

# INFORMACIJE I PRIKAZI

## Deset godina radionica RADDAR

MARIN BELAMARIĆ<sup>1</sup>, DOMAGOJ KOVAČEVIĆ<sup>2</sup>, ZLATKA MARKUČIĆ<sup>3</sup>

### Uvod

Program RADDAR namijenjen je učenicima viših razreda osnovnih škola. U sklopu programa održavaju se Matematičke radionice, radionice Programiranje u Pythonu te radionice s posjetima zavodima i laboratorijima Fakulteta elektrotehnike i računarstva. Cilj radionica je približavanje STEM-a i razvijanje matematičkog i logičkog razmišljanja. Radionice se održavaju u suorganizaciji Fakulteta elektrotehnike i računarstva, XV. gimnazije, Hrvatskog matematičkog društva i udruge Mladi nadareni matematičari Marin Getaldić.

Naziv RADDAR nastao je od dviju riječi, rad i dar koje su bitne da bi se netko bavio nečim. U našem slučaju to je bavljenjem matematikom i informatikom. Iako radionice RADDAR nisu prvenstveno usmjerene pripremanju za natjecanja, naravno da su radionice polazili i učenici koji postižu značajne rezultate na natjecanjima iz matematike i informatike. Otkad udruga Mladi nadareni matematičari Marin Getaldić održava radionice za međunarodna natjecanja iz matematike za osnovnoškolce, prepoznati vrhunski natjecatelji više su usmjereni prema tom tipu radionica.



Radionice organiziraju nastavnici i profesor iz XV. gimnazije (MIOC) i s FER-a. Voditelji radionica članovi su udruge Mladi nadareni matematičari Marin Getaldić, studenti PMF-a i FER-a koji se iznova iz generacije u generaciju pokazuju kao izvrsni voditelji i mentori bliski učenicima po načinu razmišljanja. Nastavnici i profesori svesrdno pomažu voditeljima u odabiru problema te u metodičkom i pedagoškom pristupu. (Slika 1.)

Slika 1. Radionica u MIOC-u

<sup>1</sup>Marin Belamarić, student na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Domagoj Kovačević, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu

<sup>3</sup>Zlatka Markučić, XV. gimnazija, Zagreb

U akademskoj godini 2021./2022. studenti koji su vodili RADDAR radionice dobili su Rektorovu nagradu Sveučilišta u Zagrebu u kategoriji društveno korisnog rada u akademskoj i široj zajednici. Nastavnici koji organiziraju RADDAR radionice dobili su Državnu nagradu tehničke kulture Faust Vrančić za 2019. godinu, što pokazuje da je ova aktivnost društveno prepoznata i višestruko podržana nagradama.

Možda je najbolji opis projekta RADDAR nastao tijekom obilaska jednog od laboratorija. Učenici su gledali plovila u bazenu (Slika 2.), a asistent je upitao: „Volete li se igrati?”. Nakon potvrdnog odgovora uslijedila je poanta: „Vidite, i mi se volimo igrati, ali kada se odrasli igraju, onda se to zove znanost”. Konfucije je rekao: „Ako radiš ono što voliš, nećeš morati raditi ni dana.” S time će se složiti svi koji se bave znanošću. Pascal je rekao „Najvažnija stvar za cijeli život je izbor zanimanja, a najčešće je to plod slučajnosti”. Projekt RADDAR pomaže da taj izbor ne bude plod slučajnosti nego izbor temeljen na dobivenim znanjima i informacijama.



*Slika 2. Podvodni sustavi*

Projekt traje već deset godina, osmišljen je u ljeto 2013. godine na FER-u i te jeseni započeo je s radom. Profesorica Vesna Županović s FER-a, koja je od 2021. i predsjednica Hrvatskog matematičkog društva, bila je i ostala glavni pokretač i organizator aktivnosti. Te prve godine održavale su se jednom tjedno matematičke radionice u XV. gimnaziji, a okvirno jednom mjesečno održavane su radionice na FER-u u sklopu kojih je bio i organiziran posjet nekom od zavoda ili laboratorija FER-a. Od jeseni 2014. održavaju se u XV. gimnaziji i informatičke RADDAR radionice „Programiranje u Pythonu”. Za informatičke radionice glavna je organizatorica nastavnica Zlatka Markučić iz XV. gimnazije. Od tada se polaznici i matematičkih i informatičkih radionica družu subotama na FER-u na zajedničkim radionicama.

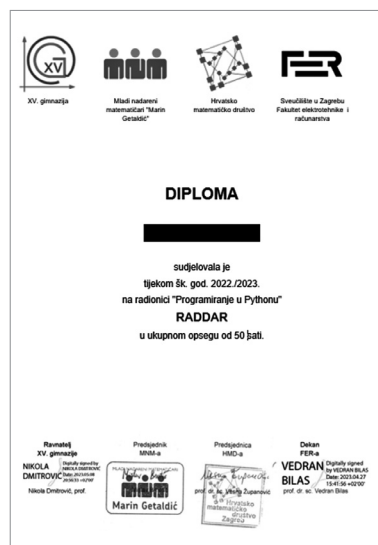
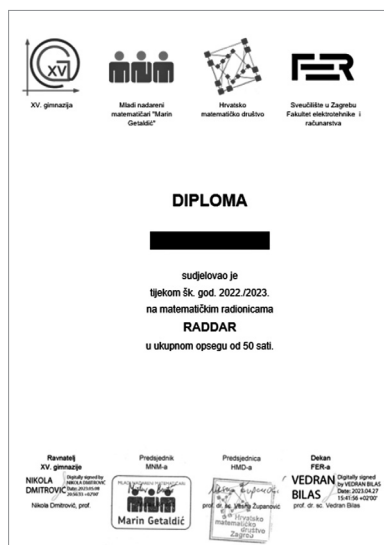
Svake godine krajem rujna otvaramo upise u besplatne radionice. Informaciju o upisima šalje Ravnatelj XV. gimnazije na listu ravnatelja osnovnih škola grada Zagreba, a informacija s linkom na upisnicu objavljuje se i na mrežnim stranicama svih suorganizatora programa.

Radionice počinju u listopadu i traju do svibnja.



Slika 3.

U svibnju, kada radionice privodimo kraju, na FER-u se održava i završna svečanost, i to u prepunoj velikoj dvorani D1, (Slika 3.). Na završnu su svečanost osim polaznika pozvani i njihovi roditelji koji se uvijek odazovu u velikome broju. Prisutnima se tradicionalno obraća dekan FER-a, ravnatelj XV. gimnazije te predsjednici udruga koje sudjeluju u organizaciji. Nakon popularnog predavanja koje svake godine održi neki od profesora FER-a, polaznici radionica dobivaju diplome (Slika 4. i 5.), a voditelji radionica za svoj rad dobivaju volonterske knjižice.



Slika 4. i 5. Diplome

Do potresa su se radionice u XV. gimnaziji održavale svaki tjedan. Nažalost, od 2021. radionice u XV. gimnaziji odvijaju se samo u jednom turnusu, i to kada XV. gimnazija ima nastavu prije podne. Naime, XV. gimnazija „udomila” je Gornjogradsku gimnaziju čija je zgrada stradala u potresu pa učionice nisu dostupne svaki tjedan. Nadamo se da će se školska zgrada Gornjogradske gimnazije obnoviti u narednoj školskoj godini te da će se radionice RADDAR ponovno moći održavati svaki tjedan.

## Matematičke radionice

Kao što smo već rekli, prije deset godina (2013.) počeli smo s održavanjem matematičkih radionica u XV. gimnaziji i radionicama na Fakultetu elektrotehnike i računarstva. U sklopu tih radionica učenici koji su zainteresirani za matematiku imaju priliku vidjeti matematičke probleme koji se u školi samo spominju ili im se uopće ne daje značaj.

Učenike se potiče da vlastitim idejama dođu do rješenja problema. Sam postupak traženja rješenja radi se u grupama ili individualno uz pomoć studenata voditelja radionica. Sve se ideje izmjenjuju i na kraju se dolazi do najboljeg načina rješavanja početnog problema. Na taj način učenici svladavaju nove vještine, usvajaju nova znanja, testiraju svoje mogućnosti te pomiču svoje granice. Rješavanje „težih” zadataka služi testiranju njihovih sposobnosti te motiviranju za daljnji rad i istraživanje. Ništa manje važno nije i da se druže s drugim učenicima koji također vole matematiku.

Matematičke radionice u XV. gimnaziji organizirane su prema uzrastu učenika, tj. prema razredu koji pohađaju u osnovnoj školi. Tako imamo grupe za 5., 6., 7. i 8. razred. Svaku grupu u pravilu vode dva voditelja koji samostalno pripremaju zadatke i probleme za polaznike.

Prve radionice prilika su za upoznavanje voditelja i učenika, pa se uvijek kreće s igrama koje imaju matematičku podlogu, što je djeci iznimno zanimljivo. Pri tome se odmah vidi koji su učenici otvoreni, glasni i dijele svoje ideje, a koje će učenike trebati potaknuti na suradnju unutar grupe. Na početku nije važno kakvo matematičko predznanje netko ima, već koliko je zainteresiran i kako razmišlja.

Voditelji uvijek biraju zadatke tako da djeci budu zanimljivi, da razvijaju apstraktno mišljenje, da sadrže ideje i koncepte koji se mogu šire primijeniti te da imaju vezu s realnim životom.

Primjer problema za peti razred: „Imamo pravokutnu posudu do vrha napunjenu vodom. Kako iz posude izliti točno pola tekućine bez korištenja mjernih pomagala ili drugih posuda?” Nakon izmjene raznih ideja zajedničkim razmišljanjem došli smo do rješenja.

Voditelji viših razreda zapazili su da učenike posebno vesele nadopune rekurzivnih nizova, zagonetke u kojima se rješenje traži pretraživanjem, vizualizacije kao na primjer Pascalov trokut u kojem su brojevi kuglice na boru, eksperimenti s kartama

povezani s vjerojatnošću, preslagivanje šibica da se dobije najveći broj (Slika 6.) te popločavanje.



Slika 6. Zadatak sa šibicama

Određene probleme učenici su rješavali igrajući razne igre kao što je igra Nim u kojoj učenici u parovima dobiju po 16 čačkalica. Učenici uklanjaju jednu do tri čačkalice dok ne uklone posljednju i time ne ostvare pobjedu. Ovdje je važno napomenuti da su nakon nekoliko odigranih igara svi zajedno diskutirali o taktikama kako doći do pobjede te to potkrijepili i matematičkim modelom.

Jedna od igara koja uvijek veseli učenike svih uzrasta je igra „Crveni i plavi” u kojoj se svakome učeniku na leđa naljepi crvena ili plava naljepnica te im se kaže da se poslože u vrstu na način da prvo budu poredani svi učenici jedne boje, a onda svi učenici druge boje – naravno, bez da jedni drugima kažu koje su im boje naljepnice na leđima. Nakon raznih pokušaja slaganja u vrstu i osmišljavanja načina kako zaobići pravilo o zabrani komunikacije (npr. tajnim signalima, znakovnim jezikom i slično), slijedi analiza problema u kojoj učenici daju ideje te se na temelju tih ideja dolazi do konačnog rješenja slaganja u vrstu i zaključka kako složene probleme treba svesti na jednostavnije i na temelju toga doći do rješenja problema.

Jedna od najizazovnijih zagonetki je „Tajna plavih očiju”. Učenici se zamisle u situaciji nakon brodoloma gdje se nađu na pustom otoku. Na otoku je nedovoljan broj sandolina za jednu osobu. Svi brodolomci imaju plave ili smeđe oči, ali nitko od njih ne zna koje su boje njihove oči, pa boja očiju postaje ključ po kojemu će brodolomci imati priliku otići s pustog otoka. S obzirom na to da svi vide boju očiju drugih ljudi, ali ne i vlastitu, te da nitko nikomu ne smije reći koje su im boje oči te im je naravno zabranjeno gledati u reflektirajuće površine, potrebno je naći algoritam kako će pojedinac saznati da ima plave oči. Naravno, važno je da barem jedna osoba ima plave oči. I u ovoj igri učenici daju pregršt ideja i zajednički, uz pomoć voditelja, dolaze do principa rješavanja problema pa onda i do konačnog rješenja.

Naravno da nisu svi problemi pogodni za igru pa će se tu naći i drugih izazova koji se pojavljuju i na raznim natjecanjima kao što su Klokani, ali (na traženje učenika) i zadatci s ostalih matematičkih natjecanja.

Primjeri zadataka i igara koji su rađeni s učenicima u školskoj godini 2021./2022. mogu se naći u radu koji je dobio Rektorovu nagradu za tu godinu<sup>1</sup>.

## Informatičke radionice

Kao što smo već rekli, informatičke radionice počele su se održavati od 2014. godine. Na radionicama u informatičkim učionicama učenici svladavaju rješavanje problema korištenjem programskog jezika Python.

Cilj radionica iz programiranja u okviru programa RADDAR je poticanje algoritamskog načina razmišljanja i sposobnost strukturiranog rješavanja problema kod učenika. Izabran je programski jezik Python koji je zbog svojih sintaktičkih svojstava i velikog broja pratećih programskih knjižnica s pedagoškog i didaktičkog gledišta najpogodniji kao programski jezik za početno programiranje. Radionice se odvijaju na tri razine: početna razina (uglavnom za učenike 5. i 6. razreda), srednja razina (za učenike koji su već usvojili osnovne koncepte programiranja – najčešće učenici 6. i 7. razreda) te napredna razina (za učenike koji su već znatno napredovali u rješavanju problema programiranjem, u pravilu su to učenici 7. i 8. razreda no nađe se i mlađih).

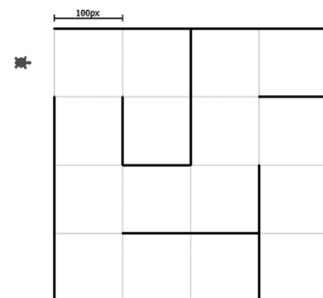
I na ovim radionicama voditelji odabirom problema nadopunjuju osnovna učenikova znanja koja su stekli u redovnom obrazovnom sustavu odnosno svakim sljedećim problemom proširuju i nadograđuju prethodno stečena znanja i vještine.

Voditelji radionica na svim radionicama polaznicima pristupaju individualno kako bi maksimalno potaknuli razvoj svakog od njih. Osim poticanja da polaznici usvoje osnovne algoritamske koncepte velika pažnja posvećuje se rješavanju nekog od problema. Tu je veliki naglasak dan na uočavanje problema, definiranje manjih dijelova problema i potom određivanje strategije rješavanja problema. Naravno da se prije samog programskog rješenja određuju ulazni i izlazni parametri i odabire najbolji mogući algoritam primjeren dobi učenika.

U sklopu radionica njeguje se i timski rad tako da se dvoje do troje učenika potiče da zajednički riješe problem, ali tako da svatko radi na svojem dijelu problema te da sve objedine u cjelovito rješenje.

U grupi za 5. i 6. razred na samom se početku odabiru problemi s grafičkim prikazima jer su ti problemi bliski učenicima, a ujedno se rješavanjem tih problema koriste i produbljuju i znanja iz matematike. Na taj način učenici dodatno uočavaju važnost učenja matematike. Jedan od prvih zadataka problem je prolaska kornjače kroz labirint, Slika 7. Ovdje učenici na početku svladavaju pojam naredbe izrade programa u kojem vode kornjaču kroz labirint da bi kasnije bili motivirani napraviti vlastiti labirint.

Nakon svladavanja osnovnih programskih koncepata na primjerima kornjačine grafike učenici počinju rješavati i probleme s prirodnim i cijelim brojevima. Jedan od problema s kojim se učenici suočavaju je problem kupovine minimalne količine pločica kako



Slika 7. Labirint

bi se popločala određena površina. I ovdje se radi o vezi s gradivom iz matematike koji učenici uče u 5. i 6. razredu. Tijekom svih radionica učenici imaju i cijeli niz kvizova i raznih grupnih igara kroz koje dolaze do ideje za rješavanje problema.

U grupi u kojoj su učenici koji već imaju određene kompetencije u području rješavanja problema programiranjem obrađuju se problemi koji se razlažu u manje programske cjeline. Tu se pojavljuju problemi u kojima se uz programske petlje ponekad koriste i vlastite funkcije. Naravno, na početku su to jednostavniji problemi iz svakodnevnoga života, ali i problemi s prirodnim brojevima, tj. razni algoritmi nad prirodnim brojevima. Tijekom godine slijede i problemi kod kojih se koriste složene strukture podataka poput stringova i nizova. Jedan od problema koji se obrađuju je i problem sortiranja brojeva, i to na primjeru visina učenika.

U naprednoj grupi nakon uvodnih problema većinom se rade problemi u kojima je potrebno veći problem razdijeliti u manje probleme te se kod rješavanja većine problema koriste vlastite funkcije i složeni tipovi podataka.

## Radionice na FER-u

Radionice se održavaju subotama od 10 do 13 sati. Tijekom jedne godine održi se od 5 do 6 radionica, s time da je jedna od njih obavezno posvećena području informatike (kriptografija i razni veseli zadatci koji opisuju neke od standardnih algoritama). Obično jedan razred ide u posjet zavodu ili laboratoriju FER-a, dok ostali u svojim učionicama sa svojim voditeljima uz kekse i sokove rade zadatke iz matematike ili informatike. Sam posjet laboratoriju traje oko 30 minuta. Prvo profesor ili asistent iz laboratorija ima kraće izlaganje, nakon toga slijede pitanja, a na kraju učenici mogu isprobati „igračke” iz laboratorija. S obzirom na to da je jedina obaveza voditelja da bude interesantan, mogli smo čuti razne detalje iz svakodnevnog života koji istovremeno potiču na razmišljanje.

Nakon 10 godina aktivnosti teško je prikazati sve posjete zavodima FER-a, no uz već naveden posjet Laboratoriju za podvodne sustave i tehnologije navest ćemo neke koji su nas ugostili.

Svake nam godine jednu od radionica upotpuni Zavod za fiziku; koji put to su prikazi raznih pokusa iz različitih područja fizike u kojima mogu sudjelovati i učenici, a koji puta su to radionice iz određenog područja. Sigurno su dvije posebno zanimljive gdje učenici ulaze u područje astronomije u kojoj u auli FER-a učenici rade 2D model Sunčeva sustava i sve povezuju s crtanjem krivulja drugog reda o kojima do tada baš i nisu previše čuli ili druga u kojoj se govori o mostovima. U potonjoj učenici u grupama dobivaju jednaki materijal (2 arka papira i nekoliko spajalica) te moraju napraviti most što veće nosivosti. Nosivost se mjeri brojem mobitela koji određeni most može podnijeti, Slika 8.



*Slika 8. Most*

Radionice koje su učenicima uvijek zanimljive su i radionice na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija. Ovdje se govori o sportskim ozljedama, rehabilitacijama, o tome kako računalo može potaknuti aktivnost mišića ili koja je uloga računala u snimanju aktivnosti mozga. Čuli su razne detalje o mozgu, a nakon toga su „igrali nogomet”. Na glavu im se spoje elektrode pa kada razmišljaju o plavoj boji, lopta ide u jednom smjeru, a kada bi razmišljaju o zelenoj boji, lopta ide u suprotnom smjeru.

S obzirom na to da ovdje ne možemo prikazati sve aktivnosti na radionicama ni u XV. gimnaziji ni na FER-u, najbolje da nam se priključiš ako si učenik ili učenica viših razreda osnovne škole. Do sada je svake godine ove radionice pohađalo oko 250 djevojčica i dječaka.

### **Literatura:**

1. Marin Belamarić, Bruna Brozović, Patricija Dovijanić, Eleonora Đaković, David Glavaš, Ivan Glogar, Karlo Grgičin, Lovro Horvat, Matej Ivaniček, Ana Marić, Lucija Markotić, Ema Nekić, Petar Prenc, Tvrtko Puškarić, Matko Šimić, Ana Vinković, Paula Žitković, RADDAR radionice iz matematike i programiranja za učenike osnovnih škola, 2022. <https://apps.unizg.hr/rektorova-nagrada/javno/akademске-godine/2021/nagradeni-radovi>