

Didaktički aspekti uporabe online digitalne zbirke zadataka

Didactic Aspects of the Use of Online Digital Workbook

Vinkoslav Galešev
Udžbenik.hr
vgaleseg@enter.bug.hr

Sažetak

Učenje programiranja neminovno se temelji na primjeni programskog jezika u rješavanju problemskih zadataka, za što je potrebna i odgovarajuća zbirka zadataka. Specifičnost programiranja je što zadatak može imati više (točnih) programskih rješenja koja se međusobno mogu razlikovati po brzini izvršavanja, elegantnosti rješenja itd. pa se kao cjelovito rješenje za vrednovanje programskih rješenja nameće online digitalna zbirka zadataka. Budući da u Hrvatskoj ne postoji takva zbirka namijenjena uporabi u nastavi, u tu svrhu kreirali smo namjensku web-aplikaciju i probno je koristili u nekoliko škola.

U ovome radu predstavljamo rezultate provedenog istraživanja tijekom kojeg smo ispitali stavove i mišljenja učenika o upotrebljivosti i didaktičnim aspektima online digitalne zbirke zadataka. Temeljni je zaključak da su učenici prepoznali vrijednosti takve zbirke. Naročito pozitivno vrednuju što odmah mogu dobiti povratnu informaciju o točnosti programskog rješenja. Dobiveni rezultati ukazuju da online digitalna zbirka ispunjava svoju osnovnu didaktičku svrhu – potiče učenike da još više vježbaju zadatke te im pomaže da brže/bolje nauče gradivo. Za cjelovitu sliku o web-aplikaciji potrebno je još prikupiti i mišljenje nastavnika.

Ključne riječi: e-učenje, online učenje, online digitalna zbirka, e-ispitivanje.

Abstract

Learning programming is inevitably based on the application programming language in the resolution of problems, which require adequate collection of tasks (workbook). Specificity of programming is that tasks can have multiple (correct) software solutions which can be distinguished by the speed of performance, elegant solutions, etc. Therefore, a complete solution for evaluating software solutions imposes online digital workbook. Since in Croatia does not exist such a workbook intended for use in the classroom, we have created a dedicated web application which is used in several schools for testing purpose.

In this paper we present results of the study during which we examined the attitudes and opinions of the usability and didactic aspects of online digital workbook. The conclusion is that the students recognize the value of such workbook. Especially positive value is possibility of getting immediately feedback on the accuracy of software solutions. The results indicate that online digital workbook fulfills its essential didactic purpose - encourages and motivates students to further practicing tasks and helps them to learn faster/better learning material. For a complete picture of a web application, it is necessary to collect opinions of teachers.

Keywords: e-learning, online learning, online digital workbook, e-assessment.

Uvod

Nedostatak tiskanih udžbenika jest što su statični, tj. nepromjenjivi do sljedećeg reizdanja. Nasuprot tome, jedna od glavnih prednosti online digitalnih (elektroničkih) udžbenika je njihova fleksibilnost, odnosno mogućnost izmjena i dopuna. Osim toga, online uporaba nastavnih sredstava omogućava nove didaktičke elemente u nastavnom procesu.

U tiskanoj zbirci zadataka s rješenjima, povratna se informacija većinom svodi na dihotomni ishod – rješenje je točno ili nije. Kod rješavanja zadataka iz programiranja postoji dodatna specifičnost – zadatak se gotovo u pravilu može riješiti na više načina. Pronalaženje ne samo točnog nego i optimalnog programskog rješenja od izuzetne je važnosti za usvajanje vještine programiranja. U tom pogledu digitalna zbirka ima prednosti nad analognom, posebice ako je online oblika.

Za pretpostaviti je da didaktički elementi koje nudi i omogućava online tehnologija doprinose kvaliteti učenja, a isto tako i poučavanja, kao što su potvrdila neka dosadašnja istraživanja (Noyes i Garland, 2008).

Osim rješavanja zadataka u užem smislu, online digitalna zbirka omogućava i e-ispitivanje (*e-assessment*). Jedna od ključnih prednosti takvog načina provjere znanja je automatsko vrednovanje rezultata, odnosno računalom potpomognuta evaluacija programskih rješenja.

Automatska evaluacija ima niz prednosti – znatno skraćuje vrijeme ispravljanja zadataka odnosno smanjuje potrebne ljudske resurse, omogućuje brzu i sadržajnu povratnu informaciju ne samo korisnicima čije znanje se provjerava, nego i sastavljaču testova o svakom pojedinom ispitnom zadatku i/ili provjeri u cjelini (Petrović, 2012).

Navedene prednosti bile su motiv da se upustimo u izradu online digitalne zbirke zadataka s automatskom evaluacijom programskih rješenja. Polazište je bilo napraviti takvu zbirku koja će učenicima osigurati podršku u rješavanju problema programiranjem, a nastavnicima omogućiti vođenje i praćenje učenika kroz taj proces.

Na Internetu se može pronaći nekoliko aplikacija za evaluaciju programskih rješenja (npr., Python-evaluator, Pylint, Taskeval). Međutim, nijedna od tih aplikacija nije namjenski kreirana za uporabu u nastavi, odnosno kao specijalizirana podrška nastavnom procesu. Stoga smo se odlučili razviti vlastitu, koja će se poglavito rukovoditi obrazovnim i didaktičkim ciljevima.

Jedno od pitanja koje treba riješiti na samom početku koncipiranja online digitalne zbirke jest način evaluiranja programskih rješenja. Postoje dva pristupa vrednovanju programa:

- analizatori programskog koda koji ispituju više aspekata programskog rješenja: sintaksu, semantiku, tijek programa, njegovu učinkovitost, sigurnost i slično,
- evaluatori programskog koda koji ispituju izlazne vrijednosti (*output*) programa i uspoređuju ih s unaprijed zadanim, referentnim kriterijem.

Budući da je naša web-aplikacija primarno online digitalna zbirka zadataka pomoću koje želimo provjeravati točnost rješenja što ga generira programski kôd, odlučili smo se za potonji pristup, odnosno za *black-box* evaluaciju kakva se koristi i na međunarodnim informatičkim natjecanjima.

1. Cilj istraživanja

Nakon razvoja web-aplikacije za online digitalnu zbirku zadataka, potrebno je ispitati njenu funkcionalnost i očekivane didaktičke učinke za neposredne korisnike, tj. nastavnike i učenike.

Cilj je ovog istraživanja analizirati stavove i mišljenja korisnika prema online digitalnoj zbirci zadataka u funkciji dodatnog nastavnog sredstva, odnosno tijekom primjene u nastavnom procesu, kako bi se ispitali očekivani didaktički aspekti takve web-aplikacije.

Za razumijevanje rezultata ovog istraživanja i njihove interpretaciju, najprije je potrebno opisati osnovne značajke web-aplikacije koja predstavlja online digitalnu zbirku zadataka.

2. Opis aplikacije

Arhitektura web-aplikacije i način rada detaljnije su opisani u njenom prvom javnom predstavljanju (Galešev i Šipek, 2015), a aplikaciju se može isprobati na dostupnoj adresi <http://evaluator.sysprint.hr>.

2.1. Arhitektura sustava

Aplikacija se sastoji od dvije nezavisne komponente: web sučelja (*front end*) i jedne ili više radilica (*back end*). Web sučelje je prezentacijski, a radilica funkcionalni dio.

Kroz **web sučelje** korisniku se prezentira sadržaj digitalne zbirke zadataka. Pomoću njega unosi svoje programsko rješenje odabranog zadatka i prima rezultate njegove evaluacije koji se automatski pohranjuju u bazu podataka.

Radilica je pozadinski program koji od web sučelja prima zahtjeve za evaluaciju koji se zatim asinkrono izvršavaju. Nakon što se pojedini zahtjev izvrši, rezultat evaluacije vraća se web sučelju, odnosno korisniku.

Komunikacija između web sučelja i radilice odvija se preko standardnih TCP/IP socketa.

2.2. Web sučelje

Aplikacija za online zbirku sastoji se od 2 modula:

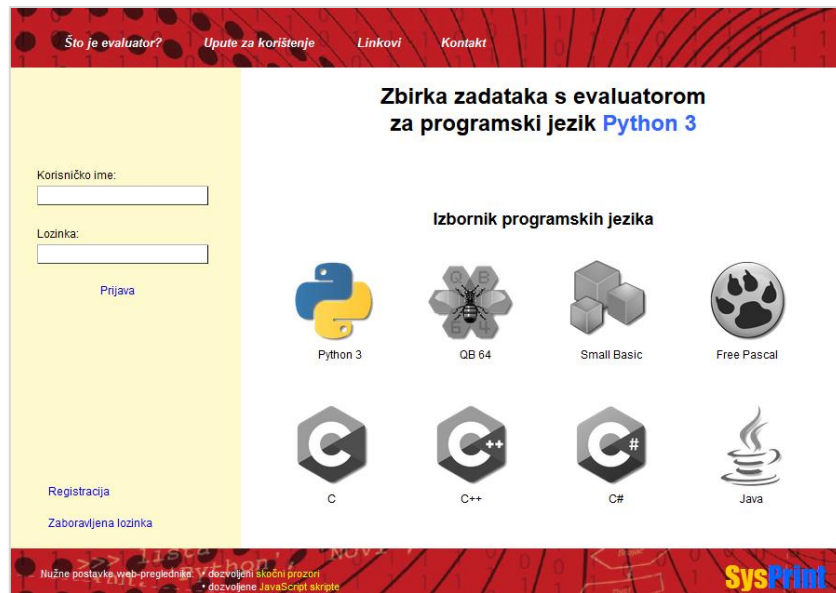
- **Fitness** način rada namijenjen je za vježbanje i (samo)provjeru znanja. Korisnici ga mogu prakticirati svugdje gdje imaju pristup Internetu. Ovaj način ne zahtijeva povezivanje podataka sa školom, razredom ili nastavnikom.
- **Stress** način se koristi za organiziranje i provođenje školskih testova pa zahtijeva određene pripremne radnje (nastavnik mora odabrati zadatke i zakazati vrijeme provođenja testa, učenik se mora prijaviti u razred, itd.).

Autori zadataka određuju je li pojedini zadatak namijenjen za fitness ili za stress način rada.

Web sučelje je organizacijski i funkcionalno podijeljeno u dva modula koji se aktiviraju ovisno o vrsti prijavljenog korisnika (učenik ili nastavnik).

2.2.1. Modul za učenike

Tijekom prijave na uvodnoj web stranici (slika 1) učenik bira način rada (fitness ili stress) te za koji programski jezik će rješavati zadatke.



Slika 1. Uvodna stranica online digitalne zbirke zadataka.

Na slici 2 prikazana je stranica za rješavanje jednog fitness zadatka. Učenik može učitati rješenje iz datoteke na svojem računalu ili ga upisati u tekstni okvir.

br	vrijeme	evaluacije	% toč.	omjer
4.	16.02.2015. 19:19:52	11111	100,0	5/5
3.	16.02.2015. 19:19:18	00000	0,0	0/5
2.	12.02.2015. 09:06:03	11111	100,0	5/5
1.	12.02.2015. 09:05:45			-/-

Zadatak: S2U6.1_1f U/I podaci

Zadatak 1f.

Napiši program koji učitava prirodni broj n i ispisuje umnožak parnih prirodnih brojeva manjih ili jednakih n .

Rješenje u 16.02.2015. 19:19:18 || →

```

n = int(input())
s = 1
for i in range(1, n + 1):
    if i % 2 == 0 and i <= n:
        s = s*i
print(s)

```

Rješenje: učitaj datoteku / upiši rješenje Pretraži... evaluiraj

```

n = int(input())
s = 1
for i in range(1, n + 1):
    if i % 2 == 0 and i <= n:
        s = s*i
print(s)

```

Slika 2. Rješavanje zadatka i slanje rješenja na evaluaciju.

Dugme U/I podaci služi za prikaz referentnih ulazno/izlaznih podataka s kojima se uspoređuje izlaz (*output*) programskog rješenja učenika. Pomoću dugmeta → učenik može učitati jedno od svojih prijašnjih rješenja, popraviti ga i ponovo poslati na evaluaciju (tzv. **reevaluacija**).

Poseban didaktički značaj ima dugme || koje omogućava usporedbu referentnih izlaznih podataka i podataka koje generira učenikovo rješenje. **Komparator outputa** pronalazi izlazne podatke koji se razlikuju od referentnih te ih oboji crvenom bojom (slika 3). Na taj način pomaže učeniku u otkrivanju grešaka.

Zadatak: 4. (S2U5_4) - Zadatak 4

Rješenje zadatka

```
n = int(input())

if n % 10 > n // 10:
    print('Jedinica')
else:
    print('Desetice')
```

Usporedba izlaznih podataka

par	testni output	output učenika
1.	Jedinica	Jedinica
2.	Desetice	Desetice
3.	Jedinica	Jedinica
4.	Jedinica	Jedinica
5.	Desetice	Desetice

Slika 3. Detekcija pogrešnih izlaznih podataka (komparator outputa).

Postupak prijave rješenja i njegove evaluacije tijekom pisanja školskog testa (**stress** način rada) sličan je fitness-u, ali postoje određene razlike. Npr., da bi nastavnik imao cjelovit uvid u sve pokušaje rješavanja pojedinog zadatka, u stress načinu nije omogućena reevaluacija rješenja. Naime, nije svejedno je li učenik riješio zadatak u jednom ili u više pokušaja.

2.2.2. Modul za nastavnike

Modul za nastavnike omogućava nastavniku da:

- organizira razredna odjeljenja u školi te uređuje i ažurira podatke učenika,
- pregledava i nadopunjuje zadatke iz zbirke,
- priprema i provodi školske testove,
- nadzire rad učenika tijekom rješavanja školskog testa
- analizira uspješnost školskog testa i ispisuje njegove rezultate,
- prati rad učenika tijekom uporabe zbirke na *fitness* način (u školi i izvan nje).

Tijekom rješavanja testa nastavnik na svojem računalu ima pregled nad radom učenika – koje zadatke su riješili i koje rezultate su postigli. Ti se podaci prikazuju u stvarnom vremenu na stranici **dashboard** (slika 4.).

Četvrti test - 2.a razred

refresh: 10 sek isključi
(klik na omjer za detaljni prikaz)

ime i prezime	S2U3.2_17	S2U3.2_18	S2U3.2_19
Aleksandar Adamić	9/10	4/6	6/7
Barbara Bratković	5/10	5/6	
Cvjetka Čiković	7/10	5/6	6/7
Emanuela Ercegovac	6/10		
Filip Filipčić	7/10		
Gregor Grgurević		6/6	6/7
Hinko Hauserl	8/10		
Ilijana Ilijašević	6/10		
Josipa Jocić	8/10		6/7
Astrid Kruletić	10/10	6/6	7/7
Luka Lacković		6/6	
Leonarda Leontijev	9/10	5/6	
Miroslav Miočinović	6/10		
Nada Narančić	3/10	0/6	0/7
Šiško Šižgorić			

Slika 4. Nadzor rješavanja školskog testa u stvarnom vremenu.

Osim nadzora, nastavnik može analizirati postignuća učenika za svaki zadatak – koliko je učenik imao pokušaja rješavanja i s kojim ishodom te koje programsko rješenje je poslao na evaluaciju.

Učenje i vježbanje učenika kod kuće u klasičnoj je nastavi obično velika nepoznanica nastavniku. Da bismo iskoristili prednosti online zbirke, nastavniku je omogućen uvid u fitness način rada učenika kod kuće (modula **Vježbe**). Procedura radi slično kao *dashboard* za školski test, s tom razlikom da nastavnik ovdje bira dan za koji želi dobiti pregled.

2.3. Pedagoški i didaktički aspekti

Kao što je rečeno, zanimalo nas je kako korisnici (nastavnici i učenici) vrednuju uporabu online digitalne zbirke zadataka u nastavne svrhe, poglavito u odnosu na klasičnu, tiskanu zbirku zadataka.

Očekivane pedagoške i didaktičke prednosti online zbirke zadataka:

a) za nastavnike

- Dopunjavanje zbirke vlastitim zadacima.
- Jednostavno kreiranje i uređivanje školskih testova.
- Praćenje rješavanja školskog testa u stvarnom vremenu.
- Uvid u cjelokupan postupak rješavanja zadatka, tj. uvid u sve učenikove pokušaje njegovog rješavanja.
- Detekcija grešaka pomoću komparatora izlaznih podataka.
- Uvid u vremenski slijed rješavanja zadatka (koji zadatak je učenik najprije riješio a koji posljednji).
- Usporedba zadataka po težini (koji zadatak su riješili skoro svi a koji gotovo nitko).
- Praćenje korištenja zbirke zadataka kod kuće.

b) za učenike

- Trenutni uvid u točnost rješenja.
- Mogućnost reevaluacije rješenja.
- Otkrivanje grešaka pomoću komparatora izlaznih podataka.
- Automatsko arhiviranje i uređeno prikazivanje dosadašnjih programskih rješenja.
- Dostupnost zbirke u bilo koje vrijeme.
- Dostupnost zbirke na mobilnim uređajima.
- Zbirku ne treba nositi sa sobom niti se može izgubiti.

Osim očekivanih prednost, potrebno je ispitati i moguće nedostatke. Zanimalo nas je kako korisnici doživljavaju "nehumanu" evaluaciju od strane računala, posebice zbog *black-box* načina vrednovanja koji doživljava kritike zbog svoje strogosti i krutosti (Forišek, 2006).

3. Metodologija

U testnoj fazi je online zbirka korištena samo u srednjim školama i to na dragovoljnoj osnovi. Odvijala se tijekom drugog polugodišta školske godine 2014/2015, kada su i prikupljeni podaci za ovo istraživanje.

3.1. Uzorak

Budući da je aplikacija bila u primjeni kratko vrijeme i da je tek nekoliko škola sudjelovao u njenom testiranju, nije prikupljen dovoljan broj učitelja za anketno ispitivanje. Stoga su ovdje prezentirani samo rezultati anketiranja učenika iz tri srednje škole: III. gimnazija (Split), Gimnazija Lucijana Vranjanina (Zagreb) i Srednja škola Krapina (Krapina). Od 223 učenika koji su koristili zbirku, njih 61 dragovoljno je pristalo na ispunjavanje anketnog upitnika.

3.2. Mjerni instrument

Za potrebe ovog istraživanja kreirali smo anketni upitnik od 14 pitanja (navedena su u tablicama 1.a do 3.). Četvrto (p4 - Što ti je dobro u zbirci?) i peto pitanje (p5 - Koje su loše značajke ove zbirke?) su pitanja s višestrukim izborima pa su u tablicama ti izbori prikazani kao potpitanja. Četiri pitanja (p6, p7, p12 i p13) inicijalno su bila otvorenog tipa kako bismo prikupili što širi spektar odgovora.

3.3. Prikupljanje i obrada podataka

Anketna su pitanja ugrađena u online digitalnu zbirku tako da su se i odgovori ispitanika prikupljali na online način.

Nakon prikupljenih podataka, slobodni odgovori na pitanja otvorenog tipa kategorizirani su u manji broj odgovora, nakon čega je provedena kvantifikacija svih odgovora.

Podaci su obrađeni statističkim paketom SPSS. Primijenjena je deskriptivna analiza te analiza razlika učestalosti pojedinih odgovora pomoću χ^2 testa s egzaktno izračunatom razinom značajnosti.

4. Rezultati i interpretacija

U tablicama koje slijede statistički značajne razlike u učestalosti pojedinih odgovora (χ^2 test) prikazane su podebljano.

U pitanjima koja se odnose na razloge uporabe online digitalne zbirke i namjeru njenog daljnjeg korištenja učenici odgovaraju da je koriste jer je korisna i jer nastavnik to zahtijeva (ukupno 90,2%), a većina učenika (86,9%) koristila bi je i bez da nastavnik to traži. Ako bi učenici morali birati, velika većina bi za vježbanje odabrala upravo ovakvu online digitalnu zbirku (88,5%) a još više njih (98,4%) preporučila bi je drugima za vježbanje.

Tablica 1a. Stavovi i mišljenja o online digitalnoj zbirci.

p2 Zašto upotrebljavaš zbirku	f	%	Hi ²	df	sig.
nastavnik to traži	5	8,2	40,71	3	0,000
korisna je za učenje	25	41,0			
oboje	30	49,2			
drugo	1	1,6			
p11 Da možeš birati, što bi odabrao za vježbanje zadataka	f	%	Hi ²	df	sig.
tiskanu zbirku	2	3,3	83,84	2	0,000
digitalnu zbirku	5	8,2			
online digitalnu zbirku (kao što je ova)	54	88,5			

Sto se tiče korisnosti zbirke i njene uloge u poticanju učenja/vježbanja, učenici se slažu da ih ova zbirka potiče da još više vježbaju zadatke (78,7%), te im pomaže da brže i/ili bolje nauče gradivo (95,1%). Zanimljivo je da ovi rezultati i percepcija zbirke kao poticajnog nastavnog sredstva ne koreliraju s poticanjem na učenje gradiva iz udžbenika.

Tablica 1b. Stavovi i mišljenja o online digitalnoj zbirci – nastavak.

anketna pitanja	da %	ne %	Hi ²	df	sig.
p3 Bi li koristio/la zbirku i bez da nastavnik to traži	86,9	13,1	15,75	1	0,000
p41 Zbirka slijedi gradivo iz udžbenika	49,2	50,8	0,02	1	1,000
p42 Dostatan broj zadataka	49,2	50,8	0,02	1	1,000
p43 Odmah vidim je li mi rješenje točno	85,2	14,8	30,31	1	0,000
p44 Mogućnost reevaluacije prijašnjeg rješenja	45,9	54,1	0,41	1	0,609
p45 Pregledno i jednostavno sučelje	39,3	60,7	2,77	1	0,124
p46 Aplikacija pamti sva moja rješenja	47,5	52,5	0,15	1	0,798
p51 Premalo raznovrsnih zadataka	44,3	55,7	0,8	1	0,443
p52 Nedostaje oznaka težine zadatka	45,9	54,1	0,41	1	0,609
p53 Evaluator je prestrog - gleda svaku sitnicu	42,6	57,4	1,33	1	0,306
p54 Evaluator ne može vrednovati sve aspekte rješenja	47,5	52,5	0,15	1	0,798
p55 Nastavnik ima previše uvida u moj rad i vježbanje	9,8	90,2	39,36	1	0,000
p56 Sučelje je prenatrpano informacijama	9,8	90,2	39,36	1	0,000
p8 Potiče li te zbirka da još više vježbaš zadatke	78,7	21,3	20,08	1	0,000
p9 Potiče li te zbirka da više učiš gradivo iz udžbenika	60,7	39,3	2,77	1	0,124
p10 Pomaže li ti zbirka da brže i/ili bolje naučiš gradivo	95,1	4,9	49,59	1	0,000
p14 Bi li zbirku preporučio/la drugima za vježbanje	98,4	1,6	57,07	1	0,000

Na šest potpitanja o tome što je učenicima dobro u zbirci (p4) mišljenja su podijeljena, osim što velika većina učenika smatra (85,2%) da je dobro što odmah mogu dobiti informaciju o točnosti njihovog rješenja zadatka.

I kod šest potpitanja o lošim značajkama ove zbirke (p5) mišljenja učenika su podijeljena. Jedino se slažu da nastavnik nema previše uvida u rad učenika (90,2%) i da sučelje web-aplikacije nije prenatrpano informacijama (90,2%).

Analiza kategorija odgovora na pitanja otvorenog tipa što bi učenici promijenili u zbirci (p6) i što bi joj dodali (p7) prikazana u tablici 2. ukazuje da gotovo polovica učenika (47,5%) ništa ne bi promijenila, a više od trećine (39,3%) bi dodala veći broj (raznovrsnih) zadataka. Pomalo neočekivano, relativno je nizak postotak učenika (8,2%) koji smatraju da je način evaluacije prestrog.

Tablica 2. Nedostaci online digitalne zbirke zadataka.

p6 Što bi promijenio/la u zbirci	f	%	Hi ²	df	sig.
ništa/ne znam	29	47,5	74,21	7	0,000
dizajn sučelja	4	6,6			
premalno testnih I/O primjera	5	8,2			
prestrog način evaluacije	5	8,2			
nema pojašnjena/teorije	2	3,3			
nema oznake težine zadatka	2	3,3			
premalno (raznovrsnih) zadataka	4	6,6			
drugo	10	16,4			
p7 Što bi dodao/la u zbirku	f	%	Hi ²	df	sig.
ništa/ne znam	14	23,0	29,20	5	0,000
oznaka težine zadatka	3	4,9			
prikaz točnih rješenja	6	9,8			
pomoć u otkrivanju grešaka	6	9,8			
više (raznovrsnih) zadataka	24	39,3			
drugo	8	13,1			

Odgovori na pitanja otvorenog tipa o prednostima (p12) i nedostacima (p13) online digitalne zbirke nad tiskanom zbirkom (tablica 3.) daju još jasniju sliku. 41% učenika vidi prednost zbog brze provjere točnosti rješenja, a 26,2% smatra da je jednostavna odnosno lakša za

uporabu, dok 14,8% učenika cijeni što je online zbirka uvijek dostupna. Ne treba zanemariti i odgovor 9,8% učenika da je prednost što se online zbirka ne može izgubiti.

Tablica 3. Prednosti i nedostaci online digitalne zbirke u odnosu na tiskanu.

p12 Koje su prednosti ovakve zbirke u odnosu na tiskanu	f	%	Hi ²	df	sig.
ništa/ne znam	5	8,2	22,85	4	0,000
brza provjera točnosti rješenja	25	41,0			
jednostavna/lakša uporaba	16	26,2			
uvijek dostupna	9	14,8			
ne može se izgubiti	6	9,8			
p13 Koji su nedostaci ovakve zbirke u odnosu na tiskanu	f	%	Hi ²	df	sig.
ništa/ne znam	28	45,9	48,67	5	0,000
nedostupnost računala/interneta	13	21,3			
premalo zadataka	2	3,3			
premalo objašnjena/nema rješenja zadataka	6	9,8			
prestroga način evaluacije	1	1,6			
drugo	11	18,0			

Gotovo pola učenika (45,9%) ne nalazi nedostatke u odnosu na tiskanu zbirku. Ipak, 21,3% učenika zabrinjava što se online zbirka ne može koristiti ako nemaju pristup računalu ili internetu. Ovaj relativno visoki postotak potaknuo je detaljniju analizu odgovora unutar ove kategorije. Ukratko, ne radi se o tehnološkim problemima ili nedostupnosti infrastrukture za povezivanje s Internet mrežom nego, posve neočekivano, o drugoj vrsti uzroka koju ćemo ilustrirati jednim od odgovora "Ako imamo kaznu pa ne smijemo na računalo."

Zaključak

Rezultati istraživanja nedvosmisleno upućuju na zaključak da su učenici prepoznali uporabnu i didaktičku vrijednost online digitalne zbirke zadataka. Ne samo što je kao medij u svakom pogledu bolja od tiskane zbirke, već nudi i nove mogućnosti primjene u didaktičke svrhe.

Učenici naročito vrednuju što odmah mogu dobiti povratnu informaciju o točnosti njihova programskog rješenja, a mogućnosti za poboljšanje zbirke vide u dodavanju još više zadataka, po mogućnosti što raznovrsnijih.

Posebice možemo biti zadovoljni što online digitalna zbirka ispunjava svoju temeljnu didaktičku svrhu – potiče učenike da još više vježbaju zadatke te im pomaže da brže/bolje nauče gradivo.

Svakako, za cjelovitu sliku o aplikaciji nedostaje još i mišljenje nastavnika, pa će to biti učinjeno u što skorije vrijeme.

Dosadašnja iskustva u korištenju aplikacije ukazuju da je potrebna određena doza opreza i pažljive pripreme u sastavljanju digitalne zbirke zadataka, posebice u pogledu načina evaluacije programskih rješenja. Pojedini autori koji su analizirali učinkovitost *black-box* metode ističu nedostatke takvog načina evaluacije, sve do kritika da u nekim slučajevima postoje zadaci za koje se uopće ne mogu napisati odgovarajući referentni ulazno/izlazni podaci (van Leeuwen, 2005). Stoga ih je potrebno pažljivo sastavljati te provjeriti na što više konkretnih primjera.

U svrhu daljnjeg razvoja aplikacije planiramo uvesti nekoliko tehnoloških poboljšanja:

- implementacija evaluacije na osnovu metrike trajanja izvršavanja programa,
- mogućnost evaluacije programskih rješenja koja zahtijevaju pristup datotečnom sustavu,
- mogućnost zadavanja referentnih rezultata u slobodnijoj formi, uporabom regularnih izraza,
- izvršavanje radilica na Unix, odnosno Linux operacijskim sustavima,
- implementacija komunikacije web sučelja s radilicama putem SSL protokola.

Iskustva primjene aplikacije u stress načinu rada (pisanje školskih testova) navodi nas na još jedno nužno područje razvoja - sprječavanje prepisivanja učenika. U novoj testnoj verziji ugradili smo zaštitne mehanizme od prepisivanja. Međutim, tek moramo ispitati njihovu učinkovitost, jer učenici znaju biti vrlo inventivni u iznalaženju novih načina prepisivanja i zaobilazanju mehanizama za njihovo sprječavanje.

Izvori i literatura

1. Forišek, M. On the Suitability of Programming Tasks for Automated Evaluation, *Informatics in Education*, 2006, vol. 5, br. 1, str. 63–76.
2. Galešev, V. i Šipek, R. Digitalna zbirka zadataka s evaluatorom programskih rješenja, U: 38. *međunarodni skup MIPRO*, 2015, str. 1121-1126.
3. Noyes, J. M. i Garland, K. J. Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent?, *Ergonomics*, 2008, vol. 51, br. 9, str. 1352-1375.
4. Petrović, J. Primjena računala u provjeri znanja, kvalifikacijski doktorski ispit (online), 2012., (citirano 20.09.2015), dostupno na adresi: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Juraj_Petrovic_,KDI.pdf
5. van Leeuwen, W. T. A critical analysis of the IOI grading process: with an application of algorithm taxonomies (online), Technische Universiteit Eindhoven, Faculty of Mathematics and Computing Science, 2005, (citirano 20.09.2015), dostupno na adresi: <http://alexandria.tue.nl/extra1/afstversl/wsk-i/leeuwen2005.pdf>.