
Učenički projekti – put prema istraživačkoj nastavi fizike

Tanja Čulibrk¹, Sanja Martinko²

¹*OŠ Brezovica, Zagreb*

²*OŠ Tituša Brezovačkog, Zagreb*

Sažetak. Poticanje učenika na aktivno učenje cilj je modernog pristupa obrazovanju. Istraživačka nastava usmjerena je prije svega na samostalno učeničko istraživanje i pritom važnu ulogu imaju učenički projekti. Konstruiranje znanja temeljeno na projektima istovremeno predstavlja izazov i nastavnicima i učenicima. Potrebno je pronaći problem zanimljiv učenicima, jasno uobličen, rješiv i poželjno takav koji ima širu perspektivu od samog izvođenja pokusa ili mjerenja. Važan je kontekst, povezivanje naučenog sa svakodnevnim iskustvima, prirodom, očuvanjem okoliša i drugim problemima suvremenog života.

Praktično učenje usmjereno je na pitanja i probleme koji proizlaze iz samog projekta. Ono podrazumijeva komunikaciju između svih sudionika u učenju. Potiče se kreativno rješavanje problema, suradnički rad, interdisciplinarnost, uporaba moderne tehnologije i poticanje čitavog niza vještina potrebnih u procesu cjeloživotnog učenja.

Nastavnici koji sa svojim učenicima pokušavaju raditi na ovaj način uglavnom rade s odabranim učenicima te ih pripremaju ili za natjecanja eksperimentalnih radova iz fizike ili se pridružuju nekom projektu koji se provodi na razini škole te uključuje više različitih predmeta. Temeljna ideja je u postojeću redovnu nastavu fizike pokušati uvrstiti ovakav način rada. Upravo je to razlog da nastavnici izmjenjuju ideje te prikazuju svoj rad drugim nastavnicima, što je i svrha ovog rada. Treba imati na umu kako će mnogim učenicima upravo osnovna škola biti jedina i možda zadnja prilika da nešto istražuju, a nastava fizike im to može omogućiti.

Ključne riječi: istraživačka nastava, učenički projekti, .

UVOD

U današnjem svijetu moderne tehnologije, koja se razvija velikom brzinom, pred društvo se postavljaju novi izazovi. Znanje se mijenja gotovo svakodnevno, a količina i dostupnost informacija određuju način našeg života. Odgojno-obrazovni sustav također mora pratiti zahtjeve modernih vremena. Prioritet postaje osposobljavanje učenika za cjeloživotno učenje, razvijanje njihovih kompetencija – znanja, vještina i sposobnosti, a sve s ciljem kako bi se mogli nositi s različitim problemskim situacijama i poslovnim izazovima.

Motivacija učenika za učenje novih sadržaja pritom je vrlo važna. Najveća motiviranost postiže se kada učenik ima osjećaj da uči ono što mu je u životu korisno i kad prepoznaje ono što uči. Osim toga motiviranost učenika u učenju ovisi o njegovoj aktivnoj uključenosti u nastavni proces. Učenik mora biti angažiran u procesu učenja. Znanjima i vještinama poklanja se veliko vrijeme i pažnja ali se uvijek ne potiče razumijevanje. Razumijevanje nekog sadržaja, pojave, ili pojma pretpostavlja sposobnost primjene na različite situacije, a u smislu da je učenik u mogućnosti objasniti, opisati, naći primjer, generalizirati koncept, uvidjeti analogiju odnosno prezentirati na drugi način.

ISTRAŽIVAČKA NASTAVA

Istraživačka nastava povezana je sa samostalnim učeničkim istraživanjem, organiziranim često po grupama [1]. Orijentirana je na zainteresirane učenike, koji se bave projektima ili izrađuju eksperimentalne radove. Problem je zadan i rješiv, a na učenicima je da kreiraju načine, procedure i uobliče zaključak. Nedostatak je što za takav rad često treba više vremena nego što to program nastave fizike dozvoljava. Također postoji mogućnost da takvim pristupom nekom sadržaju usvojena znanja nisu strukturirana.

Aktivno učenje

Ljudski mozak stvoren je za učenje iz više izvora, po redu ili izvan reda, na mnogo razina, s puno nastavnika, mnogim kontekstima i iz mnogo kutova. Učenje se provodi kroz teme, omiljene predmete, probleme, glavne točke, pitanja, pokušaje i pogreške, razmišljanje i primjenu [2]. Općenito, aktivno učenje je proces bliži načinu na koji je ljudski mozak prirodno stvoren za učenje.

Aktivno učenje je učenje kroz aktivnosti koje povećavaju interes i motivaciju učenja. Ono obuhvaća aktivnosti u kojima se učenicima osigurava visoki stupanj samostalnosti i nadzora nad organizacijom, tijekom i smjerom aktivnosti. Takve aktivnosti najčešće obuhvaćaju rješavanje problema i istraživački rad, a mogu se individualizirati ili proširiti u suradnju [3]. Ono ima dva cilja [4]: razvijanje akademskih vještina i osobno razvijanje učenika. Razredna sredina usmjerena je na učenika. Učenici preuzimaju odgovornost za proces učenja, a nastavnik ih potpomaže i usmjerava.

Takvo smisleno, složeno učenje s razumijevanjem je aktivno, konstruktivno, kumulativno, samoregulirajuće i usmjereno prema cilju [5]. Aktivno je jer učenik operira informacijama na različite načine kako bi ih usvojio s razumijevanjem. Smisleno učenje je i konstruktivno jer učenik interpretira nove informacije na svoj način. On je svojevrsni konstruktor vlastitog znanja. Učenje s razumijevanjem je samoregulirajuće jer učenik donosi odluke o tijeku učenja i djeluje na njega pomoću svog metakognitivnog razvoja. Konačno, usmjereno je cilju jer se znanje osmišljava u vidu postizanja određenog cilja, čime učenikova osobna očekivanja djeluju na proces učenja. Učenici na ovaj način uče kako zajedno odabrati strategiju, rješavati probleme, planirati aktivnosti te prije svega raditi kao tim. Cijeni se međusobna komunikacija, učenici imaju priliku iznijeti vlastito mišljenje i iskustvo. Stječu se sposobnosti kritičkog mišljenja i rješavanja problema.

SAMOSTALNI UČENIČKI PROJEKTI

Cilj modernog pristupa obrazovanju je poticanje učenika na aktivno učenje. Istraživačka nastava usmjerena je prije svega na samostalno učeničko istraživanje i pritom važnu ulogu imaju učenički projekti. Učenički projekti oblik su samostalnoga istraživačkog rada, u kojem učenici razvijaju niz vještina poput korištenja literature, promatranja pojava, bilježenja, opažanja i izvođenja zaključaka radi rješavanja problema [6]. Izrada projekta počinje odabirom teme projekta i odabirom učenika te slijedi razrada projekta, nabava pribora, izvođenje samog pokusa, obrada podataka, pisanje rada i izrada prezentacije.

Odabir projekta

Načini odabira teme projekta su različiti. Tema projekta može biti zadana u nekom

vanjskom projektu u kojem je škola samo jedan od mnogih sudionika. Često se do teme dođe u razgovoru s kolegama koji su radili nešto slično s drugačijim priborom ili u drugačijim uvjetima. Inspiracija za temu projekta također može proizaći iz različite stručne literature, web stranica ili snimki sa *Youtube* kanala. Ponekad se zna dogoditi da učenici sami nađu neki pokus na internetu i pokažu snimku nastavniku u školi te se krene u izradu projekta. Pritom je važno da je svaki projekt vezan uz neka učenička specifična znanja koja će on na ovaj način primijeniti, produbiti, a samim time i postići razumijevanje naučenog.

Uloga učenika

Kroz istraživačku nastavu kao i radom na projektima potiče se učenike na istraživanje, izvedbu pokusa, uočavanje, promatranje, logičko mišljenje i zaključivanje. Učenici se uče kritičnosti i samokritičnosti, razvija se njihovo samopouzdanje i pred njih se postavljaju različite problemske situacije, čime ih se već priprema za njihov život u budućnosti. Odabir učenika je uglavnom temeljen na njihovoj zainteresiranosti jer izvođenje projekta od početka do kraja zahtijeva veliku količinu rada, strpljivosti i predanosti kroz dulje vremensko razdoblje.

Različite etape rada učenika na projektu mogu se navesti slijedećim redom [6]: zapažanje problema, upoznavanje problema, postavljanje hipoteze, razmišljanje o načinima rješavanja, istraživački plan, izvedba odnosno pokus, izvođenje zaključka, prezentacija projekta i vrednovanje rada.

Neke vrste učeničkih projekata zahtijevaju pisanje rada gdje se djeca u osnovnoj školi prvi put susreću sa takvom formom pisanja i isto tako se prvi put susreću sa obradom podataka i radom u *excelu* i tome ih treba podučiti. Na kraju slijedi prezentacija rada, koju možda ne rade prvi put, ali prvi put prezentiraju projekt što je drugačija vrsta prezentacije od one koju rade za redovnu nastavu. Prezentacija projekta uključuje izradu plakata i PowerPoint *prezentacije* i tu se učenike treba dodatno uputiti.

Uloga nastavnika

Nastavnikov rad na projektu može se podijeliti na više etapa [6]: odabir teme projekta, određivanje obrazovnih postignuća koja se projektom moraju steći, upoznavanje učenika s projektom, podrška i pomoć koja je potrebna učenicima za uspješan rad na projektu, određivanje vremenskog okvira u kojem će se projekt ostvariti, konzultacije s učenicima te vrednovanje naučenog u projektu i rada na projektu.

Uloga nastavnika je da učenike vodi, usmjerava i potiče. Nastavnik treba biti spreman za aktivnu pomoć i na ulaganje vremena i napora za učenikov napredak, a ako je svjestan učeničkih ideja i zamisli organizirati će takve problemske situacije koje će dovesti u pitanje iskustva učenika, tako izazivajući učenike da ponovno procijene svoje zamisli.

Početak rada na projektu započinje opisom problema, postavljanjem istraživačkog pitanja, ali i davanjem potrebnih uputa za sam rad. Učenike se u njihovom radu prati i usmjerava cijelo vrijeme tijekom trajanja projekta, osigurava im se potrebna pomoć i podrška. Način podrške ovisi o tome jesu li učenici već prije bili uključeni u neki projekt, ali i o samom projektu. Različiti pristup zahtijevaju projekti koji su zapravo verzije već nekog izvedenog pokusa od onih koji su u cijelosti potpuno novi. Kada se radi potpuno novom projektu, razrada se ponekad odvija istovremeno s realizacijom jer način rada kao i vremenski tijek pojedinih etapa vrlo često ovisi o nabavci pribora i opreme.

Nastavnikov angažman posebno dolazi do izražaja prilikom nabave samog pribora. Ukoliko se ne radi o većem projektu u koji je uključeno više škola, oprema te potreban pribor često predstavljaju problem koji ovisi o snalazljivosti nastavnika, pomoći i podršci roditelja

uključenih učenika, same škole ili šire lokalne zajednice. Budući da su izdvajanja za obrazovanje iznimno niska, financijska situacija u školama je vrlo skromna i nastavnici u Hrvatskoj su često primorani biti vrlo vješti u izradi pokusa s nedostatnim materijalom i priborom. Česta je situacija da se pribor nabavlja preko inozemnih web stranica. Postoje također dobra iskustva s manjim domaćim tvrtkama koje izlaze u susret školama i nastavnicima kako bi podržali entuzijazam učenika te pridonijeli, putem svojih proizvoda, u provedbi nekog pokusa ili izradi nekog modela potrebnog za realizaciju samog projekta.

VRSTE UČENIČKIH PROJEKATA

Podjela projekata može se provesti na nekoliko načina : (1) prema vremenu trajanja istraživanja (dnevni, tjedni, mjesečni, tijekom polugodišta ili tijekom cijele školske godine), (2) prema broju uključenih subjekata (individualni, u paru, u grupni, u razredni ili školi), te (3) prema metodama rada (teorijski, eksperimentalni ili kombinirani) [6]. Projekte možemo također razlikovati prema njihovoj svrsi, ali i prema stupnju složenosti. Često se dobar projekt koristi u svrhu nekog natjecanja, što je dodatan motiv učenicima za rad.

Upravo učenički eksperimentalni radovi sa smotre samostalnih eksperimentalnih radova iz fizike predstavljaju dobar primjer projekata koji zahtijevaju potpuni angažman kako učenika tako i nastavnika. Radovi se ocjenjuju na temelju tri kriterija:

- kvaliteta eksperimentalne realizacije predložene teme
- postignuti eksperimentalni rezultati
- kvaliteta napisanog rada.

Vještine koje učenici stječu prilikom rada na ovakvim projektima, osim izrade nekog modela, su vještine mjerenja, prikupljanja i analize podataka, prikazivanja rezultata, korištenja literature i ostalih izvora, pisanja rada i izvođenje zaključaka. Također se razvijaju i vještine snalaženja, kreativnosti i prilagodbe u potpuno novim uvjetima.

Potrebno je istaknuti i istraživačke radove u okviru natjecanja iz astronomije jer predstavljaju dobar primjer konkretne primjene fizikalnih koncepata u jednom širem kontekstu. Osim pokusa ili izrade modela učenici su obavezni napraviti popratni rad koji uključuje: teorijski uvod, cilj rada, opis mjerenja, metode obrade, rezultate mjerenja, diskusiju rezultata i zaključak. Višestruka je korist od provedbe ovakvog projekta. Učenici primjenjuju svoje znanje iz fizike, ali i ostalih predmeta poput geografije, informatike, kemije i matematike, pišu svoj vlastiti istraživački rad, upoznaju se sa statističkom obradom podataka, razvijaju kritičan stav, diskutiraju svoje rezultate i moguće nedostatke provedenog mjerenja, izvode zaključke, a na samom natjecanju obavezni su prezentirati svoj rad. Izlaganje je vremenski ograničeno, čime se nameće važnost jasnog, sažetog i sadržajno ispunjenog izlaganja. Osim same prezentacije, na natjecanju se boduje i popratni plakat za čiji izgled su zadane neke osnovne smjernice [7].

Primjeri učeničkih projekata

Snaga zračenja Sunca

Motivacija. Ideja za sam projekt pronađena je web stranici Zvezdarnice Zagreb, točnije na stranici e-škole astronomije [8]. Realiziran je u svrhu natjecanja iz astronomije i kao takav je prezentiran na državnoj razini natjecanja. Projekt je proveden tijekom cijele školske godine, kroz sva godišnja doba.

Opis projekta. Cilj samog rada bio je odrediti snagu Sunčevog zračenja po četvornom metru na

području grada Zagreba te usporediti dobivena mjerenja obzirom na godišnje doba.

Opis mjerenja. Pokus se sastojao od mjerenja temperature vode grijane na osunčanom mjestu i u hladu. Mjerenja su se izvodila uvijek u isto vrijeme (kada je Sunce u najvišoj točki) tijekom više dana. Određivala se razlika između temperature vode koja se grijala izravno sunčevim zračenjem i temperature vode postavljene u sjenu. Učenici su izračunavali toplinu koju su obje čaše primile tijekom istog vremenskog intervala te su određivali snagu zračenja kojoj su čaše s vodom bile izložene.

Znanja i vještine. Radom na ovom projektu učenici su primjenjivali svoje znanje o temperaturi, toplini i snazi. Razvijali su vještine mjerenja, prikupljanja i analize podataka, prikazivanja rezultata, korištenja literature i ostalih izvora te izvođenje zaključaka.

Prednosti. Projekt je lako izvediv. Koristi se jednostavan i dostupan pribor. Mogu ga izvoditi svi učenici. Vremenski nije zahtjevan pa se pojedine etape rada mogu demonstrirati pa čak i provoditi na samoj nastavi.

Sunčev spektar

Motivacija. Projekt je nastao kao kombinacija Herschelovog pokusa [9] i Ritterovog pokusa [10]. Također je prezentiran na državnom natjecanju iz astronomije.

Opis projekta. Cilj samog projekta bio je dokazivanje nevidljivog dijela spektra, provodio se kroz cijelu školsku godinu u isto doba dana kao kombinacija dvaju pokusa:

Herschelov pokus. Na kartonskoj kutiji bio je izrezan mali prorez u koji je bila smještena staklena prizma. Tri termometra bila su zalijepljena jedan do drugoga, a njihovi su vrhovi bili obojeni u crno kako bi bolje upijali svjetlost. Mjerila se temperatura u vidljivom, infracrvenom i ultraljubičastom dijelu spektra. .

Ritterov pokus. Postavljanje pokusa bilo je jednako kao i kod Herschelovog pokusa samo su se umjesto termometara koristile različite vrste papira (BluePrint papir/ozolit / kopilit / jasolit / diazo plavi papir), u kombinaciji s amonijakom. Papir je reagirao i iza ljubičaste boje vidljivog dijela spektra što je značilo da postoji zračenje u nevidljivom dijelu spektra koje je uzrokovalo tu reakciju [11].

Prednosti. Pribor za izvođenje ovog pokusa je lako dostupan i jednostavan.

Slijedeća dva projekta predstavljaju primjere zahtjevnijih projekata za koje nije bio dostupan pribor koji je korišten u originalnim pokusima te su učenici razvijali vještine snalaženja i kreativnosti u izradi projekta s alternativnim priborom. Iz tog razloga su se etape projekta razrađene u početku mijenjale i prilagođavale tijekom rada. Učenici su s ovim radovima sudjelovali na državnoj smotri eksperimentalnih radova iz fizike.

Levitirajući solarni motor

Motivacija. Ideja koja je poslužila kao inspiracija za rad je prvi put viđena na *Youtube* kanalu [12]. Posebnost ovog elektromotora je u tome što rotor lebdi na magnetima i trenje između rotora i statora je zanemarivo te kao izvor električne energije koristi fotoćelije.

Opis projekta. Na rotoru motora se nalaze solarne ploče kroz koje prolazi struja i stvara magnetsko polje koje u kombinaciji sa magnetskim poljem magneta na statoru dovodi do

zakretanja i vrtnje rotora. Istovremeno na krajevima rotora i statora se nalaze neodimijski magneti te rotor lebdi. Učenici su nakon izrade motora istraživali ovisnost napona fotoćelije o kutu osvjetljenja i ovisnost frekvencije rotora o snazi osvjetljenja [13].

Poteškoće pri izvedbi. U ovom projektu glavni problem su bile neadekvatne solarne ploče u početku izrade. Problem je bio nabaviti solarne ploče malih dimenzija i prva verzija je izrađena od solarnih pločica koje dolaze uz solarne svjetiljke za osvjetljavanje vrta. Rotor motora je lebдио ali se jedva okretao.

Realizacija. Solarne ploče dovoljno malih dimenzija koje su mogle pokrenuti rotor motora na kraju je donirala mala tvrtka iz Splita te su učenici prionuli izradi novog motora jer su nove solarne ploče bile veće i nisu odgovarale prvoj verziji levitirajućeg motora. Nakon izrade novog motora izvršili su mjerenja i završili rad.

Elektrostatski motor

Motivacija. Ideja za projekt izrade elektrostatskog motora je također je pronađena na *Youtube* kanalu [14]. Bila je to inspiracija za daljnje istraživanje i izradu eksperimenta.

Opis projekta. Stator elektrostatskog motora čine dvije boce obložene aluminijem od kojih se jedna spaja na uzemljenje, a druga na generator negativnih iona. Rotor je bio načinjen od plastične čaše obložene aluminijском folijom i čaša se zbog suprotnih naboja na statoru okretala. Nakon izrade motora učenici su istraživali kako frekvencija rotora ovisi o ulaznom naponu na generatoru negativnih iona, ovisnost frekvencije rotora o ulaznoj struji na generatoru negativnih iona te ovisnost frekvencije rotora o ulaznoj snazi na generatoru negativnih iona [15].

Poteškoće pri izvedbi. Prvi problem prilikom izrade ovog rada bila je nabavka generatora negativnih iona jer su Van de Graffovi generatori skupi, a drugi problem je bio smanjivanje trenja na rotoru.

Realizacija. Umjesto Van de Graffovog generatora nabavili smo generator negativnih iona koji se koristi za ionizatore zraka i dobro je poslužio u eksperimentu, a trenje na rotoru motora smo smanjili postavljanjem kuglice na vrh osovine na koju je bila nataknuta čaša obložena aluminijском folijom.

Posebnu kategoriju čine projekti u kojima sudjeluje više škola.

Nebo na poklon

Nebo na poklon primjer je edukacijskog projekta kroz koji su se učenici osnovnih škola u Hrvatskoj upoznavali sa znanstvenom metodom kroz astronomiju. Projekt je u periodu od 2004. do 2009. godine aktivno uključio oko 1530 učenika, 193 nastavnika u 163 škole u Republici Hrvatskoj [16]. Projekt je nudio trening za učitelje i nastavnike s ciljem da onda učenike približe svijetu znanosti i znanstvenog načina razmišljanja kroz praktičnu nastavu astronomije. Svaka prijavljena škola u projektu Nebo na poklon dobila je na korištenje teleskop i priručnike sa radnim listićima za svakog prijavljenog učenika te podršku astronoma amatera i profesionalaca koji su redovito posjećivali škole i podučavali i učenike i nastavnike u korištenju teleskopa i izvođenju vježbi i promatranja iz priručnika. Učenici su napravili prve

korake u istraživanju svemira i upoznali se sa znanstvenom metodom kroz opažaku astronomiju.

ZAKLJUČAK

Nastava koja potiče učeničku znatiželju, razvija učenikove sposobnosti i vještine osnova je za njegovo daljnje snalaženje u životu, prilagodbu novim životnim situacijama, ali i izazovima koje nameće suvremeno društvo. Učenički projekti su nešto više od običnog pokusa, izrade modela ili izvođenja mjerenja. Dobar i zanimljiv projekt biti će učenicima izazov kojeg moraju riješiti, pri čemu će problemu morati pristupiti s više različitih aspekata, koristeći znanja iz različitih predmeta. Potrebno je naučiti služiti se znanjem kao i steći sposobnosti poput samostalnog učenja, traženja, selekcije i korištenja informacija, rješavanja problema i suradničkih kvaliteta.

LITERATURA

1. R. Krsnik, *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*, Školska knjiga, Zagreb 2008.
2. E. Jensen, *Super-nastava*, Educa, Zagreb, 2003
3. C. Kyriacou, *Temeljna nastavna umijeća*, Educa, Zagreb, 1997.
4. V. Erceg, *Aktivno učenje kalkulacija*, Zbornik radova četvrtog stručno-metodičkog skupa metodike nastave matematike u osnovnoj i srednjoj školi, IGSA, Pula, 2005.
5. N. Pastuović, *Osnove psihologije obrazovanja i odgoja*, Znamen, Zagreb, 1997.
6. M. Cindrić, *Projektna nastava i njezine primjene u nastavi fizike u osnovnoj školi*, Magistra Iadertina, Sveučilište u Zadru, vol. 1, br. 1, str. 33-47, 2006.
7. http://astronomija.azoo.hr/sites/default/files/izrada_postera.pdf (15.3.2017.)
8. <http://eskola.zvezdarnica.hr/> (14.3.2017.)
9. http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/classroom_activities/herschel_experiment.html (15. 3. 2017.)
10. http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/classroom_activities/ritter_bio.html (15. 3. 2017.)
11. <http://eskola.zvezdarnica.hr/>.(<http://astronomija.azoo.hr/sites/default/files/8.%20Kruger%20Sanja.pdf>) (15. 3. 2017.)
12. <https://www.youtube.com/watch?v=Ncx2eVpWUzw> (15.3.2017.)
13. M. Slavulj i J. Ivšan, *Mendocino levitirajući solarni motor; eksperimentalni rad sa državnog natjecanja osnovnih škola*, HFD 2010.
14. <https://www.youtube.com/watch?v=dZHCVG3OPmw> (15.3.2017.)
15. B. Kuhar i D. Zglavnik: *Elektrostatski motor; eksperimentalni rad sa državnog natjecanja osnovnih škola*, HFD 2011.
16. <http://www.znanost.org/?p=76> (15.3.2017.)