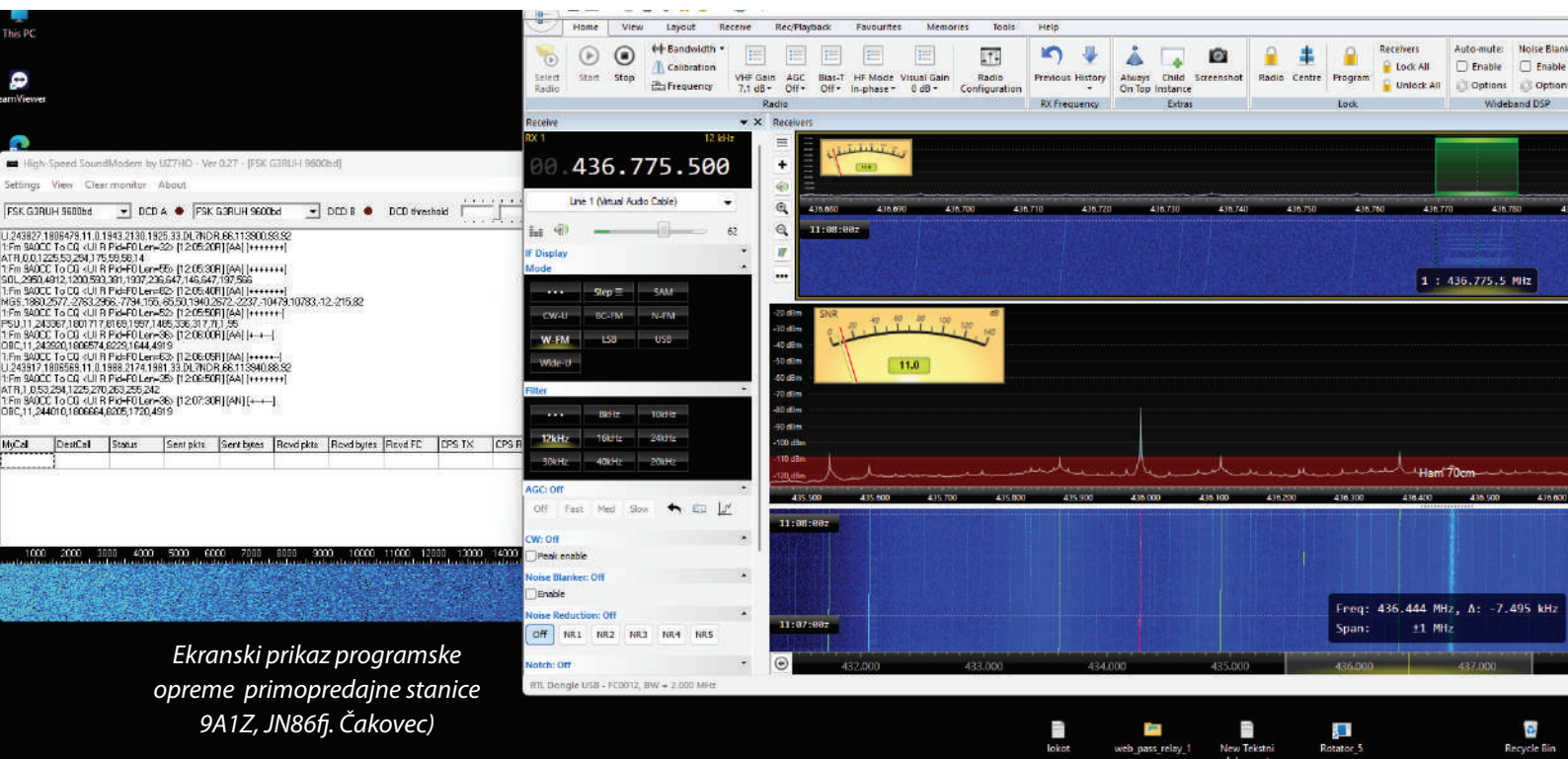
slab signal moguće sasvim zadovo-ljavajuće primati već sa skromnom antenom na strani zemaljske stanice Bitno je da postoje LOS uvjeti tj da satelit „vidimo“. U mom slučaju kori-stim usmjerenu UHF yagi antenu od 10 elemenata (slika 2) ali prijem je moguć i sa manjom antenom pogo-tovo kada nam satelit prolazi točno iznad nas³.

Problem u prijemu signala sa satelita predstavlja i doplerov pomak. Radi se o prividnoj promjeni frekvencije odašiljača jer se zbog brzine kreta-nja izvora (satelit se giba 1. kozmič-kom brzinom u odnosu na točke na Zemlji) prima više titraja elektroma-gnetskog vala u jedinici vremena nego kada bi satelit mirovao. To vri-jedi kada se satelit približava. Kada se udaljava frekvencija se smanjuje. Za ovu brzinu i frekvenciju koju sa-telit koristi dopler pomak je +- 9 kHz, sasvim dovoljno da izgubimo prijem satelita. Zbog toga program za praće-nje satelita ujedno izračunava dopler pomak za svaku od pozicija satelita u odnosu na prijemnu stanicu i korigira frekvenciju prijemnika. Ako koristi-mo SDR prijemnik pomak frekvencije će biti vidljiv na waterfall prikazu pa korekciju možemo izvoditi i ručno.

Dodatni problem u prijemu satelita može biti variranje polarizacije si-gnala ako se satelit okreće oko svoje osi ili tumba. Ako i prijemna stanica ima samo linearnu polarizaciju ante-ne doći će do variranja jačine signala kako se polarizacija poklapa ili bude ortogonalna (kada gotovo gubimo signal). Zbog toga se ponekad kori-sti i kružna polarizacija antene ili više antena kako bi ovo variranje zbog polarizacije izbjegli.



3D prikaz signala satelita
CroCube i LaserSat



Da bi ostvarili prijem antena mora biti usmjerena prema satelitu i po mogućnosti ga pratiti, a isto tako i frekvencija mora pratiti doplerov pomak. To možemo i ručno no najbolje je ako upravljanje prepustimo nekom od programa za praćenje satelita.⁴

Na žalost, u jednadžbu prijema uključuje se i šum. Radijske smetnje koje imamo u urbanim sredinama (man made noise) često jako smanjuju mogućnost prijema slabih signala. Time je značaj usmjerenih antena veći jer ćemo usmjeriti antenu u nebo ili od smetnje i time umanjiti prijem smetnji. Najbolje je ipak potražiti radijski miran kutak negdje van urbanih naselja⁵.

Radio prijemnik za prijem satelita Kada smo sigurni da pratimo satelit na prije opisani način možemo započeti sa prijemom satelita. CroCube emitira na amaterskom području od 70 cm (436.775 MHz). Svaki radioamater ili zaljubljenik u radio koji ima prijemnik za to područje ima mogućnost čuti signal. Signal sa satelita sastoji se od kratkih burstova (čirpova) digitalnog signala⁶ te svakih 180 sekundi emitira poruku u telegrafiji. Za telegrafiju je potrebno podesiti modulaciju prijemnika na AM, SSB ili CW te primati na uho ili snimiti po-

ruku za kasnije dekodiranje danas raspoloživim programima. Satelit je službeno registriran kao radioamaterski i predstavlja se posebnom pozivnom oznakom 9A0CC (9A = hrvatska međunarodna telekomunikacijska oznaka, 0 = nacionalni značaj pozivne oznake i CC kao kratica od CroCube).

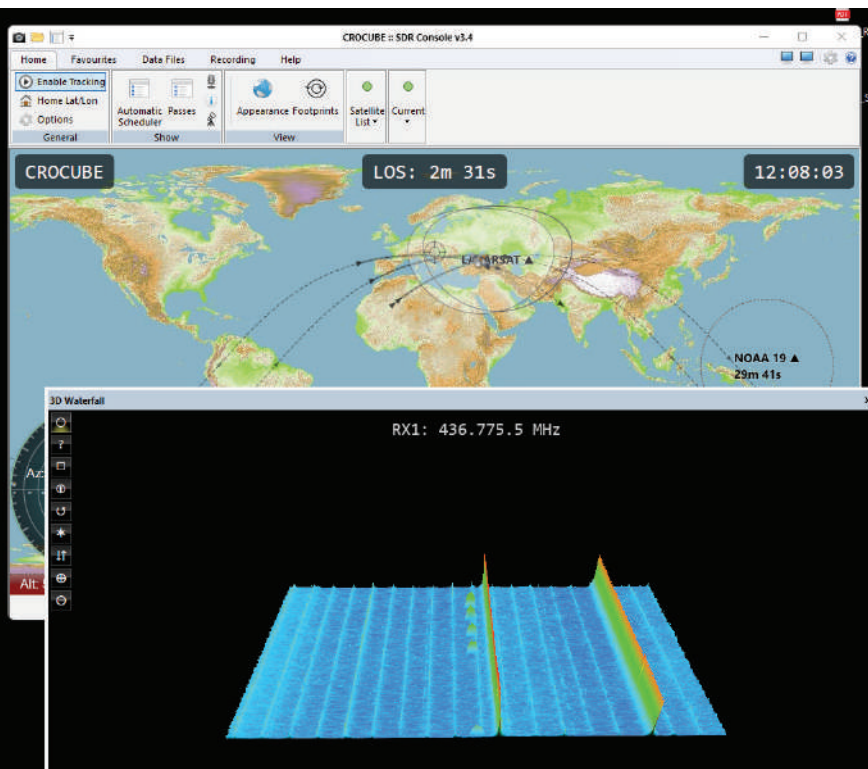
Podaci i oznake

Već sama činjenica da u svemiru postoji oprema koja emitira hrvatske pozivne oznake je dovoljno uzbudljiva. No satelit emitira i podatke. Telegrafski kratki faksimil sadrži brojeve koji predstavljaju osnovne telemetrijske podatke satelita, total up time, reset number, temperaturu procesora i izlaznog stupnja radio uređaja⁷. Primjer CW poruke izgleda ovako: DE 9A0CC = U5433R126T29P30 AR No pravi izvor podataka krije se u digitalnim porukama koje satelit šalje. On u redovnom rasporedu šalje grupe poruka koje predstavljaju telemetrijske i tzv. house keeping podatke pomoću kojih pratimo zdravlje i status satelita i svakog njegovog sklopa te se putem tih paketa šalju i mjerni podaci iz eksperimenta⁸

Za prijem i dekodiranje signala posebno je pogodan SDR prijemnik.

Već i najjeftiniji RTL USB dongle može odlično poslužiti. Pozivam sve, pogotovo radio astronome koji već imaju taj tip opreme (RTL dongle ili neki drugi SDR te program SDR# ili npr. SDR Console) da podese sustav za prijem satelita i njihovo dekodiranje. SDR tip prijemnika ima i dodatnu prednost jer možemo vizualno pratiti šire frekventijsko područje u kojem emitira CroCube ali i mnogi drugi sateliti te se vježbati i na drugima, locirati njihove frekvencije, dekodirati ih i slati u objedinjeni sustav praćenja i dekodiranja signala kao što je SatNogs.

Za samo dekodiranje signala morati ćemo na računalo instalirati program koji demodulira digitalni signal Npr. Soundmodem⁹. Iz prijemnika koji je podešen za prijem FM signala (najbolje Wide-FM sa propusnošću filtera od oko 12 do 20kHz, podesite ako se može) audio signal fizički ili unutar računala (virtualni audio kabel) privodimo programu za dekodiranje. Program iz audio signala koji u ovom slučaju predstavlja digitalno modulirani signal GFSK brzine 9600 bouda dekodira i pretvara u tekstualnu poruku na ekranu. Na slici 3 vidljivi su burstovi digitalnog signala i svaki od tih burstova kada se dekodira pojav-



ljuje se u obliku ovakve poruke:

1:Fm 9A0CC To CQ <UI R Pid=F0 Len=77> [15:37:55R] [AA] [+-----] Happy New Year from CroCube! Ready for another 940 million km around the Sun! Dekodirane poruke su u otvorenom tekstu i postoji točan opis značenja svakog od podatka te se isti može interpretirati ručno ili programski. Čestitam vam unaprijed na prvom dekodiranju! Nakon toga Vas pozivam da se pridružite platformi SatNogs (link) koja nadilazi značaj svakog individualnog prijema na način da tvori svjetsku mrežu za praćenje satelita i njihovo dekodiranje. Posebno je značajno ako pratite satelite čije su glavne zemaljske stanice udaljene te time postajete stanica koja prima satelit kada ga njegova matična postaja ne može primati. Tako se postiže puni nadzor nad satelitima i to na gotovo profesionalni način. Ujedno je stranica izvor znanja i skup vrlo korisnih uputa kako primati satelite te kako postaviti i aktivirati automatiziranu stanicu za prijem satelita. Nadam se da će vas ovaj članak motivirati za vlastito istraživanje putem navedenih linkova i izvora podataka. Upravo je namjena ovog članka da usmjeri i olakša snalaženje pogotovo onima koji se tek prvi puta susreću sa

problematikom prijema satelita.

Radioamateri imaju na raspolaganju još jedan način korištenja satelita a to je razmjena poruka između sebe putem satelita i na taj način zapravo uspostavljaju radioamaterske veze. Za takav način rada potrebno je upogoniti i predajni dio zemaljske stanice čiji opis prelazi okvire ovog članka. Primjer poruke njemačkog radioamatera DL7NDR koji putem satelita CroCube 9A1CC poziva ostale amaterske stanice:

1:Fm DL7NDR To JN48AP Via 9A0CC* <UI R Pid=F0 Len=2> [16:55:40R] [NN] [+-----] cq

Kazalo:

1. CroCube orbita se još stabilizira, trenutno se prati pod NORAD brojem 98799 te je potrebno povremeno osvježavati LTE podatke. 2. LOS: line of sight, direktna vidljivost između predajnika i prijemnika. 3. Vrlo dobre upute za izgradnju prijemne stanice pronađite na https://wiki.satnogs.org/Main_Page 4. Npr. Orbitron

ili Gpredict ili komponenta programa SDR Console.

Ključno je da program može računati korekciju doplera i usmjeravati antenu. 5. Na waterfall prikazu SDR prijemnika vidjeti ćemo razne neželjene signale a sam šum predstavlja najniži plato signala. Okretanjem usmjerene antene može se steći dojam koji nam je smjer najtiši (boja se mijenja u tamnije i nivo se spušta) te usmjeriti svoje aktivnosti u taj pogodan smjer. 6. Satelit šalje svakih 90 sek. telemetrijske podatke u 6 tipova paketa TRX, OBC, PSU, MBP, ATP, poruku svakih 270 sekundi i morse beacon svakih 180 sekundi. Prolaz satelita obično traje 10 tak minuta. https://crocube.hr/wp-content/uploads/2022/12/CroCube_AmateurRadiolInfo_2024-09-15.pdf 7. Najbolji izvor podataka je sama službena stranica CroCube: <https://crocube.hr/radioamateri/> 8. https://crocube.hr/wp-content/uploads/2022/12/CroCube_AmateurRadiolInfo_2024-09-15.pdf 9. Npr. High-Speed SoundModem by UZ7HO, podesiti modulaciju na FSK G3RUH 9600 i filtere na 5000 i 12000Hz. Audio ulaze podesiti da usmjeri NF signal iz prijemnika u modem. Npr. iz SDR programa u virtualni audio link 1 a iz njega u SoundModem.

O autoru:

Lucijan Franin (9A1Z), je međimurski radioamater od svoje mladosti i bavi se raznim oblicima radioamaterizma uključujući i rad putem LEO, MEO i GEO amaterskih satelita na VHF, UHF, SHF i mikrovalnim radio frekvencijama gdje ima više od stotinjak odrađenih zemalja u

svijetu. Radni vijek mu je obilježilo i profesionalno bavljenje radiokomunikacijama te aktivno članstvo u radioamaterskim udrugama. U posljednje vrijeme posvećuje se edukaciji mladih za STEM područje i popularizaciji znanosti te je član AD Vega radioastronomskog tima.

ASTROFOTOGRAFIJA

Kako do detaljnijih fotografija

Mnoštvo različitih prozora za pogled na ljepote svemira

Piše:
Zoran Novak

Filteri su izuzetno važan alat u astronomiji. Oni omogućuju izoliranje specifičnih valnih dužina svjetlosti, te time otkrivaju detalje koji bi inače bili izgubljeni u šumu neželjenog svjetla. Profesionalni astronomi koriste izuzetno široku paletu filtera kako bi mjerenjima otkrili astrofizička svojstva nekog objekata, dok astronomi amateri filtere koriste kod vizualnog promatranja ili snimanja nebeskih objekata. *U popratnom članku ovog broja časopisa bavimo se detaljnije znanstvenom upotrebom filtera u fotometriji, a ovdje ćemo se posvetiti više astrofotografiji.* Glavni ciljevi kod korištenja filtera su smanjiti utjecaj svjetlosnog onečišćenja, poboljšati odnos signala i šuma, postići što veći kontrast i oštrinu, te što više naglasiti strukture na objektima koji se promatraju ili snimaju. Dolaze u različitim veličinama, od 1.25" (31,7 mm) do 2" (50,8 mm), ili kao "unmounted" filteri (samo staklo bez okvira) za profesionalne kamere. Pojednostavljeno, filtere možemo svrstati u dvije kategorije. Prva su planetarni ili kolor filteri. Ovo je apsorpcijski tip filtera što znači da blokiraju svjetlo tako da ga apsorbiraju. Proizvođači u ponudi imaju cijeli niz boja, a ovisno o boji, ovi filteri ističu specifične značajke na planetima. Drugi tip su refleksijski, a kao što ime sugerira, blokiraju svjetlo tako što reflektiraju neželjenu valnu dužinu. U tu kategoriju ulaze filteri za astrofotografiju, te za vizualno promatranje objekata dubokog svemira. Refleksijski se filteri mogu

dodatno podijeliti u podkategorije:

1. Filteri za smanjenje svjetlosnog onečišćenja

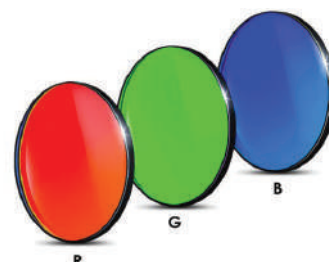
Radi se o filterima dizajniranim za blokiranje specifičnih valnih dužina svjetlosti koje emitiraju umjetni izvori svjetlosti, poput natrijevih i živinih lampi. Ovakvih je lampi sve manje jer ih mjenjaju LED lampe. Nažalost LED emitira u jako širokom spektru, pa ga je teže filtrirati. Popularni primjeri su UHC (Ultra High Contrast) i CLS (City Light Suppression) filteri.

2. Širokopojasni filteri (RGB i LRGB)

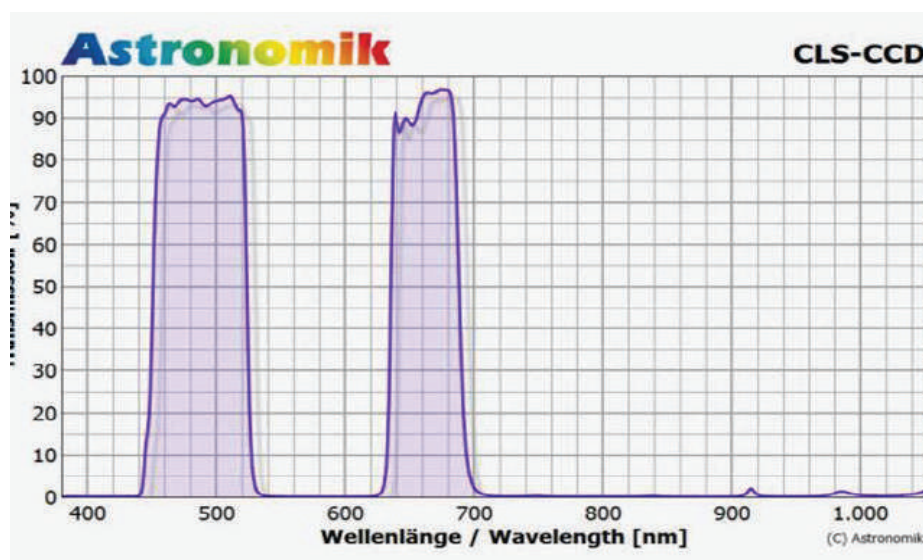
Ovi su filteri neizostavan dio svake monokromatske kamere. Svaki filter propušta spektar u određenoj valnoj dužini, a omogućuju stvaranje kolor fotografija kombinacijom crvene, zelene i plave svjetlosti.

3. Uskopojasni filteri

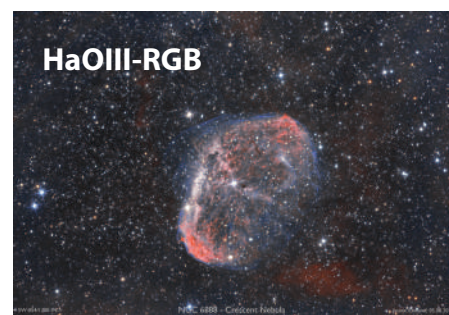
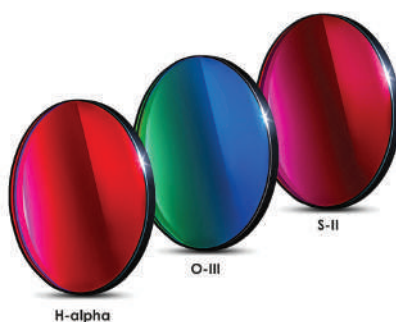
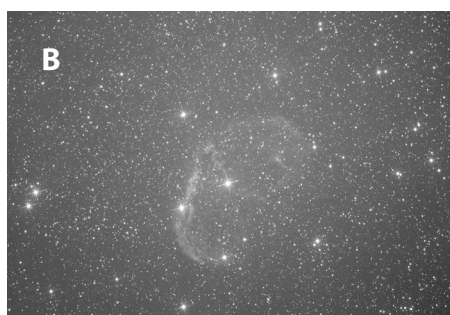
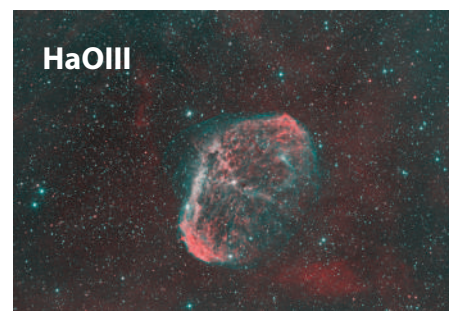
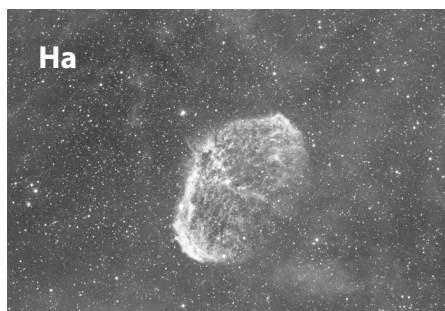
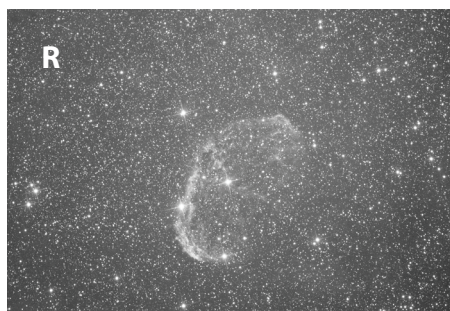
NB (narrow band) filteri propuštaju samo vrlo uski raspon valnih dužina svjetlosti, što je idealno za snimanje emisijskih maglica i analizu kemijskog sastava objekta kojeg



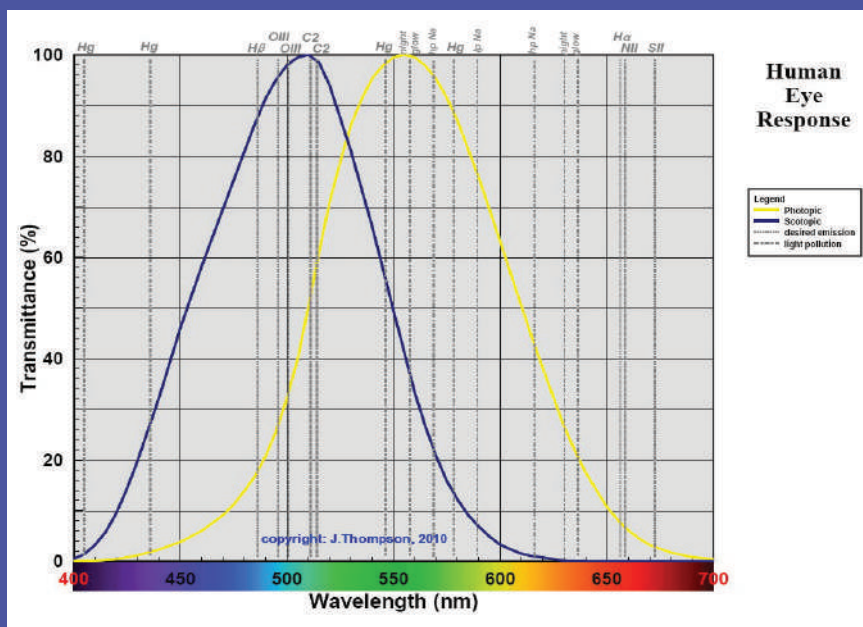
snimamo. Tipični predstavnici uskopojasnih filtera su **H-alfa (H α)** koji propušta svjetlost vodika na 656.3 nm, često se koristi za crveno svjetlo u maglicama. **O-III** koji detektira dvostruko ionizirani kisik na 495.9 i 500.7 nm, vidljiv kao plavo-zele-na boja u emisijskim maglicama, te **S-II** sa fokusom na sumpor na 671.6 nm. Kombinacija ovih filtera koristi se u astrofotografiji za stvaranje tzv. "Hubble palette".



Krivulja propusnosti CLS filtera



Fascinantna značajka ljudskog oka je njegova sposobnost da mijenja koje receptore će koristiti pod različitim uvjetima osvjetljenja. Pri jakom svjetlu naše oči hvataju vizualne podatke pomoću čunjića kojih ima najviše u središnjem dijelu mrežnice, što omogućuje oštru i detaljnu sliku pri jačem svjetlu. Pri slabom svjetlu oko koristi osjetljivije štapićaste receptore koji se gomilaju prema periferiji mrežnice. Ako vam pri likom promatranja kroz teleskop netko savjetuje da koristite periferni vid, razlog za to je veliki broj osjetljivih štapića koji se nalaze na periferiji vaše mrežnice i hvataju puno više fotona od središnjeg dijela mrežnice. Osjetljivost štapića i čunjića na različite valne duljine svjetlosti je različita. Kao rezultat toga, naša se sposobnost opažanja različitih boja (valnih dužina svjetlosti) mijenja ovisno o tome



jesu li naše oči prilagođene svjetlu (photopic) ili tami (scotopic). Iz dijagrama je vidljivo da su naše oči, kada se prilagode svjetlu, na vrhuncu osjetljivosti na valne dužine ionizirane žive (Hg) i natrija

(Na), a dok su prilagođene tami na vrhuncu osjetljivosti za beta liniju vodika ($H\beta$) i linije dvostruko ioniziranog kisika (O-III) što su uobičajene valne duljine koje emitiraju maglice.

ASTRONOMSKA FOTOMETRIJA

Upotreba filtera u znanosti

Što nam govori sjaj koje dolazi iz svemira i kako ga promatramo

Piše:
dr.sc. Dejan Vinković

Svjetlo koje vidite dok čitate ovaj tekst nastalo je u procesima interakcija čestica tvari, bilo u atomima vašeg zaslona mobitela ili monitora, bilo u Suncu ili žarulji na stropu. To znači da se pažljivim izučavanjem takvog svjetla može nešto saznati o izvoru koje ga je stvorilo. Tome težimo kroz astronomsku fotometriju – mjerenjem sjaja nebeskih objekata saznajemo nešto o tome od čega se sastoje i kakvi uvjeti tamo vladaju. U prethodna tri izdanja Vega Horizonta opisali smo prve korake u svijet fotometrije. Ali svrha takvih mjerenja je povezivanje tih podataka s fizikalnim procesima koji se odvijaju na i oko zvijezde. A to je moguće kao zna-

mo koji to točno dio spektra (tj. duge koju bi stvorilo svjetlo sa zvijezde) mjerimo pomoću naših slika. Boje se iz spektra filtriraju na dva načina.

Filteri i matrice

Svjetlo prvo prolazi kroz filter. Kod fotoaparata to je Bayerova matrica koja se sastoji od tri filtera postavljenih na same piksele čipa kamere, poznatih kako crveni (R), zeleni (G) i plavi (B). U prethodnom broju časopisa opisali smo kako funkcionira Bayerova matrica. Kod astronomskih kamera pak koristimo filtere kao dodatak kameri kako bi ograničili raspon boja koje ulaze u kameru. Moguće je snimati i bez filtera, ali to pokušajmo izbjeći jer nam korištenje filtera daje znanstveno vrijednije rezultate (osim kada nam nije bitna boja, nego količina

svjetla – recimo kada želimo otkriti asteroid). Drugi odabir boja dolazi od same osjetljivosti čipa, tj. senzora. Detekcija se odvija tako da svjetlo pobuđuje elektrone u pojedinim pikselima čipa. Ali taj proces funkcionira samo za neki raspon boja, ovisno o materijalu od kojeg je čip načinjen. Filtera ima raznih, što zbog toga što im je svrha izdvojiti različite dijelove spektra povezanih s nekim fizikalnim svojstvima nebeskih objekata, što zbog razlika u materijalima od kojih su napravljeni (nekonzistentnost između različitih proizvođača), što zbog povijesnih razloga jer se udomaćilo koristiti neki sustav filtera. Tako je najpoznatiji i najpopularniji Johnson-Morganov (skraćeno samo Johnsonov) UBV sustav filtera koji je bio prvi standardizirani filter (uveden



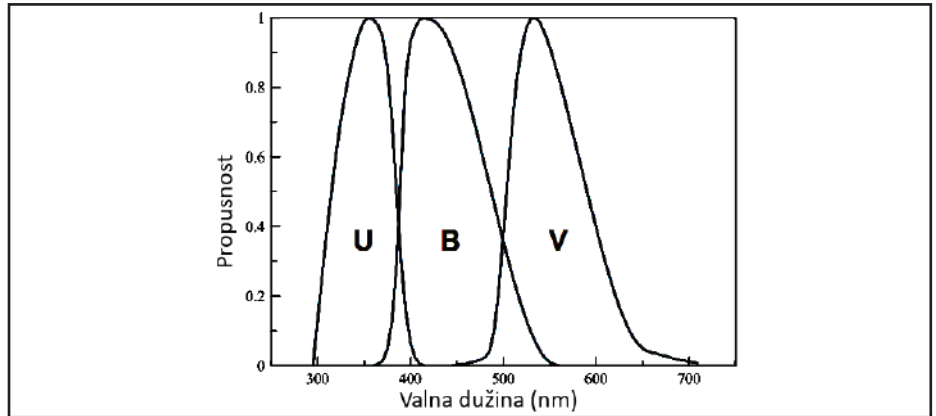
Kotač sa filterima za astronomsku kameru (foto: Jasmin Dolamić)



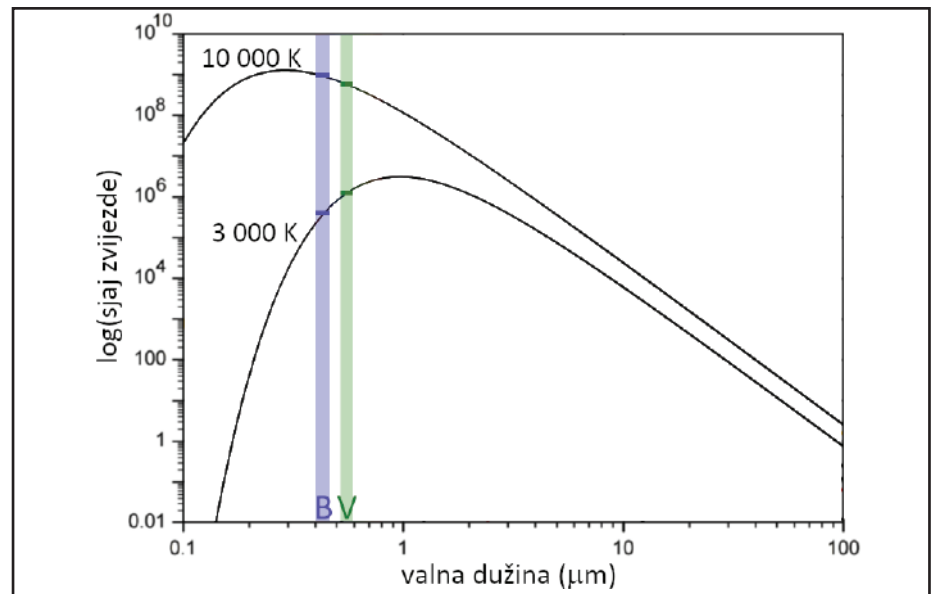
ranih 1950-ih). Pokriva UV boje kroz U filter, plavo kroz B, i "vidljiv" dio kroz V (zapravo zeleno-žute boje). Magnituda zvijezde u tom V filteru je ono što je uobičajeno navoditi kao magnitudu zvijezde (recimo u programu Stellarium su magnitude zvijezda zapravo V magnitude). Kasnije su dodani i filteri R (crvene boje) i I (nevidljive infracrvene boje), ali tu je već konfuzija jer postoje dvije varijante RI filtera.

Frekvencija

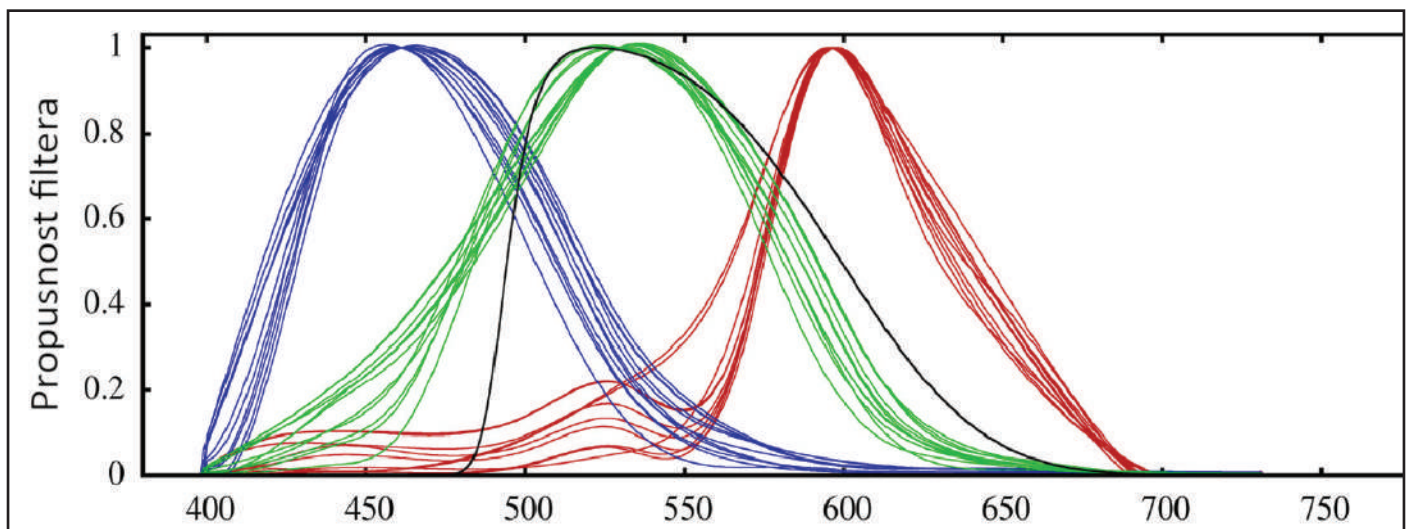
Pažljivim biranjem filtera astronomi mogu poput detektiva raspetljati tajne koje skrivaju svemirski objekti. Razlog leži u tome što interakcije svjetla i tvari ovise o frekvenciji (tj. energiji), odnosno valnoj dužini, svjetla. Rezultat tih interakcija mi gledamo teleskopom i mjerimo kamerom, ali pomoću filtera selektiramo različite aspekte tih interakcija. Iz poznate fizike tih interakcija zatim istražujemo kako naša mjerenja uklopiti u razne moguće scenarije kojima bi objasnili izmjerene vrijednosti.



Propusnost Johnsonovih UB filtera po valnim dužinama spektra.
Preuzeto iz https://en.wikipedia.org/wiki/UBV_photometric_system



Vruća i hladnija zvijezda osjetno se razlikuju u obliku svoje krivulje količine zračenja po valnim dužinama. Ako im mjerimo sjaj kroz B i V filter, uočiti ćemo kako je vruća zvijezda sjajnija u B filteru nego li u V filteru, dok je za hladnije zvijezde obrnuto. To znači da usporedbom sjaja izmjerenih u B i V filteru možemo saznati temperature zvijezde.



Propusnost RGB filtera u raznim tipovima fotoaparata (linije u boji).

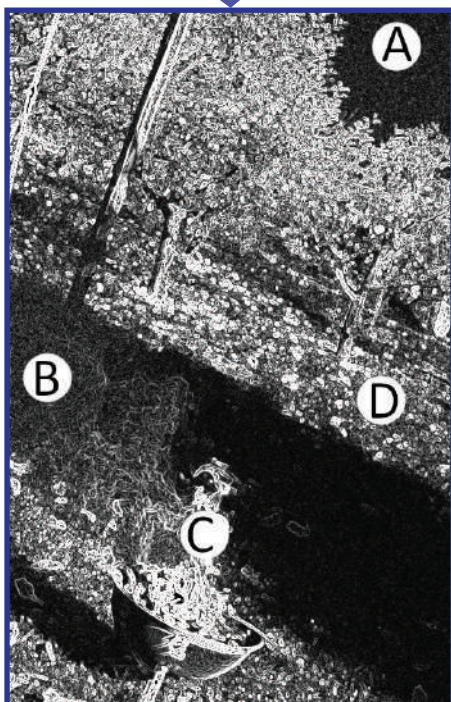
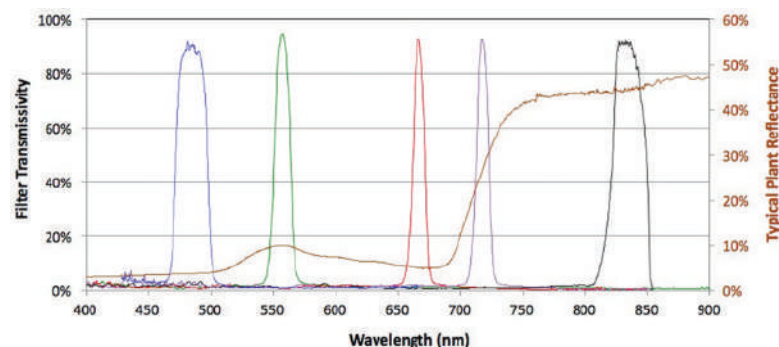
Za usporedbu, propusnost Johnsonovog V filtera je crna linija.

Preuzeto iz: Z. Kolláth, A. Cool, A. Jechow, K. Kolláth, D. Száz, K. Pong Tong,
Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2020, Volume 253, 107162.



Slike iznad načinjene su posebnom kamerom za daljinska istraživanja svojstava biljaka u poljoprivredi. Radi se o kameri koja zapravo ima 5 malih kamera od kojih svaka na sebi ima drugačiji filter. Grafikon prikazuje koje valne dužine su pokrivene sa svakom pojedinačnom malom kamerom.

Preuzeto sa: <http://www.micasense.com>



Područje A: nebo. Primijetite da nebo postaje tamnije na slikama kako se povećava njihova valna dužina. Najsajnije je u plavom području, zbog čega i doživljavamo nebo kao plavo. Proces koji stvara ovakvu ovisnost svjetla neba o valnoj dužini je tzv. Rayleighovo raspršenje sun-

čevog svjetla na molekulama zraka. Isti proces odvija se i u svemiru kada se svjetlo zvijezda raspršuje na plinu i vrlo sitnoj prašini u prostoru između zvijezda. Primjer toga je plavičasta maglica u koju su uronjene zvijezde u skupu Plejade.

Područje B: dim. Dim u svakodnevnom životu su čestice veličine od oko 1mm. Svjetlo valnih dužina manjih od veličine prašine biti će vrlo efikasno apsorbirano i raspršeno. Zbog toga je dim na "plavoj" slici gotovo neproziran. Ako pak je valna dužina slična ili veća od veličine čestica, efikasnost apsorpcije i raspršenja jako opada. Stoga je dim na "infracrvenoj" slici gotovo nevidljiv. To je razlog zašto su infracrvene kamere korisne vatrogascima koji se moraju probiti kroz gusti dim. A isto to svojstvo astronomi rado koriste u izučavanju svemirske prašine oko zvijezda ili u međuzvjezdanom prostoru. Slikama kroz različite filtere se tako može odrediti i veličina svemirske prašine.

Područje C: vatra. Kada zapalite roštilj, vatra ima temperaturu od oko

1.200-1.500 °C (oko 1.500-1.800 K). Na tim temperaturama plin u plamenu stvara svjetlo, ali primijetite jaku ovisnost intenziteta tog svjetla na slikama različitih valnih dužina. Na "plavoj" slici plamen je nevidljiv jer gotovo da uopće ne emitira svjetlo tih valnih dužina. S druge strane, na "infracrvenoj" slici plamen ima intenzivan sjaj. To je još jedan razlog zašto su infracrvene kamere korisne vatrogascima. Zvijezde su puno toplije od tog plamena, ali svaka temperatura ima svoju ovisnost o bojama svjetla.

Područje D: trava. Korisnost ovakvih multispektralnih kamera u poljoprivredi leži u svojstvu biljaka da intenzivno sjaje u infracrvenim valnim dužinama od oko 750-1000 nm. Kada su biljke pod stresom (suša, bolest, itd.) opada im taj sjaj. Razne molekule i atomi u svemiru također imaju neka svoja specifična područja valnih dužina na kojima intenzivno emitiraju ili apsorbiraju svjetlo. Koristeći filtere koji propuštaju svjetlo specifično za određene molekule ili atome, astronomi mogu mapirati njihovu raspodjelu u maglicama i otkrivati što se u maglici dešava.



I NJIMA SE DOGAĐA STRES

Kako biljke reagiraju na svjetlosno onečišćenje?



Piše:

Monika Cindrić,
JU Međimurska priroda

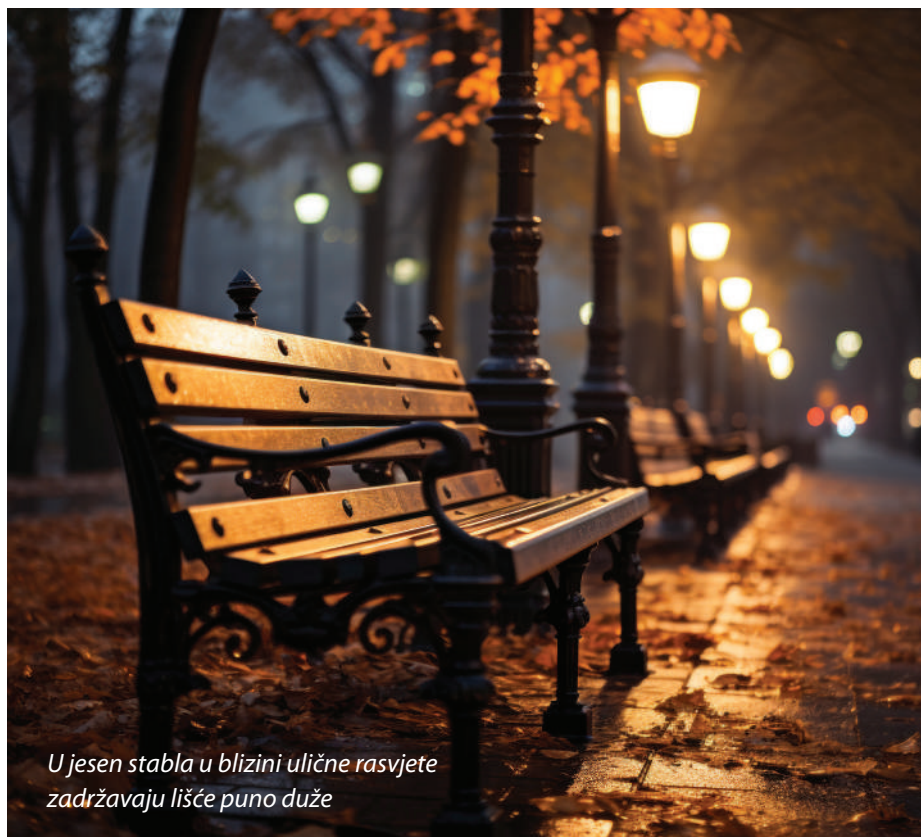
Živim na selu i oduvijek volim promatrati nebo (zaista znam vrlo malo, tj. gotovo ništa o zvijezdama). Posljednjih desetak godina teško mogu i u svom malom selu pronaći mjesto gdje me javna rasvjeta neće ometati da vidim što više blistavih točkica na nebeskom svodu. Kao biolog, znam što je svjetlosno onečišćenje i kako utječe na naše divlje susjede, ali ono što teško možemo razumjeti je, što umjetna rasvjeta uzrokuje kod biljaka, tj. kakvu vrstu stresa one doživljavaju?! Jedan od najočitijih učinaka umjetne rasvjete na biljke može se lako vidjeti na drveću koje raste uz ulične rasvjete. Iako se osjetljivost na svjetlo razlikuje od vrste do vrste, dr-

veće koje raste u blizini ulične rasvjete ima tendenciju zadržati svoje lišće puno duže u jesen od drveća udaljenijeg. Budući da je umjetno osvjetljenje dovoljno da prevari receptore za boje u biljkama, ono može "uvjeriti" drveće da su dani duži nego što zapravo jesu. Dodatna fotosinteza koju tada biljka započinje možda se ne čini tako loša, ali dulje zadržavanje lišća čini drveće osjetljivijim na oštećenja od leda.

Utjecaj rasvjete

Učinci umjetne rasvjete nastavljaju se i u proljeće. Drveće koje raste u blizini svjetla ima tendenciju ranijeg pupanja i cvjetanja u proljeće. To ih također čini osjetljivima na oštećenja od mraza koji se još uvijek pojavljuju. Biljke koje rano cvjetaju riskiraju gu-

bitak cjelokupnog reproduktivnog napora cvjetanjem prije nego što nestane opasnost od mraza. To može narušiti njihov odnos s oparašivačima. Kako? Cvjetovi ostaju neoprašeni budući da otpadnu ranije sa stabljike nego što većina oparašivača krene u „akciju“ nakon zimovanja i ličinačkog stadija. Umjetno osvjetljenje ne utječe samo na fiziologiju biljaka. Povećavajući se, učinci noćnih svjetala mogu imati posljedice za cijeli ekosustav. Na primjer, istraživači su otkrili da je umjetna rasvjeta dovoljna da promijeni cjelokupni sastav travnjačkih zajednica. Neke su biljke dobro reagirale na umjetna svjetla, proizvodeći više biomase i vegetativnih izdanaka do te mjere da su istisnule druge vrste. Tome je pridonijela promjena u razmnožavanju, pri čemu su određene vrste pokazivale veću proizvodnju sjemena od drugih. Promjene u svijetu biljaka također utječu na bezbroj drugih organizama u staništu. Promjene u vremenu cvatnje ili stvaranju pupova mogu poremetiti cikluse kukcima i pticama koje se oslanjaju na te događaje radi dovoljne količine hrane i skloništa ili kod šišmiša koji neće letjeti u dobro osvijetljena područja noću, čime se smanjuje količina sjemena koja pada na ta područja sa šišmiša koji ih na taj način rasprostranjuju. Svjetlosno zagađenje dakle puno je više od samog estetskog problema. Umjetna rasvjeta očito ima izražene učinke na život biljaka. Poremetite biljke i poremetit ćete život kakav poznajemo. Svakako je potrebno više istraživanja potaknuti kako bi se otkrili svi načini na koje svjetlo utječe na biljke, no jasno je da moramo naporno raditi na smanjenju svjetlosnog onečišćenja diljem svijeta.



U jesen stabla u blizini ulične rasvjete zadržavaju lišće puno duže

ZAKON I (NE)RED

Inspekcije ne pomažu, a rješenja su protuzakonita?!

Piše:
Boris Štromar

Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja je na snazi od travnja 2019., a u studenom 2020. izašao je i Pravilnik o zonama rasvjetljenosti, dopuštenim vrijednostima rasvjetljavanja i načinima upravljanja rasvjetnim sustavima u kojem su postavljena konkretna ograničenja za javnu, dekorativnu i krajobraznu rasvjetu. U Pravilniku se, među ostalim, određuju zabrane i ograničenja za svijetleće oglasne ploče - s vanjskim i unutarnjim svjetiljkama te velikim zaslonima, LED displejima.

Ograničenja

Ograničenja za svijetleće oglasne ploče su vrlo jednostavna i jasna, te više nego dobrodošla. Nažalost, čini se da mnogi gradovi očito nisu upoznati s ograničenjima, a postoji mogućnost da ih svjesno krše. Naime, članak 27 stavak 6 Pravilnika jasno zabranjuje postavljanje bilo kakvih svijetlećih oglasnih ploča na križanjima. Usprkos tome, svjedoci smo sve brojnijim LED ekranima koji se postavljaju upravo na najprometnijima gradska križanja.

Takvi ekrani oglašivačkoj industriji donose ogromnu zaradu na uštrb sigurnosti prometa i općenite kvalitete života građana u gradovima. Osim zabrane postavljanja na križanjima, tu je i ograničenje maksimalne dopuštene svjetline koja varira ovisno o zoni, a najveća moguća je 20 cd/m^2 . Mjerenja napravljena Konica Minolta LS-150 uređajem u Zagrebu pokazala su najčešće vrijednosti između 100 i 200 cd/m^2 , no bilo je i znatno većih



*Uređaj za mjerenje jačine svjetlosti bilježi znatna odstupanja od pravilnika.
Izmjerene vrijednosti daleko premašuju zakonom dozvoljene vrijednosti.*

vrijednosti - novi LED ekran na Autobusnom kolodvoru blještao je s čak 1000 cd/m²! Rekord je svijetleća reklama s unutarnjim svjetilkama - nevjerojatnih 4000 cd/m². Za usporedbu, preporučena svjetlina monitora računala za ugodan rad po danu je 130 cd/m².

Prijave

Usprkos brojnim prijavama inspekciji okoliša i komunalnom redarstvu koje po zakonu ima sve ovlasti narediti gašenje spornih ekrana, odgovori se

svode na odbijanje provođenja Zakona i Pravilnika, te prebacivanje odgovornosti. Odbijenice su toliko apsurdne da su potpuno opravdane sumnje u korupciju.

Na primjer - od prijavljenih 7 LED ekrana inspekcija je u jednoj večeri njih 6 zatekla ugašene (ekrani doslovno nikad nisu ugašeni); komunalno redarstvo navodi da ekrani imaju izdana rješenja, ali ista rješenja odbijaju dati na uvid. Usprkos tome uspjeli smo doći do nekoliko rješenja iz kojih je vidljivo da su izdana nakon

što je Pravilnik stupio na snagu, što znači da su - protuzakonita! Upitani za pojašnjenje, iz grada odgovaraju "U rješenjima kojima se odobrava postavljanje osvijetljenih reklamnih panoa, nalaže se vlasniku da se pridržava odredbi o zonama rasvjetljavanja, dopuštenim vrijednostima rasvjetljavanja i načinima upravljanja rasvjetnim sustavima". Postavlja se pitanje - kako je moguće da Grad izdaje rješenje za postavljanje LED ekrana na križanju ako je to protivno zakonu?!



REPUBLIKA HRVATSKA
DEŽAVNI INSPEKTORAT

SREDIŠNJI URED
Sektor za nadzor zaštite okoliša,
zaštite prirode i vodopravni nadzor
Služba nadzora u području zaštite zraka
(klimatskih promjena)

KLASA: 151-61/22-10/1080
URBROJ: 443-01-15-22-4

Zagreb, 24. listopada 2022.

z/p Odjela [redacted]
10 000 Zagreb

PREDMET: Prijava kršenja odredbi Zakona o zaštiti od vjerojatnog onečišćenja
zahtjev za provođenje inspeksijskog nadzora
- obavijest o postupku, dostavlja se

Vrta: Vaš dopis znak: Z361 od 30. rujna 2022. godine

Poštovani,

inspekcija zaštite okoliša Kancelarije urođa Državnog inspektorata zaprimila je Vašu prijavu kao prethodnog postupka [redacted] radi izmjene odredbi Zakona o zaštiti od vjerojatnog onečišćenja i Pravilnika o zonama rasvjetljenosti, dopuštenim vrijednostima rasvjetljavanja i načinima upravljanja rasvjetnim sustavima, kojim se zahtjevu provedba inspeksijskog nadzora u navedenom zonu prometnih križanja u Zagrebu, zbog postavljanja svijetlećih oglašnih ploha unutar izričito zabranjivog područja odredbom članka 27. stavka 6. navedenog Pravilnika, a koje odnosa potpuno nadležna u prometu u mjeri koje može biti opasna za sigurnost prometa iz čega proizilazi da su postavljene i protivno odredbi članka 27. stavka 5. istog Pravilnika.

Inspekcija zaštite okoliša je 17. listopada 2022. godine obavila inspeksijski nadzor na prijavljenim lokacijama i zonama prometnih križanja u Zagrebu radi provjere napreda i uređivanja činjeničnog stanja. Nadzorom je utvrđeno da su na svim prijavljenim lokacijama i zonama prometnih križanja postavljene oglašne plohe. U trenutku obavljanja rasvjetljavanja je bilo samo i reklamnih panoa postavljenih u zoni prometnog raskrižja AVENIJA VEČESLAVA HOLJEVCA - SLAVONSKA AVENIJA, dok su preostale oglašne plohe bile ugašene.

GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA PROSTORNO UREĐENJE, IZGRADNJU GRADA,
GRADITELJSTVO, KOMUNALNE POSLOVE I PROMET
Sektor za promet

10000 Zagreb, Trg Stjepana Radića 1

PREDMET: Postavljanje digitalnog reklamnog panoa „LED - display“ na sjeverno pročelje zgrade, Savska cesta 118 u Zagrebu, odgovor, daje se.

VEZA: Vaš dopis. Klasa: 340-03/21-003/1241, Urbroj: 251-13-42-1/004-21-2, od 24. studenog 2021. godine.

Poštovani,

obavještavamo Vas da u smislu članka 5. Zakona o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 74/11, 80/13, 158/13, 82/14, 64/15/108/17, 70/19 i 42/20), za konkretni projekt postavljanja digitalnog reklamnog panoa „LED - display“ na sjeverno pročelje zgrade, Savska cesta 118 u Zagrebu, nije potrebna prethodna suglasnost policije, obzirom da se istim projektom ne mijenja postojeća regulacija prometa na javno - prometnoj površini te lihođenje suglasnosti u ovakvim slučajevima nije propisano.

Nadalje, nastavno na traženo u dopisu iz veze, mišljenja smo da će se postavljanje digitalnog reklamnog panoa „LED - display“ s interaktivnim sadržajima i reklamama na navedenoj lokaciji izdavanje obaviti u skladu s odredbama u cjelovitom prometu, posebice u smislu smanjivanja koncentracije vozila u zoni prometnog raskrižja, obzirom na bitnu raskrižja s većim intenzitetom prometa, a na kojima se upravlja semaforom u kojima je se kod vozača, čestim izmjenom boja i intenziteta svjetlosti na reklamnom pano, potencijalno direktno utjecati na pravovremeno uočavanje i razpoznavanje značenja prometnih svjetla na semaforima.

Republika Hrvatska
Grad Zagreb
URED GRADONAČELNIKA
Službenik za informiranje
Trg Stjepana Radića 1,
Zagreb

KLASA: 008-02/24-002/28
URBROJ: 251-02-02/008-24-9
Zagreb, 09.02.2024.

Grad Zagreb, OIB 61817894937, Službenik za informiranje, postupajući temeljem odredbe članka 13. stavak 3. točka 1. Zakona o pravu na pristup informacijama (Narodne novine, broj 25/13, 85/15 i 69/22) u predmetu ostvarivanja prava na pristup informacijama po zahtjevu [redacted] sukladno odredbi članka 23. st. 6. točka 2. Zakona o pravu na pristup informacijama donosi sljedeće

RJEŠENJE

Odbija se zahtjev za ostvarivanje prava na pristup informacijama, podnesen 22. siječnja 2024. godine, kojim korisnica traži pristup rješenju ovog tijela javne vlasti, KLASA: UP/I-363-02/21-01/2308 URBROJ: 251-10-31-1/011-22-14 od 29.06.2022. godine.

Obrazloženje

Službenik za informiranje zaprimio je, putem elektroničke pošte, dana 22. siječnja 2024. godine zahtjev [redacted] podnesen sukladno odredbama Zakona o pravu na pristup informacijama (Narodne novine, br. 25/13, 85/15 i 69/22).

Podnesenim zahtjevom korisnica traži pristup informaciji kako slijedi:

- „uvid u rješenje klasa: UP/I-363-02/21-01/2308 za postavljanje reklame, tvrtke Digital d.o.o. Naime, reklama je postavljena na samom križanju (na zgradi Hrvatskih šuma, Lazinska 41, na križanju ulica Dragutina Golika i Zagrebačke avenije)“.

REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA OBNOVU, IZGRADNJU, PROSTORNO UREĐENJE, GRADITELJSTVO, KOMUNALNE POSLOVE I PROMET
Trg Stjepana Radića 1

KLASA: UP/I-363-02/2021-001/3461
URBROJ: 251-10-31-1/011-22-10-SB
Zagreb, 24.02.2022. g.

Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, rješavajući po zahtjevu društva EUROPLAKAT d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, Zagorska 2, za izdavanje rješenja za postavljanje dva (2) reklamna panoa - LED DISPLAY-a, na sjeverno i istočno pročelje poslovne zgrade u Zagrebu, Avenija Marina Držića (raskrižje sa Ulicom grada Vukovara - jugozapad), sagrađene na k.č.br. 2203/2 k.o. Trnje, u vlasništvu drugih, kao nadležan na temelju članka 27. Odluke o komunalnom redu (Službeni glasnik Grada Zagreba broj 14/19, 24/19 i 22/20), d o n o s i

RJEŠENJE

Odobrava se društvu EUROPLAKAT d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, Zagorska 2, postavljanje dva (2) reklamna panoa - LED DISPLAY-a, na sjeverno i istočno pročelje poslovne zgrade u Zagrebu, Avenija Marina Držića (raskrižje sa Ulicom grada Vukovara - jugozapad), sagrađene na k.č.br. 2203/2 k.o. Trnje, u vlasništvu drugih, u vlasništvu drugih, pod sljedećim uvjetima:

1. Jedan (1) jednostrani, osvijetljeni, plošni reklamni pano - LED DISPLAY, dimenzija 10.30m x 5.76m, postavlja se na sjeverno pročelje poslovne zgrade i jedan (1) jednostrani,

MALA ŠKOLA ASTRONOMIJE

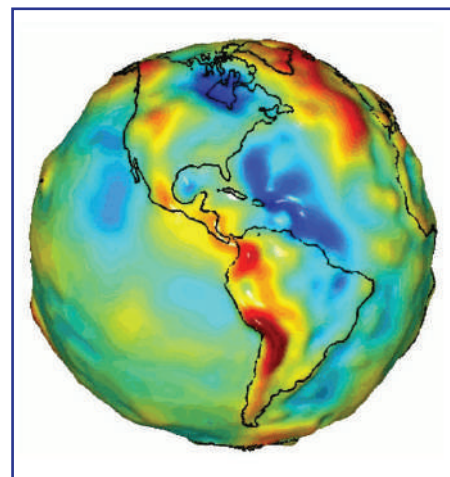
Ipak se okreće – kojeg je oblika planet Zemlja?

Piše:

Melita Sambolek, prof.

Kada gledamo slike Zemlje čini nam se kuglastog oblika kao lopta. No je li Zemlja savršeno okrugla? Opseg Zemlje izmjerio je Eratosten još u 3. stoljeću prije Krista pod pretpostavkom da je kuglastog oblika. Preciznijim mjerenjima novijeg doba, međutim, utvrđeno je da Zemljin opseg ekvatora i opseg mjeren oko polova nisu jednaki kao kod kugle. Ako pogledate u Enciklopediju¹ možete doznati da se oblik Zemlje kao tijela naziva geoid. To je prema definiciji, oblik omeđen plohom koju bi zauzela mirna površina oceana (bez utjecaja vjetrova, plime i oseke) produžena kroz kontinente i u svakoj točki okomita na smjer gravitacije i pod utjecajem rotacije Zemlje. Zbog nepravilnosti u rasporedu Zemljinih masa i različite gustoće

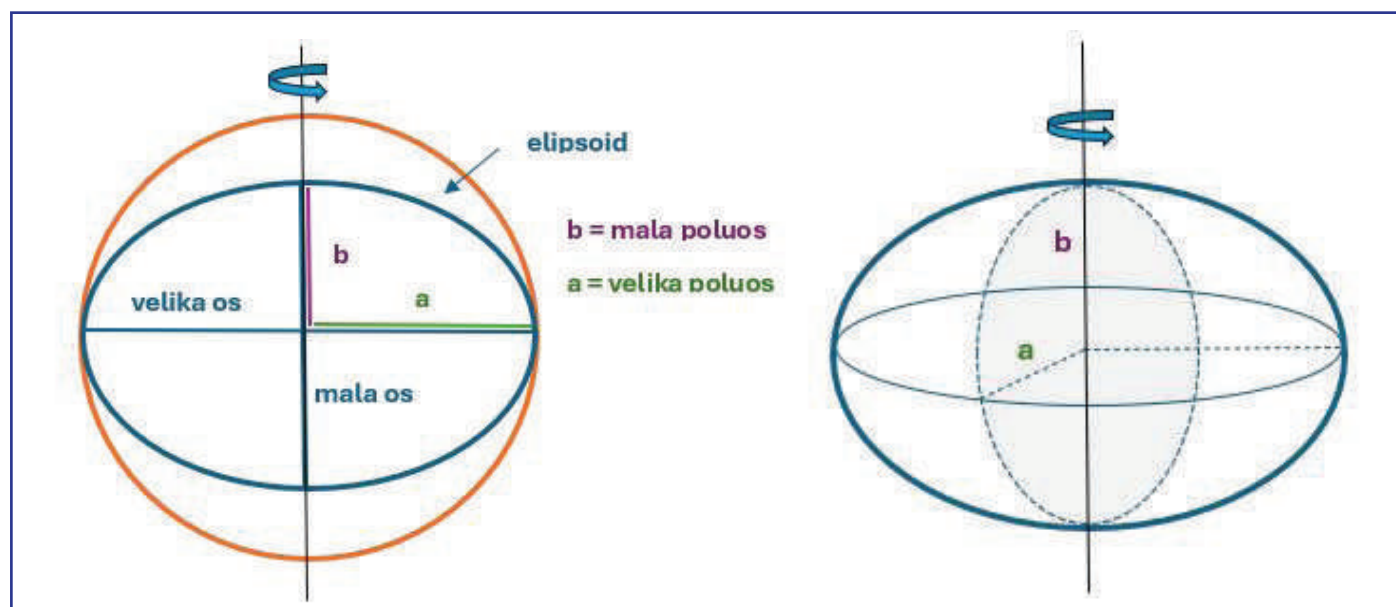
i debljine Zemljina plašta, geoid je glatko, ali nepravilno valovito tijelo slično rotacijskom elipsoidu - tro-dimenzionalnom tijelu dobivenom rotacijom elipse oko kraće (polarne) osi pri čemu se smatra da se kraća os elipsoida poklapa s rotacijskom osi Zemlje te da se središte elipsoida poklapa s centrom mase Zemlje. Za elipsoid se obično definiraju polovice duljine kraće (polarne) i duže (ekvatorske) osi – mala (b) i velika (a) poluos. Pomoću tih veličina definira se spljoštenost elipsoida f kao: $f = (a-b)/a$. Kugla stoga ima $f = 0$, a spljoštenost Zemlje prema WGS84 (World Geodetic System) iznosi $1/298,25$. Razlika između velike i male osi Zemlje iznosi svega 21 kilometar što je ustvari mala razlika obzirom na duljine osi veće od šest tisuća tristo kilometara. Danas tehnologija i umjetni sateliti koji kruže oko Zemlje pomažu u preciznom



Geoid

mjerenju, a time i računanju ploha geoida i elipsoida.

Takav je oblik Zemlje posljedica više čimbenika - rotacije Zemlje oko vlastite osi, gravitacijske sile i raspodjele Zemljine mase. Rotacija Zemlje uzrokuje centrifugalnu silu koja utječe na pomicanje masa pre-



¹geoid. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/geoid>

ma ekvatoru – stoga je Zemlja na polovima spljoštena, a na ekvatoru ispupčena. To vrijedi i za druge planete i svemirska tijela koja rotiraju oko vlastite osi. Spljoštenost Zemlje prilično je mala - stoga ju najčešće prikazujemo modelom kugle, a najveću spljoštenost u Sunčevom sustavu ima planet Saturn

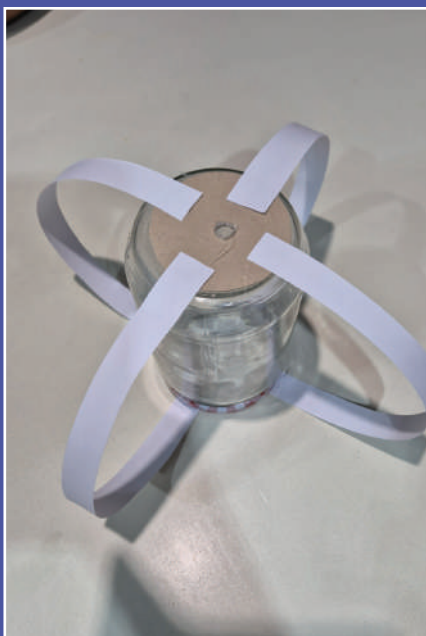
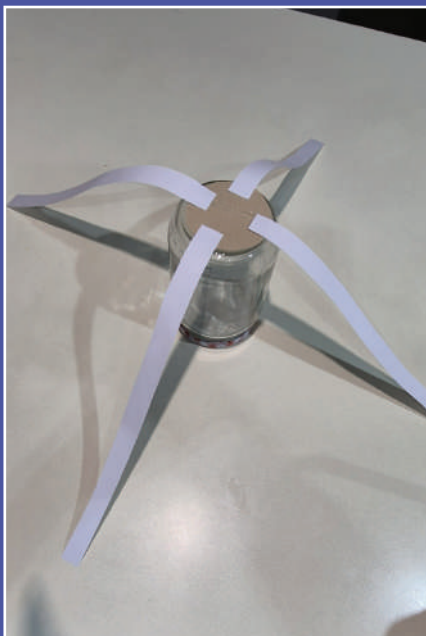
Pokus

Pokus kojim se može demonstrirati opisani efekt djelovanja centrifugalne sile može se izvesti izradom jednostavne igranke za koju je potreban slijedeći pribor: list papira, malo debljeg kartona, škare, drveni štapić (npr. štapić za ražnjiće, olovka, kuhača), staklenka i ljepilo.

Papir izrežite po duljoj stranici na četiri trakice jednake širine (oko 3 cm), a od kartona izrežite dva kruga promjera oko 4 cm. Na jednom krugu napravite rupu u sredini, nešto veću od promjera drvenog štapića, tako da može proći kroz nju i slobodno se kretati bez zapinjanja.

Staklenku okrenite otvorom prema dolje te na vrh postavite jedan krug i na njega ljepilom pričvrstite papirne trakice na jednakim razmacima (kao na slici). Drugi kraj trakica na isti način zalijepite oko drugog kruga. Dobiveno papirnatu tijelo postavite na štapić tako da ga provučete kroz rupu na jednom krugu i vrh mu dovedete do drugog papirnato kruga te zalijepite. Krug na vrhu je nepomičan, dok se krug s rupom mora slobodno moći pomicati gore dolje. Sada dobivenu igranku zavrtite tako da štapić „zarolate“ između dlanova. Što zamjećujete? Kako se promijenio oblik tijela od papira?

Rotacijom papirnato kuglastog oblika oko osi koja prolazi njegovim središtem, donji se pomični dio zbog djelovanja centrifugalne sile podiže i tvori oblik elipsoida. Sličan efekt događa se Zemlji, ali i drugim planetima i nebeskim tijelima koja se rotiraju oko svoje osi. Pogledajte video i dodatnu priču o obliku Zemlje u materijalima uz poveznicu na ovaj broj Vega Horizonta.



PROMATRAČKA ASTRONOMIJA

Manje poznate zimske radosti

Piše:
Vedran Vrhovac

Zimsko nebo je najljepše nebo i puno superlativa. Nema sumnje u to. Noćno nebo krase raskošne zvijezde Orion koje sadrži najsajasniju emisijsku maglicu na nebu – Orionovu maglicu. Gore desno iznad Orionu smjestilo se sedam svjetlucavih sestara – Plejade, najsajasniji otvoreni skup na noćnom nebu. Ispod njih je crvenkasto oko Bika – zvijezda Aldebaran koja čini jedan od dva kraka slova „V” koje čine zvijezde u skupu Hijade – nama najbližeg otvorenog skupa. U zenitu pronalazimo Andromedinu galaksiju – najdalji objekt koji će većina ljudi vidjeti svojim očima. Jugoistočni horizont krase treperavo plavo svjetlo Siriusa, najsajasnije zvijezde na noćnom nebu. Vjerujem kako shvaćate poantu, zimsko nebo ukrašeno je fascinantnim objektima koji će svakog upornog astronoma amatera izmamiti iz topline doma na hladnu zimsku noć. Pored ovih raskošnih objekata lako je zaboraviti na druge, manje popularne, ali i dalje zanimljive i spektakularne objekte. U ovom članku opisat ću nekolikinu njih, poredanih po zahtjevnosti, kako bih vas opet nagovorio da skrenete s utabanih staza.

Nebeska sova

Otvoreni zvjezdani skupovi u našim krajevima su rijetko na nišanu astrofotografa kao i vizualnih astronoma amatera. Nekako maglice i galaksije uvijek odvuču pažnju s inače lijepih i lako pristupačnih objekata. Ako se netko i sjeti snimiti koji otvoreni skup, to se uglavnom svede na Plejade i Dvostruki skup u Perzeju. Šteta, jer zimsko nebo nudi širok izbor zvjezdanih skupova od kojih su

mnogi čuda sami po sebi. NGC 457 je sjajan i raskošan otvoreni skup u Kasiopeji. Zbog visokog sjaja, prividna magnituda skupa je 6,9, skup je dostupan promatračima koji nemaju na raspolaganju tamno nebo. Skup se smjestio 2° južno od Bete Kasiopeje, koja je desni vrh lika „W” koji predstavlja zvijezde na nebu. Traženje olakšava što se može vidjeti već u tražiocima od 50 mm promjera. Za promatranje skupa preporučio bih niža srednja povećanja, između 50 i 100x. U teleskopu ćete uočiti više desetaka zvijezda, a od struktura isticat će se dva paralelna niza zvijezda

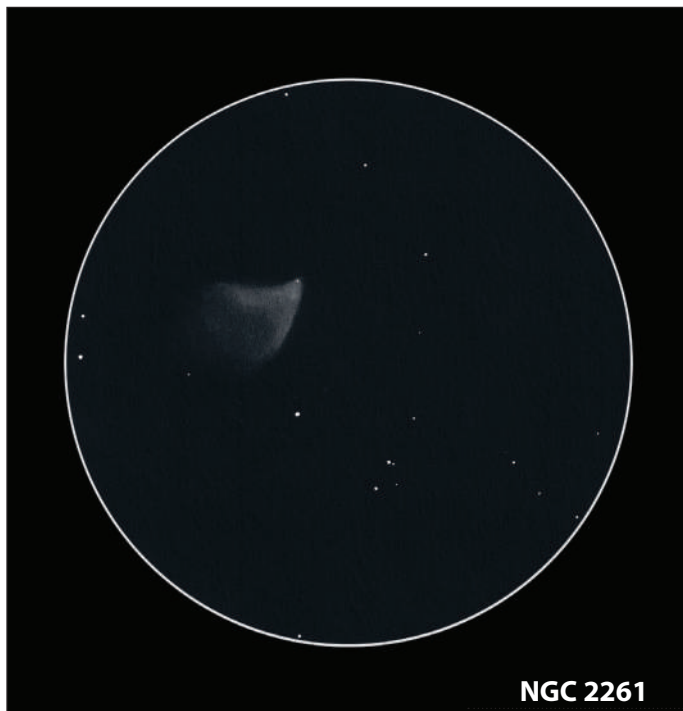
sa sjajnim zvijezdama u vrhu koje predstavljaju oči sove. Teleskop od 100 mm pokazat će u skupu 20-ak zvijezda, dok će 300 mm teleskop skup otkriti kao nakupinu od stotinu zvijezda od čega se njih 25 ističe svojim sjajem. Najsajasnija zvijezda u skupu ističe se svojom bojom. Koja je to boja preporučam da sami otkrijete prilikom promatranja.

Hubbleova promjenjiva maglica

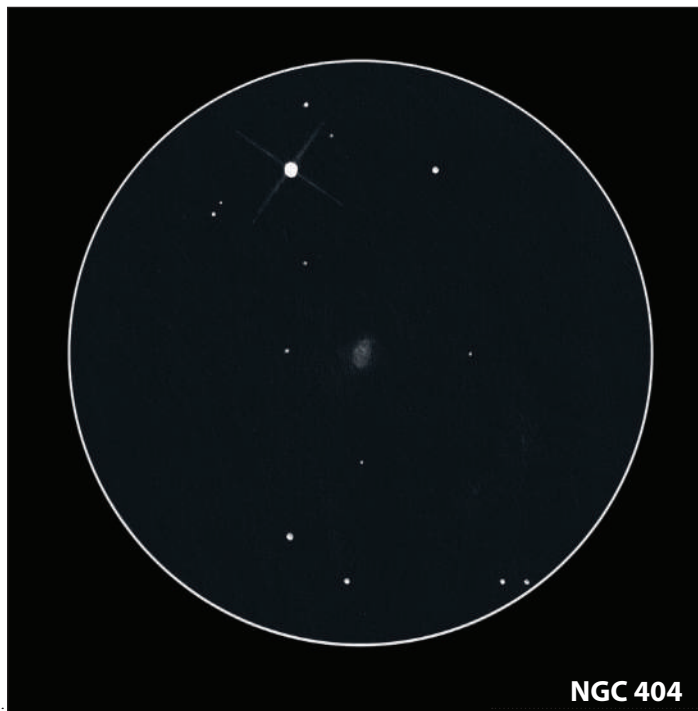
NGC 2261 je sjajna refleksijska maglica u Jednorogu, tamnom i rasutom zvijezdu lijevo od Orionu. Maglica



NGC 457



NGC 2261



NGC 404

svoj sjaj može zahvaliti promjenjivoj zvijezdi R Monocerotis, koja nije jasno vidljiva. Kako zvijezda mijenja svoj sjaj, tako se suptilno mijenja sjaj same refleksijske maglice. Dužina maglice je oko 1,5 svjetlosnu godinu pa se suptilne promjene sjaja ne odraze istovremeno na cijeloj maglici zbog konačne brzine svjetlosti. Iz tog razloga promjene u sjaju maglice se vide kao valovi koji godinu i pol putuju duž maglice.

Prekrasna demonstracija zakona fizike koje možete pratiti vlastitim (velikim) teleskopom. Iako NGC 2261 nije u našim krajevima često spominjan objekt, ona je zapravo veoma jednostavna za promatrati. Kada je pronađete u teleskopu, a to ćete najlakše napraviti ako pronađete raskošan otvoreni skup NGC 2264 i pomaknete pogled blago dolje desno, iznenadit ćete se koliko je sjajna. Maglica nepogrešivo izgleda kao lagano zavnut rep kometa sa sjajnom jezgrom na našiljenom rubu. Spomenuti rep se širi, kao slovo „V“, s tim da je upravo pri rubovima najsjajniji, a u unutrašnjosti malo tamniji. Za promatranje maglice se preporuča veliko povećanje, iako ju je moguće uočiti na manjim povećanjima, detalji u njoj „prodišu“ tek na 150x ili više. Hubbleova promjenjiva maglica smjestila se na udaljenosti od 2.500

svjetlosnih godina i prividnog je sjaja magnitude 9,0. Kako se radi o refleksijskoj maglici, primjena filtera za maglice neće dati pozitivne rezultate.

„Galaxy not found“

Zviježdem Andromeda dominira istoimena galaksija. Svojom popularnošću Andromedina galaksija zasjenila je ostale objekte u ovom zviježđu od kojih su neki nadasve zanimljivi prizor. Jedan od takvih prizora je galaksija NGC 404. Radi se o spiralnoj galaksiji prividne magnitude 11,2 i udaljenoj od nas 10 milijuna svjetlosnih godina. Ova galaksija je donekle zanimljiva što ne pripada niti jednoj galaktičkoj grupaciji, a dimenzijama i sjajem je tipična patuljasta galaksija. Za njeno promatranje dovoljan je teleskop od 150 mm promjera i tamnije nebo. Ovakvih galaksija na nebu amateri imaju stotine na raspolaganju pa zašto je onda dio ovog članka? Posebnost galaksije je njen položaj. Naime, ona se smjestila samo 7 lučnih minuta (1/4 promjera Mjeseca) od sjajne zvijezde Mirah – Bete Andromede. Zvijezda i galaksija nisu nikako fizički povezane te na nebu jedino dijele prividne lokacije. Mirah je crveni div od nas udaljen tek 200 svjetlosnih godina, tj. 50.000 puta nam je bliži nego galaksija koju



NGC2261/Foto: Tomislav Anić

skriva. Sama galaksija NGC 404 poznata je još kao Mirahov duh, a iz šale zna nositi nadimak „Galaxy not found“ prema grešci 404 – Page not found koju dobijemo kada neka web stranica na Internetu nije dostupna. Intenzivan sjaj crvene zvijezde zasljepljuje promatrača i sakriva galaksiju te njeno uočavanje zahtjeva spretnost i upornost. Kako bi se galaksija uočila potrebno je koristiti veća povećanja, od 120x pa na više, te prilikom promatranja Mirah treba „izgurati“ iz vidnog polja. Kada sjajna zvijezda nije više smetnja, uočiti ćemo slabašan ovalan sjaj galaksije. U njoj nećemo uočiti detalje, osim eventualno sjajnije jezgre, ali ponekad je sam put do uočavanja galaksije nagrada samo po sebi.

ODAKLE UGLJIK I KISIK

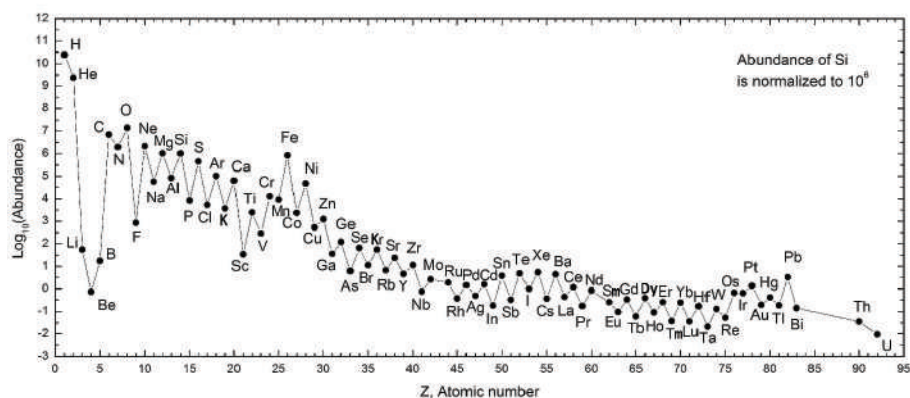
Preko trnja do zvijezda, a od zvijezda do nas

Piše:

dr. sc. Igor Gašparić

Jedna od najvažnijih informacija o materijalnom svijetu je njegov kemijski sastav. Udio pojedinih sastojaka - kemijskih spojeva i njihovih atoma uvelike utječe na svojstva i funkcionalnost žive i nežive materije. U našem svakodnevnom životu na Zemlji uronjeni smo u svijet kemijskih reakcija koje stvaraju i razaraju kemijske spojeve ovisno o svojstvima atoma koji ih čine, ali i okolnostima - temperaturi, tlaku, prisutnosti svjetla, koncentracijama reaktanata, prisutnosti neke druge tvari koja reakciju ubrzava ili usporava. Ono što je bitno u tim reakcijama je ponašanje elektrona i elektromagnetsko međudjelovanje između elektrona ili elektrona i atomskih jezgara. Atomske jezgre kemijskih elemenata ostaju iste - broj protona i neutrona u njima se ne mijenja. Broj protona u jezgri određuje kemijski element pa stoga broj atoma jednog elementa prije kemijske reakcije jednak je broju atoma tog elementa nakon kemijske reakcije. U prošlim brojevima Vega horizontata pisali smo i o procesima u kojima se mijenjaju kemijski elementi i koji su na Zemlji rijetki pa stoga imaju mnogo manji utjecaj u prirodi od kemijskih reakcija. To su radioaktivni raspad nestabilnih elemenata u Zemljinoj kori i zraku kao i nuklearne reakcije kozmičkih zraaka u gornjim slojevima atmosfere (vidi članke o prirodnoj radioaktivnosti, Vega horizonti br. 2, str. 14-16 i br. 4, str. 16-17).

Dakle, većina procesa na Zemlji samo prebacuje atome iz jednog spoja u drugi, a sam udio pojedine vrste ato-

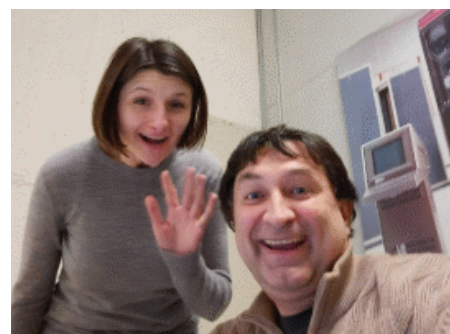


1. Zastupljenost kemijskih elemenata u Sunčevom sustavu. Obratite pažnju na logaritamsku skalu na y-osi. (Izvor Wikipedia Numerical data from: Katharina Lodders (2003). "SOLAR SYSTEM ABUNDANCES AND CONDENSATION TEMPERATURES OF THE ELEMENTS". *The Astrophysical Journal* 591: 1220–1247. Composed by Orionus.)

ma se ne mijenja. Prirodno se postavlja pitanje gdje i kako su nastali svi ti različiti elementi i zašto ih ima toliko koliko ih ima (slika 1). Odgovor na ova pitanja moramo potražiti doslovno u zvijezdama!

Spajanje elemenata

Nedavno smo slušajući predavanje dr. Tee Mijatović (slika 2) s Instituta Ruđer Bošković mogli saznati kako nastaju pojedini kemijski elementi u Svemiru. Naučili smo da u samom nastanku Svemira u Velikom prasku (engl. Big Bang) nastaju najjednostavniji i najlakši elementi vodik (uglavnom izotop ^1H bez neutrona) i helij (uglavnom izotop ^4He s dva protona i dva neutrona, jezgra ^4He je poznatija kao alfa-čestica) te nešto zanemarivo malo litija. Daljnje spajanje ovih lakih elemenata u teže je onemogućeno jer ne postoje vezane jezgre koje se sastoje od pet ili osam nukleona koji bi se mogli iskombinirati od jednog protona iz vodika i četiri nukleona iz helija. Ovo „ne postoje“ znači da žive



2. Dr. Tea Mijatović s autorom ovog članka na jednom od brojnih mjerenja na akceleratorskom postrojenju u Legnaru u Italiji

vrlo kratko i da se odmah raspadnu i time onemogućuje stvaranje težih stabilnih elemenata. Osim toga, Svemir se nakon Velikog praska širi i hladi pa je sve manje prilike za interakcije jezgara vodika i helija.

Na predavanju smo isto naučili da za stvaranje težih elementata moramo pričekati nekoliko stotina milijuna godina da bi gravitacijsko privlačenje čestica, uglavnom vodika i helija, stvorio zvijezde u kojima su daljnje

nuklearne reakcije moguće. Ovisno o masi plina i prasine koju gravitacija uspije sakupiti nastaju zvijezde različitih velicina. Masa zvijezde je glavno svojstvo koje određuje kakvi će se procesi dešavati tijekom života zvijezde i kako će zvijezda završiti svoj život. Zanimljiva činjenica koju smo također naučili na predavanju je da masivnije zvijezde žive kraće. Jača gravitacija stvara takve uvjete u koji pospješuju gorenje zvjezdanog materijala što dovodi do skorije smrti.

Prilikom skupljanja čestica gravitacijska potencijalna energija se pretvara u kinetičku energiju čestica koje se sve jače i češće sudaraju. Plin se zagrijava i temperature postaju toliko visoke da u međusobnim sudarima elektroni dobiju toliko energije da ih privlačne električne sile atomskih jezgara više ne mogu držati – plin prelazi u stanje plazme koja je smjesa pozitivno nabijenih jezgara i negativno nabijenih elektrona (vidi tekst o aurori, Vega horizonti br. 5, str. 4-5). Daljnji gravitacijski kolaps prema središtu povećava temperaturu i pozitivno nabijene jezgre povremeno imaju dovoljno kinetičke energije da nadvladaju električno odbijanje i približe se dovoljno blizu gdje nuklearna sila počinje djelovati. Nuklearna sila je kratkodosežna i iako je jača i od gravitacije i od električne sile, ne osjećamo je direktno u svakodnevnom životu – jezgre su električno pozitivno nabijene i električna sila im ne dozvoljava da priđu na domet nuklearne sile. Da bi se to dogodilo, potrebni su ekstremni uvjeti visokih temperatura kao u zvijezdama.

Kako lakše jezgre imaju manji naboj, njihovo je električno odbijanje manje i za savladavanje te tzv. kulonske barijere (prema francuskom fizičaru Charles-Augustinu de Coulombu) je potrebna manja kinetička energija reaktanata odnosno niža temperatura. Tako će fuzija (spajanje) protona biti moguća na temperaturi od oko 10 milijuna K, fuzija helija tek na oko 100 milijuna kelvina.

Nuklearne reakcije fuzije u središtu zvijezda održavaju temperaturu koja je potrebna da bi se tlak gibanja čestica suprotstavio gravitacijskom

kolapsu. Uspostavljena dinamička ravnoteža traje dokle god ima goriva za nuklearne reakcije. Kad se gorivo potroši, gravitacija nadvlada i dalje zgušnjava zvjezdanu sredicu te joj povećava temperaturu. Povećanje temperature omogućava odvijanje nuklearnih reakcija težih elemenata s većim električnim nabojem i prema tome s većom kulonskom barijerom. Tako se fuzija sve težih i težih jezgara nastavlja u središtu zvijezda velikih masa koje zbog djelovanja gravitacije mogu postizati dovoljno visoke temperature. Kako je najviša temperatura postignuta u središtu, a pada prema površini zvijezde tako se u različitim sferičnim slojevima odvijaju reakcije fuzije različitih jezgara (vidi sliku 3).

Teži elementi se mogu stvarati fuzijom lakših sve dok ima dovoljno materijala i postignuta je dovoljno visoka temperatura za savladavanje kulonske barijere. Ali za elemente teže od željeza fuzija postaje energijski nepovoljni proces i daljnja tvorba težih elemenata može ići reakcijama uhlata neutrona. Problem ovih reakcija je to što su neutroni nestabilne čestice s vremenom srednjeg života od oko 15 minuta pa je potreban proces koji stvara dovoljnu količinu neutrona koji onda sudjeluju u nuklearnim reakcijama i stvaraju teže elemente. Takvi procesi postoje u masivnim zvijezdama. Za stvaranje najtežih elemenata iz periodnog sustava zvijezdama je u pomoć priskočio čovjek s nuklearnim reaktorima i ubrzivačima čestica, a kako smo čuli na predavanju dr. Mijatović i danas se ulažu veliki napor da se u laboratorijima stvore sve teži elementi.

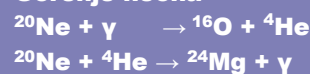
Ovaj kratki pregled stvaranja kemijskih elemenata samo je gruba slika onoga što se dešava, a svaki pojedini korak krije mnogo suptilnih detalja. Primjerice, stvaranje helija iz vodika razlikuje se u zvijezdama malih masa poput Sunca od onih u masivnijim zvijezdama. U oba slučaja od 4 protona nastaje jedna jezgra ^4He , ali u masivnijim zvijezdama efikasniji je proces koji koristi ugljik, dušik i kisik kao katalizatore (tzv. CNO proces).

Proces stvaranja ugljika iz helija možda najbolje ilustrira koliko su bitni

Gorenje ugljika



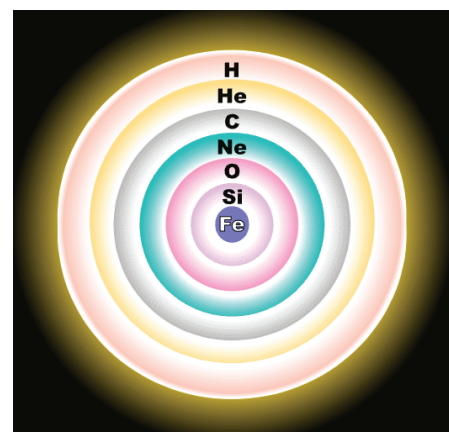
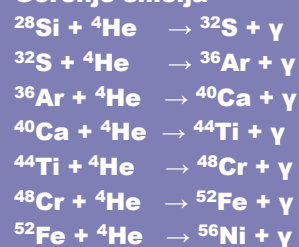
Gorenje neona



Gorenje kisika



Gorenje silicija



3. Shematski prikaz sferičnih ljusaka masivne zvijezde u kojima nastaju različiti elementi u reakcijama fuzije.

detalji u svojstvima atomskih jezgara koje sudjeluju u reakcijama. Pri stvaranju elemenata težih od helija u zvijezdama se javlja isti problem kao i u ranom Svemiru ubrzo nakon Velikog praska, a to je nepostojanje vezanih jezgara s pet ili osam nukleona koje bi mogle nastati fuzijom protona i alfa-čestice ili fuzijom dvije alfa-čestice. Ali u ovom slučaju uvjeti u središtu zvijezde su drugačiji. Velika gustoća helijevih jezgara omogućava da se « preskoče » nevezane jezgre i stvori prva teža vezana jezgra, a to je jezgra ugljika-12. Taj proces se naziva trostruki alfa proces (engl. triple-alpha process). Tri jezgre ^4He mogu se spojiti u jezgru ^{12}C , ali ne ide to odjednom. Najprije se trebaju dvije jezgre ^4He spojiti u jezgru ^8Be . Kako sad to

kad ^8Be ima osam nukleona, a znamo da ne postoje takve vezane jezgre? Stvar je u tome da jezgru ^8Be smatramo nevezanom jer živi vrlo kratko (10^{-16} s) i odmah se raspada na dvije alfa-čestice. U povoljnim uvjetima koji se stvore u zvijezdama, to kratko vrijeme je dovoljno dugo da ^8Be uhvati još jednu alfa-česticu i stvori jezgru ^{12}C . Efikasnost tih reakcija jako ovisi o strukturi jezgara uključenih u reakcije. Struktura jezgara nam govori na koji način se nukleoni mogu rasporediti i gibati u jezgri. U slučaju kad je ukupna energija interakcije nukleona i njihovog gibanja u jezgri najmanja govorimo o osnovnom stanju jezgre. Osnovno stanje stabilne jezgre traje vječno. Moguća su i pobuđena stanja koja imaju višu ukupnu energiju od osnovnog stanja i nakog nekog vremena mogu prijeći u niža iste jezgre ili se jezgra može raspasti. U nuklearnim reakcijama promjene masa reaktanta i produkata su sličnih iznosa kao i promjena energije (prema Einsteinoj najpoznatijoj formuli $E=mc^2$) i moraju se uzeti u obzir (u kemijskim reakcijama promjene masa su zanemarive).

U ovom slučaju mase dviju alfa-čestica i energija njihovog gibanja zajedno bliske su masi jezgre ^8Be što pospješuje stvaranje te jezgre. Iako se ona brzo raspada na dvije alfa-čestice, stvori se dinamička ravnoteža sa signifikantnom koncentracijom ^8Be koja je dovoljna da uhvatom još jedne alfa-čestice nastane jezgra ^{12}C . Ali ukupna masa ^8Be i ^4He zajedno s njihovim kinetičkim energijama osjetno je veća od mase ^{12}C što uvelike smanjuje vjerojatnost reakcije. Da bi objasnio zastupljenost ugljika u Svemiru, engleski astrofizičar Fred Hoyle pretpostavio je postojanje pobuđenog stanja u jezgri ^{12}C na točno određenoj energiji koja bolje odgovara masama ^8Be i ^4He . Nekoliko godina nakon toga u laboratoriju je potvrđeno to stanje! Fascinantno je kako je Hoyle iz proučavanja procesa u zvijezdama i zastupljenosti elemenata došao do zaključka o rasporedu i gibanju nukleona u jezgri ugljika. Naravno da to nije sve – ovo stanje je vrlo nestabilno i lako se raspada na tri alfa-čestice pa



Margaret i Geoffrey Burbidge, Willy Fowler i Fred Hoyle 1971. godine / Photo Don Clayton

opet ne nastane ugljik. Ali jednom u oko 2500 raspada ovo stanje elektromagnetskim zračenjem može završiti u osnovnom stanju jezgre ^{12}C . I to nije sve jer ugljik dalje može uhvatiti alfa-česticu i stvoriti ^{16}O što se zapravo događa lako jer i ^{16}O ima povoljnu strukturu, ali ne toliko da potroši većinu ugljika (iako mnogo kompliciraniju ova reakcija je i danas predmet velikog znanstvenog interesa). Daljnja fuzija ^{16}O i ^4He u ^{20}Ne nije toliko favorizirana (pogađate – zbog strukture) tako da su uz vodik i helij najzastupljeniji elementi ugljik i kisik. Fred Hoyle prvi je postavio teoriju nastanka kemijskih elemenata u zvijezdama u znanstvenim radovima 1946. i 1954. godine. Kasnije je taj rad upotpunjen i veliki pregledni znanstveni rad je objavljen 1957. godine. Autori su bili bračni par Margaret i Geoffrey Burbidge, William Fowler i Fred Hoyle. Prema prvim slovima prezimena autora rad je poznat u narodu kao B²FH (Reviews of Modern Physics 29, 547 (1957), <https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.29.547>). Fowler je 1983. dobio Nobelovu nagradu za doprinos u objašnjavanju nastanka kemijskih elemenata u zvijezdama dok ostali autori nisu i to se smatra jednom od mnogih kontroverzi pri dodjeli Nobelovih nagrada. Zanimljivo da se Hoyle spominje i u još jednoj kontroverzi prilikom dodjele Nobelove nagrade 1974. godine za otkriće pulsara. Hoyle je tada žestoko kritizirao zanemariva-

nje doprinosa doktorantice Jocelyn Bell Burnell u usporedbi s njezinim mentorom Antonyjem Hewishem (vidi Vega horizonti br. 3, str. 27).

Big Bang

Ali najveći Hoyleov „griješ“ je neprihvatanje teorije Velikog praska čak i kad je otkriće kozmičkog mikrovalnog zračenja uvjerilo gotovo cijelu znanstvenu zajednicu u eksplozivni nastanak Svemira. Ironijom sudbine Hoyle je bio taj koji je u jednoj radijskoj emisiji zapravo skovao izraz Big Bang nastojeci podrugljivo izraziti svoje neslaganje s tom teorijom.

Bez obzira na sve to ostaje činjenica da je otkrio kako nastaju elementi teži od helija i u njegovu čast nazvano je pobuđeno stanje ugljika neophodno za nastanak ugljika, a time i ostalih težih elemenata. Hoyleovo stanje i dalje zaokuplja pažnju mnogih nuklearnih fizičara te ćete i danas naći velik broj teorijskih i eksperimentalnih radova povećanih njemu. Stvaranje i zastupljenost kemijskih elemenata podsjeća nas na neraskidivu vezu između pojava u svemiru i procesa u svijetu atomskih jezgara. Međuigravitacijskih sila ogromnih masa u velikim svemirskim prostranstvima i elektromagnetskih i nuklearnih sila između i unutar atomskih jezgara na sitnim udaljenostima od oko 10-15 m stvorila je očaravajuće bogatstvo kemijskih elemenata. Razumijevanje ovih procesa predstavlja jedan od najvećih uspjeha znanosti općenito.

BLIJEDA PLAVA TOČKA: SJEĆANJE NA VALENTINOVO

Zvezdana misija ljubavi: Voyageri, Sagan i Ann Druyan

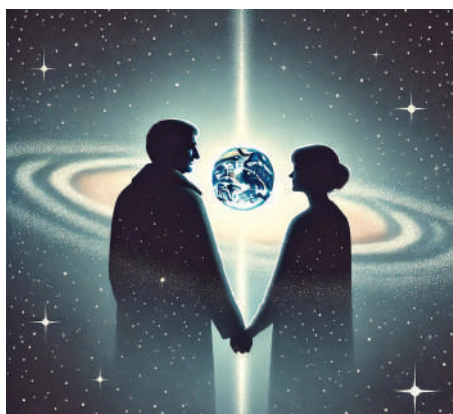
Pišu:

Leona i David Ivković

Valentino nije samo dan zaljubljenih već i 35. godišnjica jedne od najvažnijih, najpoznatijih i najutjecajnijih astronomskih fotografija. Na Valentino, 14. veljače 1990. svemirska sonda Voyager 1 okrenula se prema Zemlji te s udaljenosti od približno 6 milijardi kilometara snimila fotografiju kasnije nazvanu Pale blue dot, odnosno Blijeda plava točka. Fotografija prikazuje Zemlju kao gotovo nevidljivo zrnce prašine koje visi o svjetlosnoj niti uronjeno u prostranstvo svemira. Ideja za ovu ikonsku snimku pripada Carlu Saganu, znanstveniku i istaknutom popularizatoru astronomije, koji je uvjerio NASA-u da uvijekovječi ovaj pogled prije nego što se kamera sonde ugasi.

Plava točka u beskraju

U svojoj knjizi Plava točka u beskraju – budućnost čovjeka u svemiru, Sagan evocira poruku o ljudskoj malenosti i prolaznosti naspram golemosti svemira (dio tog teksta možete pročitati u okviru). Lansirane 1977. godine, NASA-ine svemirske sonde Voyager 1 i Voyager 2 imale su dvostruku misiju: istražiti vanjske planete Sunčevog sustava i prenijeti poruku naše civilizacije u međuzvjezdani prostor. Svaka sonda nosi Zlatnu ploču – gramofonski zapis koji sadrži prikaze života na Zemlji, zvukove prirode, glazbene skladbe i poruke na raznim jezicima – kapsulu ljudske kulture za potencijalne izvanzemaljske civilizacije. Ove sonde postale su simbol ljudske znatiželje i želje za otkrivanjem nepoznatog. Ono što se manje zna jest da je ovaj projekt svjedočio i jednoj iznimnoj ljubavnoj priči – vezi između Carla Sagana i Ann



Druyan. Carl Sagan, koji je bio ključni zagovornik uključivanja Zlatnih ploča u misiju, surađivao je s Druyan, kreativnom direktoricom projekta, na kreiranju sadržaja ploča. Ključni trenutak dogodio se kada su, raspravljajući o sadržaju ploče, shvatili da dijele sličnu viziju o značenju života i čovječanstva u svemiru. Njihova suradnja brzo je prerasla u prijateljstvo, a zatim i u ljubav. Jedan od najdirljivijih trenutaka njihove veze dogodio se kada je Druyan predložila da se na Zlatnu ploču uključi zapis njezinih moždanih valova dok ona razmišlja o ljubavi.

Simboličnost ovog čina dodatno je pojačana činjenicom da su se Sagan i Druyan zaručili samo dva dana prije snimanja. Ovaj nesvakidašnji pothvat učinio je da je ljubavna priča Carla Sagana i Ann Druyan postala dio nečega mnogo većeg od njih samih – kulturne poruke koja napušta naš planet. Njihova ljubav je, doslovno, lansirana u svemir. Moždani valovi Ann Druyan, dok razmišlja o svojoj ljubavi prema Saganu, predstavljaju možda najintimniji i najosobniji artefakt koji je ikada napustio naš planet. Carl i Ann dijelili su zemaljski život sve do Carl-ove smrti 1996. Voyager 1 sada se nalazi u međuzvjezdanom prostoru, i gotovo je sigurno da će ostati

Blijeda plava točka

"...Zemlja je jedini poznati svijet, za sada, koji ima život. Ne postoji nigdje drugdje, barem ne u bližoj budućnosti, gdje bi se naša vrsta mogla odseliti. Posjetiti, da. Naseliti, još ne. Sviđalo se to nama ili ne, za sada je Zemlja naše mjesto boravka.

Kaže se da je astronomija iskustvo koje uči skromnosti i izgrađuje karakter. Vjerojatno ne postoji bolji dokaz ludosti ljudske taštine od te udaljene slike našeg malenog svijeta. Za mene ona naglašava našu odgovornost da budemo obzirniji i dobrohotniji jedni prema drugima i da sačuvamo i pazimo blijedu plavu točku, jedini dom koji smo ikad poznavali." (...) Carl Sagan

najdalji ljudski objekt ikad u svemiru. Voyageri nastavljaju svoje putovanje kroz međuzvjezdani prostor noseći poruku ljubavi, nade i ljudske radoznalosti, ne samo za potencijalne nalaznike, već i za nas koji ostajemo ovdje, gledajući prema zvijezdama. Pretpostavlja se da bi sonde Voyageri i zlatne ploče koje nose mogle trajati milijardu godina, nadilazeći vremenski horizont života na Zemlji. U slučaju da ljudska civilizacija ne ostavi trajni trag u svemiru, Voyageri i zapisi na pločama mogli bi biti jedini dokaz našeg postojanja. Sagan i Druyan svojim su radom pokazali da istraživanje svemira nadilazi puko zadovoljavanje ljudske znatiželje. To je egzistencijalna potraga za razumijevanjem našeg podrijetla, mjesta u svemiru i ostavljanja neizbrisivog traga. A koji je bolji način da se obilježi ljudska civilizacija nego slanjem poruke o ljubavi u nepregledne prostore svemira?

VIDLJIVO NA NEBU

Dobrodošli u 2025. godinu: Pogled prema nebeskim čudima!

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

Piše:

Miroslav Smolić

Pregled obuhvaća razdoblje siječanj-veljača 2025., a priložena zvjezdana karta odnosi se na sredinu tog razdoblja, točnije na 1. veljače oko 22 sata.

Stigli smo u 2025. godinu s novim brojem našeg časopisa pa donosimo pregled najzanimljivijih nebeskih pojava i objekata vidljivih iz naših krajeva. Za njihovo promatranje neće vam trebati nikakva posebna oprema – dovoljne su vaše oči i običan dalekozor poput modela 10x50.

Astronomski događaji siječnja i veljače

Zemlja u perihelu – 4. siječnja

Zemlja će 4. siječnja dosegnuti perihel, točku najbližu Suncu u svojoj orbiti. U tom trenutku naša planeta bit će oko 5 milijuna kilometara bliže Suncu nego u aphelu (najudaljenijoj točki). Ova razlika dovoljna je da Sunčeva svjetlost do nas putuje desetak sekundi kraće nego kada smo najdalje od naše zvijezde.

Mjesečeve faze

Mlađak: 29. siječnja i 28. veljače

Pun Mjesec: 13. siječnja i 12. veljače
Mjesečeve faze pružaju savršene prilike za promatranje tamnog neba tijekom mlađaka ili za uživanje u njegovoj punoj svjetlosti tijekom punog Mjeseca.

Planeti na nebu

Merkur

Merkur će biti vidljiv krajem veljače, kada će se pojaviti do 10° iznad zapadnog horizonta neposredno nakon zalaska Sunca. Međutim, brzo će zaći iza horizonta, otprilike sat i dvadeset minuta nakon Sunca.



Mars

Mars će biti vidljiv gotovo cijelu noć tijekom oba mjeseca. Početkom siječnja dozeat će najveću visinu nad južnim horizontom oko ponoći, a krajem veljače oko 21 sat, čineći ga idealnim za promatranje.



Venera

Venera će zablistati na večernjem nebu odmah nakon sumraka, visoko

iznad jugozapadnog horizonta, dosežući visinu od 30°. S magnitudom -4,6, bit će najblistaviji objekt na večernjem nebu osim Mjeseca. Posebno impresivna bit će 16. veljače, kada će doseći vrhunac sjaja.

Jupiter

Jupiter će biti ranovečernji objekt. Početkom siječnja dozeat će najveću visinu na nebu oko 21 sat, dok će krajem veljače taj trenutak biti već iza 18 sati.



Saturn

Saturn će početkom razdoblja biti vidljiv neposredno nakon zalaska Sunca, ali će svakim danom zalaziti sve ranije. Krajem veljače više neće biti vidljiv.



Posebni događaji na nebu

Okultacija Mjeseca i Saturna – 4. siječnja

Mjesec će 4. siječnja prekriti Saturn, stvarajući lunarnu okultaciju. Ova pojava bit će vidljiva iz naših krajeva. Saturn će nestati iza Mjeseca u 18:43 CET na visini od 25°, a ponovno će se pojaviti u 19:37 CET na visini od 17,7°.

Konjunkcije:

3. siječnja: Mjesec i Venera u bliskoj konjunkciji – Mjesec će biti star samo četiri dana.

1. i 2. veljače: Saturn, Mjesec i Venera će se poredati na jugozapadu, gledano od horizonta prema gore.

9. veljače: Mjesec i Mars u konjunkciji, udaljeni svega 40 lučnih minuta.

Meteorski roj – Kvadrantidi (4. siječnja)

Kvadrantidi će doseći vrhunac aktivnosti 4. siječnja. Radijant meteorskog roja nalazi se u zviježđu Volar (Bootes) i bit će vidljiv tijekom cijele noći jer je cirkumpolarni. Mjesec neće ometati promatranje, što znači idealne uvjete za uživanje u ovom prirodnom svjetlosnom spektaklu.

Savjeti za promatrače

Za uživanje u zimskom noćnom nebu, obucite se toplo i ponesite kartu neba. Potrudite se pronaći mjesto daleko od gradskih svjetala kako biste u potpunosti iskoristili tamu noći. Ne zaboravite dalekozor!



Objekti dubokog svemira

Za ljubitelje promatranja dubokog svemira, siječanj i veljača donose prilike za istraživanje pomoću manjeg dalekozora:

Plejade (M45)

Ovaj otvoreni skup, poznat i kao Sedam sestara, bit će posebno zanimljiv 16. veljače u konjunkciji s Mjesecom.



Andromedina galaksija (M31)

Najbliža spiralna galaksija vidljiva je kao oblačak na tamnom nebu, dok dalekozor otkriva njezin eliptični oblik.

Orionova maglica (M42)

Svijetla maglica lako se pronalazi ispod triju zvijezda Orionova pojasa.



M41 u Velikom psu

Smješten 4° južno od Siriusa, M41 je izazov zbog svoje niske visine, ali uz dobar dalekozor pruža predivan prizor. S naših zemljopisnih širina to će biti malo teža zadaća, jer skup ima veliku južnu deklinaciju i nisko kulminira nad našim obzorom. Unatoč tome, skup je predivna meta za dalekozore. Manji dalekozori, 10x50, mogu u isto vidno polje smjestiti i sjajni Sirius i M41. Sirius je najsajjnija zvijezda noćnog neba.

NOVOSTI IZ UDRUGE

Astroaktivnosti u Međimurju

Piše:
Dragutin Kliček

Predavanje

U organizaciji astronomskog društva Vega održano je još jedno predavanje od strane znanstvenika s Instituta Ruđer Bošković. Ovog puta predavačica je bila dr.sc. Tea Mijatović, Viši znanstveni suradnik Zavođa za eksperimentalnu fiziku IRB-a, a predavanje je održano na temu "Porijeklo kemijskih elemenata – od atoma do zvijezda". Kroz predavanje održano u subotu, 16. studenog u Metalnoj jezgri Čakovec, tridesetak zainteresiranih moglo je doznati više o kemijskim elementima koje danas poznajemo, kako su nastali unutar zvijezda kroz niz procesa poput mirnog gorenja (fuzije) ili eksplozivnih događaja poput supernova ili sudara neutronske zvijezde. Također, bila je to prilika da zavirimo iza kulisa i saznamo kako znanstvenici u laboratorijima proučavaju atomske jezgre, koliko su radioaktivne banane te koji su elementi ključni za život i naš planet. Uz dr.sc. Teu Mijatović u pratnji su došli i dr. sc. Lovro Palaversa te asistentice Ivana Lihtar i Margareta Sigmund pa je za njih organiziran i posjet čakovečkoj zvjezdarnici, a s obzirom da je naš časopis Vega Horizonti omiljeno štivo među znan-



Ekipa s IRB-a u posjetu čakovečkoj zvjezdarnici

stvenicima, uručeno im je i nekoliko tiskanih izdanja časopisa.

Prvo promatranje

U subotu 11. siječnja, održano je prvo ovogodišnje promatranje kroz teleskop. Usprkos izuzetno hladnom vremenu na zvjezdarnici u Savskoj Vesi okupio se velik broj posjetitelja

svih uzrasta. Na listi nebeskih objekata koje su posjetitelji mogli vidjeti bili su planeti Venera, Saturn, Jupiter, Mars. Osim navedenih planeta na promatračkoj listi bili su i Mjesec, te Orionova maglica (M42). Osim pogleda kroz teleskop, posjetitelji su imali priliku saznati više o objektima koje su promatrali.



Predavanje dr.sc. Tee Mijatović



Promatranje unatoč niskim temperaturama



Karta neba
1. siječanj, 2025.

Izvor:
In-the-sky-org

ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI

IC 1848 – Soul nebula - snimila: Natalija Bačić

Maglica Soul (Duša), poznata i pod kataloškim imenima Westerhout 5 ili IC 1848, smještena je u zvijezdu Kasiopeja, a udaljena je otprilike 6.500 svjetlosnih godina od Zemlje. Često je promatrana zajedno sa svojom susjedom, maglicom Heart (Srce), s kojom tvori upečatljiv astronomski par poznat kao "Srce i Duša." Unutar maglice nalaze se guste nakupine molekularnog plina, poznate kao "slobodno plutajuće evaporirajuće plinovite globule" (eng. Free-floating Evaporating Gaseous Globules, freeEGGs). Ove strukture, koje podsjećaju na tamne siluete na pozadini svjetlećeg plina, predstavljaju mjesta gdje nove zvijezde tek trebaju nastati. U nekima od ovih globula već su se formirali mladi protuzvjezdani sustavi koji će se s vremenom razviti u potpuno formirane zvijezde. Ova je fotografija snimljena kamerom koja je opremljena uskopojasnim filterima. Ovi filteri omogućuju isticanje specifičnih emisijskih linija, poput onih vodika (H-alpha), kisika (OIII) i sumpora (SII), čime se otkriva bogatstvo detalja u maglici. Maglica se može promatrati i vizualno, no promatranje zahtijeva izuzetno tamno nebo.

Oprema:

Teleskop: Askar FRA400

Montaža: HEQ5 Pro

Kamera: ZWO ASI 1600mm Pro

Filteri: ZWO 7nm Narrowband

Lokacija snimanja: Soline, Dugi otok

Ukupno vrijeme snimanja: 8 sati i 20 minuta

