

Astronomsko izobraževanje sredi Atlantika

Rasto Snoj

Elektrotehniško-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana, Vegova

Izveleček

Med poletnimi počitnicami je potekalo zanimivo enotedensko usposabljanje iz astronomije, namenjeno predvsem učiteljem fizike iz različnih evropskih držav. Mednarodna poletna šola se je odvijala v kraju San Cristobal de La Laguna na kanarskem otoku Tenerife, in sicer v hibridni obliki, v živo in na daljavo prek spleta. Šolo sta organizirala Inštitut za astrofiziko Kanarskih otokov (IAC) [1] in koordinator programa za usposabljanje učiteljev Galileo (NUCLIO) [2] v sodelovanju s projektom teleskopov Faulkes [3], nacionalnim šolskim observatorijem in ekipo CESAR (ESA-INTA-ISDEFE) [4] ter v partnerstvu z European School Innovation Academy (ESIA) [5]. Zasluge za finančno podporo udeležencem pa gredo projektu Erasmus+.

Glavne besede: astronomija v izobraževanju, teleskopi, drugi svetovi (eksoplaneti)

Mid-Atlantic Astronomy Summer Programme

Abstract

During last summer school holidays, an engaging week-long astronomy course took place aimed primarily at physics teachers from various European countries. The venue of the international summer school was held in a hybrid format, i.e., partly 'online' in San Cristobal de La Laguna on the island of Tenerife. The school was organised by the Astrophysics Institute of the Canary Islands [1] IAC and [2] NUCLIO (coordinator of the Galileo teacher training program) in collaboration with [3] the Faulkes telescope project, [4] the National School Observatory and the CESAR team (ESA-INTA-ISDEFE) in partnership with [5] the European School Innovation Academy (ESIA). Credit for the financial support of the participants goes to the Erasmus+ project.

Keywords: astronomy in education, telescopes, other worlds (exoplanets).

Namen izobraževanja

Zares kakovostna izobraževanja so razmeroma redka, kar še toliko bolj velja za izvedbeno zahtevne naravoslovne predmete. Seveda je smiselnost povedanega odvisna od tega, kaj naj bi med izobraževanjem pridobili koristnega za svoje poklicno delo in strokovni razvoj. Resnično si je težko predstavljati odmevno mednarodno astronomsko izobraževanje, ki bi se ga aktivno udeležila široka paleta učiteljev in profesorjev naravoslovja, predvsem fizike in astronomije, in pri tem (to velja vsaj za tiste, ki so se izobraževanja udeležili osebno) imeti privilegij ogledati si tudi največje in najsodobnejše teleskope, ki jih uporabljajo poklicni astronomi.

Vse te vrline opisuje program »Astronomy Education Adventure in the Canary Islands 2023«, kar je uradni naziv lanske enotedenske poletne šole na Kanarskih otokih, in sicer na otoku Tenerife in delno tudi na sto kilometrov oddaljenem otoku La Palma. Glavni namen

izobraževanja je bil seznanitev udeležencev z najnovejšimi spoznanji na področju raziskav eksoplanetov in z uporabo vesoljskih tehnologij za npr. opazovanja Zemlje iz vesolja. Poseben poudarek je bil na spoznavanju nekaterih računalniških orodij, s katerimi lahko učitelji v šoli popestrijo pouk in pomagajo učencem pri raziskovalnem delu. Zaradi velikega števila udeležencev (okoli 200) je bilo izobraževanje izvedeno v hibridni obliki. Za večino udeležencev je to pomenilo spletno sodelovanje, le kakih 50 srečnežev pa je lahko osebno sodelovalo na predavanjih in delavnicah v veliki dvorani Inštituta za astrofiziko Kanarskih otokov (IAC).

Na IAC načrtujejo tudi spektrografe in astronomske kamere za opazovanje v vidni in infrardeči (IR) svetlobi, različne znanstvene instrumente in celo največje teleskope, kot je znameniti Gran Telescopio Canarias (GTC). Njihov naslednji pomembni projekt je teleskop ExoLifeFinder (ELF), ki je namenjen odkrivanju in sli-



Slika 1: Udeleženci izobraževanja stojijo pred maketo prihodnjega ogromnega teleskopa ELF. (Foto: IAC)

kanju planetov zunaj našega Osončja. Na sliki 1 vidimo v ospredju maketo teleskopa ELF. Več manjših zrcal bo nameščenih na posebnih nosilcih, postavljenih na večji medsebojni razdalji, podobno, kot če bi imeli eno zelo veliko zrcalo in bi uporabili samo njegov zunanji del. Ta pristop zmanjšuje celotno maso, poenostavlja mehaniko ter občutno znižuje stroške. Ločljivost se skoraj ne bo razlikovala od klasičnega teleskopa z zrcalom enakega premera, bo pa imel slabši kontrast. Na inštitutu IAC trdijo, da to ne bo predstavljalo večjih težav za specifične raziskovalne namene. Gre namreč za teleskop - interferometer, ki bo analiziral površine in atmosfere eksoplanetov s ciljem pridobitve dokazov o možnem obstoju življenja. Naredili so že tudi manjši prototip tega sistema, ki se je dobro izkazal.

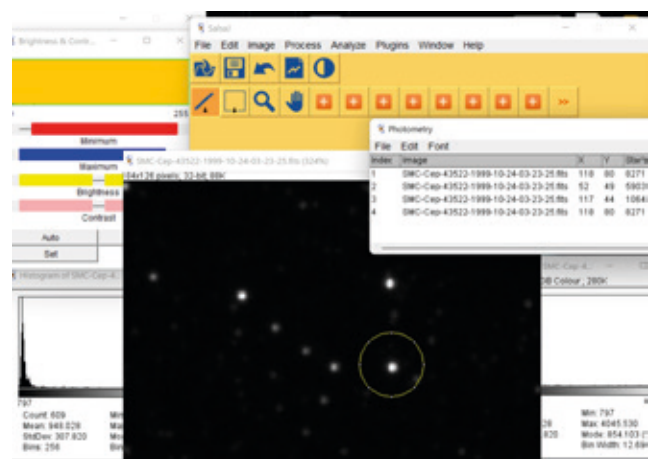
Program in izvedba

Prvih pet dni izobraževanja, ki je potekalo v veliki dvorani IAC (natančneje IACtec, kjer je tudi center za medicinsko tehnologijo in velike teleskope), je bilo namenjenih astronomiji in robotskim teleskopom v izobraževanju, t. i. drugim svetovom v našem Osončju in drugim svetovom zunaj njega. Nekoliko nejasna, morda celo nerodna opredelitev teme ni nikogar posebej motila, saj so bile posamezne vsebine oz. sklopi konkretnije predstavljeni.

Po uvodni predstavitvi s strani vodstva inštituta in po vodenem ogledu IAC ter spoznavanju posebnosti kopice observatorijev na Kanarskih otokih je sledil še kratek uvod v astronomijo in astrofiziko, pri čemer je seveda treba upoštevati, da so organizatorji zagotovo že vnaprej vsaj približno poznali zelo različna predznanja udeležencev in temu prilagodili vsebino, kar pomeni, da je bilo tukaj povedanega za nekatere premalo, za druge preveč. Za ogrevanje smo preizkusili prosto dostopen interaktivni planetarij Celestia [6], s katerim se nazorno »sprehodimo« po vesolju.

Kasneje je bilo govora tudi o projektu robotskih teleskopov PETeR [7], podrobneje pa smo spoznali še računalniški program SalsaJ (slika 2) in merjenje svetlosti različnih nebesnih teles – osnove fotometrije. Omenjeni javanski program SalsaJ ni novost, vendar je vsaj prosto dostopen in si ga lahko skupaj z navodili prenesemo npr. s spletnega naslova <https://salsaj.software.informer.com/2.1/>. Nekateri so njegovo ime komentirali kar kot »Such A Lovely Software for Astronomy in Java«. SalsaJ je zelo dobro opisan tudi na spletni strani <http://www.euhou.net/www.euhou.net/index.php/what-is-eu-hou-mainmenu-3e84e.html?task=view&id=1> projekta European Hands-on Universe (EU-HOU) [8], ki je že na začetku prejšnjega desetletja nastal v sodelovanju s številnimi učitelji in znanstveniki z namenom uporabe resničnih podatkov (npr. z analizo digitalnih astronomskih fotografij) pri pouku astronomije.

V nadaljevanju smo se posvetili nekaterim zanimivim vsebinam, kot je uporaba programa GeoGebra za simulacijo prekrivalnih dvojnih zvezd in za izdelavo pregled-



Slika 2: Program SalsaJ omogoča delo z astronomskimi fotografijami v formatih .fits in .jpg, kot sta fotometrija in merjenje relativnih razdalj.

nice v Excelu za določitev mase Jupitra, pri čemer smo uporabili posnetke, ki smo jih obdelali s programom SalsaJ.

Zdaj že legendarna Rosa Doran, koordinatorka interaktivnega centra za astronomijo in inovacije v izobraževanju [9], je navzočim predstavila številne projekte programa za usposabljanje učiteljev Galileo (NUCLIO) [2], vmes pa so bile na programu nekako samoumevno še razne delavnice, debate in podobne vsebine pa tudi taki »izumi«, kot so »*warm up activities*«, ki pa so zaradi stalnega ponavljanja večkrat na dan delovali že skoraj moteče. Večino dejavnosti sta suvereno vodila in udeležencem pomagala s koristnimi nasveti (še posebej glede uporabe različnih programskih orodij in odpravljanja pogostih težav z internetom) vedno prijazna Nayra Rodriguez z IAC in vsestranski Portugalec Gustavo Rojas, ki se je spoznal na tako rekoč vse.

A vseh teh silnih teorij in (pre)številnih Zoom delavnic so se (vsaj nekateri) udeleženci kmalu naveličali, saj celodnevno sedenje v klimatizirani umetno razsvetljeni dvorani IAC na Kanarskih otokih ni tisto, za kar bi se človek odločil oditi na rahlo naporno potovanje in pri tem porabiti še dober teden dragocenih poletnih počitnic. Posebej »zabavno« je bilo tedaj, ko so te na kateri od delavnic uvrstili v virtualno sobo skupaj s kolegom, ki je sedel poleg tebe za isto mizo, a sta se oba morala pogovarjati po Zoomu. Človek se zamisli, čemu vendarle služi vsa ta tehnika, oziroma bolje, ali je že napočil čas, ko človek služi tehniki ...

No, za tolažbo pa sta bila tukaj še dva res vrhunsko zanimiva ter nepozabna izleta na teren, v okolje pravih teleskopov, eden celo ponoči, kjer smo skozi teleskop lahko opazovali lepote svetlobno še neonesnaženega nočnega neba. Tako je bilo dolgotrajno petdnevno naporno sedenje v umetnem okolju velike klimatizirane dvorane



Slika 3: Skupinska slika na observatoriju Teide (2400 m) [10], imenovanem po istoimenski gori na otoku Tenerife, vidni na sliki desno zgoraj. (Foto: IAC.)

kaj hitro pozabljeno, saj smo si lahko od blizu ogledali vsaj delček tiste prave astronomije.

Najprej smo se odpravili proti najvišji španski gori vulkanskega porekla El Teide (3715 m) in si na grebenu pod vrhom ogledali več sončevih in robotskih observatorijev (tudi tistih, ki so del projekta Faulkes), kar je razvidno s slik 3 in 4. Žal pa ni bilo dovolj časa, da bi uživali v čudovitem razgledu na Kanarske otoke, ki ga ponuja obisk najbolj obiskanega španskega narodnega parka Teide.

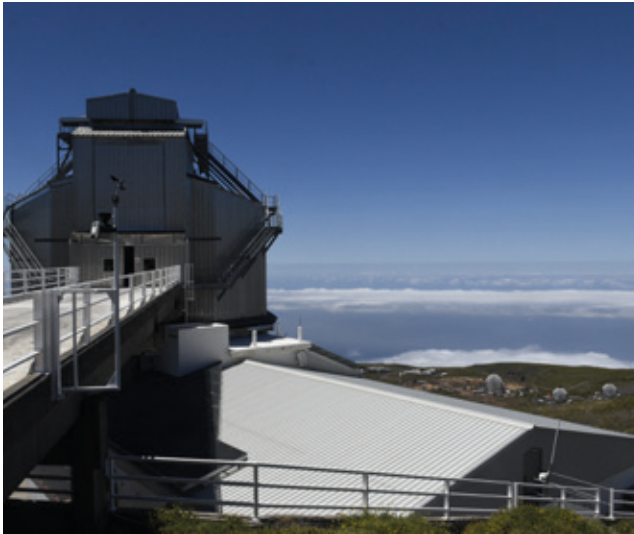
Smo pa v zameno za lep razgled del jasne noči preživeli pod zvezdnatim nebom ob sicer majhnem, 20-centimetrskem amaterskem teleskopu znamke Vixen. Večina udeležencev se ne ukvarja z ljubiteljsko astronomijo, zato so bili zadovoljni s tem, kar so videli skozi amaterski teleskop. Zavedati pa se je treba, da sodobni profesionalni teleskopi niso namenjeni vizualnemu opazovanju. Vseeno smo lahko občudovali nekatere znamenitosti južnega neba, ki jih z naših geografskih širin ne moremo videti.

Veliki finale

V soboto je napočil tisti pravi vrhunec (sicer le za kakih 30 udeležencev), obisk znamenitih observatorijev na gori Roque de los Muchacos na sosednjem otoku La Palma. Let do tja je trajal pol ure. Po dobri uri zanimive vožnje po ozki ovinkasti gorski cesti nad prepadi smo se ob neizogibni pomoči tablet proti slabosti med prekrasnimi gozdovi in mimo spečih vulkanov le povzpeli na goro teleskopov. Program samega ogleda je bil tako natrpan, da je naša skupina zaradi prepoznega prihoda na lokalno letališče pri povratku celo zamudila let na Tenerife, vendar se je k sreči našlo še dovolj prostora na zadnjem večernem letu.

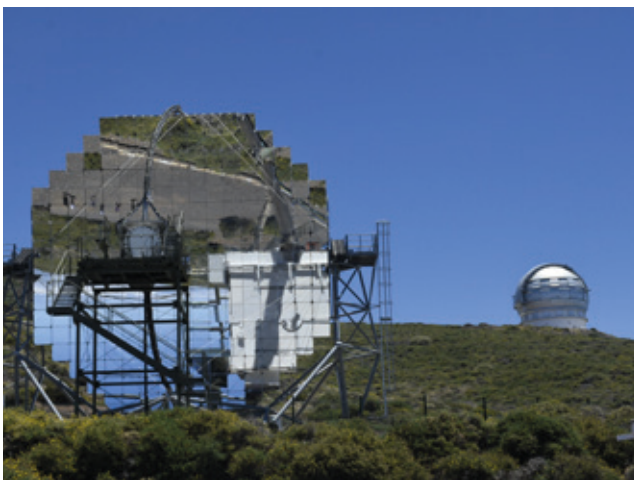


Slika 4: Del verige teleskopov na observatoriju Teide: Center za obiskovalce, največji evropski (nemški) 1,5-metrski sončni teleskop Gregor, nemški 70-centimetrski teleskop VTT z vakuumskim stolpom in manjši belgijski 50-centimetrski teleskop MONS, gledano od leve proti desni. (Foto: R. Snoj.)

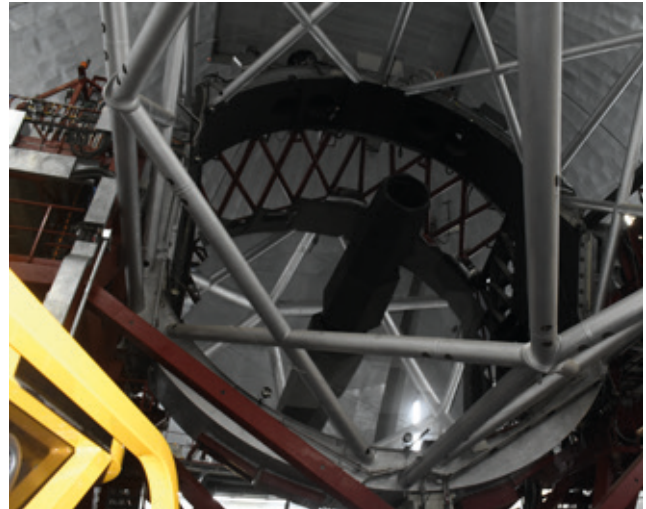


Slika 5: Največji italijanski 1,5-metrski teleskop Galileo. V ozadju vidimo še nekaj podobnih velikanov. (Foto: R. Snoj.)

Že sama geografska širina La Palme in Tenerifa omogoča opazovanje velikega dela južnega neba, svetlobne razmere pa so naravnost izjemne, kar še prav posebej velja za otok La Palma, ki leži globoko v Atlantiku. Vsi tamkajšnji teleskopi so nameščeni visoko nad oblaki, ki pogosto prekrivajo Atlantik in tako še zmanjšujejo svetlobno onesnaževanje iz redkih priobalnih naselij in mimoidočih ladij. Včasih astronome sicer moti t. i. »calima«, topel saharski veter, ki odnaša velike količine drobnega puščavskega prahu čez morje na več sto kilometrov oddaljene Kanarske otoke in tedaj se opazovalne razmere precej poslabšajo. To ni moteče le za občutljivo optiko velikih profesionalnih teleskopov, ampak je zaradi zmanjšane vidljivosti občasno treba zapreti lokalna letališča, prebivalci pa imajo včasih težave z dihanjem (teh informacij ne boste našli v katalogih potovalnih agencij).



Slika 7: Teleskop sistema MAGIC za zaznavanje Čerenkovega sevanja. Na sliki desno je kupola teleskopa GTC. Obiskovalci se lahko za zabavo opazujejo v obrnjeni sliki Čerenkovega teleskopa, kar je posledica geometrijske optike. (Foto: R. Snoj.)



Slika 6: V kupoli 10,4-metrskega teleskopa GTC je bolj malo prostora, zato kamera ni zajela naprave v vsej njeni osupljivi velikosti, le del s primarnim zrcalom. (Foto: R. Snoj.)

Po ogledu mnogih teleskopov od daleč in obisku informacijskega centra je sledil še nepozaben neposredni ogled teleskopa Galileo, katerega posebnost je, da se med delovanjem ne vrti le optični del in tako kompenzira vrtenje Zemlje, ampak kar celotna zgradba (slika 5).

Na koncu smo si pobliže ogledali še GTC, največji teleskop za nočno opazovanje v vidni in IR-svetlobi na svetu (slika 6). Ta velikanski reflektor je začel delovati leta 2007. Premer njegovega 17-tonskega primarnega zrcala je 10,4 metra. Sestavljeno je iz 36 manjših šesterkotnih zrcal iz stekla Zerodur podjetja Schott, saj sicer velikanska konstrukcija ne bi brez posledic zdržala lastne teže. Postavitev teleskopa je altazimutna, kar pomeni, da se vrti okoli horizontalne višinske osi in vertikalne azimutne osi. Težavo z vrtenjem vidnega polja, ki je značilna za to postavitve, pa odpravlja poseben derotator vidnega polja. Med amaterji razširjena ekvatorialna postavitve tukaj ne pride v poštev zaradi velike teže teleskopa. Teleskop in obiskovalci stojijo na vrtljivi platformi z maso 400 ton, vendar je vrtenje tako precizno in gladko, da ni slišati niti brnenja motorjev velikanske konstrukcije. Teleskop je vrste Ritchey-Chretien z goriščno razdaljo 170 m in aktivno optiko [11], ki prilagaja obliko zrcala. V kratkem načrtujejo nadgradnjo z najnaprednejšo adaptivno optiko, ki kompenzira še popačenje slike zaradi Zemljinega ozračja. [12].

Slika 7 prikazuje enega v sistemu dveh 17-metrskih teleskopov Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov (MAGIC), ki sta namenjena raziskovanju dinamičnih visokoenergijskih pojavov v vesolju v območju žarkov gama [13]. Na gori pa gradijo že naslednjo generacijo Čerenkovih teleskopov Cherenkov Telescope Array (CTA).

Za konec

Izobraževanje je bilo intenzivno, tudi malo naporno, izbrane astronomske teme pa so uporabne le deloma. Seveda kakor za koga, saj je vključenost astronomije v šolsko delo zelo različna v različnih državah, enako velja za opremo, ki je nujna pri astronomskih opazovanjih. Večinoma je šolska astronomija nekako pridružena fiziki ali naravoslovju na splošno, pogosto pa se pojavlja v dijaških raziskovalnih nalogah.

Ob večerih je bilo zanimivo posedeti z evropskimi kolegi in izmenjavati mnenja. Ob tem sem bil kar ponosen na naše dolgoletne izkušnje, saj je že učni načrt za gimnazijsko astronomijo [14] prava redkost, a mi ga imamo že od leta 2012, osnovnošolskega [15] pa že od uvedbe

devetletke. Na področju učbenikov smo že na začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja dobili *Astronomijo za 4. letnik gimnazije* [16], od lani pa premoremo še knjigo *Astronomija za gimnazije* [17], ki lahko delno služi kot učbenik ali kot dodatna literatura, že skoraj tri desetletja pa izhaja tudi domača astronomska revija *Spika* [18]. V Sloveniji se lahko ponašamo še z večjim številom vrhunskih amaterskih astronomov, ki k sreči radi sodelujejo s šolami, in še bi lahko naštevali.

Kaj želim s tem sporočiti bralcem? Očitno za razliko od mnogih drugih držav pri nas izpolnjujemo že kar nekaj pogojev za širšo uvedbo astronomije v srednje šole. Zakaj se to ne zgodi, čeprav bi se že zdavnaj lahko, pa je seveda druga zgodba.

Viri

- [1] <https://nuclio.org/en/astronomy-education-adventure-in-the-canary-islands-2023-en/>
- [2] <https://nuclio.org/en/>
- [3] <https://www.faulkes.com/ Faulkes-telescope-project>
- [4] <https://cesar.esa.int/index.php>
- [5] <https://esia.ea.gr/>
- [6] <https://celestiaproject.space/>
- [7] <https://www.iac.es/en/projects/peter>
- [8] <https://www.facebook.com/EuropeanHOU/>
- [9] <https://nuclio.org/en/the-team/>
- [10] https://www.iac.es/en/observatorios-de-canarias/teide-observatory?page_manager_page_variant_weight=-5&overridden_route_name=entity.taxonomy_term.canonical&base_route_name=entity.taxonomy_term.canonical&page_manager_page=taxonomy_term&page_manager_page_variant=taxonomy_term-panels_variant-1
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/Active_optics
- [12] https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/is_bejar_v.pdf
- [13] <https://ipa.phys.ethz.ch/research/ResearchProjects/magic.html>
- [14] http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2018/programi/media/pdf/un_gimnazija/2015/UN-IP-ASTRONOMIJA.pdf
- [15] https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/izbirni/1-letni/Astronomija_izbirni.pdf
- [16] https://www.google.si/books/edition/Astronomija_za_4_razred_gimnazije/n070AAAACAAJ?hl=sl
- [17] <https://buca.si/knjigarna/ucbeniki/astronomija-za-gimnazije/>
- [18] <https://astronomska-revija-spika.si/>