

UDC: 004.42:658.8

Info M: str. 4-10

## OČENJIVANJE VEŠTINE TIMSKOG RADA PROGRAMERA – STUDIJA SLUČAJA<sup>1</sup> ASSESSING PROGRAMMERS' COLLABORATION SKILL – A CASE STUDY

Bojan Tomić<sup>1</sup>, Jelena Jovanović<sup>1</sup>, Nikola Milikić<sup>1</sup>, Zoran Ševarac<sup>1</sup>, Sonja Dimitrijević<sup>2</sup><sup>1</sup>Fakultet Organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu<sup>2</sup>Institut Mihajlo Pupin

**REZIME:** Dobri programeri moraju posedovati različite programerske (tehničke) veštine i znanja, ali i odgovarajuće lične osobine i veštine kako bi se uklopili u radno okruženje. Jednu od najvažnijih ličnih veština u ovom smislu predstavlja timski rad, odnosno veština kolaboracije. Međutim, u obrazovanju se često zanemaruje ova veština, pogotovu u kontekstu programiranja. Pošto se ne izdaju diplome i sertifikati za timski rad, niti se on ocenjuje, poslodavci moraju da testiraju kandidate prilikom zapošljavanja (često su to testovi ličnosti), a kasnije i da ih dodatno obučavaju za timski rad. U ovom radu je prikazana studija slučaja koja obuhvata organizovanje kursa programiranja u kome se osim tehničkih znanja i veština iz odgovarajućih tehnologija, podstiče razvoj i procenjuje kolaboracija studenata. Posebne pedagoške rubrike i pokazatelji su napravljeni u tu svrhu i korišćeni su uporedo sa softverskim alatima za kolaborativni rad programera. Upotrebljeni su digitalni otvoreni bedževi kao način za priznavanje postignutog nivoa kolaboracije, ali i ostalih programerskih veština. Ovi bedževi, osim podataka o tome koji je nivo veštine postignut i ko ih izdaje, omogućuju direktan pristup onome što je konkretno urađeno, kao i kriterijumima vrednovanja postignuća. Stoga, oni mogu biti korisni i poslodavcima i kandidatima za posao.

**KLJUČNE REČI:** Programiranje, lične veštine, timski rad, otvoreni bedževi, edukacija

**ABSTRACT:** Good programmers must be versatile. They need to possess various programming (technical) skills and knowledge, but also appropriate personal traits and soft skills to fit into the work environment. Perhaps one of the most important soft skills in this context is collaboration. Unfortunately, this skill is often overlooked in education, especially in the context of programming. And since diplomas and certificates for collaboration are not issued, the employers must themselves test applicants on a job interview (they often use personality tests) and later train them to work in teams. This paper presents a case study that deals with organizing a programming course in Java. The course, in addition to technical knowledge and skills in relevant technologies, fosters the development and assessment of students' collaboration skill. Special pedagogical rubrics and indicators were developed to support these processes and were used along with software tools for collaborative programming. Digital open badges were used as means of acknowledging the achieved skill level – both for technical skills and collaboration skills. These badges, in addition to the skill level achieved and badge issuer data, contain digital evidence of the work performed, as well as the assessment criteria. Therefore, they may be useful for both employers and job applicants.

**KEY WORDS:** Programming, soft skills, collaboration, open badges, education

<sup>1</sup> Ovaj rad je nastao kao rezultat projekta "GRASS – Grading Soft Skills", reg. br. 543029-LLP-1-2013-1-RS-KA3-KA3MP, koji finansira Evropska komisija u okviru svog LLP programa („Lifelong Learning Programme“). U radu se odražavaju samo stavovi autora i Evropska komisija se ne može smatrati odgovornom za bilo koju potencijalnu upotrebu ili akciju na osnovu informacija koje se u njemu nalaze.

### 1. UVOD

U obrazovanju profila kadrova koji uključuju programiranje obično se stavlja akcenat na sticanje tehničkih znanja potrebnih za programiranje, kao i tehničkih veština za primenu tog znanja: programiranje, testiranje, rad sa bazama podataka, i slično. Međutim, često se zanemaruju lične veštine (eng. „soft skills“) koje su takođe neophodne za uspešan rad: kolaboracija, sposobnost rešavanja problema, inovativnost, dobra komunikacija, itd. Lične veštine su „skup prenosivih veština koje podrazumevaju lične i društvene osobine i sposobnosti“ [1] i značajno se razlikuju u odnosu na tehničke veštine, odnosno veštine koje su pretežno zasnovane na tehničkom znanju [2]. U modernim edukativnim i radnim okruženjima nameće se i problem njihovog priznavanja, jer ih je teško vrednovati i oceniti, tako da ne postoje široko rasprostranjene diplome i sertifikati za lične veštine.

Kolaboracija je jedna od najvažnijih ličnih veština za programere jer se razvoj programa skoro nikad ne radi individualno, već u timovima. To potvrđuje i činjenica da softverski alati za kolaborativno programiranje postoje već odavno, i da

je njihova upotreba sveprisutna, kao i to da je kolaboracija uvrštena u jednu od takozvanih veština 21. veka (eng. „21st Century Skills“) [3].

Kolaboracija pripada grupi ličnih veština za rad sa drugima (eng. „working with others“) i podrazumeva: prepoznavanje jačih i slabijih strana kod sebe i drugih članova tima i dodeljivanje uloga u skladu sa tim; sposobnost da se grupno planira i postave ciljevi kao i da se kasnije prati njihova realizacija; sposobnost uočavanja trenutka kad da se priča, a kad da se samo sluša [4]. U kontekstu programiranja, kolaboracija podrazumeva zajednički rad više ljudi u isto vreme na istom projektu sa ciljem razvoja nekog programa.

U poslednjih par godina se sve češće koriste (digitalni) otvoreni bedževi kao dopuna za diplome i sertifikate, pogotovo kada je priznavanje specifičnih tehničkih, ali i ličnih veština, u pitanju. Digitalni otvoreni bedževi, ili samo otvoreni bedževi (eng. „Open Badges“), omogućavaju priznavanje veština, interesovanja i postignuća van granica organizacija [5] jer su zasnovani na otvorenom tehničkom standardu - „Open Badge Infrastructure (OBI)“ [6]. Digitalni bedž je indikator nekog postignuća, veštine, kvaliteta ili interesovanja; može se dobiti u

okviru najrazličitijih obrazovnih okruženja [7], a sadrži i dokaz o tome šta je osoba tačno uradila da bi dobila taj bedž.

U ovom radu je opisana studija slučaja u okviru koje je organizovan kurs iz Java programiranja. U njemu se, osim tehničkih veština, ocenjivala i kolaboracija (timski rad). Pedagoška osnova za ocenjivanje kolaboracije je data u vidu rubrika za nastavnike koje su prilagođene ovom konkretnom kursu i na osnovu kojih su izvedeni odgovarajući pokazatelji i metrike. Priznavanje tehničkih veština i kolaboracije kao lične veštine se vršilo dodeljivanjem odgovarajućih otvorenih bedževa.

## 2. MOTIVACIJA

Skoro svi pristupi za razvoj softvera podrazumevaju niži ili viši nivo kolaboracije unutar tima za razvoj softvera. Tu se pogotovu ističe skup "agilnih" pristupa za razvoj softvera (eng. "agile methods"), u kojima se uvode konkretne tehnike i podsticaji za razvoj kolaboracije: samo-organizujući timovi, programiranje u parovima, stalna saradnja sa naručiocima posla, sastanci na dnevnom nivou, preferencija ka sastancima licem-u-lice itd. [8]. Međutim, iako se kolaboracija podstiče i stavlja u prvi plan, nijedan od ovih pristupa ne podrazumeva procenu nivoa postignute kolaboracije niti sadrži jasno definisanu pedagošku osnovu za razvoj i procenu kolaboracije kao veštine.

Studija slučaja opisana u ovom radu je realizovana sa ciljem da se (kroz konkretan kurs) isproba pristup u kojem se lične veštine programera pre svega mere, vrednuju i ocenjuju uz postojanje odgovarajuće evidencije (digitalni bedževi). Cilj je bio da se razviju konkretni pokazatelji kojima se može oceniti postignut nivo kolaboracije tima (i svakog od članova) i onda videti gde treba dodatno poraditi na razvoju ove veštine.

## 3. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Kolaborativna veština programera obuhvata: ličnu veštinu kolaborativnog rada, i tehničku veštinu rada sa softverskim alatima za kolaborativno programiranje. Nazivi pod kojima se ovi alati mogu naći su sistem za kontrolu verzije softvera (eng. „version control system“ - u daljem tekstu VCS), sistem za kontrolu revizije softvera (eng. „revision control system“), menadžeri izvornog koda (eng. „source code manager“), itd. Prema zvaničnom korpusu znanja iz softverskog inženjerstva (eng. „SWEBOOK – Software Engineering Body of Knowledge“ [8]), VCS alati pripadaju grupi alata za upravljanje konfiguracijom softvera i omogućavaju da više programera istovremeno radi na istom programu, memorišu ko je tačno menjao koji deo koda i kada, i čuvaju sve verzije izvornog koda (revizija, eng. „revision“ ili „commit“) u repozitorijumu koda.

VCS alati se, prema načinu funkcionisanja, najčešće dele u dve grupe [9]: centralizovani, tj. klijent-server model (npr. CVS<sup>1</sup> i Subversion<sup>2</sup>) i distribuirani (npr. Mercurial<sup>3</sup> i Git<sup>4</sup>). U smislu organizacije rada, centralizovani sistemi prirodno na-

meću centralizovani model organizacije (eng. „centralized coding model“) u kojem je svaki član tima podjednako odgovoran i ima sva prava nad repozitorijumom koda, dok distribuirani VCS omogućavaju i drugačije modele [10]. Dodatnu pogodnost u radu sa VCS alatima čini to što postoji veliki broj sajtova koji omogućavaju besplatno (ili veoma jeftino) postavljanje i održavanje repozitorijuma koda na njihovim serverima i to za jedan ili više konkretnih VCS [11].

Što se tiče kolaboracije kao lične veštine, jedna od obuhvatnijih definicija navodi da se pod njom podrazumeva efektivna interakcija sa drugima, efektivni rad u timovima heterogene strukture i upravljanje projektom, pri čemu svaka od ovih kategorija ima i svoje podceline u smislu znanja, veština i sistema vrednosti [4]. Prema drugoj definiciji, kolaboracija podrazumeva da više ljudi zajednički radi neki posao, ali pri tome: moraju imati zajedničku odgovornost za ishod, ključne odluke moraju donositi zajedno, a njihov rad treba da bude sačinjen od međuzavisnih celina – svako je odgovoran za svoj deo posla, ali svi zajedno moraju da prilagode to što rade da bi krajnji izlaz bio dobar [12].

Pedagošku osnovu za ocenjivanje kolaboracije studenata u ovom radu čine pedagoške rubrike razvijene u okviru projekta Grading Soft Skills (GRASS), evropskog projekta usresređenog na razvoj i vrednovanje ličnih veština [13]. U GRASS rubrikama, koje su nastale na osnovu rubrika za veštine 21. veka [12], definišu se četiri široke grupe ličnih osobina kao i odgovarajući kriterijumi i načini njihovog ocenjivanja: veštine razmišljanja, veštine rada, veštine razmišljanja sa drugima i veštine rada sa drugima. Prilagođavanje ovih rubrika i razvoj pokazatelja za ocenjivanje kolaboracije programera su morali biti izvršeni u cilju operacionalizacije u kontekstu kursa koji je opisan u ovom radu. Konačni rezultat je prikazan u narednim poglavljima.

U cilju priznavanja tehničkih i ličnih veština, u ovom kursu su korišćeni otvoreni bedževi (u daljem tekstu OB). Prema OBI standardu [6], svaki OB bi trebalo da ima sledeće elemente: sliku (grafičku reprezentaciju), naziv, opis, kriterijum za ocenjivanje, podatke o *izdavaocu* bedža (eng. „issuer“), dokaz o tome šta je konkretno urađeno, datum izdavanja, standarde koji jednoznačno definišu veštinu/postignuće na koje se bež odnosi i tagove koji opisuju veštinu/postignuće na neformalan način. Osoba koja je dobila OB (eng. „earner“) može svoje OB dobijene od različitih organizacija sakupiti, organizovati i po želji prikazivati uz pomoć odgovarajućih softverskih alata (eng. „badge displayer“), kao npr. Mozilla Backpack<sup>5</sup> ili Credly<sup>6</sup>. Te bedževe onda mogu da pregledaju i priznaju zainteresovane strane (eng. „badge consumers“), primarno poslodavci, škole i univerziteti.

OB su relativno nova tehnologija, ali se njihova upotreba sve više praktikuje. Javni direktorijum OB u Evropi [14] u ovom trenutku navodi 16 inicijativa u 11 evropskih zemalja. Takođe, američki Purdue univerzitet već godinama koristi OB kao način za priznavanje veština studenata, izdaje ih uz diplomu i ima sopstvenu platformu za OB<sup>7</sup>. Možda najveću inicijativu iz ove oblasti predstavlja pokret "Cities of Learning"

<sup>1</sup> <http://www.nongnu.org/cvs/>

<sup>2</sup> <https://subversion.apache.org/>

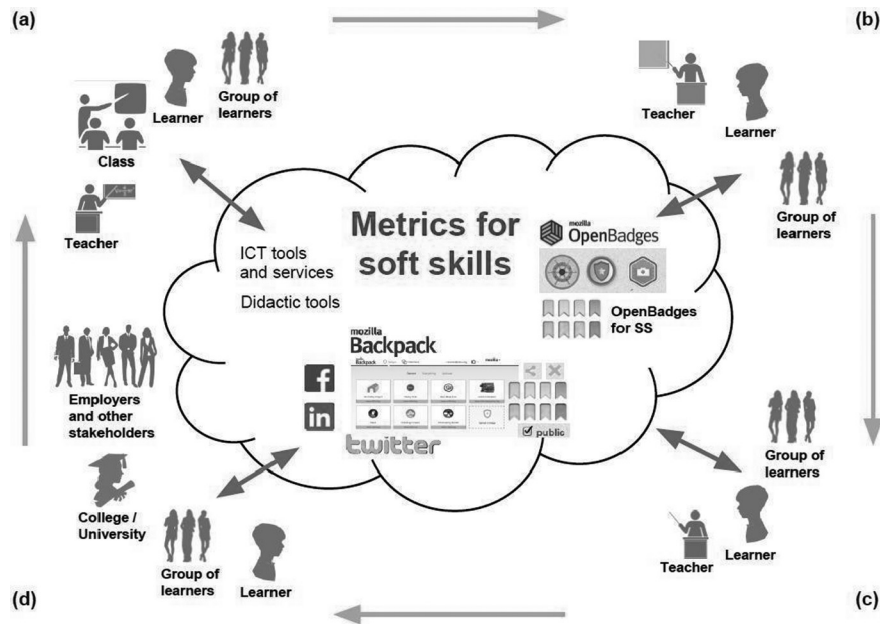
<sup>3</sup> <https://mercurial.selenic.com/>

<sup>4</sup> <https://git-scm.com/>

<sup>5</sup> <https://backpack.openbadges.org/>

<sup>6</sup> <https://credly.com/>

<sup>7</sup> <http://www.itap.purdue.edu/studio/passport/>



Slika 1 - SAGRADA model [17]

[15] koji u više američkih gradova organizuju razne aktivnosti za njihove građane. Institucije definišu aktivnosti (igre, obuke, prakse, volonterski rad) i OB koji se mogu dobiti završetkom istih. Ovi OB imaju hijerarhiju, pa oni najcjenjeniji omogućavaju vlasnicima konkurisanje za rešavanje realnih problema na nivou grada i lakše zapošljavanje. Treba pomenuti i novo-formiranu organizaciju Badge Alliance<sup>8</sup> koja već sadrži 700 članova i na desetine radnih grupa. Procene su da je do sada izdato preko četiri miliona bedževa [16].

U kontekstu korišćenja OB u ocenjivanju ličnih veština, u okviru GRASS projekta je razvijen SAGRADA model (Slika 1) – eng. „Sampling GRAding Distributing Acknowledging“ [17], koji je bio primenjen i u studiji koja se opisuje u ovom radu. Ideja je da u prvom koraku („sampling“) nastavnik na času koristi didaktičke materijale, kao i informaciono-komunikacione tehnologije, da podučava, ali i prikuplja podatke o razvoju ličnih veština učenika. U drugom koraku („grading“), nastavnik koristi pedagoške rubrike i odgovarajuće pokazatelje za procenu ličnih veština kod učenika i dodelu OB. U trećem koraku („distributing“), učenici koriste neki od alata za prikazivanje bedževa da naprave svoj e-portfolio (ili više njih) i javno prikažu one bedževe koje žele. U poslednjem koraku („acknowledging“), zainteresovane strane (poslodavci, fakulteti itd.) mogu da pregledaju učeničke e-portfolije koji sadrže OB, odnosno podatke koje svaki pojedinačni bedž sadrži: ko ga je izdao, kada, koji dokaz je priložen - kao i da imaju uvid u lične veštine onog ko ga poseduje.

#### 4. OPIS STUDIJE

##### 4.1. Osnovni podaci o kursu

Prethodno navedeni koncepti i principi kolaboracije su isprobani u praksi u okviru fakultativnog dodatnog kursa

<sup>8</sup> <http://www.badgealliance.org/>

Java programiranja organizovanog za studente druge godine osnovnih studija sa idejom da im se približe neki koncepti Java programiranja i tehnologije koji nisu obuhvaćeni zvaničnim nastavnim planom. Kurs je održan u letnjem semestru 2015. godine, obuhvatao je dvanaest dvočasa praktične nastave u računarskim salama (jedan dvočas nedeljno) i zasnovan je na dobrovoljnoj osnovi. Zbog toga, a i ograničenosti u resursima, preduslov za pohađanje kursa je bio da studenti imaju visoku ocenu (broj poena) iz programerskih predmeta koje su već slušali. Ukupno je učestvovalo 56 studenata druge godine, 33 muškog, a 23 ženskog pola. Prosečne ocene studenata su bile u rasponu od 7.80 do 9.88.

U okviru kursa se stiču tehničke veštine i znanja iz sledećih tehnologija: Git, JUnit, javaDoc, grafički interfejsi u Javi (GUI), JSON, UML, tronivojska arhitektura, Java kolekcije i niti (eng. „threads“). Takođe, daje se podsticaj za razvoj i ocenjuju se četiri lične veštine (entuzijazam, komunikacija, rešavanje problema i kolaboracija) od kojih je kolaboracija u fokusu ovog rada. Studenti su u toku kursa bili obavешteni da će dobiti domaće zadatke i biti ocenjivani za tehničke veštine, ali nisu znali da će se ocenjivati i lične veštine.

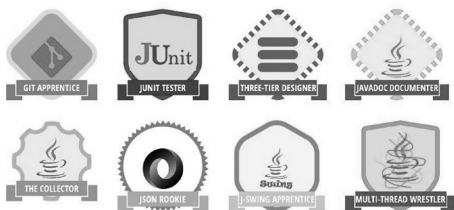
Za priznavanje savladanih veština, korišćeni su OB. Bedževi za tehničke veštine prikazani su na levoj polovini slike 2, a OB za lične veštine na desnoj. OB za tehničke veštine su dodeljivani po savladavanju osnovnog nivoa u radu sa datom tehnologijom ili alatom (jedan OB po veštini), dok bedževi za lične veštine imaju hijerarhiju, pa su dodeljivani zlatni, srebrni i bronzani OB za različite nivoe odgovarajuće veštine.

##### 4.2. Podučavanje i ocenjivanje kolaboracije

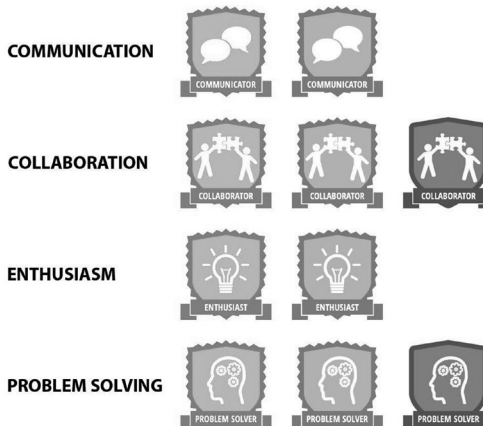
Kolaboracija programera kao tehnička veština je podučavana i ocenjivana na sledeći način. U toku praktične nastave (dva dvočasa), detaljno su objašnjeni i praktično demonstrirani



**HARD SKILLS BADGES**



**SOFT SKILLS BADGES**



Slika 2 - OB koji su dodeljivani u toku kursa

(kroz rad na računarima) svi bitni koncepti Git VCS alata i to u kombinaciji sa funkcionalnostima GitHub sajta. Nakon toga, studenti su dobili domaći zadatak i rok od dve nedelje da ga završe. U pitanju je bio programerski zadatak čijom izradom oni pokazuju da su savladali koncepte VCS i Git alata, kao i rad sa GitHub sajtom. Zadatak studenata je bio da publikuju kod domaćeg zadatka u okviru javnog repozitorijuma koda na GitHub sajtu. Oni studenti čiji domaći zadatak je bio pozitivno ocenjen od strane nastavnika su dobili OB pod nazivom „Git Apprentice“. Dokaz uspešno urađenog zadatka, kao osnove za sticanje ovog bedža, je bio link ka objavljenom repozitorijumu. Da bi utvrdili znanje, studenti su morali i sve ostale domaće zadatke za tehničke veštine da urade uz korišćenje Git alata i da ih objave na GitHub sajtu.

Kolaboracija programera kao lična veština je podučavana kroz upoznavanje sa značajem timskog rada i davanjem razvojnih podsticaja u toku časa i to u skladu sa pedagoškim pristupom definisanim u okviru GRASS projekta [18]. To praktično znači upoznavanje sa samim pojmom kolaboracije, kriterijumima za procenu kolaborativnog rada, čestim situacijama iz prakse koje se tiču timskog rada, kao i nekim tehnikama za njeno unapređenje (npr. programiranje u paru – eng. „pair programming“).

U okviru zadatka kolaboracije, od studenata se tražilo da u timovima od dvoje ili troje naprave jednostavnu, ali funkcionalnu Java aplikaciju na temu koju sami izaberu, a na osnovu tehničkih znanja i veština koja su im prethodno predavana. Ta aplikacija je trebalo da bude napravljena u Eclipse razvojnom okruženju, dokumentovana uz pomoć javaDoc alata, testirana korišćenjem JUnit alata i morala je da ima grafički korisnički interfejs. Takođe, trebalo je da bude projektovana u skladu sa principima trionivojske arhitekture. Da bi se jasno uočio doprinos svakog člana tima, a i da bi se obezbedio dokaz za OB, aplikacija je morala biti razvijena uz korišćenje Git alata, a njen izvorni kod javno dostupan na GitHub sajtu. Treba napomenuti i to da su u toku časa kad je bilo predstavljanje koncepata kolaboracije studenti raspoređeni u grupe (sami su birali članove tima), dogovorili su se međusobno u vezi sa temom i počeli da rade na projektu. Svakom timu je otvoren po jedan prazan repozitorijum koda na GitHub sajtu i svaki član tima je dobio ovlašćenje da može da šalje kod u odgovarajući repozitorijum. Studenti su imali rok od mesec dana da završe projekat.

Ocenjivanje kolaboracije se vršilo u skladu sa pokazateljima i metrikama definisanim u okviru GRASS projekta [19]. Deo tih pokazatelja i kriterijuma koji se odnose na kolaboraciju programera dat je u tabeli 1.

Tabela 1: Pokazatelji i kriterijumi za procenu kolaboracije programera [19]

Kriterijum	Pokazatelj	Način merenja	Prag performansi
Ponašanje u toku časa	Student ispoljava kolaborativno ponašanje u toku časa	Posmatranje ponašanja od strane nastavnika i članova tima u toku časa	Nastavnik i članovi tima se slažu u tome da se student uključuje u zajedničke aktivnosti tima i doprinosi timskom radu
Napravljeni programski kod (dokaz)	Student ostvaruje značajna poboljšanja u kodu	Pregledanje koda – broj netrivialnih doprinosa u kodu („commit“) po članu tima	Student je napravio dovoljno veliki broj netrivialnih doprinosa u kodu (prag: 3 „commit“ operacije)
Napravljeni programski kod (dokaz)	Student ostvaruje značajna poboljšanja u kodu	Pregledanje koda – broj nepravilnih linija koda po članu tima	Student je napravio dovoljno veliki broj nepravilnih linija koda (prag: 400 linija)
Napravljeni programski kod (dokaz)	Student ostvaruje značajna poboljšanja u kodu u okviru uloge koja mu je data u timu	Pregledanje koda – broj netrivialnih doprinosa u kodu u okviru dodeljene uloge u timu – po članu tima	Student je napravio dovoljno veliki broj netrivialnih doprinosa u kodu u okviru dodeljene uloge u timu (prag: 1 „commit“ operacija)
Napravljeni programski kod (dokaz)	Student ostvaruje značajna poboljšanja u nekom specifičnom delu koda	Pregledanje koda – broj netrivialnih doprinosa u kodu u okviru specifičnog dela koda (npr. grafički interfejs) – po članu tima	Student je napravio dovoljno veliki broj netrivialnih doprinosa u kodu u okviru specifičnog dela koda (prag: 1 „commit“ operacija)

Tumačenje pokazatelja je u skladu sa GRASS rubrikama i rubrikama za veštine 21. veka, pa je kolaboracija predstavljena i ocenjivana kroz više nivoa:

- Preduslov za najniži nivo kolaboracije je ostvarena zajednička odgovornost. U skladu sa tim, bronzani bedž za kolaboraciju dodeljivan je onim članovima tima koji su praktikovali timski rad u toku časa i ostvarili dovoljno veliki doprinos u smislu broja dodatih ili izmenjenih netrivialnih linija koda i broja doprinosa upućenih ka repozitorijumu koda (eng. „commit“) posle časa.
- Preduslov za srednji nivo kolaboracije je osim zajedničke odgovornosti i zajedničko donošenje važnih odluka, pa su srebrni bedževi dodeljivani tamo gde je uočena i jasna podela rada; na primer, jedan član tima implementira jedan deo programa, drugi ga testira, a treći dokumentuje. Da bi se ovo utvrdilo, dovoljno je bilo pregledati koji član tima je menjao koji deo koda i kad.
- Najviši nivo kolaboracije podrazumeva sve već navedene preduslove, ali i ravnomerniju podelu rada kao i međuzavisnost pojedinačnih učinaka članova tima. U skladu sa tim, zlatni bedž za kolaboraciju je dodeljivan tamo gde je postojala relativno ravnomerna podela rada (broj linija koda, broj izmena itd.), ali i međuzavisnost – gde bez učinka nekog člana tima aplikacija ne bi funkcionisala.

### 4.3. Implementacija sistema za ocenjivanje i dodeljivanje bedževa

Nakon evaluacije tri popularne softverske platforme za rad sa bedževima (Purdue<sup>9</sup>, ForAllRubrics<sup>10</sup>, BadgeOS<sup>11</sup>), odlučeno je da se ceo sistem za ocenjivanje i dodeljivanje OB imple-

<sup>9</sup> <http://www.itap.purdue.edu/studio/passport/>

<sup>10</sup> <https://www.forallrubrics.com/>

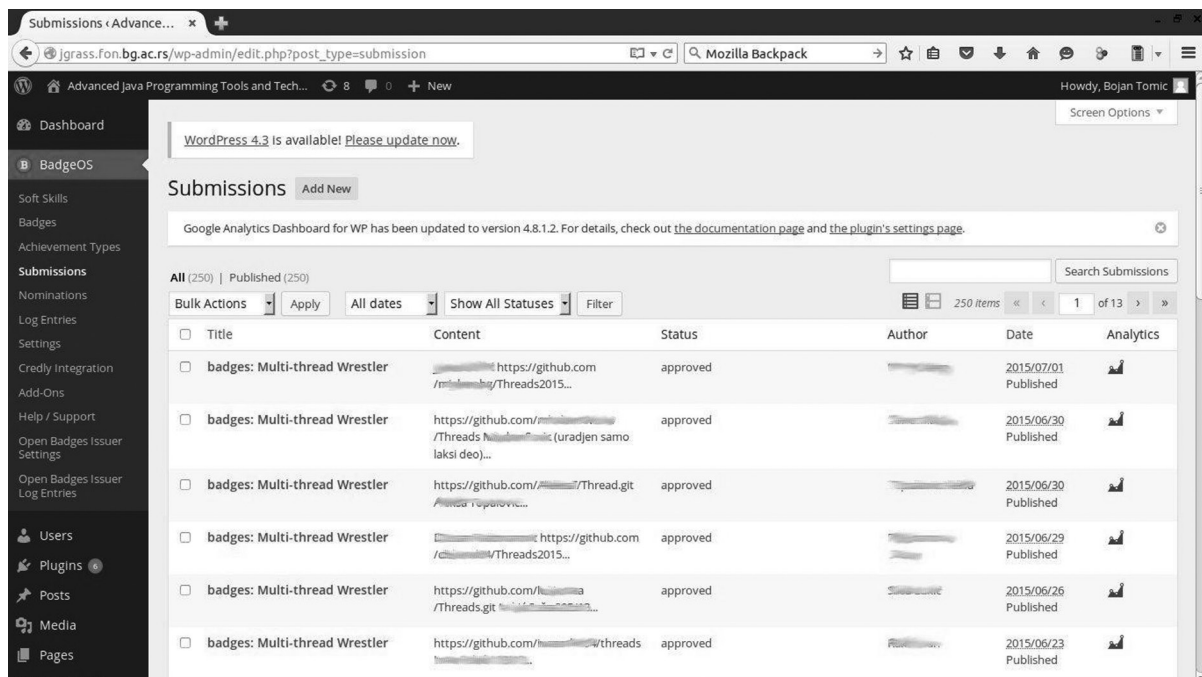
<sup>11</sup> <http://badgeos.org/>

mentira kao WordPress sajt sa instaliranim BadgeOS dodatkom. Sajt se nalazi na adresi <http://jgrass.fon.bg.ac.rs/>. Zbog svoje popularnosti, Mozilla Backpack je izabran kao eksterni sistem za prikazivanje bedževa. Primer jednog ekranskog prikaza sistema se može videti na slici 3. Identifikacioni podaci studenata su zamaskirani.

Svi korisnici (i studenti i nastavnici) imaju registrovane naloge u sistemu putem kojih izvršavaju odgovarajuće aktivnosti. Nastavnici prvo u okviru sistema naprave OB koje će dodeljivati studentima i definišu njihove elemente. Bedževi se mogu dodeljivati ručno od strane nastavnika ili biti povezani sa izradom nekog zadatka. U drugom slučaju, nastavnik definiše zadatak u sistemu i povezuje ga sa odgovarajućim bedžem. Kada studenti reše zadatak, šalju ga preko sistema („submission“) na pregledanje. Nastavnici pregledaju sve pristigle zadatke i dodeljuju im odobren status („approved“ - čime sistem automatski dodeljuje OB studentu pošiljaocu) ili odbijen („denied“). Nastavnik može uneti komentar na studentov zadatak i tako sugerisati šta je potrebno da se ispravi i/ili dopuni. Kasnije, student može sa naloga na sistemu da pošalje svoje bedževe u Mozilla Backpack (gde mora prethodno da se registruje kao korisnik).

## 5. REZULTATI

Što se tiče kolaboracije kao tehničke veštine programera (rad sa VCS alatom), od ukupno 56 studenata koji su učestvovali u kursu, njih 48 je dobilo „Git Apprentice“ bedž i time dokazalo da poseduje neophodna tehnička znanja i veštine. Kad je u pitanju kolaboracija kao lična veština, za zadatak se prijavilo 50 studenata koji su podeljeni u 18 timova: 14 tročlanih i četiri dvočlana. Svi timovi su, na času kad je predstavljena kolaboracija iskazivali kolaborativno ponašanje, pa je taj kriterijum za ocenjivanje zadovoljen. Na kraju, dvanaest timova je završilo zadatak (ukupno 34 studenta) i ušlo u proces ocenjivanja, dok



Slika 3 - Ekranski prikaz dela sistema za ocenjivanje i dodeljivanje OB

Tabela 2: Rezultati ocenjivanja kolaboracije kao lične veštine (timovi koji su uradili zadatak)

Rb. tima	Član	Broj netrivi. „commit“ operacija	Broj nepraznih linija koda (koje su ostale iste posle svih izmena)	Ostvarena zajednička odgovornost	Ostvareno zajedničko donošenje odluka	Ostvarena ravnomerna podela rada i međuzav.	Bedž	Komentar
2	Član 1	17	1321 (937)	DA	DA	DA	Zlatni	Član 3 je diskvalifikovan (kod pruzet sa Interneta)
	Član 2	15	2042 (1795)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 3	11	570 (455)	/	/	/	/	
7	Član 1	1	87 (87)	NE	NE	NE	/	*Član 2 uradio praktično sve sam, to nije kolaboracija
	Član 2	3	1033 (1010)	NE*	NE*	NE*	/*	
	Član 3	0	0	NE	NE	NE	/	
18	Član 1	9	2058 (1698)	DA	DA	DA	Zlatni	Mali doprinos člana 2, malo učestvovanja u podeli rada
	Član 2	3	427 (404)	DA	NE	NE	Bronzani	
	Član 3	5	821 (671)	DA	DA	DA	Zlatni	
6	Član 1	15	1432 (1069)	DA	DA	NE	Srebrni	Član 1 uradio sve osim dokumentacije Član 2 pisao doku-mentaciju, bez koda
	Član 2	10	458 (355)	NE	NE	NE	/	
	Član 3	0	0	NE	NE	NE	/	
10	Član 1	3	819 (274)	DA	DA	DA	Zlatni	Premali doprinos člana 3
	Član 2	3	1618 (1221)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 3	1	223 (161)	NE	NE	NE	/	
13	Član 1	15	754 (624)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 2	9	501 (488)	DA	DA	DA	Zlatni	
16	Član 1	12	2709 (1460)	DA	DA	DA	Zlatni	Nijedna linija koda člana 2 nije ostala posle izmena
	Član 2	7	423 (0)	NE	NE	NE	/	
	Član 3	27	1140 (923)	DA	DA	DA	Zlatni	
15	Član 1	10	1240 (990)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 2	6	814 (719)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 3	11	701 (589)	DA	DA	DA	Zlatni	
1	Član 1	3	790 (812)	NE**	NE**	NE**	/**	**Član 1 uradio sve sam, to nije kolaboracija
	Član 2	0	0	NE	NE	NE	/	
	Član 3	0	0	NE	NE	NE	/	
4	Član 1	9	2722 (2938)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 2	7	1174 (1646)	DA	DA	DA	Zlatni	
	Član 3	6	1083 (1347)	DA	DA	DA	Zlatni	
5	Član 1	32	Više od 400***	DA	NE	NE	Bronzani	***Statistike nisu izračunate, bilo je puno grana razvoja
	Član 2	9	više od 400***	DA	NE	NE	Bronzani	
	Član 3	0	0	NE	NE	NE	/	
17	Član 1	3	1059 (919)	DA	NE	NE	Bronzani	U podeli rada član 1 je malo učestvovao
	Član 2	8	1124 (1112)	DA	DA	NE	Srebrni	

šest timova nije uradilo ništa. Ukupno dvadeset dvoje studenata je dobilo OB za kolaboraciju i to: šesnaestoro zlatne, dvoje srebrne i četvero bronzane. Šestoro nastavnika je ocenjivalo zadatke, pri čemu su zajednički razmatrali ocene za svaki tim. Rezultati po timovima (12 timova koji su uradili zadatak) su dati u sledećoj tabeli (tabela 2), pri čemu su neke od statistika izračunate uz pomoć Git Inspector alata<sup>12</sup>. Svi studentski zadaci (repozitorijumi) su javno dostupni na adresi JGRASS organizacije u okviru GitHub sajta: <https://github.com/JGRASS>.

Kad se sumiraju rezultati ovih dvanaest timova koji su uradili zadatak, može se zaključiti da se timovi mogu grupisati u četiri kategorije prema uspešnosti u ostvarivanju kolaboracije:

1. Najviši nivo kolaboracije svih članova tima (timovi 13, 15 i 4)
2. Najviši nivo kolaboracije dva člana tima, dok je treći uradio malo ili odustao (timovi 18, 10, 6 i 2)
3. Niži ili srednji nivo kolaboracije dva člana tima, dok je treći uradio malo ili odustao (timovi 17, 6 i 5)
4. Nema kolaboracije, dva člana tima odustala, treći član sam uradio zadatak (timovi 1 i 7) nije dodeljen nijedan OB za kolaboraciju već su dodeljeni OB za entuzijazam

U samo tri slučaja su svi članovi tima potpuno uspešno ostvarili kolaboraciju i dobili zlatne OB za kolaboraciju. U još četiri tima se desilo da dva od tri člana tima zajedno urade zadatak i potpuno uspešno ostvare kolaboraciju (i dobiju zlatne bedževe) dok treći član zbog veoma malog učinka: dobije bronzani OB za kolaboraciju, ne dobije bedž uopšte ili bude diskvalifikovan zbog preuzimanja koda sa Interneta (tim 2).

U još tri slučaja je zadatak urađen, ali nije ostvaren najviši nivo kolaboracije. U timu 17 se jasno videlo da je kreirana odgovarajuća količina koda, ali je jedan član preuzeo ulogu vođe, uradio najveći deo aplikacije i pomagao drugom članu u radu, dok je taj drugi član uradio samo jedan specifičan deo programa koji se tiče dizajna grafičkog interfejsa i nije preuzimao nikakve uloge u timu. Nešto slično se desilo i u timu 6, gde jedan član tima nije ništa uradio, a druga dva su imala neravnomernu podelu rada – jedan član je uradio sve osim dokumentacije, a drugi samo dokumentaciju (nije pisao kod, pa nije dobio nijedan bedž). Konačno, dva člana tima 5 su uradila zadatak skoro do kraja (treći član nije uradio ništa) i napisali veliki broj linija koda, ali je rad bio podeljen u više paralelnih grana razvoja, sve je bilo haotično organizovano i zadatak zapravo nije bio potpuno završen. Iako su delili odgovornost i uradili dosta, oni nisu kvalitetno donosili zajedničke odluke, pa su dobili bronzane OB za kolaboraciju.

<sup>12</sup> <https://github.com/ejwa/gitinspector>



Treba reći i to da su timovi nakon pregledanja zadataka obavješteni o rezultatima i tumačenjima i pozvani na intervju, gde se ispostavilo da su ocene bile adekvatne i da su ovi kvantitativni pokazatelji prilično dobro prikazali realno stanje u timovima. Često su studenti kao razlog za odustajanje od zadatka (ili uzrok malog učinka) navodili da nisu imali vremena zbog drugih obaveza na fakultetu, dok se za one situacije gde je jedan član tima uradio sve a ostali odustali, navedeno da su u pitanju bili loši odnosi među članovima tima tj. nemogućnost da se dogovore oko bitnih stvari.

## 6. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena studija slučaja u okviru koje je organizovan kurs iz Java programiranja koji je, osim tehničkih veština i znanja, obuhvatao i kolaboraciju kao ličnu veštinu važnu za programere. Studentima su dodeljivani OB za dobro urađene zadatke i savladane veštine.

Rezultati su pokazali da studenti lako savlađuju rad sa VCS alatima kao tehnički aspekt (veštinu) kolaboracije. Međutim, kad je u pitanju kolaboracija kao lična veština, stvari stoje drugačije. Prema zadatim kriterijumima, niži nivo kolaboracije može da se postigne u okviru studentskih projekata i uz minimalne podsticaje, ali najviši nivo kolaboracije nije tako lako dostići jer podrazumeva adekvatan angažman svih članova tima. Pored ostalih faktora, na rezultate je uticalo to što je sve bilo organizovano na dobrovoljnoj osnovi (pa studenti nisu imali obavezu da se posvete zadatku, niti im je to bio prioritet), i to što nisu znali da će kolaboracija kao lična veština biti ocenjivana tj. da će OB za kolaboraciju biti dodeljivani.

Buduća istraživanja mogu obuhvatiti analiziranje razlike u rezultatima u odnosu na ponovni pokušaj izrade zadatka kolaboracije (istih timova), kao i menjanje uticajnih faktora – podsticaja za razvoj kolaboracije, raspoloživog vremena za rad, pružanje obavještenja o ocenjivanju kolaboracije itd. Takođe, bilo bi neophodno izvršiti istraživanje i kod poslodavaca o tome kako oni vide OB za kolaboraciju i da li bi ih prihvatili kao sredstvo za priznavanje ove veštine kod kandidata za zaposlenje.

## 7. LITERATURA

- [1] Lorenz, K. (2014). Top 10 Soft Skills For Job Hunters - People skills and relationship- building are key to success. Preuzeto sa adrese: <http://jobs.aol.com/articles/2009/01/26/top-10-soft-skills-for-job-hunters>
- [2] Litecky, C. R., Arnett, K. P., & Prabhakar, B. (2004). The Paradox of Soft Skills versus Technical Skills in IS Hiring. *Journal of Computer Information Systems*, 45(1).
- [3] Griffin, P. E., MacGaw, B., & Care, E. (Eds.). (2012). *Assessment and teaching of twenty-first century skills*. Springer.
- [4] Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. and Rumble, M. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills, In Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, Eds. Griffin, P., McGaw, B., Care, E., Springer, pp.17-66.
- [5] Knight, E., et al. (2013). *Mozilla Open Badges*. Preuzeto sa adrese: <https://wiki.mozilla.org/Badges>
- [6] *Mozilla Open Badges*, (2012). Preuzeto sa adrese: <https://wiki.mozilla.org/Badges/Onboarding-Issuer>
- [7] Carey, K. (2012). *A Future Full of Badges. The Chronicle of Higher Education*. Preuzeto sa adrese: <http://chronicle.com/article/A-Future-Full-of-Badges/131455/>

- [8] Bourque, P., Fairley, R.E. (Eds.). (2014). *SWEBOK – Guide to the Software Engineering Body of Knowledge – Version 3.0*, IEEE Computer Society.
- [9] Wikipedia – Comparison of revision control software. (2014). Preuzeto sa adrese: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_revision\\_control\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_revision_control_software)
- [10] Loeliger, J. McCullough, M. (2012). *Version Control with Git – 2nd Edition*, O'Reilly.
- [11] Wikipedia – Comparison of source code hosting facilities. Preuzeto sa adrese: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_source\\_code\\_hosting\\_facilities](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_source_code_hosting_facilities)
- [12] Microsoft Educational Network (2012). *21CLD Learning Activity Rubrics*. Preuzeto sa adrese: <https://www.educatornetwork.com/pd/21CLD/Overview>
- [13] GRASS D2.2. Supporting Document – GRASS Pedagogical Rubric (2014). Preuzeto sa adrese: <https://sites.google.com/site/lpgrassproject/deliverables>
- [14] Badge Europe (2015). Preuzeto sa adrese: <http://www.openbadges.eu/>
- [15] Cities of Learning (2014). Preuzeto sa adrese: <http://citiesoflearning.org/>
- [16] 10M Better Futures Initiative (2015). Preuzeto sa adrese: <http://10m-betterfutures.org/>
- [17] Devedžić, V., Jovanović, J., Tomić, B., Ševarec, Z., Milikić, N., Dimitrijević, S., Đurić, D. (2015) *Grading Soft Skills with Open Badges, 2nd International Workshop on Open Badges in Education (OBIE 2015) in conjunction with LAK'15, Poughkeepsie, New York, USA, March 16-20, 2015.*
- [18] GRASS D2.2. Supporting Document - Pedagogical Approaches (2014). Preuzeto sa adrese: <https://sites.google.com/site/lpgrassproject/deliverables>
- [19] GRASS D6.2 New Versions of Project Outputs (2015). Preuzeto sa adrese: <https://sites.google.com/site/lpgrassproject/deliverables>



**dr Bojan Tomić**, docent, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.  
**Kontakt:** [tomic.bojan@fon.bg.ac.rs](mailto:tomic.bojan@fon.bg.ac.rs)  
**Oblasti interesovanja:** softversko inženjerstvo, ekspertni sistemi, poslovna pravila



**dr Jelena Jovanović**, vanredni profesor, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.  
**Kontakt:** [jovanovic.jelena@fon.bg.ac.rs](mailto:jovanovic.jelena@fon.bg.ac.rs)  
**Oblasti interesovanja:** tehnološki podržano učenje ("technology enhanced learning"), semantički veb, mašinsko učenje



**Nikola Milikić**, asistent, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.  
**Kontakt:** [nikola.milicic@fon.bg.ac.rs](mailto:nikola.milicic@fon.bg.ac.rs)  
**Oblasti interesovanja:** softversko inženjerstvo, tehnološki podržano učenje ("technology enhanced learning"), semantički veb



**dr Zoran Ševarec**, docent, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.  
**Kontakt:** [sevarac.zoran@fon.bg.ac.rs](mailto:sevarac.zoran@fon.bg.ac.rs)  
**Oblasti interesovanja:** softversko inženjerstvo, neuronske mreže



**Sonja Dimitrijević**, Institut Mihajlo Pupin, Volgina 15, Beograd.  
**Kontakt:** [sonja.dimitrijevic@pupin.rs](mailto:sonja.dimitrijevic@pupin.rs)  
**Oblasti interesovanja:** softversko inženjerstvo, informacioni sistemi