Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 96 (2017), 533 - 538 *Poster*

SUNČANI ČASOVNIK KAO MULTIDISCIPLINARNA NASTAVNA TEMA U PREDŠKOLSKOJ I ŠKOLSKOJ NASTAVI

J. MARIČIĆ-MIRILOVIĆ[1] and S. VUKMIROVIĆ[2]
[1] *O.Š. "Jelica Milovanović", Kneza Miloša 12, 11450 Sopot, Srbija*
E–mail: jasna.maricic@gmail.com

[2] *Matematički fakultet, Studentski trg 16, 11000 Beograd, Srbija*
E–mail: vsrdjan@matf.bg.ac.rs

Abstract. Sunčani časovnik je veoma korisna nastavna tema za podizanje učeničke motivacije, budjenje radoznalosti i promociju nauke. Njen poseban kvalitet u vaspitno-obrazovnom procesu je njena "očiglednost" i visok stepen korelacije sa raznovrsnim nastavnim sadržajima.

U ovom radu predstavljamo teoriju i praksu za izradu tri tipa sunčanih časovnika: ekvatorijalnog, horizontalnog i analematskog. Izbor metoda i materijala za izradu može se prilagoditi nivou obrazovanja i uzrastu učenika. U tom cilju u radu izlažemo neophodne pojmove iz prirodnih nauka i matematike, na opisnom i definicionom nivou, a u skladu sa uzrastom učenika. Dajemo uputstva za nekoliko praktičnih i istraživačkih projekata, kako u klasičnom okruženju papir-kreda-tabla-naracija, tako i na terenu (školskom dvorištu), uz eventualnu upotrebu računarskih resursa.

Na kraju, poseban akcenat dajemo slobodnoj interpretaciji vizuelnih i geometrijskih efekata i eventualnom umetničkom doživljaju teme i modela.

1. UVOD

Sunčani časovnik kao nastavna tema omogućava rad sa različitim uzrastima učenika, različite nivoe znanja i predznanja, multidisciplinarnost, različite obrazovne ciljeve i razne nastavne metode i sredstva. Ova nastavna tema povećava učeničko interesovanje za nauku, razvija dugotrajnu motivaciju, promoviše nauku i predstavlja učenicima naučne metode.

U cilju što kvalitetnijeg i uspešnijeg procesa vaspitanja i obrazovanja i ispunjenja ciljeva i zadataka obrazovanja i vaspitanja treba iskoristiti veliku korist koje tom procesu nude multidisciplinarne naučne teme koje mogu da se prilagode nastavnim sadržajima kroz časove redovne nastave, dodatne nastave ili sekcija u različitim uzrasnim grupama učenika.

Veoma je bitno da u toku nastavnog procesa učenicima pažnja bude podignuta na visok nivo, da budu zainteresovani i motivisani za čas. Čas ne sme da bude monoton i dosadan, već mora da bude brižljivo isplaniran i dinamičan. Dinamiku časa podstiče korišćenje raznovrsnih nastavnih sredstava, kao i promena oblika rada (frontalni, individualni, grupni, rad u parovima). Takodje, veliki uticaj na uspešnost časa imaju i dobro planirane i odabrane raznovrsne nastavne metode.

1. 1. CILJEVI I ZADACI

Sunčani časovnik kao nastavna tema ispunjava veliki broj obrazovno-vaspitnih ciljeva.

Vaspitno-obrazovni ciljevi mogu se grubo podeliti u tri grupe: obrazovni ciljevi, vaspitni ciljevi i funkcionalni ciljevi.

Obrazovni cilj vaspitno-obrazovnog procesa je sticanje kvalitetnih znanja, veština i navika, formiranje vrednosnih stavova, jezičke, matematičke, naučne, umetničke, kulturne, tehničke, informatičke pismenosti, neophodnih za život i rad u savremenom društvu.

Vaspitni cilj vaspitno-obrazovnog procesa je razvoj svesti o sebi, samoinicijative, sposobnosti samovrednovanja i izražavanja svog mišljenja, solidarnosti, razvoj i praktikovanje zdravih životnih stilova, svesti o važnosti sopstvenog zdravlja i bezbednosti, zaštite i očuvanja prirode i zaštite životne sredine, poštovanja drugih ljudi i principa demokratije, razvoj motivacije za učenje, razvoj tačnosti, marljivosti, urednosti, odgovornosti, radoznalosti...

Funkcionalni cilj vaspitno obrazovnog procesa odnosi se na psihički, tj. misaoni, čulni, verbalni, praktični, fizički razvoj učenika, odnosno, razvoj sposobnosti: razvoj stvaralačkih sposobnosti, sposobnosti komuniciranja i dijaloga, osposobljavanje za rešavanje problema i zadataka u novim i nepoznatim situacijama, analiziranja, povezivanja, razvoj kreativnosti, kritičkog mišljenja, sistematičnosti, razvoj sposobnosti imaginacije i realizacije problema, pronalaženja bitnih činjenica...

1. 2. MULTIDISCIPLINARNOST

Multidisciplinarnost ove teme zahteva širok dijapazon raspoloživih metoda za uspešnu realizaciju. Ova nastavna tema protkana je sadržajima iz brojnih nastavnih predmeta. Ona dodiruje matematiku, astronomiju, geografiju, istoriju, književnost, tehničko obrazovanje, likovnu kulturu i informatiku. Obzirom na širinu teme i njene raznovrsne sadržaje, zgodna je da se predstavi učenicima različitih uzrasta: od najmanjih, učenika nižih razreda osnovne škole, preko učenika viših razreda osnovne škole, pa sve do učenika srednjih škola. Tema se treba prilagoditi uzrastu učenika, njihovim dosadašnjim znanjima i sposobnostima koje imaju.

2. RAD SA RAZLIČITIM UZRASTOM UČENIKA

2. 1. PREDŠKOLCI

Sa decom predškolskog uzrasta, od četiri do šest godina, moguće je, uz korišćenje gotovog modela sunčanog časovnika, posmatranjem senke gnomona i senke deteta, posmatranjem neba, učiti o prividnom kretanju Sunca, delovima dana (jutro, podne, veče), vremenskim mernim jedinicama, merenju vremena i pomeranju senke na nivou koji oni mogu da razumeju i shvate.

2. 2. MLADJI UČENICI OSNOVNE ŠKOLE

Učenicima od prvog do četvrtog razreda osnovne škole(uzrasta od sedam do deset godina) tema sunčanog sata treba da bude prezentovana kroz osnovne podatke, što slikovitije i prilagodjene njihovom uzrastu, korišćenjem ilustracija i slika, kao i maketa sunčanih časovnika. Učenicima se može pročitati deo iz Nušićeve Autobiografije u kom autor opisuje čas zemljopisa kada se učenici izvode pred katedru i imitiraju okretanje

Sunca, Zemlje i Meseca (ovo može da se pripremi dramatizacijom kroz nastavnu metodu igre uloga).

U radu sa analematskim sunčanim časovnikom, u praktičnom delu deca mogu, po uputstvima i uz nadzor nastavnika, da naprave u školskom dvorištu analematski časovnik, pomoću kanapa, metra, krede i farbe. Biće zanimljivo naučiti ih da prvo nacrtaju krug pomoću kanapa i krede, a zatim i elipsu. Učenicima treba podeliti i materijale sa uputstvima, uz podsticaj da ih koriste što samostalnije. Sva merenja učenici treba da obave sami. Crtež ortogonalnih elipsinih osa treba da izvedu sami, podsećajući se šta je to prav ugao, a ako ne znaju - to može da im se objasni vrlo slikovito: oni stoje pod pravim uglom, a onda kad se nakrive (potražiti još primera u prirodi i okruženju)... Učenici razumeju pojam kruga, elipse, sprovode merenja, praktikuju rad na tekstu i rad po šemi.

U radu sa ekvatorijalnim časovnikom učenici mogu sami da iskroje i sastave unapred pripremljeni materijal, četvrtaci čak i da nacrtaju sami ekvatorijalni časovnik po uputstvu i uz pomoć nastavnika. Za domaći mogu da ga oboje, ukrase i postave na sunčano mesto u svome domu, uz pomoć roditelja koji će pokazati pravac sever-jug. Učenici usvajaju pojam linije, paralelnih linija, pravougaonika, ugla, delova ugla, delova časovnika...

2. 3. STARIJI UČENICI OSNOVNE ŠKOLE

Sa učenicima od petog do osmog razreda osnovne škole (uzrasta od jedanaest do četrnaest godina) mogućnosti eksploatacije ove teme rastu. Sama tema može da se predstavi dublje, čak se u potpunosti može objasniti mehanizam smene godišnjih doba, noći i obdanice, odnosno uticaj revolucije i rotacije na princip rada sunčanih časovnika. U praktičnom delu deca koriste stečena znanja i veštine za merenje, računanje, proporcije, koordinatni sistem, konstrukcije paralelnih i ortogonalnih pravih, simetrale.

U radu sa analematskim časovnikom učenici prema podeljenim uputstvima i uz instrukcije nastavnika sami crtaju časovnik. Za domaći dobijaju zadatak da ga urade na papiru (kao timski rad, grupe od po 3-4 učenika) u razmeri 1:15 (vežbaju proporcije i račun) i postave u pravcu severa na osunčano mesto u svom domu. Drugi zadatak koji dobijaju za domaći je da prema datim koordinatama tačaka koje predstavljaju sate i žiže elipse, nacrtaju koordinatni sistem i elipsu. časovnik zatim ukrašavaju, ispisuju na njemu neki moto, po sopstvenom izboru i postavljaju ga na osunčano mesto u svome domu, vodeći računa o tomke da bude postavljen u pravcu severa.

U radu sa ekvatorijalnim časovnikom, prema uputstvu datom u ovom radu učenici samostalno prave ovaj časovnik, nastavnik nadzire rad i pomaže ako je neophodno. Za domaći, časovnik oboje i ukrase, ispisuju moto i postavljaju ga na osunčano mesto u svom domu u pravcu severa.

Za izradu horizontalnog časovnika, prema uputstvu nastavnika, učenici koriste internet za dobijanje tabele sa vrednostima uglova potrebnih za crtanje, a zatim crtaju, iskrajaju i prave časovnik. Ukrašavanje, bojenje, pisanje motoa i postavljanje na čvršću podlogu učenici obavljaju kao domaći zadatak.

Od napravljenih radova u školi ili u kulturnim institucijama lokalne zajednice učenici mogu napraviti izložbu i predavanje koje će samostalno da vode. Nastavnik organizuje izložbu, koordiniše pripremu i obezbedjuje literaturu, materijal i izvore informacija.

2. 4. SREDNJOŠKOLCI

Sa učenicima srednjih škola (uzrasta od petnaest do osamnaest godina) ova tema može da se odradi vrlo detaljno, jer već imaju dovoljno znanja da mogu da razumeju u potpunosti princip rada i metodologiju izrade sunčanih časovnika. Nakon predavanja održanog uz prezentaciju ilustracija i slika, učenici se upućuju na Youtube kanale Kurdistanskog planetarijuma i Science On Line:

www.youtube.com/user/KurdstanPlanetarium;

www.youtube.com/user/ScienceOnline.

U praktičnom delu učenici pored primene osnovnih matematičkih znanja primenjuju trigonometriju i sami prave interaktivne tabele u aplikacijama za rad sa tabelama koje na osnovu zadatih formula i poznatih vrednosti računaju potrebne podatke.

Analematski časovnik - učenicima se postavlja zadatak da koristeći poznavanje elipse osmisle samostalno njenu približnu konstrukciju na osnovu poznatih poluosa. Dalje, časovnik iscrtavaju prema podeljenim uputstvima u dvorištu.

Ekvatorijalni časovnik - Prema uputstvu učenici prave časovnik, sami računajući dužinu slamčice koristeći trigonometriju. Ukrašavanje i moto za domaći. Horizontalni časovnik -.samostalna izrada časovnika prema verbalnim uputstvima od nastavnika i objašnjavanja principa rada horizontalnog sunčanog časovnika: koriste programe za rad sa tabelama radi dobijanja vrednosti uglova, Google Earth, Google Maps ili GPS uredjaje za dobijanje geografske širine, internet i pretraživače za dobijanje pomeraja geografskog severa u odnosu na magnetni sever, sami postavljaju problem i rešavaju ga.

Učenici formiraju četiri tima koja će da predstave temu sunčanog sata drugim učenicima u školi:

- jedan tim drži predavanje uz prezentaciju o istorijatu, vrstama i principima rada sunčanih časovnika,
- drugi tim prezentuje izradu analematskog časovnika sa uputstvima,
- treći tim prezentuje izradu ekvatorijalnog časovnika,
- četvrti prezentuje izradu horizontalnog časovnika.

Učenici pripremaju mini-izložbu koju postavljaju u školi ili u kulturnom centru lokalne zajednice.

3. UPUTSTVA ZA IZRADU SUNČANIH ČASOVNIKA

3. 1. EKVATORIJALNI ČASOVNIK

Za ovaj model potrebno je:

1. papir dimenzija 26 cm x 12 cm,
2. slamčica,
3. pribor za crtanje i
4. makaze.

Uputstvo za izradu:

1. Nacrtaj na papiru linije tako da na njoj napraviš trake širine 1 cm, 10 cm, 14 cm i 1 cm. Obeleži te linije sa A, B i C, a zatim obeleži centar na liniji A slovom O, a centar na liniji C slovom P. Spoj tačke O i P.

2. Postavi centar uglomera na tačku O i ocrtaj luk uglomera. Probuši rupu kroz O, okreni papir, ponovo postavi centar uglomera na O i ocrtaj luk uglomera tako da imaš dva polukruga, ledja u ledja okrenuta jedan ka drugom na papiru.

3. Obeleži intervele od po 15 stepeni i numeriši ih satima tako što na svakih 15 stepeni pišeš pun sat, počevši od 6 ujutru na desnoj strani polukruga

4. Savij i preklopi papir duž linija A, B i C.

5. Proširi rupicu kod tačke O tako da kroz nju može da se provuče slamčica. Proveri da li je slamčica pod pravim uglom u odnosu na papir.

6. Pomeraj donji kraj slamčice duž linije OR sve dok ugao koji formira sa horizontalom ne bude jednak geografskoj širini mesta u kojem si (Beograd je na geografskoj širini od oko 45 stepeni, pa će dužina slamčice biti oko 10 cm)

7. Kada pronadješ tačno mesto za donji deo slamčice, fiksiraj je i stavi špenadlu kroz papir da drži slamčicu na pravom mestu.

8. Slamčica formira gnomon. Senka gnomona pašće na linije koje označavaju sate na prednjoj strani časovnika u leto, a na zadnjoj u zimu.

9. Oboj i ukrasi svoj časovnik i dopiši mu neki zanimljiv moto!

10. Ne zaboravi da gnomon uperiš ka severu!

3. 2. ANALEMATSKI ČASOVNIK

Za projekat analematskog časovnika koristićemo gotove proračune dobijene pomoću alata sa interneta (http://analemmatic.sourceforge.net/cgi-bin/sundial.pl) koji zahteva za obradu podatke o časovnoj zoni, geografskoj širini i geografskoj dužini, kao i opciono postavljanje proračuna za zimsko, odnosno letnje vreme. Uputstvo za izradu:

1. Nacrtaju se ose elipse, tako da kraća osa bude u pravcu sever-jug (geografski sever, ne magnetni). Dimenzije su prema proračunu dobijenom sa interneta;

2. Na betonu se nacrta elipsa pomoću kanapa i krede (farbe) tako što se krajevi kanapa fiksiraju u žižama elipse (pridržavaju ih učenici), a kredom se ostatak kanapa zategne vodoravno po podlozi i ocrtava se elipsa;

3. Pomoću metra i kanapa prenose se dužine dobijene proračunom sa interneta za beleženje cifara na cifarniku;

4. Provera ucrtanih pozicija za sate pomoću metra i kanapa;

5. Odmeravaju se pozicije za ucrtavanje pozicije gnomona po mesecima;

6. Označe se meseci i unese se korekcija časovnika u minutima.

Na ovakvom časovniku gnomon predstavlja čovek koji staje u odredjenu poziciju na iscrtanom časovniku u zavisnosti od doba godine u kojem se meri vreme. Njegova senka pokazuje vreme.

Zanimljivo je da bi ovakav sunčani časovnik mogao da pokaže doba godine, ukoliko je poznato tačno vreme. Zapravo, mogu se nacrtati odgovarajuće elipse i hiperbole na cifarniku koje odgovaraju datumima (mesecima). To je interesantan, ozbiljniji projekat, ali za talentovane učenike viših razreda srednje škole, uz upotrebu odgovarajućeg softvera.

3. 3. HORIZONTALNI ČASOVNIK

Prvi korak u pravljenju horizontalnog sunčanog časovnika jeste odredjivanje uglova izmedju linija koje označavaju sate. Polazna linija i normala kroz njeno središte pokazuje 6 časova ujutru, podne i 6 časova uveče.

Postoje različite metode za generisanje ostalih vrednosti uglova za položaje linija koje označavaju sate. Ovde ćemo koristiti računsku metodu. Formula za izračunavanje uglova je:

$\mathrm{tg}\ s = \sin l\ \mathrm{tg}\ (15\ t)$

U ovoj formuli s je ugao koji sat-linija pravi sa podnevnom linijom, to je vreme mereno od podneva u stepenima i minutima (Zemlja se oko Sunca okrene za 360 stepeni u 24 sata, pa je tako 1 sat = 15 stepeni), a l je geografska širina mesta gde časovnik treba da bude postavljen. Svaki ugao izračunat za vreme pre podneva takodje važi za ugao ekvivalentnog vremena posle podneva. Najbolje je dobijene podatke unositi u tabelu.

Kada se izračunaju svi potrebni uglovi tada se ucrtavaju linije za cele sate kao i one koje označavaju pola sata, deo koji daje senku, poznat kao gnomon može da se postavi duž podnevne linije ili pak uz pomeraj ka geografskom severu koji iznosi oko 8 stepeni.

Bilo bi dobro da crtež bude na papiru koji može da se fiksira za čvršću podlogu, a da se gnomon napravi od tankog kartona. Ovo će omogućiti da se projekat dobro proveri pre nego što se prepravi u trajniji. Ovaj sunčani časovnik treba postaviti na mesto gde je maksimalna količina sunčeve svetlosti tokom dana, vodeći računa o tome da ravan časovnika bude postavljena savršeno vodoravno sa gnomonom koji pokazuje pravo na sever.

References

Maričić-Mirilović, J. : 2013, Master rad: Sunčani sat, Matematički fakultet, Beograd, Srbija