

ZAŠTO JE VAŽNO IZUČAVANJE ASTRONOMIJE U TOKU SREDNJOŠKOLSKOG OBRAZOVANJA?

BILJANA STOJIČIĆ

*Zemunska gimnazija, Gradski park 1, 11080 Beograd, Srbija
E-mail: biljanasotjicic963@gmail.com*

Abstract. Astronomija je jedna od najstarijih nauka i jedna od nauka koje se danas najbrže razvijaju. Pored Univerziteta, teme iz astronomije se izučavaju i u osnovnoj i srednjoj školi. U ovom radu dat je prikaz nastave astronomije u srednjim školama u Srbiji, kao i pogodnost interdisciplinarnosti astronomije za povezivanje znanja iz više predmeta. Kroz više primera prikazana je mogućnost izvođenja praktične nastave astronomije, koja pored učenja astronomije, pospešuje upoznavanje učenika sa samim istraživačkim procesom.

1. UVOD

Astronomija se u našim školama izučava od XIX veka, a krajem XX veka je ukinuta kao poseban predmet. Od 1991. godine izučava se na prirodno-matematičkom smeru u četvrtom razredu gimnazije sa fondom od 32 časa godišnje, dok se u novom, reformisanom programu predviđa 8 časova. Zanimljivo je da to nije poseban predmet već se izučava u okviru fizike. Izuzetatak su Matematička gimnazija sa jednim časom nedeljno i gimnazija za učenike sa posebnim sposobnostima za fiziku, gde je fond časova duplo veći, a u oba programa predmet je poseban. Nastavu astronomije u našim školama realizuju, pored astronoma, astrofizičara i fizičari. Iskustvo stečeno tokom realizacije nastave astronomije tokom poslednje tri decenije je dragoceno i može poslužiti za kreiranje nastave u budućem periodu.

Svaki nastavnik koji je realizovao program astronomije u gimnaziji je uočio da je astronomija izuzetno zanimljiva učenicima. Neretko se dešava da se i učenik nezainteresovan za učenje pokrene i počne da radi. Razlog tome treba tražiti u samom polju istraživanja astronomije. Upravo je ta zainteresovanost nešto što može biti dobro polazište za ono što se želi postići kroz nastavu astronomije. Program je tako koncipiran da je zapravo moguće, kroz izučavanje sadržaja astronomije ponoviti celokupno gimnazijsko gradivo fizike: mehanika-kretanje nebeskih tela; optika-posmatračka astronomija; nuklearna fizika-energija zvezda... Ne bi trebalo izgubiti iz vida da se astronomija izučava u četvrtom razredu gimnazije, kada su učenici stekli značajna znanja iz matematike (daleko viši nivo u odnosu na prvi razred, kada se izučava mehanika npr.) i kada su mnogo zreliji i sa usvojenim raznim tehnikama učenja. Astronomija pruža široko polje primene znanja iz geometrije, stereometrije, trigonometrije, sferne trigonometrije. Sa razvojem primene solarnih ćelija javile su se

nove potrebe za znanjima iz Solarne geometrije. Sve navedeno omogućava da kroz izučavanje sadržaja iz astronomije razviju i usvoje osnovne koncepte u fizici i primene znanja iz matematike. Na taj način ponavljanje gradiva nije prosta reprodukcija, već se postiže viši kvalitet tog znanja.

Fasciniranost nebeskim svodom prekrivenim zvezdama nije nešto što je svojstveno samo savremenom čoveku. Ta opčinjenost je pokretala stare narode da posmatraju astronomske pojave i tragaju za njihovim objašnjenjima, što je u novije vreme, između ostalog dovelo do formiranja nove oblasti, arheoastronomije. Upravo ta otkrića, učenicima naviknutim na veliku podršku tehničkih sredstava, često deluju neverovatna. Sa druge strane, ona su izvanredni primeri na kojima se demonstrira potreba za pažljivim posmatranjem pojava i njihovog analiziranja, što je duboko vezano za prirodu istraživanja u astronomiji.

Često se može uočiti insistiranje na integrativnoj nastavi u našem obrazovnom sistemu. O važnosti tog pristupa se ne polemše, ali ono što jeste problem je realizacija. Upravo interdisciplinarnost astronomije daje mogućnost za ovakav pristup u nastavi. Nastava astronomije otvara još jednu mogućnost, a to je projektna nastava. U radu će biti opisane neke od ideja za realizaciju projektne nastave, i to, Eratostenov eksperiment i primena u nastavi u odeljku 3, određivanje lokalnog meridijana u odeljku 4, a određivanje unutrašnjeg meridijana u odeljku 5. Posmatranje prelaska Sunčevog diska preko lokalnog meridijana je opisano u odeljku 6, i simulacija petlji planeta u školskom dvorištu kao što su predložili Bennett J. i saradnici 2004. u odeljku 7.

2. GDE I KAKO SE IZUČAVA ASTRONOMIJA U SREDNJIM ŠKOLAMA U SRBIJI

Osnovna znanja iz astronomije, primereno svom uzrastu učenici u Srbiji stiču još u osnovnoj školi i to kroz predmete Svet oko nas, Geografija i Fizika. Na nivou srednjoškolskog obrazovanja najpotpunija znanja mogu dobiti učenici specijalizovanog odeljenja gimnazije za učenike sa posebnim sposobnostima za fiziku (2 časa nedeljno u četvrtom razredu), potom su to učenici Matematičke gimnazije (1 čas nedeljno u četvrtom razredu). Učenici oba smera imaju poseban predmet i sadržaje astronomije ne izučavaju kroz drugi predmet. Od ostalih učenika najviše sadržaja iz astronomije izučavaju učenici prirodno-matematičkog smera gimnazije (32 časa na godišnjem nivou u okviru nastave fizike u četvrtom razredu), dok ostali mogu steći najelementarnija znanja kroz nastavu fizike i geografije i to kroz daleko manji broj časova. Ovaj model se primenjivao od 1991. godine.

Reformisani plan i program gimnazije predviđa manji broj časova fizike nedeljno u četvrtom razredu (nekada pet sada četiri), što se odrazilo i na smanjenje broja časova posvećenih astronomiji. U školskoj 2021/2022. godini prva generacija će izučavati astronomiju po izmenjenom planu i programu.

Rešenje problema, ko može da realizuje nastavu astronomije u srednjoškolskom obrazovanju u Srbiji je rešen tako što nastavu astronomije realizuju pored astronoma i astrofizičara i nastavnici fizike. Ujedno najčešće rešenje u našim školama je da nastavu realizuju nastavnici fizike. Razlog za takav izbor treba tražiti i u tome što je najčešće mali fond časova astronomije u jednoj školi, što je naročito veliki problem u malim sredinama gde obično postoji jedna gimnazija sa malim brojem odeljenja.

3. ERATOSTENOV EKSPERIMENT

Eratostenov eksperiment je jedan od najinspirativnijih eksperimenata poznatih u istoriji nauke. On pleni svojom jednostavnošću, ali i originalnošću Eratostenove ideje.

Eratosten je svoje merenje zasnovao na činjenici da je u Sieni postojao bunar u kome je na dan letnjeg solsticija u podne bilo moguće videti odraz Sunca u vodi. To je značilo da štap postavljen vertikalno u tom mestu na taj dan ne bi imao senku. Mereći dužinu senke u Aleksandriji, pri čemu je znao udaljenost Aleksandrije od Siene, mogao je da proceni ugao koji grade poluprečnici Zemlje koji povezuju centar Zemlje sa ovim mestima. On je procenio obim Zemlje na osnovu vrednosti tog ugla i poznatog rastojanja od Aleksandrije do Siene. Taj eksperiment se masovno ponavlja širom sveta iz godine u godinu, pri čemu učenici različitog uzrasta učestvuju u njemu, sami ili uz saradnju sa učenicima iz drugih gradova povezujući se kroz platformu <http://eratosthenes.ea.gr/>. 21.3.2017. godine je sa učenicima Zemunske gimnazije izvršeno merenje obima Zemlje (tj. poluprečnika Zemlje).

Merenja koja vrše učenici širom sveta su simulacija te situacije. Na osnovu lokacije mesta gde se meri može se odrediti se lokalno podne koristeći podatke sa sajta <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>. A potom se može odrediti rastojanje do ekvatora pomoću sajta *Google Earth*.

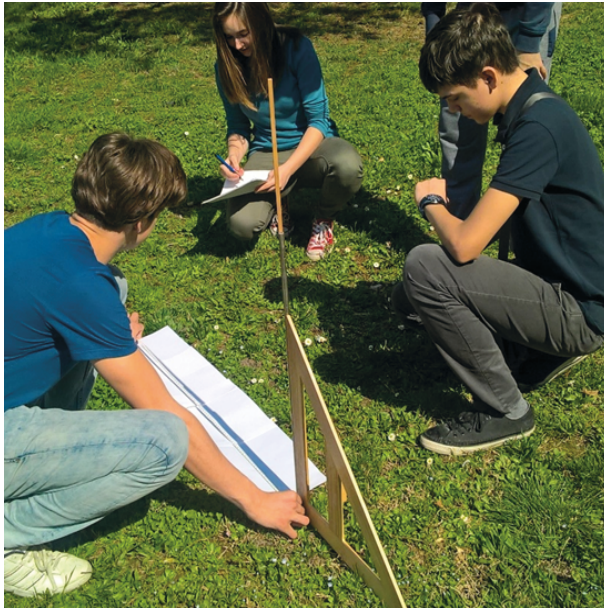


Figure 1: Merenja obavljena u martu 2017. godine.

Rezultat koji je dobijen 2017. godine, korišćenjem podataka za mesto na ekvatoru, koje se nalazi na istom meridijanu kao i Zemun je da je poluprečnik Zemlje 6580 km. Relativna greška je 1,5% u odnosu na uobičajeno korišćeni podatak od 6375 km.

Merenja učenici mogu obaviti i van škole i rad se može koncipirati i na taj način.

4. ODREĐIVANJE LOKALNOG MERIDIJANA

Meridijan u geografiji se definiše kao imaginarna kružnicu na Zemlji koja obuhvata južni i severni pol. Linija označena na horizontalnoj podlozi duž meridijana na Zemlji se naziva meridijan. Sunce pri svom prividnom kretanju nad horizontom opisuje dnevni luk pri čemu dostiže najveću visinu u trenutku lokalnog podneva, kada prolazi kroz ravan meridijana.

Lokalni meridijan se veoma lako može odrediti pomoću vertikalno postavljenog štapa, tj. gnomona, čija se senka posmatra u toku par sati oko lokalnog podneva. U početnom trenutku posmatranja iscrta se ili obeleži na neki drugi način kružnica čiji je centar na mestu gde je postavljen štap u vertikalni položaj. Senka štapa će tokom daljeg posmatranja bivati sve kraća i ona će preseći kružnicu nakon prolaska Sunca kroz ravan lokalnog meridijana. Kada se to dogodi obeleži se taj položaj i odredi simetrala ugla koji grade duži koje spajaju početni i krajnji položaj sa štapom. Ta simetrala se poklapa sa lokalnim meridijanom. Kada Sunce prolazi kroz ravan lokalnog meridijana, tj. u trenutku lokalnog podneva, ono se nalazi na jugu, dok senka štapa leži u ravni lokalnog meridijana i usmerena je ka severu.



Figure 2: Lokalni meridijan određen u Zemunskoj gimnaziji 2018. godine.

5. UNUTRAŠNJI MERIDIJAN

Unutrašnji meridijan se obeležava u zatvorenom prostoru i za njegovo određivanje ne koristi se gnomon, već mali otvor na zidu ili krovu zgrade, kroz koji prolazi svetlost. Tokom godine se onda mogu posmatrati položaji lika Sunca pri prolazu kroz ravan lokalnog meridijana.

6. PARALELNI GLOBUSI ILI DING GLOBUS

Iskustvo pokazuje da su za učenje i razumevanje osnovnih pojmova u astronomiji veoma korisni modeli u realnom prostoru koji omogućuju njihovu vizuelizaciju. Dan Noć i Godina Globus (DING), koji se naziva i Paralelni globus (Rossi et al. 2015), omogućuje da posmatrač na Zemlji "vidi" trenutno osunčenje Zemlje onako kako to vidi astronaut iz svog vasionkog broda. Ovo zato što je osa Paralelnog globusa paralelna Zemljinoj osi, a položaj grada u kome je globus je na vrhu globusa. Posmatrač može tokom dana pratiti kretanje terminatora. Tokom godine može da prati promena orijentacije terminatora u odnosu na osu, čime se vizuelizuju posledice kretanja Zemlje duž orbite, a time uzrok smene godišnjih doba na Zemlji.

Prvi takav globus je bilo moguće videti u Srbiji u Parku nauke u Šapcu.



Figure 3: DING u Šapcu.

Model kakav se može videti u Šapcu je dragocen kao inspiracija, i izuzetno demonstraciono sredstvo, ali je i vrlo teško realizovati takav model u svakoj sredini. Međutim identični efekti se mogu postići i sa sredstvima koja su svima dostupna. Jedan takav pokušaj je realizovan u Zemunskoj gimnaziji 2018. godine.

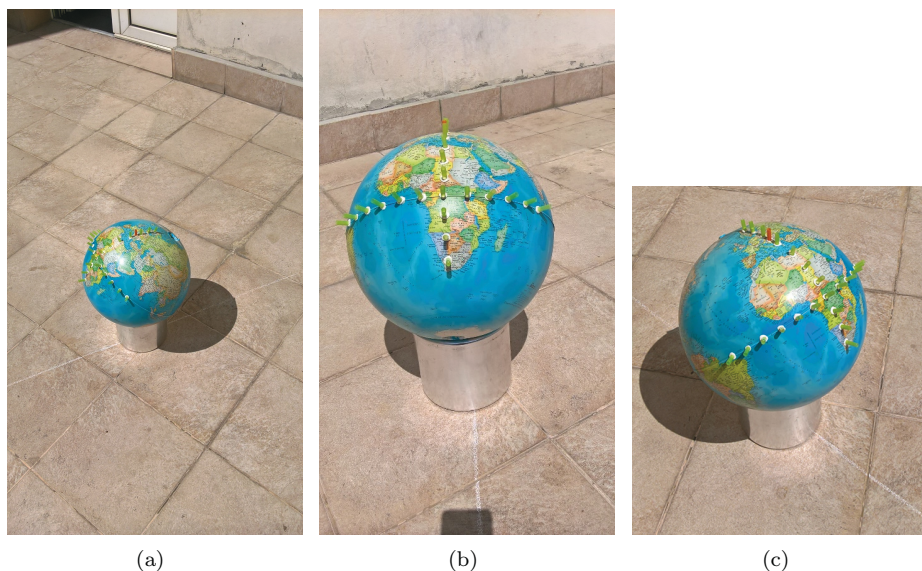


Figure 4: Prolazak Sunca kroz lokalni meridijan.

Na slici broj 4 može se videti model DING. Za ovaj eksperiment su potrebni geografski globus, plastelin za fiksiranje stubića na globusu i plastične slamčice za izradu stubića. Ovaj materijal dostupan je većini učenika, pa shodno tome moguće je izvesti eksperiment i u prostoru koji nije u školi (terasa, dvorište ili park). Jedini uslov je da je površina na koju se postavlja globus osunčana tokom dana. Ovo posmatranje može biti organizovano u okviru projekta koji može trajati i više meseci. Tako se na primer može tokom godine posmatrati ugao između terminatora i lokalnog meridijana na Zemlji i videti da se na dan ravnodnevnice terminator i lokalni meridijan poklapaju.

7. SIMULACIJA PETLJI PLANETA

Planetama Sunčevog sistema je potrebno različito vreme da obiđu svoj put oko Sunca, što je u skladu sa III Keplerovim zakonom. Posmatrač sa Zemlje uočava da planete prave pri svom kretanju takozvane petlje u kojima izgleda da te planete počinju da se kreću u suprotnom smeru (retrogradno kretanje). Jasno je da je takva slika posledica položaja posmatrača. Jedan vrlo jednostavnih načina, da se učenicima demonstrira ova pojava, predložili su Bennett J. i saradnici 2004. Oni predlažu da dve grupe učenika idu po obeleženim kružnicama sa zajedničkim centrom. Jedna grupa će predstavljati kretanje Zemlje, a druga neku planetu koja je dalja od Sunca. Uočavanje položaja druge grupe učenika u odnosu na nepokretne elemente (drveće, zgrade) za grupu koja simulira kretanje Zemlje, može simulirati retrogradno kretanje planeta kakvo je uočeno u petljama.

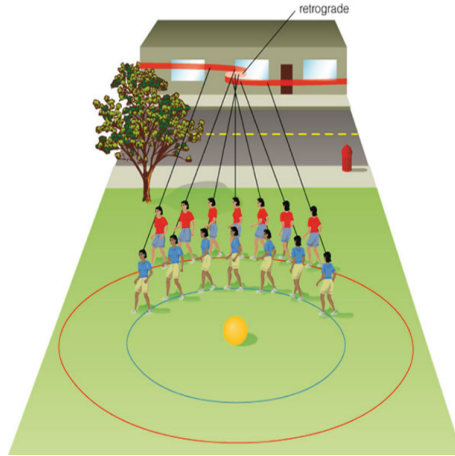


Figure 5: Slika je preuzeta iz knjige J. Bennett, M. Donahue, N. Schneider and M. Voit, *The Cosmic Perspective*.

8. ZAKLJUČAK

Sve do sada izneto, kako iskustva ali i ideje za buduće aktivnosti ukazuje da nastava astronomije pruža izuzetne mogućnosti. Učenicima mogu biti ponuđene prilike za samostalni rad kroz koje će razvijati svoje kompetencije. Pored toga interdisciplinarnost astronomije pruža mogućnost, kako za realizaciju integrativne nastave, tako i za obnavljanje gradiva više školskih predmeta, ali na jedan kvalitativno drugačiji način sa dubljim poimanjem sadržaja.

References

- Bennett, J., Donahue M., Schneider, N., Voit, M.: 2004, *The Cosmic Perspective* (San Francisco, CA: Pearson, Addison Wesley).
- Rossi, S. et al.: 2015, The parallel globe: a powerful instrument to perform investigations of Earth's illumination, *Phys. Educ.* **50**.
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>