

# VEGA HORIZONTI

ISSN 2991-6178

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 1 / STUDENI - PROSINAC 2023.

## Tema broja

Svjetlosno onečišćenje

## Mali astronomi

Kutak za nastavnike

## Osnove astronomije

Kakav teleskop kupiti?

## Radioastronomija

Gradnja amaterskog  
radioteleskopa



ZA IZDAVAČA:  
Astronomsko društvo "VEGA"  
Ivana pl. Zajca 39, Čakovec  
OIB: 47022126293

ISSN 2991-6178

GLAVNI UREDNIK:  
Dragutin Kliček

ZAMJENIK GLAVNOG UREDNIKA:  
Zoran Novak

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

AUTOR FOTOGRAFIJE  
NA NASLOVNICI:  
Zoran Novak

GRAFIČKO OBLIKOVANJE  
I PRIJELOM:  
Dragutin Kliček

LEKTURA:  
Valentina Jozić Preksavec, prof.

KONTAKT:  
vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, STUDENI - PROSINAC 2023.  
Izlazi dvomjesečno od 2023. godine  
br. 1

# RIJEČ UREDNIKA

## Dragutin Kliček

Astronomsko društvo "Vega"



Poštovani čitatelji,

pred vama je prvo izdanje novoga znanstveno-edukativnog časopisa VEGA - Horizonti, časopisa astronomskog društva VEGA Čakovec.

U vrijeme kada u medijskom prostoru imamo sve manje tekstova koji se bave 'ozbiljnom' znanosti, odlučili smo kreirati lokalno orijentiran časopis namijenjen astronomiji s nadom da ćemo potaknuti čitatelje da istražuju te razmišljaju kritički. Časopis je zamišljen kao most koji spaja astronome, zaljubljenike u svemir i sve one koji dijele strast prema astronomiji i unapređenju ljudske zajednice s ciljem da se produbi razumijevanje utjecaja svemira na nas, kao i utjecaja nas samih na planet.

U narednim izdanjima tema broja će biti istraživanje utjecaja svjetlosnog onečišćenja na ljude, floru i faunu u Međimurju. Uz astronome, sugovornici će biti liječnici, biolozi, predstavnici udruga te predstavnici lokalne zajednice, a sve kako bismo dublje razmotrili temu.

Uz temu broja i stranice namijenjene stručnjacima, dio stranica smo namijenili i onima koji tek počinju otkrivati tajne svemira, a naglasak smo stavili i na sadržaj za edukatore, učitelje i nastavnike koji će u časopisu moći pronaći savjete za rad.

Na vama je da svaki tekst kritički promišljate i sami donosite zaključke, a časopis gledate kao sredstvo koje koristite na tom putu.

I za kraj, naši suradnici su spremni uložiti mnogo vremena i truda u ovaj projekt jer vjeruju u njegovu važnost i zato sve rade, možda nezamislivo, ali volonterski.

(CC)

Kao uredništvo suglasni smo da uz obavezno navođenje izvora i autora kopirate, umnažate i citirate sve tekstove objavljene u ovom časopisu. Tako riječ može postati ključ promjena jer svi znamo da je izgovorena riječ zvuk, zvuk je val, val je energija, a energija donosi promjene.



## KAZALO

### Za astrofotografe

3 Sudjelujte i vi!

### Osnove astronomije

4 Koji teleskop kupiti?

### Vijesti iz Udruge

5 Osvrt na godinu

### Svjetlosno onečišćenje

6 Međimurje iz svemira

8 Utjecaj umjetne rasvjete na ljudsko tijelo

9 Umjetni sjaj neba i pjev ptica

### Radioastronomija

10 Amaterski radioteleskop

### Mali astronomi

14 Kutak za nastavnike

16 Pokusi iz optike za velike i male

### Etnokutak

17 Mjesec kao nebeska sila

### Iz svijeta znanosti

18 Kisik-28 s međimurskim potpisom

### Vidljivo na nebu

20 Što nam donosi studeni i prosinac?

### Zabilježeno u vremenu

24 M-51: Galaksije Vir

---

## Plejade, Vlašići ili Sedam sestara

Plejade, Vlašići ili Sedam sestara. Sve su to nazivi za vjerojatno najpoznatiji otvoreni skup na nebu. Ime Plejade dolazi iz grčke mitologije i predstavlja sedam kćeri titana Atlanta i Pleone koje progoni lovac Orion. Skup se nalazi u zviježđu Bika, a od nas je udaljen oko 400 svjetlosnih godina. Golim okom vidljivo je šest do sedam najsajnijih zvijezda, no skup ih broji više od 1.000. Skupom dominiraju mlade, plave zvijezde čija se starost procijenjuje na oko 100 milijuna godina. Ova relativna mladost čini ih izvrsnim laboratorijem za proučavanje rane evolucije i dinamike zvijezda.

**Dragi čitatelji, pojedine stranice časopisa namijenili smo ljubiteljima astrofotografije. Budite slobodni poslati nam svoje radove na [vega-horizonti@advega.hr](mailto:vega-horizonti@advega.hr) i mi ćemo ih rado objaviti. Uz fotografiju navedite nekoliko detalja oko motiva. Objava fotografija se ne honorira.**



FOTO: Zoran Novak

# OSNOVE ASTRONOMIJE

## Savjeti kod kupnje prvoga teleskopa - na što obratiti pažnju?

Piše:

ZORAN NOVAK

Jedno od najčešće postavljenih pitanja koje nam upućuju građani je koji teleskop kupiti. Tržište je danas preplavljeno raznim tipovima teleskopa i velikim varijacijama u kvaliteti izrade. U velikim trgovačkim centrima možete pronaći teleskope koji na svojoj ambalaži reklamiraju fantastične performanse i to sve po izuzetno prihvatljivim cijenama, dok s druge strane postoje prodavaonice koje nude osjetno slabije performanse teleskopa po višim cijenama, stoga ne čudi zbunjenoš kupca koji nije upoznat s terminologijom i značenjem svih oznaka. Nažalost, najčešća pogreška koju većina kupaca teleskopa radi je padanje pod utjecaj marketinga pa se odlučuje za jeftin proizvod koji na papiru puno obećava, a u stvarnosti nudi jako malo. Takva odluka posljedično dovodi do razočaranja i osoba u pravilu odustaje od bavljenja astronomijom jer misli da se ne zna koristiti teleskopom. Istina je zapravo da se samo radi o lošem proizvodu. No krenimo redom.

### Što je teleskop?

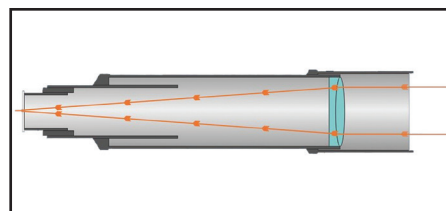
Najjednostavnije rečeno, teleskop je instrument koji nam omogućuje promatranje udaljenih objekata. Riječ teleskop odnosi se na širok raspon instrumenata kojima možemo opa-

žati u različitim dijelovima elektromagnetskog spektra (gamma, X-zrake, vidljiva svjetlost, infracrveno, radio...). Prosječni astronom amater u potrazi je za teleskopima koji opažaju u spektru vidljive svjetlosti, tzv. optičkim teleskopima. Optičke teleskope možemo podijeliti u tri osnovne skupine. To su refraktori, reflektori i katadiopteri, a osnovna razlika među njima je u konstrukciji, tj. načinu na koji su postavljene leće ili ogledala koja usmjeravaju svjetlo do okulara kroz koji promatramo. Tako refraktori koriste leću, reflektori zrcalo, a katadiopteri kombinaciju leće i zrcala. Da bismo odabrali najbolji tip teleskopa za naše potrebe, treba obratiti pažnju na dva najbitnija kriterija, koliko novca ste spremni potrošiti i za koju svrhu planirate koristiti teleskop (promatranje ili fotografiranje).

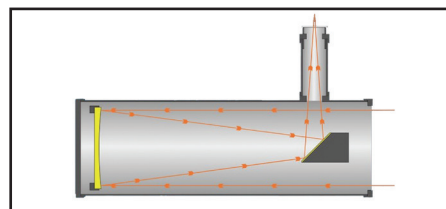
Ako se planirate baviti astrofotografijom, teleskop morate montirati na montažu koja ima ugrađene motore, a to u pravilu poteže potrebu za velikim izdacima. Ako želite samo promatrati, morate znati što želite promatrati (planete, maglice, galaksije). Iako će svaki navedeni tip teleskopa poslužiti svrsi, postoje ključne razlike i najjednostavnije možemo reći da su refrak-



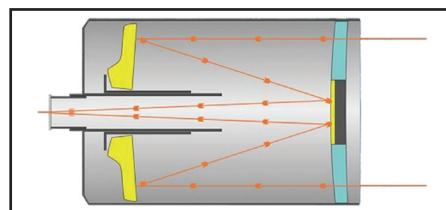
Refraktorski teleskop, katadiopter ili reflektor? Izbor je na vama!



Princip rada refraktorskoga teleskopa



Princip rada reflektorskoga teleskopa



Princip rada katadioptera

tori najpogodniji za fotografiranje, reflektori za promatranje maglica i galaksija, a katadiopteri za promatranje planeta. Iako ova podjela izgleda jednostavna i nju možemo detaljnije razraditi. Stoga ako imate želju kupiti teleskop, potražite savjet kod vašeg lokalnog astronomskeg društva i kupujte u prodavaonicama koje su specijalizirane za prodaju astronomske opreme.



# VIJESTI IZ UDRUGE

## Osvrnimo se godinu unazad

Piše:

ZORAN NOVAK

**A**stronomsko društvo VEGA od 2010. godine okuplja zaljubljenike u svemir, a osnovano je nakon dužega perioda neaktivnosti čakovečkih astronoma nastale zbog gašenja nekada nada- leko poznatoga Astronomskog druš- tva Čakovec. Grad Čakovec Udruzi je ustupio na korištenje zvjezdarnicu u prigradskom mjestu Savska Ves koja na tom području postoji još od 1971. godine. Uz rad u zvjezdarnici, članovi udruge redovito održavaju i predavanja za javnost, škole i vrtiće te sudjeluju u edukativnim projektima. Jedan od najdugovječnijih projekata je projekt "Sunce – naša zvijezda" koji Udruga provodi na području grada Čakovca još od 2015. godine. Posljed- njih nekoliko godina posvetili smo se projektu "Škola astronomije" koji za cilj ima promociju astronomije među učenicima s područja Međimurske županije. Kako se bližimo kraju 2023.



*Vrtićki mališani iz Slovenije i Hrvatske u posjetu zvjezdarnici*

godine, s ponosom mogu konstatira- ti da nam je ovo bila rekordna godina po broju odrađenih aktivnosti.

### Projekti

Uz već spomenute projekte organi- zirali smo i brojna promatranja i preda- vanja, a dva bih posebno izdvojio. To su predavanje dr. sc. Željka Ivezića čije je predavanje veliku dvoranu TICM-a ispunilo iznad njezinog kapaciteta te predavanje našega dugogodišnjeg

prijatelja g. Ante Radonića koji je na Mađerkin breg privukao dvjestotinjak posjetitelja. Među veće aktivnosti svakako treba ubrojiti i organizaciju 1. Regionalnog susreta astronomskih društava "Međimurje – hotel s 1.000 zvjezdica". Kao kruna rada naših čla- nova, u 2023. godini stigla je godišnja nagrada Grada Čakovca dodijeljena za višegodišnje aktivno promicanje znanosti i rad s djecom u području znanosti i obrazovanja.



*Organizirali smo 1. Regionalni susret astronomskih društava HR - SLO*



*Željko Ivezić je privukao veliku publiku*

## TEMA BROJA

# Međimurje iz svemira - kako obasjavamo naše noćno nebo

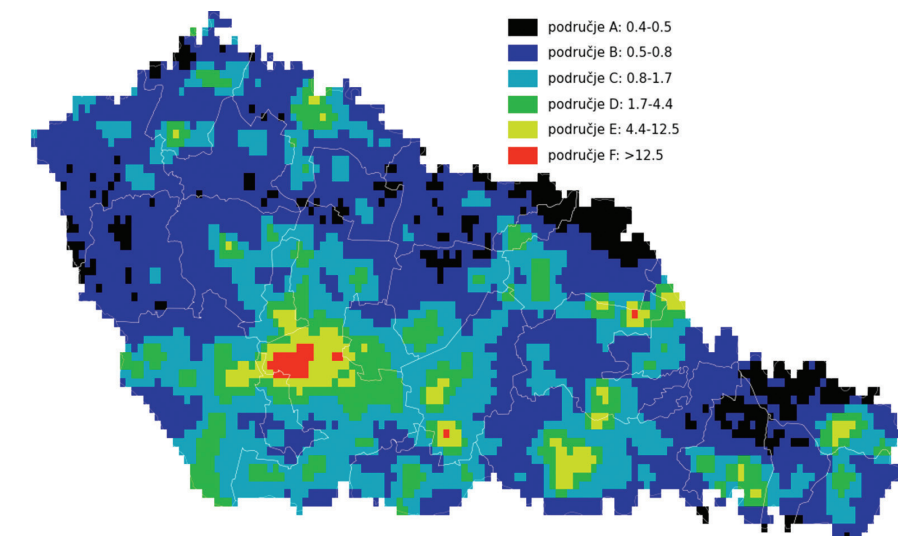
Loša rasvjetna tijela i pretjerano korištenje rasvjete rezultira bacanjem energije i novca u beskraj svemirskog prostranstva

Piše:

dr. sc. DEJAN VINKOVIĆ

Početkom rujna objavljena je vijest kako su astronomi pomoću James Webb svemirskoga teleskopa otkrili plinove metan i ugljični dioksid u atmosferi planeta K2-18b koji kruži oko zvijezde udaljene 120 svjetlosnih godina od nas. Takvi plinovi sugeriraju postojanje velikoga oceana na tom planetu, što bi otvorilo mogućnost da na planetu ima i života. A upravo je potraga za životom u svemiru jedan je od najuzbudljivijih ciljeva moderne astronomije. Pritom nam se odmah nameće pitanje. Kako bismo mogli otkriti postoji li inteligentan život na drugome planetu?

Ako su izvanzemaljski rasipnici energije i svoga izvanzemaljskoga novca poput nas, onda je jedna metoda potraga za svjetlom koje ima spektar (tj. dugu) poput umjetne rasvjete. S obzirom kako nam raste količina rasvjete u Međimurju, izgleda da su Međimurci, inače ponosni na svoju štedljivost, odlučili poslati signal nekim izvanzemaljskim astronomima da u Međimurju postoji inteligentan život. Želja za što više rasvjete dovela je do



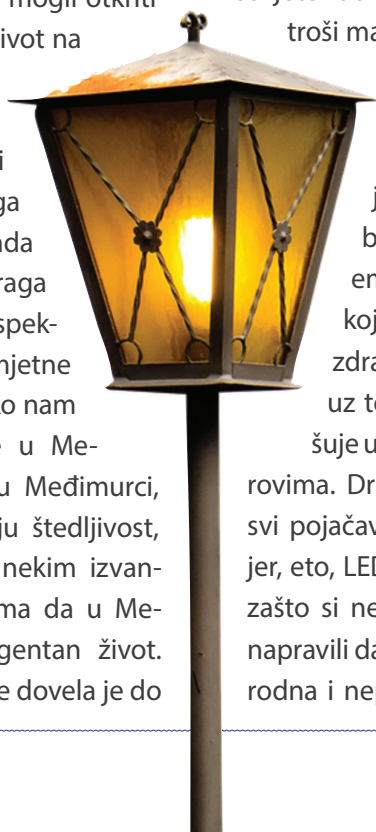
Slika 1. Stanje svjetlosnog onečišćenja u Međimurju grupirano u područja sukladno vrijednostima koje je izmjerio satelit Suomi NPP u 2022. godini

nerazumnoga osvjetljavanja noćnoga neba do te razine da se sada počinjemo boriti s posljedicama po okoliš i zdravlje ljudi. Ironično, uvođenje LED rasvjete kao ekološki prihvatljive jer troši manje energije, dovela je do porasta ekoloških problema zbog dva ključna razloga. Prvi je masovno korištenje bijele LED rasvjete koja emitira puno plave boje, koja je štetnija po okoliš i zdravlje od ostalih boja, a uz to se i puno jače raspršuje u atmosferi u svim smjerovima. Drugi razlog je što sada svi pojačavaju intenzitet rasvjete jer, eto, LED troši manje struje pa zašto si ne bismo onda od noći napravili dan. Kao da je noć neprirodna i nepoželjna, nismo valjda

zaostala sirotinja koja živi u mraku. Iako ne znamo gledaju li nas izvanzemaljski iz svemira, znamo da mi gledamo naš planet koristeći umjetne satelite koji kruže oko Zemlje i prate stanje našega tla, zraka i vode.

## Satelitski podaci

Jedan takav satelit je i Suomi NPP koji je SAD lansirao 2011. godine. Njegova glavna namjena je praćenje stanja našega planeta kako bi se unaprijedilo modeliranje vremenskih prognoza i klime te pratilo stanje okoliša. Satelit koristi niz instrumenata, ali nama je zanimljiva VIIRS kamera koja neprestano snima u vidljivom i (oku nevidljivom) infracrvenom području svjetla. VIIRS tako prati pojave u morima, npr. cvjetanja fitoplanktona, kopnu, stanja šuma i drugoga zelenila, i atmosfere, poput naoblake ili širenja smoga

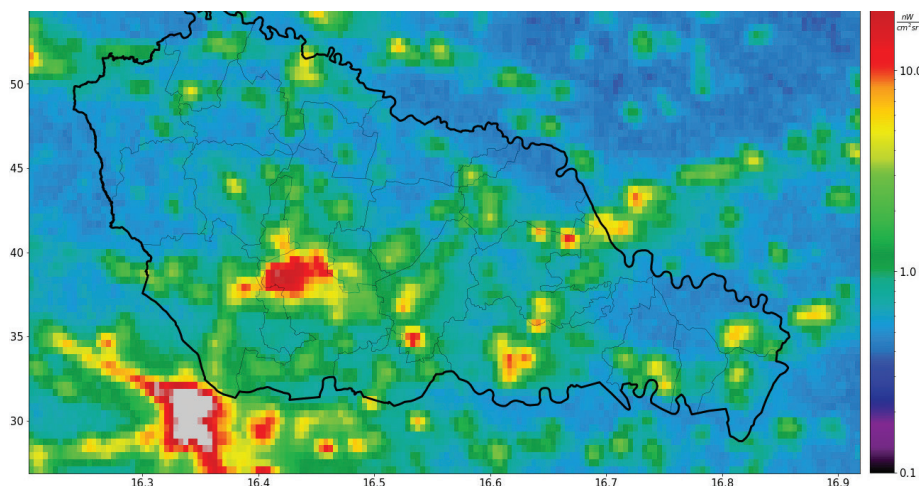




i dima. Jedna od primjena VIIRS kamere je i snimanje površine tijekom noći. Znanstvenici koriste te podatke da izmjere koliko svjetla noću odlazi u svemirsko prostranstvo (<https://eogdata.mines.edu/products/vnl/>) Pritom prvo iz satelitskih mjerenja određuju smeta li promatranju nabolaka pa odabiru samo mjerenja za vedrih noći. Zatim prate je li u mjerenje uletio neki drugi izvor svjetla, poput odbijeska sjaja Mjeseca, požari ili aurore u polarnim krajevima. Ono što na kraju ostane je umjetna rasvjeta. Tako pripremljene podatke može svatko besplatno preuzeti i analizirati (vidi primjer na: <https://www.lightpollutionmap.info>). Mi ćemo se u serijalu članaka osvrnuti na stanje svjetlosnoga onečišćenja vidljivoga kroz takva satelitska mjerenja.

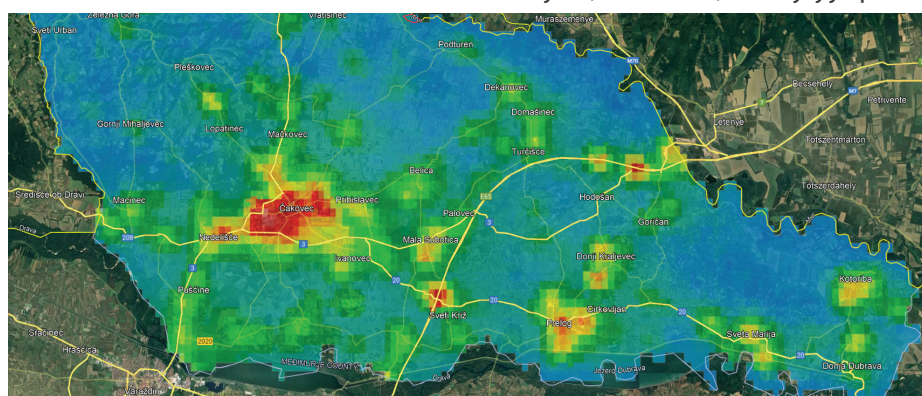
## Ograničenja

Pritom imamo dva bitna ograničenja. Prvo je da VIIRS nije osjetljiv na plavu boju. To nam nije za ovu temu bio problem kada je satelit lansiran, ali u međuvremenu se počela uvoditi LED rasvjeta. To može dovesti do manjka oko 30 % svjetla kod detekcije, što najčešće rezultira lažnim signalom pada svjetlosnog onečišćenja nakon uvođenja LED rasvjetle. Time ćemo se pozabaviti u idućim brojevima našega časopisa. Drugi problem je rezolucija VIIRS slika gdje je veličina piksela (najmanjeg sastavnog dijela slike) oko 300 x 500 metara. To znači da ne



*Slika 2. Svjetlosno onečišćenje izmjereno Suomi NPP satelitom u 2022. godini. Svaka točka na slici je medijan izmjerenih vrijednosti tijekom godine (medijan znači da je u pola slučajeva vrijednost bila viša ili manja). Vrijednosti su izražene u nanovatima (nW) po kvadratnom centimetru (cm<sup>2</sup>) po prostornom kutu (sr).*

možemo analizirati detalje na mapi Međimurja, ali je svejedno dovoljno da možemo uočiti kako se koja općina ili grad nose s ovim problemom. Slika 2 pokazuje izmjerene vrijednosti za Međimurje i neposrednu okolinu u 2022. godini. Prvo što se može uočiti je da u Međimurju više nema pravog tamnog neba, budući da bi za to vrijednosti trebale biti 0.35 nW/cm<sup>2</sup>/sr ili manje (to su vrijednosti u tamnim područjima Like, zadnjim oazama noćnoga neba kod nas). Zatim se uočava jaki sjaj urbanog područja grada Čakovca, uz vrlo sjajna prigradska naselja. Očividno iskače i sjaj grada Preloga, ali je vrlo sjajan i rub Donjeg Kraljevca. Iznenadjenje su dvije sjajne točke koje se ne mogu povezati s nekim većim naseljem, ali slika 3., na kojoj je prikazana i mapa Međimurja, otkriva izvor toga jakog svjetlosnog onečišćenja: izlazi s autoceste! Zvuči nevjerovatno, ali ta mala područja emitiraju više onečišćenja nego većina naselja u Međimurju. Velik izvor svjetla dolazi i iz izvora za koji nisu odgovorni Međimurci – grad Varaždin. Satelit prvenstveno skuplja svjetlo koje odlazi okomito u vis, ali na tlu smo izloženi i svjetlu koje dolazi iz smjera horizonta. Tako Varaždin, koji je ogroman izvor svjetlosnoga onečišćenja, osvjetljava i međimursko nebo. Za kraj ove kratke analize predstavljamo i područja onečišćenja koja nam sugerira satelit. Djelomično proizvoljno, podijelili smo Međimurje u šest područja, ovisno o vrijednostima izmjerenim VIIRS senzorom (slika 1.). Područje A ima najmanje vrijednosti onečišćenja i ima nadu spustiti se do razina pravoga tamnoga neba. Svaako iduće područje moglo bi imati za cilj smanjiti onečišćenje spuštanjem u jedno područje niže. Naravno da urbani centri neće nikad postići razine pravoga noćnoga neba, ali mogu imati za cilj smanjiti gubitke svjetla na minimum, kao i eliminiranje raspršenja u svoje susjedstvo.



*Slika 3. Svjetlosno onečišćenje sa slike 1 preklapljeno s mapom Međimurja u Google Earth aplikaciji.*

# ZDRAVLJE

## Utjecaj umjetne rasvjete na prirodni sat našega tijela

Piše:

**BORIS HLEBEC**

dr. med., spec. neurologije

**C**irkadijani ritam je približno dvadesetčetverosatni endogeni proces koji organizmu omogućuje da na prikladan način reagira i prilagodi se na promjene ciklusa svjetlo - tama u svojoj okolini. Te su promjene naravno uvjetovane rotacijom Zemlje oko svoje osi. Jedna od najočitijih manifestacija okolišne izmjene svjetlo - tama i endogenog cirkadijanog sustava kontrole u ljudi jest ciklus spavanja i budnosti. On se u prirodnim i neporemećenim uvjetima obično poklapa s ciklusima svjetlo - tama na način da spavamo noću, a budni smo danju, što znamo iz vlastitoga iskustva. Cirkadijani ritam spavanja i budnosti prati izlučivanje melatonina iz žlijezde epifize te prirodnu oscilaciju "jezgrene" tjelesne temperature (CBT od "core body temperature").

### Melatonin

Naime, kod pojedinaca s "normalnim" cirkadijanim ritmom melatonin u krvi počinje rasti čim su oči izložene okolišnom prigušenom ili oslabljenom svjetlu, tipično u sumrak odnosno kakva 2 - 3 sata prije habitualnog odlaska na spavanje. Taj moment početka lučenja melatonina naziva se u fiziologiji sna DLMO (dim light me-

latonin onset), a povezan je s početkom spuštanja CBT-a (jezgrene temperature tijela) odnosno laganim usporenjem metabolizma što prehodi i proteže se na fazu spavanja, a također fiziološki korelira s osjećajem lagane pospanosti (smanjen "alertness") što s fiziološkom potrebom za snom dovodi do sklonosti spavanju tijekom "tame" odnosno po noći. Vršna koncentracija melatonina u krvi (serumu) zabilježena je tik pred nadir redukcije CBT-a (trenutak kada jezgrene tjelesna temperatura postiže najnižu točku u snu), inače to bude oko sedam sati nakon prije spomenutoga DLMO-a (početka lučenja melatonina induciranoga prigušenjem svjetla). Ujutro, kada se razdani i svjetlo nas ponov-

no okruži, koncentracija melatonina u krvi pada, CBT raste, metabolizam se vraća u dnevni "način rada" te se promovira buđenje i budnost koja nas potom uvodi u novi dan, cirkadijani signal buđenja potom nam "daje" okvirno 16 novih sati budnosti do ponovnoga trenutka kada pad svjetlosti uzrokuje DLMO i ciklus se tako ponavlja. Treba napomenuti da je cijeli ovaj ciklus evoluirao milijunima godina, prethodno pojavi električne energije, pa čak i prethodno korištenju vatre, zbog čega nije bilo bitnijih disrupcija sve do pojave umjetnih izvora svjetlosti. Naime, iako je unutarnji cirkadijani tempomat o kojem smo pisali inherentan i genetski predefiniran, stoga se malo i razlikuje od pojedinca do pojedinca, ipak ga je moguće modificirati raznim izvanjskim faktorima koji se često nazivaju "zeitgebers" (doslovno znači "davatelji vremena" na njemačkom), najjače je jarko umjetno svjetlo, ali također tu su tjelovježba, obroci pa čak i socijalni kontakt i drugi.

### Narušen ciklus

Najočitiji disbalans osjetili su svi putnici avionom na dulje staze, tzv. "jetlag". Slični unutarnji sustav regulacije može se tako naći u velikom broju živih bića koja nas okružuju, baš kao i u nama samima. Međutim, danas tehnološki napredak nudi razne umjetne izvore svjetlo-



*Na nama je da budemo odgovorni  
prema svojem zdravlju*



sti – od ekrana mobitela, računala, televizije do ulične LED rasvjete, što sve može negativno utjecati na spomenuti ciklus budnosti i spavanja; ne samo kod ljudi već i kod drugih živih bića koja se *ravnaju* po praiskonskom unutarnjem nahođenju koji ovaj sustav omogućuje (u ovome ili onome obliku za razne vrste živih bića). Stoga je na nama ljudima koji smo odlučili, barem prividno ili možda kratkoročno, gospodariti Zemljom biti ODGOVORNI prema vlastitom zdravlju, ali i prema cijelom ekosustavu čiji smo dio i od kojega nismo odvojivi, a ni bolji ni važniji.

Jedan od važnijih, a često previđenih vrsta zagađenja okoline jest svjetlosno zagađenje gdje, uvevši razne umjetne, a neprimjerene izvore



Foto: Ivana Rojko

svjetlosti, remetimo vlastito zdravlje i funkcioniranje živih bića s kojima koegzistiramo. Narušeni prirodni ciklus budnosti i spavanja dovodi do poremećaja bioritma, nesanice, pretjerane dnevne pospanosti, umora,

lošega kognitivnoga funkcioniranja te zakazivanja na poslu i u društvu, kao i somatskih (tjelesnih) simptoma, najčešće gastrointestinalnih, ali i kronično povišenoga rizika za razvoj demencije i kardio/cerebrovaskularnih oboljenja. Također sva psihička stanja i bolesti dodatno se pogoršavaju kada je bioritam ciklusa spavanja i budnosti narušen. Posebno je važno da se o ovom educiraju oni koji donose odluke o nabavci i postavljanju javne rasvjete, koja mora biti neekscitativna i dobro direkcijski usmjerena, područja u kojemu tehničke i biološke i medicinske struke moraju biti uključene i zajednički donositi odluke koje su na korist cijele zajednice, ne samo ljudi već i prirode čiji smo nerazdvojni dio.

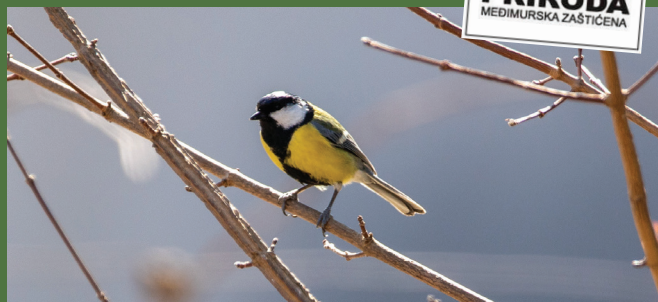
## Umjetni sjaj neba i pjev ptica

Piše:

IVANA ROJKO

mag. educ. biol.

Ukupno devet studija izvijestilo je o promijenjenom vremenu pjevanja kod ptica kada su bile izložene svjetlosnom onečišćenju. Promijenjeno vrijeme pjevanja zabilježeno je kod crvendaća, kosa, velike sjenice i plavetne sjenice. Uz to, zeba, plavetna sjenica, velika sjenica, kos i crvendaći su pokazali izmijenjene obrasce u komunikaciji što je negativno utjecalo i na reproduktivno ponašanje. No utjecaj svjetlosnog onečišćenja ne utječe negativno samo na ptice i ljude, tu su brojne druge skupine organizama koje se orijentiraju putem svjetlosti. Zbog svjetlosnog onečišćenja morske kornjače i ptice vođene mjesečinom tijekom selidbe se zbune, izgube smjer i često uginu. Velik broj kukaca, primarni izvor hrane za ptice i druge životinje, privučeni su umjetnom rasvjetom i trenutno bivaju ubijeni nakon kontakta s izvorima svjetlosti. Šišmiši, leptiri, brojni drugi kukci, ribe i drugi vodeni organizmi, pa i mikroorganizmi u velikoj mjeri, ovise o svjetlosti. Jeste li znali da se kotrljan, tj. skarabej orijentira pomoću Mliječne staze? Priroda je zapravo toliko nevjerovatno povezana na brojne načine da nismo ni svjesni na koje sve načine utječemo



Ptice pjevice koje žive u gradu započinju svoj jutarnji pjev čak pet sati ranije od svojih rođaka koji žive na selu, a noćna svjetlost utječe i na njihovo reproduktivno ponašanje (foto Siniša Golub)

na nju. Ne možemo poreći da je utjecaj svjetlosnog onečišćenja na prirodu velik. Kada se idući put upitamo gdje su nestale ptice pjevice i kako to da nema toliko krijesnica, moramo shvatiti da je odgovor vrlo zamršen. Ono što ne možemo poreći je činjenica da na njihovu brojnost utjecaj ima i svjetlosno zagađenje. A što mi možemo učiniti? U ovome slučaju svatko može napraviti korak prema zagovaranju ukidanja cjelonoćne rasvjete, prema ukidanju dugotrajnog svjetla na nogometnim igralištima, raspršenom osvjetljavanju građevina i mnogih drugih oblika svjetlosnoga onečišćenja. Zato, pomaknimo se i neka nas uzme mrak!

# Amaterska radioastronomija

Piše:

dr.sc. MILJENKO ČEMELJIĆ

**R**adiosignali iz svemira istraživani su od XIX. stoljeća, otkada znamo za elektromagnetske valove, ali prvi stvarni uspjesi postignuti su tek tijekom 30-ih godina prošloga stoljeća kada K. Jansky, radeći za Bell Laboratories na rješavanju problema šuma u radiouređajima, hvata šum iz smjera centra naše galaksije, Mliječne staze. Nakon Drugog svjetskog rata G. Reber, koji je ujedno bio i prvi amaterski radioastronom, izrađuje prvu radiokartu neba. Desetljećima nakon toga radioastronomija je, zbog skupoće uređaja koji bi bili dovoljno osjetljivi za primanje ekstremno slabih signala iz svemira, bila uglavnom u domeni profesionalnih astronoma. Elektronika na visokim frekvencijama, npr. oko 1 GHz, je vrlo osjetljiva na smetnje i uređaji su bili rijetki, dakle i skupi. Godine 1982. je u RCA laboratorijima pod vodstvom Ulrich L. Rohdea u SAD-u razvijen prvi Programski definirani radio (Software Defined Radio, SDR). U takvom radiju analogni detektori, mikseri, filteri, pojačala, modulatori i demodulatori su izvedeni računski, tako da se analogni signal pretvori u digitalni i sve operacije izvedu na računalu, na digitalnome signalu.

## Razvoj

Početkom tisućljeća došlo je do nagloga razvoja te vrste prijemnika, uočeno je da se prijemnik za digitalnu televiziju baziran na integriranom sklopu RTL2832U može iskoristiti za direktni pristup do digitalne verzije signala i za osta-

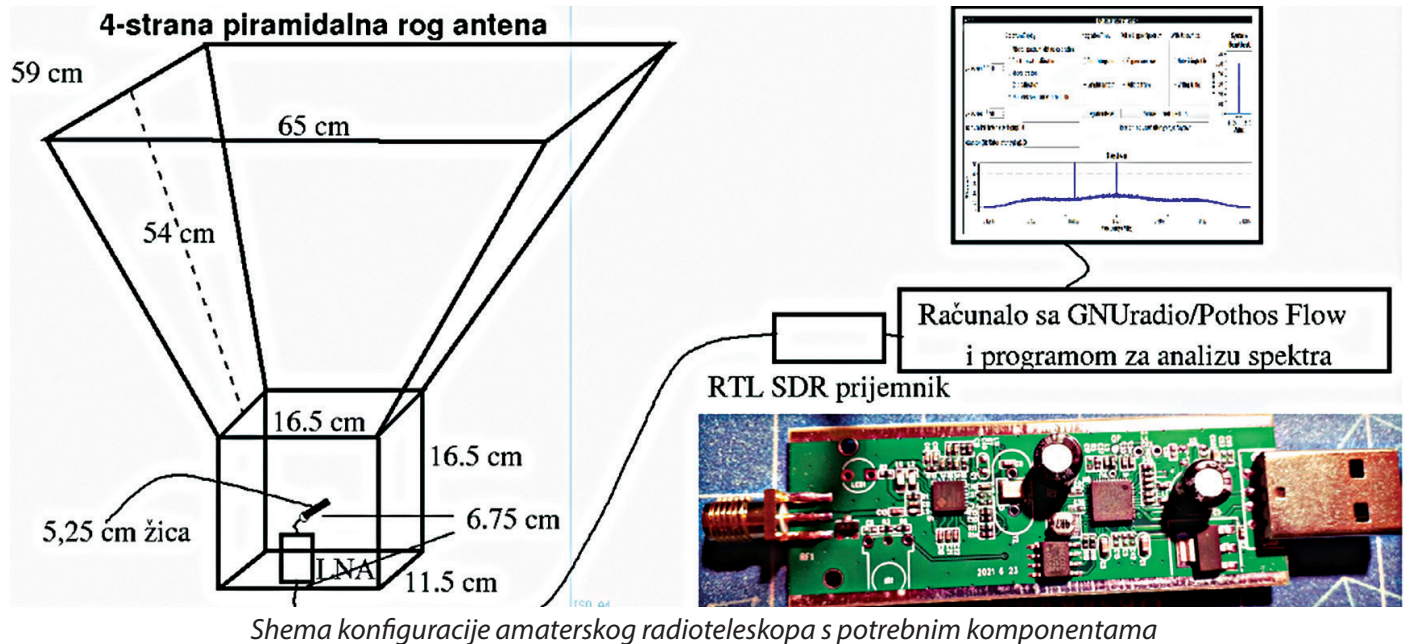


Prvo javno predstavljanje radioastronomske rog antene u Hrvatskoj, Čakovec, kolovoz 2023.

le, ne samo TV frekvencije. Grupa oko kompanije Osmocom, uz pomoć mnogih neovisnih suradnika, je razvila prvi program (driver) za obradu takvih signala. Zbog široke uporabe prijemnika za digitalne visokofrekventne signale u TV i mobilnoj telefoniji, cijena takvih uređaja je pala do reda veličine 10 USD i korišteni su u svim područjima prijema (i emitiranja) radiosignala, od kHz do GHz. Radioamateri su prvi iskoristili mogućnosti SDR-a, ali polako ih dostižu i astronomi. U Hrvatskoj je bilo pojedinih pokušaja (*nadamo se takve pokušaje dokumentirati pa pozivamo sve koji imaju neka saznanja o ranim pokušajima radioastronomije te vrste kod nas da jave uredništvu*), ali do ove godine nije bilo organiziranoga napora. U svibnju 2023. sam predstavio svoj prototip maloag radioteleskopa u Centru izvrsnosti iz astronomije pri Elektrostrojarskoj Školi Varaždin i u Tehničkoj školi u Čakovcu. U Varaždinu je, u suradnji s AD-om Varaždin, napravljena i prva

rog antena od lima, prikazana na Slici 1. Ta antena je javno predstavljena na 1. Regionalnom susretu astronomskih društava u Međimurju krajem kolovoza 2023. Istovrsna antena je napravljena u radionici Copernicus astronomskog instituta Poljske akademije znanosti u Varšavi, u kojoj autor radi, i predstavljena je na Otvorenom danu instituta u rujnu 2023., gdje je također izazvala zanimanje. Kao i u Hrvatskoj, postojanje pristupačne tehnike za samogradnju radioteleskopa još nije doprla do šire publike, pa čak ni do astronoma amatera i profesionalaca. Ovaj članak je dio nastojanja da se javnost upozna s postojanjem te mogućnosti. Paralelno se u AD-u Vega u Čakovcu, uz suradnju s lokalnim radioamaterima, počelo s izgradnjom ambicioznijega, većega radioteleskopa s paraboličnom antenom. Tako je i u Hrvatskoj započeta era amaterske radioastronomije. Započela je prije profesionalne jer kod nas "pravoga" radioteleskopa još nema, naši pro-





Shema konfiguracije amaterskog radioteleskopa s potrebnim komponentama

fesionalni radio-astronomi koriste globalno dostupne radio-teleskope. Nadamo se da će naši naponi pridonijeti razvoju domaće radio-astronomije, prirodni i tehnički uvjeti za to su u Hrvatskoj bolji nego za profesionalnu optičku astronomiju.

## Uradi sam

U kratkoj seriji članaka autor će podijeliti svoja iskustva pri gradnji maloga radioteleskopa s čitateljima u nadi da će, metodom "uradi sam", sami pokušati napraviti svoj uređaj, kod kuće ili u školi s učenicima. Autor je svoj prototip, koji i danas koristi za prvu probu opreme, napravio u kuhinji, od kartona i aluminijske folije, uz dodatak elektronike kupljene preko interneta za oko 50 eura. Za računski dio potrebno je samo jedno prosječno prijenosno računalo. U idućem nastavku bit će predstavljena izrada rog antene uz listu potrebnih elektroničkih komponenti, instalacija potrebnih računalnih paketa te moguće upotrebe i dalje napredovanje u samogradnji radioteleskopa.

Prvo pitanje koje se postavlja je što želimo promatrati jer će o tome ovisiti kakvu antenu trebamo. U posljednjem dijelu ove serije članaka ćemo detaljnije opisati različite pro-

jekte ostvarene od strane amaterskih radioastronoma, a ovdje opisujemo projekt koji nam se čini najpristupačniji: registriranje vodikove linije na 21 cm. Takvo zračenje je emitirano pri spontanom prijelazu atoma vodika iz pobuđenoga stanja s paralelnim spinovima elektrona u osnovno stanje s antiparalelnom orijentacijom. Za takva promatranja nije potrebna velika preciznost usmjerenja antene: naša galaksija, Mliječna Staza, je najjači, stalni izvor. Prvo promatranje linije neutralnog vodika je izvršeno 25.

ožujka 1951. (Purcell & Ewen) na Sveučilištu Harvard u SAD-u pomoću rog antene. Odabir rog antene je zbog njezine veće osjetljivosti, što je također razlog našega izbora.

Drugi razlog je dobro ograđivanje od smetnji zbog okolnih izvora koje je važno u gradskim uvjetima, gdje se obrazovne ustanove obično nalaze, a ideja je napraviti i koristiti radioteleskop u školskim uvjetima. Kao prototip napravili smo konstrukciju od kartona oblijepljenoga aluminijskom folijom. Folija je prilijepljena na karton, sa spojevima ojačanim običnom izolirajućom trakom. Za valnu duljinu  $\lambda = 21.206$  cm (frekvencija od 1420.406 MHz) potrebna preciznost površine je reda veličine centimetra, dakle nije toliko bitno da ne bude neravnina, nego je bitnije dobro spajanje dijelova folije. Shema cijele konfiguracije je prikazana na Slici 2, a na Slici 3 je prikazana gotova antena. Točne dimenzije pravokutnoga otvora antene u različitim izvedbama mogu varirati, ali nisu proizvoljne, izračunate su prema izrazima za maksimalni dobitak antene tako da treba slijediti izabrane specifikacije do točnosti od 1 do 2 cm.



Prototip rog antene izrađen od kartona i aluminijske folije, montiran na lagani fotografski stalak.

Preporučamo prvo napraviti model, npr. 1:10 ili 1:5 od papira. Tako se dobije bolja ideja o mjerama i načinu rezanja.

Pri izradi kutije antene (valovoda) treba izabrati karton dovoljne tvrdoće da se ne izgubi oblik, a veličinu treba odabrati prigodno prostoru i načinu prenošenja/prevoženja, ako se predviđa premještanje antene. Foliju treba ulijepiti u kutiju u što većim komadima, sa što manje spojeva. Ako je centralni vodič SMA kabela napravljen od pojedinačne, a ne motane žicom, aktivni element antene je najjednostavnije napraviti tako da ogolimo kabel u duljini četvrtine valne duljine signala koji želimo hvatati ( $21/4 = 5.25$  cm), ali tako da sačuvamo vodljivi omot koji ćemo pričvrstiti u spoj s aluminijskom folijom u unutrašnjosti rog antene, to je uzemljenje antene (ako se radi o motanoj centralnoj žici, preporučamo za aktivni element upotrijebiti komad nemotane žice

duljine 5.25 cm i izvesti što kvalitetniji spoj s ulazom u pojačalo). Spoj izlaza iz aktivnoga elementa antene do niskošumnoga pojačala mora biti što kraći jer želimo putem signala do pojačala unijeti što manje vanjskih smetnji (koje bi onda pojačalo povećalo). Aluminijska folija mora spojena s uzemljenjem ostatka uređaja, to najlakše provjerimo običnim ohm-metrom univerzalnog mjernog instrumenta: otpor između folije u unutrašnjosti antene i metalnog okvira SMA konektora na ulazu u pojačalo mora biti malen, ali konačan.

## Izrada

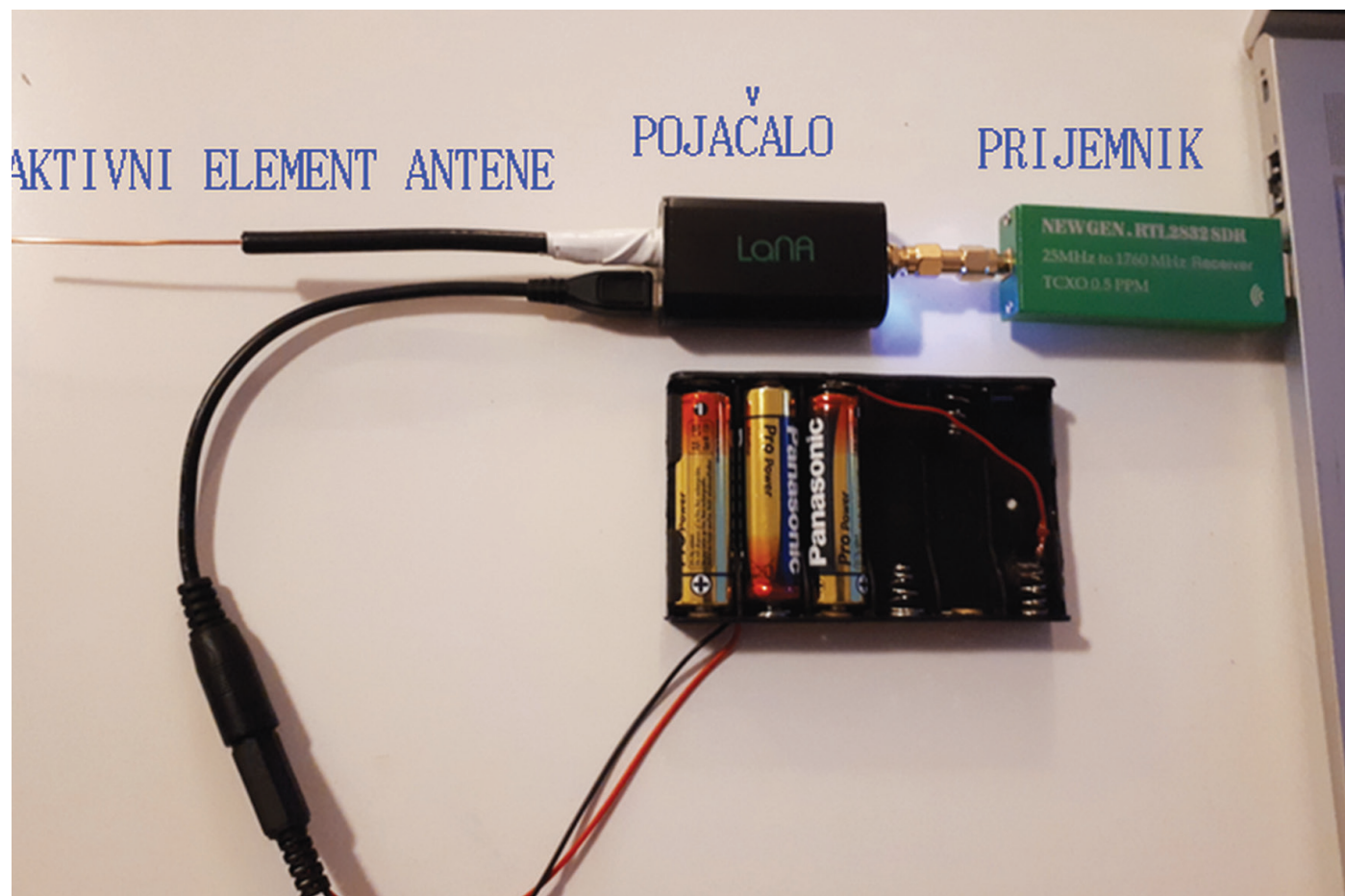
Za dodatno smanjenje vanjskih smetnji najbolje je zatvoriti cijeli izlaz iz antene zajedno s pojačalom i njegovim napajanjem (za koje iskoristimo stalne baterije ili radije vanjsku bateriju za pametni telefon, pošto pojačalo brzo istroši stalne baterije)

u Faradayjev kavez koji napravimo od limene kutije, iz koje izlazi samo SMA kabel prema prijemniku. U našoj izvedbi to nismo napravili kako bi upotrebijene komponente bile vidljive, a ne sakrivene u "crnu kutiju".

SMA kabel od pojačala do prijemnika koji je svojim USB-om priključen u računalo može biti dulji, ali ne toliko da signal bude prigušen prije nego dopre do prijemnika. Za početak preporučamo kabel duljine 1 - 3 metra. USB priključak u računalu isto može unijeti smetnje, tako da izaberimo ulaz u računalo gdje je spoj najmanje olabavljen. Pri uključanju pojačala i radu prijemnika treba pričekati desetak minuta da se uspostavi radna temperatura jer pojačalo tek tada daje stabilan signal.

## Lista potrebnih elektroničkih komponenti

- SDR prijemnik ("dongle"). Cijena, naravno, raste s kvalitetom, ali i među



Potrebne elektroničke komponente tijekom testiranja



jeftinijim uređajima treba paziti da se kupi originalni uređaj, a ne jeftini kineski klon koji je možda dovoljno dobar za obični UKV radio na stotinjak MHz, ali na GHz-u će obično biti loše kvalitete za stabilni signal. Na tržištu za amatere se trenutno visoko profilirala kompanija Nooelec, tako da se od toga naziva može započeti traganje u internetskim prodavaonicama.

## LNA

- Niskošumno pojačalo (Low Noise Amplifier, LNA), Nooelec također nudi širokopojasno pojačalo koje je već postalo standardno. U njihovoj ponudi je i pojačalo s dodatnim uskopojasnim filterima za vodikovu liniju, ali to nije nužno za početni nivo.

- SMA konektori i koaksijalni kabele (50 Ohm impedancije), jedan kraći, duljine oko 10 cm (po mogućnosti s centralnim vodičem od pune, a ne pletene žice), a drugi duži, 1 - 3 m. Preporučamo kupiti kabele s već montiranim SMA konektorima jer je za kvalitetno spajanje konektora potrebno vješto baratanje lemilicom i montaža metodom vrućega lijepljenja.

Potrebne elektroničke komponente prikazane su na Slici 4.

Kao izvor napajanja LNA pojačala koristili smo bateriju za punjenje pametnog telefona ili stalne baterije. Važno je osigurati dobre konektore da se ne unesue dodatne smetnje. Nešto skuplji prijemnici imaju opciju napajanja pojačala (bias tee), što se onda vrši kroz spoj pojačala i prijemnika preko USB konektora prema računalu. Računalo ne mora biti posebno moćno, ali pošto se ipak radi o obradi signala i relativno suvremenim programskim zahtjevima, nije preporučljivo koristiti starija računala nego radije solidno suvremeno računalo s par GB RAM i bar dual-core procesorom.



# NOVA

## Emisija o svemiru i svemu ostalom

YouTube 

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

Na internetu je danas moguće naći mnogo uputa za gradnju ovakvih radioteleskopa. Lako je zaboraviti koliko fantastično slabe signale želimo izvući iz sveopćega šuma mnogo bližih signala. Gradnja i upuštanje u rad ovakvoga instrumenta direktno nas s time suočavaju i u tome je dodatna vrijednost ovakvoga projekta. Relativno je jednostavno napraviti antenu, ali problemi nastaju pri instalaciji programske podrške i prvim mjerenjima. Zato ćemo tome posvetiti posebnu pažnju i u idućem dijelu ove kratke serije članaka ćemo detaljno

opisati instalaciju i upotrebu programa za računala koji će nam omogućiti obradu registriranih signala. Kao što je slučaj i s optičkim teleskopima, jasno je da rezultatima nećemo konkurirati "pravim", profesionalnim teleskopima, ali zadovoljstvo da "slušamo" svemir neće time biti ništa manje! Kao što smo napisali u uvodu, radi se o nečemu što je i profesionalnim astronomima uspjelo tek nakon 1950. godine, a u vlastitoj režiji je postalo moguće tek pred desetak godina i mi smo prva generacija koja to može samostalno izvesti!

# MALI ASTRONOMI

## Kutak za nastavnike

Piše:

**KARMEN HABIJAN BUZA**

**prof. mentor**

**L**judsko društvo je postalo kompleksan sustav koji se može održavati samo znanjem i razvojem. Činjenica je da od 5 % do 10 % učenika ima izuzetne sposobnosti (talent) za područja znanosti i tehnologije, dok oko 2 % učenika se smatra darovito i oko 0.2 % učenika je onih koji imaju liderske sposobnosti. Darovitost koja čeka na buđenje!

Težimo prema društvu koje se temelji na znanju te je potrebno izgrađivati sustav edukacijske potpore, smotri i radionica koji učenicima, mentorima, školama i programima omogućava izvrsnost u edukaciji na globalnoj razini. Edukativne smjernice teže podupirati učeničke potrebe i motivirati ih da izraze svoje mišljenje, znatiželju, talent i darovitost, pomagati ih u osobnom rastu kako bi postali stručnjaci i lideri u bliskoj budućnosti.

Istraživanja su pokazala da učenici između dvanaeste i dvadeset prve godine starosti su u dobi samootkrivanja kada adolescenti istražuju svoje mogućnosti i ograničenja te traže svoje mjesto u društvu. Znanost i istraživanje nude jedinstvenu priliku za mlade da utaže svoju potrebu za odgovorima i ispituju svoje intelektualne dosege i mogućnosti koje pruža društvo. Istraživanja u la-

boratorijskim uvjetima i interakcija s mentorima i znanstvenicima te drugim učenicima pruža novo društveno okruženje gdje mogu pokazati svoje sposobnosti i pronaći uzore. Diljem svijeta sve veći broj inicijativa osigurava mogućnost uključivanja u istraživačke procese za motivirane učenike osnovnih i srednjih škola.

Neke „motivacije rasta“, potrebe za ljubavlju i druženjem, pripadnosti grupe, samopoštovanje, postignuće, kompetencija, reputacija, status, prestiž, radoznalost, istraživanje i otkrivanje su snažnije od „bazičnih motivacija“ potrebe za kisikom, vodom, hranom, spavanjem, odmorom i zaštitom. Taj sindrom ima i svoje ime, „ovisnost o otkrivanju“, koju koristimo u edukativnom sustavu natjecateljskoga duha.

Tako se značajna promjena u koncep-

ciji natjecanja zbila 1976. godine kada je općenito prihvaćeno da se testiranje znanja učenika zamijeni natjecanjima i susretima, što se zadržalo i do danas.

Osamostaljenjem Republike Hrvatske natjecanja i susreti su povjereni strukovnim udrugama, a koordinacijski sastanci održavani su u Zavodu za školstvo do njegova prestanka s radom 1995. godine. Natjecanja i susreti u RH prošireni su i na različita druga područja učeničkih interesa. U razdoblju od 1998. do 2008. godine izvršitelj programa susreta i natjecanja učenika iz astronomije bila je Zvezdarnica Zagreb, a od 2009. godine ovaj program vodi Agencija za odgoj i obrazovanje pod kojom djeluje Državno povjerenstvo za natjecanja iz astronomije.

### Međunarodna natjecanja

Međunarodne olimpijade, International Astronomy Olympiad (IAO), Euroazijsko astronomsko društvo održava od 1996. godine, a International Olympiad on Astronomy and Astrophysics (IOAA) od 2007. godine.

IAO se održava za dva uzrasta učenika do 18 godine i učenici nisu izolirani dok je natjecanje koncipirano s tri vrste problema: teorijski dio, praktični dio i opažački dio te su zadaci uglavnom otvorenoga tipa. Na natjecanju je jedan peda-





goški, a drugi stručni voditelj koji su zaduženi za prevođenje i ispravljanje zadataka te čuvanje učenika na natjecanju. Kotizacija se plaća za sve timove koji sudjeluju uz podršku strukovne udruge. Članovi olimpijskog tima odabiru se kvalifikacijskim ispitom, za IAO najbolje rangirani učenici na natjecanjima iz astronomije u kategorijama od 7. razreda osnovnih škola do 3. razreda srednjih škola.

Primjer zadataka za IAO:

1. Kolika je prividna zvjezdana veličina mačke koja je udaljena od nas 20 s. g.?
2. Obično uzimamo da se na nebeskom svodu golim okom vidi oko 6.000 zvijezda. Koliko još zvijezda postaje cirkumpolarno ako uzmemo u obzir atmosfersku refrakciju (35') za opažača na: a) polu; b) ekvatoru?

IOAA se održava za jedan uzrast učenika do 20 godine i učenici su izolirani dok je natjecanje s četiri vrste problema: teorijski dio, obrada podataka, opažački dio i timski te su zadaci uglavnom zatvorenoga tipa. Dva voditelja su stručni članovi međunarodnoga povjerenstva za prevođenje, ispravljanje i žalbe na natjecanju. Kotizaciju plaćaju samo promatrači dok sudjeluju timovi uvjetovano potporom nadležnog ministarstva za obrazovanje u organizaciji i provedbi preko strukovne udruge, institucije i sl.

Za IOAA članove tima odabiru se najbolje plasirani učenici na natjecanjima iz astronomije u kategorijama od 1. do 4. razreda srednje škole i od 2013. godine učenici iz završnog kruga odabira za IPhO koji nisu ušli u njihov olimpijski tim. Članovi olimpijskoga tima odabiru se kvalifikacijskim ispitom sa zadacima koji su prilagođeni olimpijskim zadacima te je dio zadataka otvorenoga tipa, teorijski dio i praktični/opažački dio zadataka. Sve ispite (pod zaporkom) ispravlja



*I članovi astronomskog društva mogu pomoći*

autori zadataka, s dvostrukom provjerom, i rezultati se objavljuju u roku od 24 h na portalu [zvjezdarnica.hr](http://zvjezdarnica.hr).

## Natjecanje u Hrvatskoj

Natjecanje iz astronomije u Republici Hrvatskoj s uputama i prijavom teme praktičnoga rada (osim učenika 5. razreda, za sve učenike predmetne nastave i učenike srednje škole) organizira se na školskoj razini (pisani ispit - teorija i zadaci), županijskoj razini (pisani ispit, proizvoljna prezentacija praktičnoga rada) i državnoj razini (pisani ispit sa zadacima i obrana praktičnoga rada). Suradnja i korelacija nastavnih predmeta geografije, fizike i matematike s preklapanjem nastavnih područja potrebna je u astronomiji i "podrazumijeva" znanje fizike i matematike, suradnju s astronomskim društvima, zvjezdarnicama, planetarijem Tehničkog muzeja Zagreb, organizirane ljetne škole astronomije, popularna predavanja u zvjezdarnicama. Sve to doprinosi znanju i radu za natjecanja u astronomiji u RH.

Na natjecanju se ne očekuju teme iz suvremene astrofizike ili one za koje je potrebna skupa instrumentacija, već korištenje raspoloživih resursa razvijanja vještine postavljanja hipo-

teze, korektnoga mjerenja i prezentacije mjernih podataka te njihove analize i interpretacije u okvirima razine znanja učenika. Korisno i nužno je iskoristiti sve raspoložive informacije dobivene vlastitim mjerenjima/opažanjima/simulacijama i one dostupne u literaturi (uz obavezno navođenje izvora). Usustavljivanje tih informacija potrebno je kako bi dobili odgovor na definirana pitanja na početku rada postavljene hipoteze. Prisjetimo se da jedno mjerenje nije dovoljno jer iza svakoga podatka 'krije se' više mjerenja, a objavljuje se srednja vrijednost i pogreška mjerenja. Pisani dio praktičnoga rada je kao model znanstvenih radova s opisanom postupkom i metodom mjerenja.

Prezentacija rada mora na lako vidljiv način prezentirati sve bitne podatke dobivene tijekom praktičnoga rada te se očekuje aktivna interakcija učenika s mentorom koji ima važnu ulogu u svim koracima stvaranja rada. Kroz nekoliko narednih članaka vođenih za nastavnike u svrhu pripremanja učenika na natjecanja, upoznat ćemo natjecanja u astronomiji u Republici Hrvatskoj, a na stranicama astronomskog društva VEGA [www.avega.hr](http://www.avega.hr) moći ćete pronaći primjere zadataka i materijale za učenje.

# MALI ASTRONOMI

## Pokusi iz optike za velike i male

Piše:

MELITA SAMBOLEK

prof.

Početkom 17. stoljeća Galileo Galilei upotrijebio je patent tadašnjih optičara i načinio jednostavni teleskop, uperio ga prema nebeskim objektima i uočio brojne detalje golom oku nevidljive - planine na Mjesecu, Venerine faze, najveće Jupiterove satelite, Saturnov prsten. Teleskop koji je koristio je teleskop refraktor s objektivom koji čini leća. Šezdesetak godina kasnije Isaac Newton konstruirao je teleskop sa zrcalima, teleskop reflektor. Takve teleskope koristimo i danas, samo što su optički elementi, zrcala i leće, daleko bolje kvalitete.

Koja to važna svojstva razlikuju zrcala i leće i čine ih važnim optičkim dijelovima teleskopa? Zrcalo je svaka uglačana ploha koja dobro reflektira zrake svjetlosti, dok su leće prozirna tijela kroz koja zrake svjetlosti prolaze i pri tome se lome.

### Refleksija

Neka njihova svojstva mogu se upoznati kroz jednostavne pokuse koji se mogu izvesti s priborom koji imate kod kuće. Nekoliko pokusa iz optike bit će prezentirano kroz nekoliko brojeva časopisa. U veću prozirnu posudu ulije se voda, a na dno se postavi malo ravno zrcalo. U vodu se kapne nekoliko kapi

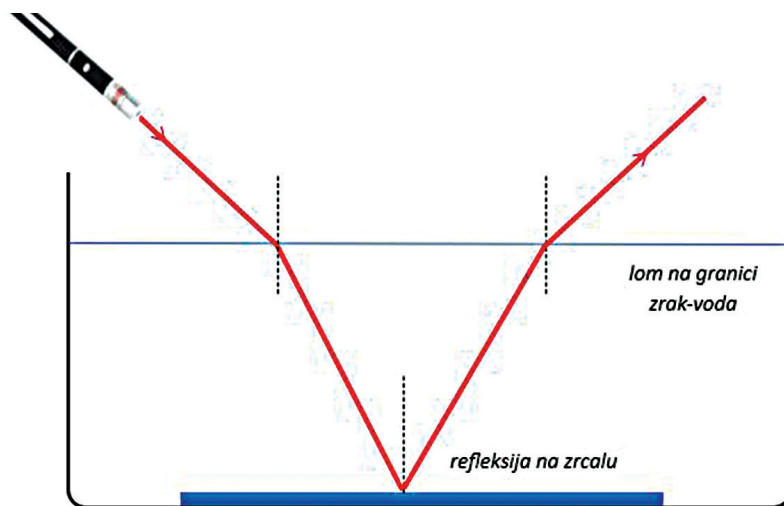
mlijeka, toliko da se malo zamuti. Laser se usmjeri prema površini vode tako da laserska zraka dolazi do zrcala. Što se događa s laserskom zrakom može se dobro uočiti gledajući sa strane, posebice ako se prostorija malo zamrači. Laserska zraka nije vidljiva u zraku, no može postati vidljiva ako se poprska sitnim česticama iz raspršivača (voda ili sprej). (Napomena: **Pri korištenju lasera potreban je oprez, zraka svjetlosti ne smije se usmjeriti prema oku!**).

Pri prijelazu iz zraka u vodu može se uočiti da zraka svjetlosti skreće s pravocrtno putanje koju ima u zraku – lomi se na granici dva medija. Svjetlosna zraka skreće dalje od površine vode jer se promijeni brzina širenja svjetlosti u odnosu na brzinu u zraku. Voda ima veću optičku gustoću od zraka, odnosno veći indeks loma. Na prijelazu

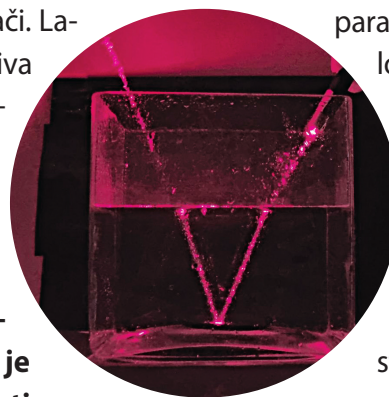
iz vode u zrak također se događa lom zrake svjetlosti, no sada skreće bliže površini vode. Upravo se tako ponašaju svjetlosne zrake kada od dalekoga izvora dolaze do leće u teleskopu refrektoru. Leća

paralelni snop zraka lomi tako da ih skuplja u jednu točku (konveksna leća). Svjetlost se širi pravocrtno kroz vodu ako nema promjene gustoće, stoga snop svjetlosti u vodi do zrcala na dnu

posude dolazi po pravocrtnoj putanji. Na zrcalu se zraka reflektira (odbija) pri čemu vrijedi zakon refleksije. To znači da je kut koji zatvara zraka svjetlosti s okomicom na zrcalo jednak kutu koji zatvara reflektirana zraka s okomicom na zrcalo. Slično se svjetlost skupljena od dalekih nebeskih objekata višestruko reflektira na zrcalima unutar teleskopa reflektora.



Zraka svjetlosti lomi se i reflektira





# ETNOKUTAK

## Mjesec kao nebeska sila i pretkršćansko božanstvo u međimurskim vjerovanjima i predajama

Piše:

dr. sc. LIDIJA BAJUK

U tradicijskim pjesmama kakve su „Svetel Mesec sveti med dvima gorami” i „Protuletje se otpira veselo” Međimurci su mjesec doživljali kao nebesku silu – odjek zaboravljena praslavenska božanstva. Tako bi se na mjesečno viđenje mlađaka redovito, nakon večernjega umivanja, okrenuli prema mlađaku, uhvatili za gumb, prekrižili i uzviknuli: „Mladi mladenec, ti mladi mene kak si sam sebe!”, za uspješno liječenje guše *kehlja*, kožne *zlamenke* i strunom konjskoga repa stegnute bradavice *kuračice* kleknuvši na suhi panj pridodali bi: „Kaj deržim naj se posuši, a kaj gledim naj se pomladi!”, a protiv glavobolje: „Mladi mesec, mladi ti mene kak sam sebe mladiš! Da tebe kača piči, naj mene glava boli!” Vjerovalo se i da sljedeći mjesec neće gladovati onaj tko se prekriži i pokaže novac kada ispod strehe ugleda *mladi mjesec*. Blagdanske i neblagdanske mlade dane (*mladi petak*, *mladu subotu*, *mladu nedjelju*), dakle obilježava mlađak koji navodno nagrđuje, osljepljuje i noću odvlači na krov, kada noću kapa *nebeski otrov*, *copernice* i *vrag* utječu na čovjeka, *copernice* prilaze vodama, na *mladi petek* lete na Ivančicu gdje plešu kolo (tada se urečenoj stoci mliječnost vraća bodenjem mlijeka nožem ili vilicom) i na *mladu nedelju* s kuhačom u ruci posuđuju sol. Na te su dane propisane radnje (početak poslova, šišanje, pokrivanje plahtom

ili ženskom pregačom zdenca i posude s mlijekom, pečenje božićnih rogeka i uskršne pletenice), zabrane (posuđivanja stvari, kopanja, vožnje gnoja, sječe drva, gledanja u mlađak ispod strehe ili krova, češljanja blaga, izbjegavanja susreta s fazanom, zecom i nosačicom prazne posude) i magijski postupci protiv zlosila (postavljanjem na raskrižju kutijice sa žoharima i upotrijebljenog obloga, bajanjem i bacanjem tri užarena ugljena u vodu, kruženjem i križanjem oko oboljeloga mješta grahom, uskršnom ili mrtvačkom kosti). U copernice će se noćnim općenjem s mrakom – s fokloriziranim Mjesecom i s kristijaniziranim đavlom – navodno pretvoriti djevojke kojima neobdareni pomurski *lucijski poležaji* požele „debele cecke”. Stoga su *sončeni mraki* pripisivani solarnom, a *jutarnji* i *večernji* lunarnom kultu.

### Pokojnički duhi

Mjesec je povezan i s praocem Adamom i sv. Andrijom pa se ponoćnim božićnim gledanjem u Mjesec nastojalo vidjeti pokojničke *duhe* (Adama i Evu, Kajina i Abela). Zamišljan je putnikom koji Zemlju godišnje obiđe dvanaest puta i neoprezne žene plodi spolovилоm koje dvanaest puta obavija oko sebe ili oko Zemlje. Budući da je predočavan falusnim nakaznim lutkama – adventsko-božićnim *čovekom* i prvosvibanjskim *kranjcom*, može se zaključiti da mu je i pretproljetni *fašnik* moguća interpretacija. Sv. Andrija



*Lutka dedač uz rođenje djeteta, Hrv. zagorje-Martinščina, 2015. (foto: L. Bajuk)*

(ili sv. Lucija) je *vučji pastir*, psihopomp, predvodnik božićnoga divljeg lova (nekrštenika vukova i bijesnih pasa), „Jezušov pajdaš”. Nedopušteno iz vinograda, ubravši grozd, ožalošćen Isusovom kaznom zaspi pokraj vatre i izgori, no ponovno se rodi kad zatrudni kći domaćice Isusa i sv. Petra, pojevši njegova jetra. Tri dana uoči sv. Andrije, čiji je kult uspostavljen u njegovu rodnom Patrasu i mjestu Demetrina proročišta, međimurske su udavače postile, a na svečev spomen-dan magijskim postupcima poticale priviđenje budućega zaručnika.

Po Mjesečevim fazama planirani su poljoprivredni poslovi – sjetva u nevidljivoj fazi, rast za *zadnjeg frtalja* i *mladenca meseca*, a dozrijevanje za punoga mjeseca, pa se krumpir sijao „da mesec dol ide” i zagrtao „da se mesec gor bere”. Po položaju Mjesečeva srpa ili uštapa gatalo se i o vremenskim prilikama – *zlejani mesec* navodno najavljuje suh, *scejani mesec* kišovit, a *megleni mesec* vjetrovit dan.

# IZ SVIJETA ZNANOSTI

## Otkriće s međimurskim potpisom

Nuklearni fizičar iz Međimurja i član Astronomskog društva "Vega" Igor Gašparić po prvi put za domaću javnost piše detaljnije o svom otkriću

Piše:

dr. sc. IGOR GAŠPARIĆ

**A**tomska jezgra sastoji se od dvije vrste čestica - pozitivno električno nabijenih protona i električno neutralnih neutrona. Protone i neutrone zajedno drži kratkodosežna jaka nuklearna sila unutar polumjera 10.000 puta manjeg od polumjera atoma. Privlačna jaka nuklearna sila nadjačava električno odbijanje protona na tim malim udaljenostima. U preostalom prostoru atoma nalaze se elektroni, električno negativne čestice otprilike 2.000 puta manje mase od protona.

Do sada je poznato 118 kemijskih elemenata. Svaki element određen je brojem protona u atomskoj jezgri. Tako najmanji vodik ima jedan proton, ugljik šest, a najveći oganeson 118 protona. Atomi iste vrste mogu imati različit broj neutrona u

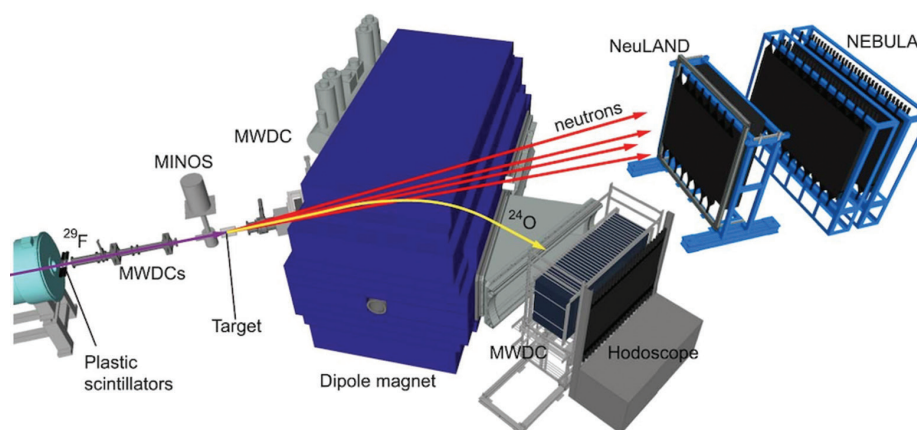
jezgri i tada govorimo o izotopima jednoga elementa. Označavaju se imenom elementa koji nam kazuje koliki je broj protona i ukupnim brojem protona i neutrona, npr. olovo-208 ili  $^{208}\text{Pb}$  ima 82 protona i 126 neutrona. Broj neutrona ne mijenja kemijska svojstva elementa, ali mijenja svojstva jezgara, npr. izotop ugljika sa šest neutrona je stabilan, izotop ugljika s osam neutrona nestabilan (pola tih izotopa se raspadne nakon oko 5.700 godina), a onaj sa 17 neutrona nije ni vezan.

Za lake jezgre vrijedi pravilo da što je veća razlika u broju protona i neutrona, to je jezgra nestabilnija i manje zastupljena u prirodi. (Kod teških jezgara broj neutrona je veći od broja protona kako bi privlačne nuklearne sile nadvladale električno odbijanje protona.) Osim što lake jezgre vole imati sličan broj protona i neutrona, vole imati i paran broj protona i neutrona, a na-

ročito su im dragi neki brojevi koji se nazivaju magičnima: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Sličan fenomen postoji i u atomskoj fizici koja opisuje elektronsku strukturu gdje su atomi s određenim brojem elektrona izrazito stabilni i nereaktivni (plemeniti plinovi He, Ne, Ar, Xe...) Jezgre s magičnim brojem protona ili neutrona obično su stabilnije, a naročito su zanimljive one rijetke s oba magična broja ( $4\text{He } 2 + 2$ ,  $^{16}\text{O } 8 + 8$ ,  $^{40}\text{Ca } 20 + 20$ ,  $^{48}\text{Ca } 20 + 28$ ,  $^{78}\text{Ni } 28 + 50$ ,  $^{132}\text{Sn } 50 + 82$ ,  $^{208}\text{Pb } 82 + 126$ ).

### 3.300 jezgara

Do danas je opaženo oko 3.300 različitih jezgara, a teorijski proračuni predviđaju postojanje još toliko njih. To mnoštvo nepoznatih jezgara predstavlja veliki izazov za eksperimentalnu nuklearnu fiziku koja između ostalog nastoji odgovoriti gdje su granice postojanja jezgara, odnosno koliko se protona i neutrona "more deti na kup, a da se ne rastepeju". Posljednjih nekoliko desetljeća razvoj postrojenja za ubrzavanje čestica i proizvodnju radioaktivnih snopova omogućio je nuklearnim fizičarima proboj u područje vrlo egzotičnih i kratkoživućih jezgara. Najveći takav centar nalazi se u Darmstadtu u Njemačkoj (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, <https://www.gsi.de/en>) i trenutno se nadograđuje u Facility for Antiproton and Ion Research (<https://fair-center.eu>) što će otvoriti neslućene mogućnosti ne samo u nuklearnoj fizici već i u fizici materijala, biofizici i fizici elementarnih čestica.



*Eksperimentalni postav sadrži detektore za upadne čestice  $^{29}\text{F}$  (krajnje lijevo) koje udaraju u protone u meti od tekućega vodika (Target). Električno nabijeni produkti reakcije (žuta linija) skreću u magnetu dok neutroni idu ravno (crvene linije) u detektore neutrona. (Nature (Nature) ISSN 1476-4687 (online) ISSN 0028-0836 (print))*

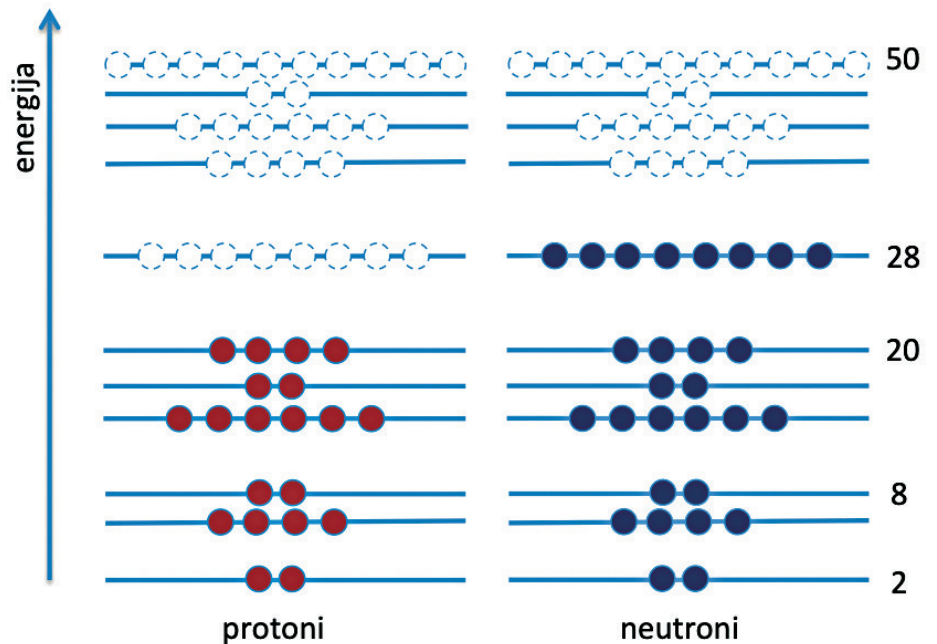


## Rezultati mjerenja

Rezultati jednog takvog mjerenja s radioaktivnim snopovima nedavno su objavljeni u prestižnom znanstvenom časopisu Nature (*Y. Kondo et al., First observation of  $^{28}\text{O}$ , Nature 620, 965-970 (2023)*). U ovome znanstvenom radu radi se o prvom opažanju teškog izotopa kisika-28 s neuobičajeno velikim brojem neutrona. "Normalni" kisik koji se nalazi u zraku ili u vodi oko nas i u nama sadrži 8 protona i 8 neutrona dok ovaj teški ima 12 neutrona više. Taj izotop predstavlja interesantan test za naše poznavanje strukture atomske jezgre jer s jedne strane ima veliku razliku u broju protona i neutrona, a s druge strane oba broja su magična. I upravo u tome je zanimljivost rezultata ovog znanstvenog rada - u kisiku-28 20 nije magičan broj neutrona, odnosno jezgra ne pokazuje veću stabilnost. Velika razlika u broju protona i neutrona uvelike utječe na strukturu atomske jezgre tako da neki standardni ranije navedeni magični brojevi više nisu magični dok neki novi postaju magični (npr. već se ranije pokazalo da u kisiku-24 broj neutrona 16 ima magična svojstva). a za stvaranje ovoga izotopa kisika potrebna je vrhunska tehnologija ubrzivača čestica i separatora produkata nuklearnih reakcija. Ovaj eksperiment je izveden u



Neutronski detektor NeuLAND na  
institutu GSI/FAIR - GSI Helmholtz  
centar za istraživanje teških iona



Protoni i neutroni popunjavaju energijske nivoe koji su grupirani u ljuske slično kao što elektroni popunjavaju energijske nivoe u atomu. Broj mjesta u pojedinim nivoima, kao i njihova energija, određeni su svojstvima nuklearne sile i zakonima kvantne mehanike mnoštva čestica. Ovdje je shematski prikazano osnovno stanje (stanje najniže energije) dvostruko magične jezgre kalcija-48 s 20 protona i 28 neutrona.

Japanu na postrojenju za proizvodnju radioaktivnih snopova RIKEN Nishina center for Accelerator-Based Science ([https://www.nishina.riken.jp/index\\_e.html](https://www.nishina.riken.jp/index_e.html)). Uz proizvodnju kisika-28 potrebno je imati sustav detektora koji će i taj izotop opaziti i izmjeriti mu neka svojstva. Ovakve egzotične jezgre poput 28O vrlo su nestabilne i gotovo trenutno se raspadaju što predstavlja velik izazov u njihovoj detekciji i mjerenju njihovih svojstava. Ovdje se kisik-28 raspada u kisik-24 i četiri neutrona koji su kao neutralne čestice gotovo neuhvatljivi. Neutroni mogu međudjelovati samo preko kratkodosežne jake nuklearne sile s jezgrama u materijalu detektora. Te jezgre su mnogo manjih dimenzija od udaljenosti među njima pa neutroni nemaju velike šanse da budu detektirani. Osim toga, oni se detektiraju indirektno tako da prvo udare u nabijene protone u jezgrama, a onda ti protoni proizvedu signal djelovanjem električne sile. Prema tome, istovremeno mjerenje četiri neutrona zahtjevan je zadatak za koji je ključno imati vrhunske

detektore. U okviru međunarodne suradnje u eksperimentalni postav uključena su dva neutronska detektora - NeuLAND (*New Large-Area Neutron Detector*, [https://www.gsi.de/work/forschung/nustarennan/nustarennan\\_divisions/kernreaktionen/r3b\\_project\\_group/neuland](https://www.gsi.de/work/forschung/nustarennan/nustarennan_divisions/kernreaktionen/r3b_project_group/neuland)) s GSI-a i NEBULA (<http://be.nucl.ap.titech.ac.jp/~nebula/>) s RIKEN-a. Na taj način je prvi put bilo moguće mjeriti reakcije s četiri neutrona istovremeno (iako s efikasnošću od 0.4 % što znači da je od 1.000 reakcija u kojima je nastao 28O snimljeno samo njih četiri sa sva četiri neutrona). Ovaj eksperiment je jedan primjer istraživanja u modernoj nuklearnoj fizici koji nas je motivirao da upoznamo ili ponovimo neke osnovne činjenice o atomskoj jezgri. Uz to je predstavljena i tehnologija neophodna za ovakva mjerenja - od proizvodnje snopova radioaktivnih jezgara do detektora čestica. Što se tiče razumijevanja astrofizičkih pojava i objekata, nemoguće je zaobići nuklearnu fiziku i te će se teme uvelike provlačiti u sljedećim brojevima časopisa.

# VIDLJIVO NA NEBU

## Što nas očekuje u studenom i prosincu?

**U prvom broju časopisa donosimo pregled nebeskih pojava i objekata vidljivih iz naših krajeva, a koje možete uočiti i dalekozorom**

**Piše:**

**Miroslav Smolić**

**D**olazak zime, odnosno zimski solsticij dočekat ćemo 22. prosinca u 4.30 ujutro. Mjesec će biti u fazi mlađaka

13. 11. i 13. 12., a u fazi punoga mjeseca 27. 11. i 27. 12.

Venera je vidljiva kao jutarnji objekt, sredinom razdoblja izlazi oko 3 ujutro i vidljiva je nad jugoistočnim horizontom sve dok se ne izgubi u blještavilu Sunca.

Mars prolazi iza Sunca i nije ga moguće promatrati. Ponovno ćemo ga moći gledati tek za šest mjeseci.

Jupiter se odlično može promatrati tijekom ovoga razdoblja. Vidljiv

je navečer na istoku, a sredinom studenoga je najviše na nebu oko 22.40. Ostaje vidljiv sve do iza 4 sata ujutro kada zalazi na zapadnom horizontu. Sredinom prosinca je najviše oko 21 sat, vidljiv je do zalaska oko pola tri ujutro. Nalazi se u zviježđu Ovan (Aries).

Saturn je također vidljiv čim se smrači te je dosta visoko nad jugoistočnim horizontom. Najvišu točku doseže između 19 i 20 h, a već prije ponoći zalazi za zapadni horizont. Nalazi se u zviježđu Vodenjak (Aquarius).

### Konjunkcije i meteori

Venera i Mjesec bit će 9. 11. udaljeni samo oko 1 stupanj. Treba reći da će u jutarnjim satima doći do okultacije Mjeseca te će Vene-

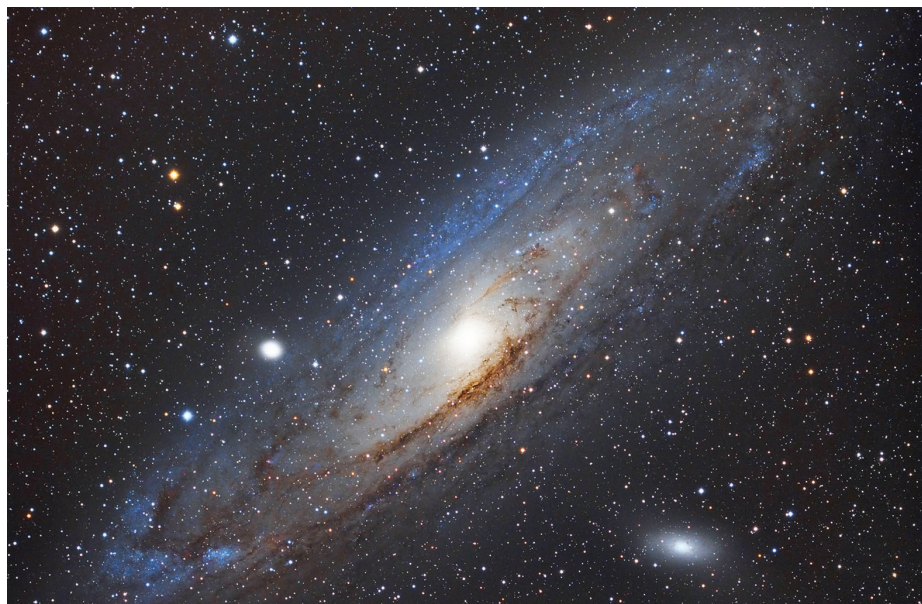
ra, odnosno Mjesec, proći prividno ispred Venere.

Isti objekti bit će opet blizu 9. 12.

20. 11. Mjesec i Saturn približit će sa na dva i pol stupnja. Konjunkcija istih bit će 17. i 18. 12.

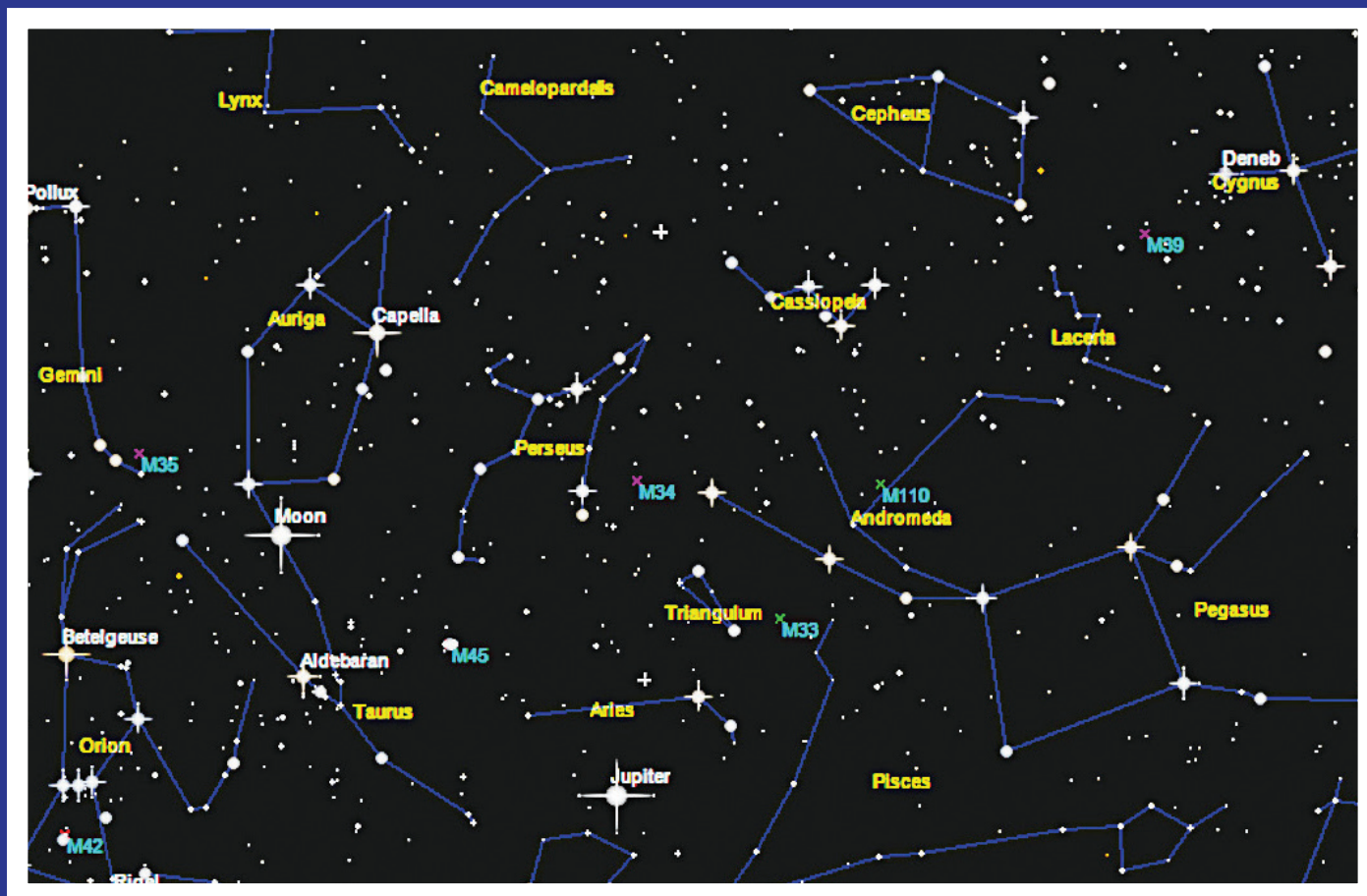
25. 11. gotovo slično kao i prije Saturn, sada će se prividno blizu naći Mjesec i Jupiter. Također, ova dva objekta će bit približno blizu jedan drugome 22. 12., na dan zimskoga solsticija.

18. 11. bit će maksimum meteorškog roja Leonidi s predviđenom frekvencijom oko 13 meteora na sat, međutim nama je zanimljiviji meteorski roj Geminidi s maksimumom 14. 12., s puno većim brojem meteora na sat koji se kreće oko 113. Naravno ako se poklopi njihov maksimum s našom pozicijom za promatranje. Tijekom toga razdoblja postojat će šansa da se vide meteori kad god je radijantna točka kiše, u zviježđu Blizanci (Gemini), iznad horizonta, pri čemu će se broj vidljivih meteora povećavati što je radijantna točka na nebu viša. U studenom i prosincu 2023. godine Međimurje će pružiti priliku za promatranje nekih objekata dubokoga svemira pomoću manjega dalekozora. Iako će teleskop pružiti bolju sliku i detalje, neki objekti mogu biti vidljivi i dalekozorom.



*Andromedina galaksija (M31) - možete ju promatrati dalekozorom, vidjet ćete ju kao blagu magličastu pjegu bijele boje na sjeveroistočnom horizontu*





Nebo iznad Čakovca u studenom i prosincu ([www.skymaponline.net](http://www.skymaponline.net))

## Duboki svemir

### 1. Plejade (M45):

Plejade, također poznate kao Sedam sestara, Vlašići ili Subaru (jap.) su otvoreni skup zvijezda i vrlo su svijetle i atraktivne za promatranje, čak i dalekozorom.

### 2. Andromedina galaksija (M31):

Andromedina galaksija je nama najbliža spiralna galaksija. Možete ju promatrati dalekozorom kao pjegu bijele boje na sjeveroistočnom horizontu.

### 3. Dvostruka zvijezda Albireo ( $\beta$ Cygni):

Nalazi se u zviježđu Labud. Zanimljiv je par za promatranje jer je jedna zvijezda narančasta, a druga plava

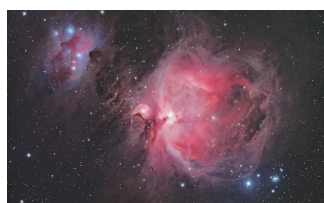
### 4. Orionova maglica (M42):

Orionova maglica je sjajna emisijska maglica u zviježđu Orion. Dalekozorom ćete ju vidjeti kao svijetli oblak

Za uspješnije promatranje, poželjno je da se udaljite od svjetlosnog onečišćenja. Također, preporučljivo je koristiti stativ ili postolje za dalekozor kako biste stabilizirali sliku..



**S**ATURN je također vidljiv čim se smrači te je dosta visoko nad jugoistočnom horizontu.



**O** Orionovu maglicu (M42) možete promatrati kao svijetli oblak dalekozorom.



**K**rajem studenog (20. 11.) Mjesec i Saturn približit će sa na dva i pol stupnja.



**M**eteorski roj Leonidi očekuje nas 18. studenoga, a Geminidi 14. prosinca.

KREATIVNA  
AGENCIJA

**VAŠE PRIČE.  
NAŠA KREATIVNOST.**

VIDEO PRODUKCIJA · FOTOGRAFIRANJE · GRAFIČKI DIZAJN





# Zabilježeno u vremenu - M51 – galaksije Vir

Piše:

Saša Nuić

Skrivene pod repom Velikog Medvjeda već stotinama milijuna godina plešu dvije galaksije. Zajedno ih zovemo M51 – galaksije Vir. Pojedinačno, riječ je o većoj galaksiji NGC 5194 koja je predivna spiralna galaksija i o manjoj nepravilnoj galaksiji NGC 5195. M51 je od nas udaljena 32 milijuna svjetlosnih godina. Njezin otkrivač je slavni Charles Messier, a značajno je da je M51 prva maglica kojoj je 1850. detektirana spiralna struktura. Naravno, tada nitko nije znao da te spiralne mrljice predstavljaju potpuno druge zvjezdane gradove izvan naše

galaksije.

Ove dvije galaksije se samo naizgled nalaze jedna pored druge. Manja NGC 4195 se nalazi nešto iza spiralne NGC 5194. One su prije nekih 70 milijuna godina imale direktan sudar tako da je manja galaksija prošla kroz spiralni disk veće. Posljedice toga prolaska su značajna plimna djelovanja koja su izobličila manju galaksiju, a spiralna galaksija je doživjela paljenje velikoga broja zvijezda zbog čega je i izraženija njezina spiralna struktura. No zbog prolaska došlo je i do asimetričnosti spiralne galaksije. Spirala koja je sada bliže NGC 5195 je tanja i izraženija, dok je završetak drugoga spiralnog

kraka više rastočen i nejasan zbog djelovanja plimnih sila.

Ono što izgleda kao most između dvije galaksije je samo privid jer je manja galaksija već znatno zamakla iza spiralne, ali ta slučajnost je učinila da se iznad središta NGC 5195 jasno nazire prašina iz kraka spiralne galaksije.

Trenutno se dvije galaksije vrte jedna oko druge u periodu oko 500 milijuna godina i taj će se ples nastaviti, izgleda, još nekoliko milijardi godina prije nego li se spoje u jednu galaksiju. Ples koji će trajati i dulje od života na našoj Zemlji.

AUTOR FOTOGRAFIJE NA  
ZADNJOJ STRANI - S. NUIĆ

**NAJAVA PREDAVANJA - 18. studeni u 18:00 sati - TICM Čakovec**

## Kako istražujemo magnetsko polje Mliječne staze?

U prostoru između zvijezda Mliječne staze, spiralne glakasije u kojoj živimo, nalazi se međuzvjezdani plin koji je oko 10 trilijuna puta rjeđi od zraka kojeg udišemo. U svakom centimetru kubnom međuzvjezdanog plina jedva pronalazimo jedan atom. Okolno zračenje zvijezda zagrijava međuzvjezdani plin te ga može ionizirati.

Uz plin, međuzvjezdani prostor je prožet magnetskim poljem te kozmičkim zračenjem, česticama koje su nastale pri eksplozijama zvijezda te u putuju po glaksiji brzinom svjetlosti. Iako je magnetsko polje oko deset milijuna puta slabije od jakosti ugrasnog magneta za

frižider, ono ima važnu ulogu u našoj galaksiji jer oblikuje međuzvjezdani plin.

Na predavanju diskutirat će se na koji način astrofizičari s Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu istražuju međuzvjezdani plin i magnetsko polje Mliječne staze pomoću radioteleskopa LOFAR te što su do sada saznali.

**Gost predavač je Vibor Jelić dr.sc., predavanje će se održati u višenamjenskoj dvorani Tehnološko inovacijskog centra Međimurje 18. studenog s početkom u 18 sati, a ulaz je besplatan!**

**FranzNET**  
dugogodišnji partner



- ✓ Hosting i Kolokacija
- ✓ Internet telefonija - VOIP
- ✓ Internet Pristup
- ✓ IT održavanje
- ✓ Antivirusna zaštita



**VEGA**  
astronomsko  
društvo

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



