

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Sonja B. Dimitrijević

**SOFTVERSKA UPOTREBLJIVOST I
METRIKE SISTEMA ZASNOVANIH NA
OBI SPECIFIKACIJI**

doktorska disertacija

Beograd, 2019

UNIVERSITY IN BELGRADE
FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Sonja B. Dimitrijević

**SOFTWARE USABILITY AND METRICS
OF OBI-COMPLIANT SYSTEMS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

Mentor:

Prof. dr Vladan Devedžić, redovni profesor, mentor,
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Članovi komisije:

Prof. dr Jelena Jovanović, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Danijela Milošević, redovni profesor,
Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku

Datum odbrane:

SOFTVERSKA UPOTREBLJIVOST I METRIKE SISTEMA ZASNOVANIH NA OBI SPECIFIKACIJI

Sažetak:

Otvoreni bedževi su obećavajuća edukativna tehnologija za priznavanje postignuća, veštine, kvaliteta ili interesa pojedinca ili grupe. Poslednjih godina, pojavio se veći broj softverskih sistema zasnovanih na Infrastrukturi Otvorenih bedževa (eng. Open Badges Infrastructure - OBI) koji podržavaju različite prakse nastave/učenja i izdavanja bedževa. Međutim, njihova upotrebljivost u konkretnom edukativnom okruženju može značajno da varira. To nastavnicima donosi velike izazove prilikom odabira jednog ovakvog sistema za konkretnu edukativnu primenu.

Cilj ovog istraživanja je da predloži potencijalne metrike upotrebljivosti - opšte i tehnološki-specifične za sisteme zasnovane na OBI specifikaciji, koje se mogu koristiti efektivno prilikom odabira ove edukativne tehnologije. Glavni rezultat istraživanja je metodološki okvir koji je obuhvatio standardne opšte metrike upotrebljivosti (npr., ocena opažene upotrebljivosti na osnovu Skale Upotrebljivosti Sistema) i određene tehnološki-specifične metrike upotrebljivosti koje su razvijene u okviru istraživanja (npr., ocena lakoće deljenja bedževa, ocena zadovoljstva podrškom za kreiranje bedževa, itd.).

Predloženi pristup je ispitan u empirijskoj studiji zasnovanoj na mešovitoj metodi istraživanja. Rezultati studije su obezbedili dokaze o efektivnosti pristupa u datom kontekstu. Pokazalo se da su predložene kategorije metrika komplementarne i da su metrike diferencirale evaluirane sisteme na zadovoljavajući način. Uz to, rezultati kvalitativne evaluacije su otkrili glavne probleme upotrebljivosti evaluiranih sistema.

Pristup se može primeniti u različitim edukativnim okruženjima s obzirom na to da su predložene metrike relativno jednostavne za prikupljanje i interpretaciju.

Ključne reči:

Kvalitet softvera, Softverska upotrebljivost, Evaluacija, Metrike, Mikro-kredencijali, Otvoreni bedževi, Infrastruktura Otvorenih Bedževa, Specifikacija Otvorenih Bedževa, Edukativna tehnologija, Odabir edukativne tehnologije

Naučna oblast:

Tehničke nauke

Uža naučna oblast:

Softversko inženjerstvo

UDK:

SOFTWARE USABILITY AND METRICS OF OBI-COMPLIANT SYSTEMS

Abstract:

Open badges are a promising educational technology for recognizing the achievements, skills, qualities and interests of an individual or a group. In recent years, there has been a growing number of software systems based on the Open Badges Infrastructure (OBI) which support different teaching/learning and badging practices. However, their usability in a specific educational environment can vary significantly. This brings some great challenges for teachers when choosing one such system for a concrete educational application.

The aim of this research is to propose some prospective usability metrics - general and technology-specific for OBI-compliant systems, which can be used effectively when selecting this educational technology. The main research result is a methodological framework that has included some standard general usability metrics (e.g., score of perceived usability based on System Usability Scale) and the technology-specific usability metrics that have been developed within the research (e.g., score of 'ease of sharing badges', score of 'support for badge creation satisfaction', etc.).

The proposed approach has been examined in an empirical study based on a mixed research method. The results of the study provided evidence of the effectiveness of the proposed approach in the given context. It has been shown that the proposed categories of metrics are complementary and that the metrics have differentiated the evaluated systems in a satisfactory manner. In addition, the results of qualitative evaluation revealed the main usability problems of the evaluated systems.

The approach can be applied in different educational settings, given that the proposed metrics are relatively simple to collect and interpret.

Keywords:

Software quality, Software usability, Evaluation, Metrics, Microcredentials, Open Badges, Open Badges Infrastructure, Open Badges Specification, Educational technology, Educational technology selection

Scientific Field:

Technical Sciences

Scientific Subfield:

Software Engineering

UDC:

Sadržaj

1	Uvod	1
1.1	Problem Istraživanja	1
1.2	Predmet i Ciljevi Istraživanja	4
1.3	Istraživačka Pitanja	5
1.4	Naučne Metode Istraživanja	5
1.5	Struktura Disertacije	7
2	Softverska Upotrebljivost i Metrike	8
2.1	Koncept Upotrebljivosti.....	8
2.2	Evaluacija Upotrebljivosti	10
2.3	Metrike Upotrebljivosti.....	12
3	Softverska Upotrebljivost i Metrike u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije ..	17
3.1	Sistematski Pregled Literature	17
3.2	Metode Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije	20
3.3	Korisnička Perspektiva u Pristupima Evaluacije Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije	22
3.4	Atributi Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije.....	24
3.5	Metrike Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije.....	25
4	Softverska Upotrebljivost i Metrike u Kontekstu Prihvatanja Edukativne Tehnologije	27
4.1	Modeli Prihvatanja Tehnologije	27
4.2	Atributi Upotrebljivosti i Metrike u Modelima Prihvatanja Edukativne Tehnologije	31
4.2.1	Determinante Lakoće Korišćenja i Korisnosti	31
4.2.2	Determinante Zadovoljstva	35
5	Sistemi Zasnovani na OBI Specifikaciji.....	37
5.1	Mikro-Kredencijali i Digitalni Bedževi	37
5.1.1	Osnovni Koncepti i Terminologija.....	37
5.1.2	Inicijative i Projekti.....	40
5.2	Otvoreni Bedževi	42
5.3	Pregled Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji	45

5.4 Komparativna Analiza Funkcionalnosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji	47
5.4.1 Scenarija Korišćenja Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji	47
5.4.2 Metoda Komparativne Analize Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji ...	49
5.4.3 Rezultati Komparativne Analize Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji .	50
5.5 Upotrebljivost Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji	53
6 Analiza i Teorijski Razvoj.....	55
6.1 Komparativna Analiza Atributa i Metrika Upotrebljivosti Primenjenih u Relevantnim Istraživačkim Oblastima	55
6.2 Kontekst Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji..	59
6.3 Razmatranje i Predlog Metrika Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji.....	60
6.3.1 Razmatranje i Predlog Opštih Metrika Upotrebljivosti.....	60
6.3.2 Razmatranje i Predlog Metrika Upotrebljivosti Specifičnih za Sisteme Zasnovane na OBI Specifikaciji.....	66
6.3.3 Realizacija Upitnika	68
7 Empirijska Studija	71
7.1 Metodologija.....	71
7.1.1 Dizajn Studije.....	71
7.1.2 Učesnici.....	72
7.1.3 Materijali	73
7.1.4 Procedura.....	74
7.2 Rezultati Skale Upotrebljivosti Sistema	75
7.3 Rezultati Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji iz Perspektive Učenika/Studenata.....	79
7.3.1 Kvantitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Učenika/Studenata.....	79
7.3.2 Kvalitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Učenika/Studenata.....	82
7.4 Rezultati Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji iz Perspektive Nastavnika.....	84
7.4.1 Kvantitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Nastavnika.....	84
7.4.2 Kvalitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Nastavnika	85
7.5 Ograničenja Studije.....	87
8 Diskusija i Zaključak	89

8.1 Odgovori na Istraživačka Pitanja	89
8.1.1 Opšte Metrike Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji.....	89
8.1.2 Specifične Metrike Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji.....	92
8.1.3 Doprinos Opštih i Specifičnih Metrika Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji	96
8.2 Ostvaren Doprinos i Pravci Budućih Istraživanja.....	98
Literatura	101
Prilog 1 - SUS Upitnik	124
Prilog 2 - Upitnik za Evaluaciju Upotrebljivosti iz Perspektive Studenata/Učenika ...	125
Prilog 3 - Upitnik za Evaluaciju Upotrebljivosti Sistema iz Perspektive Nastavnika..	126
Biografija	127

Lista Slika i Tabela

Lista Slika

<i>Slika 1. Originalni TAM model (prema Davis, 1989)</i>	28
<i>Slika 2. Primer digitalnog bedža (preuzeto sa P2PU, 2019)</i>	38
<i>Slika 3. Primer Otvorenog bedža</i>	43
<i>Slika 4. Metapodaci Otvorenih bedževa (preuzeto sa Badgecraft, mn)</i>	44
<i>Slika 5. Prikaz Otvorenih bedževa koji su realizovani u jednom od slučajeva primene na Projektu (preuzeto iz Tomić et al., 2019)</i>	72

Lista Tabela

<i>Tabela 1. Pregled nekih klasifikacija metoda evaluacije</i>	12
<i>Tabela 2. Pregled dobro poznatih upitnika upotrebljivosti</i>	14
<i>Tabela 3. Evaluacija upotrebljivosti u kontekstu odabira edukativne tehnologije - rezime rezultata pretrage literature</i>	19
<i>Tabela 4. Broj implementiranih funkcionalnosti u odnosu na broj funkcionalnih zahteva identifikovanih za svaki scenario interakcije sa sistemom</i>	51
<i>Tabela 5. Osnovna deskriptivna statistika SUS ocena evaluiranih sistema</i>	75
<i>Tabela 6. Prosečne SUS ocene evaluiranih sistema prema tipu učesnika</i>	76
<i>Tabela 7. BadgeOS - deskriptivna statistika ocena SUS atributa po tipu učesnika</i>	77
<i>Tabela 8. Credly - deskriptivna statistika ocena SUS atributa</i>	78
<i>Tabela 9. SUS - Statistika pouzdanosti</i>	79
<i>Tabela 10. BadgeOS - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive učenika/studenata</i>	79
<i>Tabela 11. Credly - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive učenika/studenata</i>	80
<i>Tabela 12. Lakoća pronalaženja i deljenja bedževa - statistika pouzdanosti</i>	81
<i>Tabela 13. Zadovoljstvo podrškom za praćenje sopstvenog napretka - statistika pouzdanosti</i>	81
<i>Tabela 14. BadgeOS - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive nastavnika</i>	84
<i>Tabela 15. Zadovoljstvo nastavnika sistemom - statistika pouzdanosti</i>	85

1 Uvod

Uvodno poglavlje disertacije opisuje problem istraživanja (Poglavlje 1.1), predstavlja predmet i ciljeve istraživanja (Poglavlje 1.2), definiše istraživačka pitanja (Poglavlje 1.3), koncizno opisuje metodologiju istraživanja (Poglavlje 1.4) i strukturu disertacije po poglavljima (Poglavlje 1.5).

1.1 Problem Istraživanja

Mikro-kredencijali i digitalni bedževi su vrlo aktuelna tehnologija uvedena u cilju obezbeđivanja priznanja za znanja i veštine koje učenici stiču i demonstriraju u različitim formalnim i neformalnim edukativnim okruženjima. *Otvoreni bedževi* su podigli koncept digitalnih bedževa na viši nivo zahvaljujući *Infrastrukturi Otvorenih Bedževa* (eng. Open Badges Infrastructure - OBI) i pripadajućoj *Specifikaciji Otvorenih Bedževa* (eng. Open Badges Specification).

Sistemi zasnovani na OBI specifikaciji su softverski sistemi koji pre svega podržavaju kreiranje, izdavanje, osvajanje, prikupljanje i prikazivanje Otvorenih bedževa (eng. *Open Badges*) (Gibson, Ostashewski, Flintoff, Grant, & Knight, 2015), odnosno digitalnih bedževa koji su usaglašeni sa Specifikacijom Otvorenih Bedževa. Infrastruktura Otvorenih Bedževa osim Specifikacije Otvorenih Bedževa, obuhvata i biblioteke i servise realizovane prema Specifikaciji (Badge Alliance, n.d.-b). OBI adresira mnoge značajna pitanja kao što su pitanja validnosti, autentifikacije, granularnosti, interoperabilnosti, fleksibilnosti i prenosivosti Otvorenih bedževa (Lockley, Derryberry, & West, 2016).

Ova obećavajuća tehnologija se koristi za priznavanje postignuća, veštine, kvaliteta ili interesa pojedinca ili grupe. Otvoreni bedž je zapravo „online” zapis postignuća koji osim slike bedža sadrži i informacije o izdavaocu bedža, kriterijumima izdavanja i dokazu postignuća. Iako su jednostavni alati, Otvoreni bedževi imaju potencijal da promene postojeći sistem priznavanja kvalifikacija obezbeđivanjem načina za pružanje i uviđanje različitih putanja učenja i prilika za učenje (Grant, 2014) u formalnim i neformalnim okruženjima za učenje. Stoga su oko ovih jednostavnih alata izgrađene različite prakse nastave/učenja i izdavanja bedževa koje su blisko povezane sa

strategijama učenja i ocenjivanja organizacije koja izdaje bedževe. Takve prakse zahtevaju adekvatnu softversku podršku.

U tom cilju, poslednjih godina se pojavio određen broj sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. Tu spadaju platforme za upravljanje bedževima, određeni alati za rad sa bedževima, kao i softverske aplikacije za jednostavan prikaz bedževa. Platforme za upravljanje bedževima su najkompleksniji od ovih sistema uzimajući u obzir ponuđene funkcionalnosti, integracije sa servisima i sistemima trećih strana, i posledično, podržane načine korišćenja. U osnovi, platforme za upravljanje bedževima imaju potencijal da potpuno podrže implementaciju određenog edukativnog sistema bedževa. Sa druge strane, alati za rad sa bedževima i aplikacije za prikaz bedževa imaju ograničene funkcionalnosti i mogu čak imati jednu jedinu funkcionalnost, npr. vizualno dizajniranje bedža ili prikaz bedževa na profilnoj stranici korisnika. Bez obzira na to, svi ovi sistemi mogu imati ulogu u ekosistemu sistema zasnovanih na OBI specifikaciji u kojem se bedževi mogu kreirati i izdavati u jednom, osvajati i prikupljati u drugom, a deliti/prikazivati u većem broju ostalih sistema.

Dok su neki implementatori strategija učenja i ocenjivanja zasnovanih na Otvorenim bedževima razvili sopstvena softverska rešenja, većina njih se suočila sa izazovom odabira najpogodnijeg među softverskim sistemima dostupnih na tržištu. Osim funkcionalnosti i pedagoške pogodnosti dostupnih sistema i drugih kriterijuma selekcije kao što su troškovi, podrška, postavka i administracija, upotrebljivost je takođe jako bitan kriterijum u odabiru. Nezadovoljavajuća upotrebljivost softvera može ugroziti prihvatanje konkretnog softverskog sistema od strane korisnika i/ili zahtevati značajne napore i kompromise prilikom uvođenja softvera u nastavu i učenja korisnika kako se on koristi.

Uzimajući u obzir mnoštvo alternativa i kriterijuma, proces odabira edukativne tehnologije, samim tim i sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, je vremenski zahtevan, težak i naporan za nastavnike (Cavus, 2013; Papadakis & Kalogiannakis, 2017). Upotrebljivost je značajan, ali složen i naročito zahtevan kriterijum odabira edukativne tehnologije. Evaluacija upotrebljivosti u okviru procesa odabira tehnologije treba da pokaže koja tehnološka alternativa je najupotrebljivija (laka za učenje i korišćenje, zadovoljavajuća, i sl.) za krajnje korisnike, tipično učenike i nastavnika, u konkretnom edukativnom okruženju.

Značaj upotrebljivosti se ogleda u tome što može da olakša proces učenja (Lim, Song, & Lee, 2012) i može uticati na krajnja dostignuća učenika (Karahoca, 2013). Takođe, upotrebljivost je jedan od bitnih faktora za ublažavanje frustracija i anksioznosti učenika (Gonzalez, 2013; Van Nuland, Eagleson, & Rogers, 2017). Nezadovoljavajuća upotrebljivost može imati negativan efekat na iskustvo učenja i motivaciju učenika (Gonzalez, 2013). Posledično, upotrebljivost može uticati neposredno ili posredno na odluku nastavnika da konkretan edukativni softverski sistem integrišu u edukativno okruženje (Okumuş, Lewis, Wiebe, & Hollebrands, 2016). Povrh toga, može uticati na spremnost učenika da koriste ili da nastave da koriste konkretan edukativni softver (Baker-Eveleth & Stone, 2015; Chiu, Hsu, Sun, Lin, & Sun, 2005; Yang, Shao, Liu, & Liu, 2017).

Kao kompleksan, multidimenzionalni koncept, *upotrebljivost* ima mnogo definicija. Većina njih nije deskriptivna, već definišu upotrebljivost kroz njene attribute kao što su lakoća korišćenja, lakoća učenja i zadovoljstvo. Iako širi pristup upotrebljivosti pretpostavlja da proizvod mora biti koristan kako bi bio upotrebljiv, konvencionalni pristup upotrebljivosti isključuje korisnost (Bevan, 1995, p.1).

Pored toga, opažena lakoća korišćenja i opažena korisnost su ključni *konstrukti*¹ *Modela Prihvatanja Tehnologije* (eng. Technology Acceptance Model – TAM) (Davis, 1989) i posledično mnogih modela prihvatanja/usvajanja edukativne tehnologije koji su dominantno zasnovani na TAM-u. Ovi modeli su pokazali da upotrebljivost utiče neposredno ili posredno na nameru korisnika da koriste ili da nastave da koriste konkretnu edukativnu tehnologiju (e.g., Ma, Chao, & Cheng, 2013; Motaghian, Hassanzadeh, & Moghadam, 2013; Roca, Chiu, & Martínez, 2006). Uz to, određeni broj drugih atributa upotrebljivosti je razmotren u predloženim modelima, tipično u vidu eksternih varijabli koje utiču na glavne konstrukte modela zasnovanih na TAM-u. Ovaj pravac istraživanja je pružio neke vredne rezultate o upotrebljivosti u kontekstu prihvatanja/usvajanja edukativne tehnologije.

Prema autorima Uzoka, Abiola, & Nyangeresi (2008), evaluacija i odabir tehnologije se tiču odluke o usvajanju tehnologije. Stoga su neki od rezultata studija o

¹ Konstrukt se definiše kao „konceptualni termin koji se koristi da opiše fenomen teoretskog interesa” (Edwards & Bagozzi, 2000, p. 156-157). Ukoliko fenomen opisan konstruktom nije direktno opažljiv, onda se smatra latentnim konstruktom. Konstrukti se mere preko indikatora (Diamantopoulos & Winklhofer, 2001) ili stavki (Law, Wong, & Mobley, 1998) ili mera.

usvajanju tehnologije relevantni u oblasti selekcije tehnologije. Adams, Nelson, Hall, & Todd (1992), Davis (1989), Davis, Bagozzi, & Warshaw (1989), Mathieson (1991), Szajna (1994), itd. su sugerisali ili pokazali prediktivnu validnost TAM instrumenta u odabiru tehnologije. Saadé & Bahli (2005) su takođe predložili potencijalnu primenu proširenog TAM modela u svrhu odabira edukativne tehnologije. Može se pretpostaviti suprotno kao što je sugerisano u (Aguirre-Urreta & Marakas, 2012; 2018); neki od rezultata iz oblasti selekcije edukativne tehnologije mogli bi da doprinesu oblasti prihvatanja tehnologije, na primer identifikovanjem i potkrepljivanjem relevantnih varijabli.

Međutim, malobrojne studije u oblastima odabira i prihvatanja edukativne tehnologije su imale jasan fokus na attribute i metrike upotrebljivosti. Štaviše, ove studije su bile fokusirane na različite tipove tehnologije, dominantno e-sisteme za upravljanje učenjem (eng. e-Learning Management Systems). Prema autorovom saznanju, nijedna studija iz datih oblasti se nije bavila sistemima zasnovanim na OBI specifikaciji. Uostalom, studije o upotrebljivosti ovih sistema su još uvek retke u literaturi.

Sa porastom interesovanja za Otvorene bedževe i pojavom više različitih tehnoloških alternativa koje podržavaju rad sa Otvorenim bedževima, nastavnici se nalaze u teškoj ulozi evaluatora i donosilaca odluke u procesu odabira adekvatnog sistema. Potreban je pažljiv pristup evaluaciji upotrebljivosti prilikom odabira i razmatranja nastavka korišćenja sistema koji se već koristi. Na taj način se poboljšavaju izgledi da će napori učenika i nastavnika biti usmereni na efektivno učenje i nastavu, a ne na učenje i pružanje instrukcija kako se neki konkretan sistem koristi. Međutim, opsežne evaluacije upotrebljivosti koje sprovode stručnjaci iz oblasti nisu pogodne u ovom kontekstu, jer su zahtevne po pitanju stručnosti i potrebnih resursa. Stoga, svrha ovog istraživanja je da predloži pristup koji se bazira na užem skupu metrika upotrebljivosti koje mogu relativno jednostavno i efektivno da se primene u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji.

1.2 Predmet i Ciljevi Istraživanja

Predmet ovog istraživanja je ispitivanje mogućnosti primene određenog skupa metrika upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji.

Opšti cilj istraživanja je da predloži metrike upotrebljivosti - opšte i tehnološki-specifične za sisteme zasnovane na OBI tehnologiji, koje se mogu koristiti efektivno prilikom odabira ove edukativne tehnologije.

Konkretni ciljevi istraživanja su:

- opsežan pregled i sistematizacija rezultata u relevantnim oblastima evaluacije/merenja upotrebljivosti;
- sticanje šireg uvida u attribute i metrike upotrebljivosti koji bi mogli biti primenjeni u definisanom kontekstu;
- sticanje detaljnog uvida u funkcionalnosti i karakteristike vodećih sistema zasnovanih na OBI specifikaciji;
- predlog metodološkog okvira koji se bazira na odabiru opštih i razvoju tehnološki-specifičnih metrika upotrebljivosti za primenu u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji;
- empirijska verifikacija predloženih metrika upotrebljivosti.

1.3 Istraživačka Pitanja

Sledeća istraživačka pitanja su formulisana u inicijalnoj fazi istraživanja:

- P1. Koje metrike upotrebljivosti predložene ili primenjene u relevantnim ranijim istraživanjima mogu biti usvojene ili konkretizovane za primenu u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji?
- P2. Koje metrike upotrebljivosti specifične za sisteme zasnovane na OBI specifikaciji mogu biti predložene za primenu u kontekstu odabira ovih sistema?
- P3. Da li obe navedene kategorije metrika upotrebljivosti (opšte i specifične) olakšavaju odabir sistema zasnovanog na OBI specifikaciji?

1.4 Naučne Metode Istraživanja

Glavne aktivnosti koje su sprovedene kako bi se odgovorilo na istraživačka pitanja su:

- sistematski pregled literature oblasti odabira edukativne tehnologije u cilju analize i sistematizacije predloženih i/ili primenjenih atributa i metrika upotrebljivosti;
- pregled literature u oblasti prihvatanja edukativne tehnologije u cilju analize i sistematizacije predloženih i/ili primenjenih atributa i metrika upotrebljivosti;
- pregled literature u oblasti evaluacije upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji u cilju analize i sistematizacije predloženih i/ili primenjenih atributa i metrika upotrebljivosti;
- komparativna analiza atributa i metrika upotrebljivosti koji su predloženi i/ili primenjeni u oblastima odabira i prihvatanja edukativne tehnologije u cilju sticanja šireg uvida u attribute i metrike upotrebljivosti koji bi mogli biti primenjeni u definisanom kontekstu;
- komparativna analiza vodećih sistema zasnovanih na OBI specifikaciji u cilju sticanja detaljnog uvida u funkcionalnosti i karakteristike ovih sistema;
- razmatranje i odabir opštih metrika upotrebljivosti za primenu u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji;
- razvoj tehnološki-specifičnih metrika upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji za primenu u kontekstu odabira ovih sistema;
- sprovođenje empirijske studije u cilju verifikacije predloženih metrika u datom kontekstu.

Opis konkretnih metoda istraživanja, dat je u poglavljima koji opisuju rezultate navednih aktivnosti. Naime, u poglavljima 2, 3, 4 i 5, korišćene su metode prikupljanja, sistematizacije, analize i klasifikacije naučnih rezultata iz oblasti koje su relevantne za ovu disertaciju.

U poglavljima 3, 4 i 5, takođe je primenjena analitičko-deduktivna metoda za odabir i opis rezultata studija koje su najrelevantnije za predmet istraživanja. Povrh toga, u poglavlju 3, primenjen je sistematski pregled literature.

U poglavlju 5, primenjena je metoda komparativne analize funkcionalnosti i karakteristika vodećih sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. U poglavlju 6, komparativnom analizom su upoređeni atributi i metrike upotrebljivosti predloženi ili primenjeni u oblastima odabira i prihvatanja edukativne tehnologije.

Metode analize-sinteze i indukcije-dedukcije, primenjene su u poglavlju 6 u cilju identifikovanja opštih i razvoja tehnološki-specifičnih metrika upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. Takođe su primenjene posebne metode razvoja upitnika za evaluaciju upotrebljivosti datih sistema u skladu sa dobrim praksama iz oblasti evaluacije upotrebljivosti.

U poglavlju 7, opisana je empirijska studija zasnovana na mešovitoj metodi istraživanja koja je sprovedena u cilju verifikacije predloženog pristupa. U obradi rezultata empirijske studije, korišćene su statističke metode kao što su faktorska analiza i testovi pouzdanosti

1.5 Struktura Disertacije

Disertacija sadrži osam poglavlja. Uvodno poglavlje opisuje problem, predmet i ciljeve istraživanja. Takođe, uvodi istraživačka pitanja i koncizno predstavlja naučne metode istraživanja, kao i strukturu disertacije po poglavljima.

Drugo poglavlje uvodi koncept upotrebljivosti i daje pregled osnovnih rezultata iz oblasti evaluacije i merenja upotrebljivosti. Treće poglavlje opisuje proces sistematskog pregleda literature sa fokusom na pristupe evaluacije upotrebljivosti u kontekstu odabira edukativne tehnologije, prezentuje i diskutuje rezultate. Četvrto poglavlje predstavlja pregled najrelevantnijih rezultata iz oblasti merenja upotrebljivosti u kontekstu ispitivanja prihvatanja edukativne tehnologije. Peto poglavlje je posvećeno sistemima zasnovanim na OBI specifikaciji. Ovo poglavlje uvodi koncepte mikro-kredencijala, digitalnih i Otvorenih budževa, daje pregled relevantnih rezultata iz oblasti i opisuje metodologiju i rezultate sprovedene komparativne analize funkcionalnosti datih sistema. Šesto poglavlje se bavi analizom, razmatranjem primene određenih opštih metrika upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, i razvojem tehnološki-specifičnih metrika upotrebljivosti za primenu u datom kontekstu. Sedmo poglavlje opisuje empirijsku studiju koja je sprovedena u cilju ispitivanja efektivnosti predloženog pristupa. Opis empirijske studije uključuje metodologiju, rezultate i ograničenja studije.

Konačno, osmo poglavlje predstavlja diskusiju rezultata istraživanja prema definisanim istraživačkim pitanjima i daje zaključna razmatranja u vidu ostvarenog doprinosa i mogućih pravaca budućih istraživanja.

2 Softverska Upotrebljivost i Metrike

Objašnjenja koncepata upotrebljivosti (Poglavlje 2.1), evaluacije (Poglavlje 2.2) i metrika upotrebljivosti (Poglavlje 2.3), predstavljaju osnovu za pregled osnovnih rezultata iz oblasti evaluacije/merenja upotrebljivosti. Na toj osnovi, dat je i pregled osnovnih klasa metrika upotrebljivosti i rezultata vodećih istraživanja koja su ispitivala korelacije između često korišćenih metrika.

2.1 Koncept Upotrebljivosti

Koncept upotrebljivosti je bio poznat u oblastima interakcije čovek računar i softverskog inženjerstva još od osamdesetih godina prošlog veka. Međutim, mnoge metode upotrebljivosti potiču iz starijih oblasti - ergonomije i ljudskih faktora, koje su imale snažan uticaj u prvoj polovini dvadesetog veka (Sauro, 2013).

Bennett (1979) i Shackel (1981) su prvi uveli termin upotrebljivosti u literaturi. No, pokušaji konceptualizacije upotrebljivosti su stariji zahvaljujući Miller-u (1971) i Bennett-u (1972), mada pod terminom „lakoća korišćenja”.

Upotrebljivost je teško definisati, između ostalog, jer je to multidimenzionalni koncept kojem se može pristupiti iz različitih perspektiva (Jeng, 2005). U tom smislu, Blandford & Buchanan (2002) su naveli da je upotrebljivost tehnička, kognitivna, društvena i orijentisana na dizajn, i da je bitno uključiti sve ove perspektive. Shodno tome, mnogi autori su predložili svoje definicije upotrebljivosti.

Shackel (1991) je definisao upotrebljivost kao sposobnost sistema da ga ljudi koriste efektivno i lako. Upotrebljivost je smatrao neophodnim zahtevom korisnika za prihvatljiv sistem pored korisnosti i troškova. Shackel je jedan od prvih autora koji je ukazao na kontekstualnu zavisnost upotrebljivosti s obzirom na korisnike, obuku i korisničku podršku, zadatke i okruženje. U većini kasnijih objašnjenja pojma, upotrebljivost je smatrana kontekstno zavisnom (Newman & Taylor, 1999).

Mada nije opisna, Nielsen (1993) je dao jednu od najcitiranijih i uticajnijih definicija upotrebljivosti. On je definisao upotrebljivost kao višedimenzionalni koncept

koji uključuje sledećih pet atributa: sposobnost učenja, efikasnost, sposobnost pamćenja, greške i zadovoljstvo (Nielsen, 1993, p.26).

Isto tako, mnoge definicije su fokusirane na atribute upotrebljivosti koji su manje ili više specifični. Štaviše, ove definicije mogu podrazumevati isti atribut (npr. efikasnost) i koristiti različite termine (npr. efikasnost upotrebe, efikasnost u upotrebi, propusnost, itd.). Pored termina „atribut“, koriste se sledeći termini, obično u istom smislu, ili bar bez ukazivanja na razlike u značenju: dimenzija, komponenta, aspekt, faktor, karakteristika.

Čak ni Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) nije postigla konsenzus o definiciji upotrebljivosti. Mnogi standardi u oblastima interakcije čovek-računar i softverskog inženjerstva su razvijeni tokom godina, pružajući različite definicije upotrebljivosti. U nekim od njih upotrebljivost je definisana kao:

- „Stepen do kojeg softverski proizvod zadovoljava navedene i podrazumevane potrebe kada se koristi pod određenim uslovima” (ISO/IEC, 2011);
- „Sposobnost softverskog proizvoda da ga korisnik razume, nauči (da koristi), koristi, i da bude atraktivan korisniku kada se koristi pod određenim uslovima” (ISO/IEC, 2000);
- „Sposobnost softverskog proizvoda da ga korisnik razume, nauči (da koristi), i da bude dopadljiv korisniku kada se koristi pod određenim uslovima” (ISO/IEC, 2001);
- „Stepen do kojeg proizvod može da se koristi od strane određenih korisnika da bi se postigli određeni ciljevi efektivno, efikasno i sa zadovoljstvom u određenom kontekstu upotrebe” (ISO, 1998).

Najšire prihvaćene ISO definicije u oblastima softverskog inženjerstva i interakcije čovek-računar date su u (ISO/IEC, 2001) i (ISO, 1998) redom (Fernandez, Insfran, & Abrahão, 2011). Definicija data u standardu (ISO/IEC, 2000) je bliža definicijama koje su dali Shackel (1991) i Nielsen (1993) u kojima je upotrebljivost određena lakoćom korišćenja i učenja, i isključuje korisnost (tj. korisnu funkcionalnost). Sa druge strane, definicija data u standardu (ISO, 1998) je veoma široka i implicitno uključuje ne samo korisnost, već i efikasnost i pouzdanost računara (Bevan, 2001).

Neki autori su pokušali da obuhvate različite pristupe upotrebljivosti. Bevan je istakao dva komplementarna, ali veoma različita pristupa (Bevan, 1995, str. 1). Prvi je proizvodno orijentisan, pristup „odozdo prema gore”, koji identifikuje upotrebljivost sa lakoćom korišćenja i dobro se uklapa u konvencionalne prakse softverskog inženjerstva. Drugi je širi pristup „odozgo prema dole" koji potiče od ljudskih faktora i tumači upotrebljivost kao „sposobnost da se proizvod koristi za svoju svrhu" (Bevan, 1995, str. 1). Ako se prati prvi pristup, proizvod može biti upotrebljiv, ali ne i koristan. Prema drugom pristupu, takva izjava je kontradiktorna. Slično tome, Landauer (1995) (preko Jeng, 2005) razlikuje upotrebljivost (lakoću korišćenja) od korisnosti, ali sugeriše da je te koncepte teško razlikovati u kontekstu evaluacije.

Prema (Bevan & Macleod, 1994, str. 10), postoji nekoliko komplementarnih pogleda na koncept upotrebljivosti:

- proizvodno-centričan pogled na upotrebljivost: fokus je na atributima proizvoda koji doprinose kvalitetu upotrebe;
- kontekstno-orijentisan pogled na upotrebljivost: fokus je na prirodi korisnika, proizvoda, zadataka i okruženja;
- kvalitet upotrebe: upotrebljivost je rezultat interakcije i može se meriti efektivnošću, efikasnošću i zadovoljstvom kojim korisnici postižu određene ciljeve u pojedinačnim okruženjima.

U zavisnosti od svrhe, prednost se može dati jednom od ovih pogleda. Kontekstno-orijentisani pogled i proizvodno-centričan pogled su od najveće važnosti za inženjere, dizajnere i programere. Pogled na kvalitet upotrebe je šireg značaja (Bevan & Macleod, 1994).

Za potrebe ove disertacije, pod pojmom upotrebljivost se podrazumeva sposobnost softverskog sistema da ga korisnici koriste lako i sa zadovoljstvom. Navedena definicija u osnovi zastupa konvencionalan pristup. Međutim, zbog atributa zadovoljstva, aspekt korisnosti može biti implicitno prisutna (više o tome u Poglavlju 4.2.2).

2.2 Evaluacija Upotrebljivosti

Evaluacija upotrebljivosti obuhvata metode za otkrivanje specifičnih problema upotrebljivosti i metode merenja aspekata upotrebljivosti (Nielsen, 1993). Evaluacija

upotrebljivosti je proces koji se može sastojati iz više različitih aktivnosti zavisno od primenjenih metoda. U tipične aktivnosti spadaju: prikupljanje podataka (npr. završenost zadataka, vreme realizacije zadataka, greške prilikom realizacije zadataka, subjektivne ocene korisnika, itd.), analiza podataka i kritika, odnosno predlaganje rešenja ili poboljšanja (Ivory & Hearst, 2001). Evaluacija upotrebljivosti može imati fokus na (Bevan, 1995):

- celokupan računarski sistem,
- celokupan softver,
- konkretnu softversku komponentu, ili
- određeni aspekt softverske komponente.

Metoda za evaluaciju upotrebljivosti softvera je procedura koja obuhvata (Fernandez et al., 2011):

- skup precizno definisanih aktivnosti za prikupljanje podataka vezanih za interakciju krajnjih korisnika sa softverskim sistemom;
- načine na koje specifična svojstva softverskog sistema doprinose postizanju određenog stepena upotrebljivosti.

Metode evaluacije upotrebljivosti su poznate još od pojave termina upotrebljivosti. Mnoge od njih imaju poreklo u psihologiji, na primer, upitnici, intervjui, dnevници incidenata, itd. Neke metode koje su adaptirane za marketing, takođe su naše primenu u evaluaciji upotrebljivosti: fokus grupe, radionice, itd. (Jordan, 1998). Ipak, brojne metode su posebno razvijene za ovu vrstu evaluacije uključujući kognitivni prolazak (eng. cognitive walkthrough), metodu zajedničkog otkrivanja/učenja (eng. co-discovery learning), analizu log fajlova, itd.

Svaka od metoda evaluacije upotrebljivosti ima svoje prednosti i nedostatke. Evaluacija se ne može zasnivati samo na jednoj metodi, već se zajednička primena više metoda smatra korisnom (Wania, Atwood, & McCain, 2006). Izbor metoda zavisi od određenog broja faktora. Prema Ssemugabi & De Villiers (2007), faktori kao što su vreme, troškovi, efikasnost, efektivnost, kao i lakoća primene, utiču na izbor metoda za utvrđivanje problema upotrebljivosti.

Ne postoji univerzalno prihvaćena klasifikacija metoda evaluacije upotrebljivosti. Naredna tabela rezimira neke od klasifikacija koje su predložili istraživači i ljudi iz prakse.

Tabela 1. Pregled nekih klasifikacija metoda evaluacije

Autori	Klasifikacije metoda evaluacije
Whitefield, Wilson, & Dowell (1991)	analitičke metode, korisnički izveštaj, specijalistički izveštaj i metode posmatranja
Macleod (1994)	ekspertske, analitičke (zasnovane na modelima korisnika i sistema, kao i njihovoj interakciji), zasnovane na korisnicima
Nielsen (1995)	automatske, empirijske, formalna, neformalne
Adelman & Riedel (1997)	heurističke, subjektivne, empirijske
Wixon & Wilson (1997)	Na osnovu pet dimenzija metoda: Formativne metode naspram sumativnih metoda, Metode otkrića naspram metoda odluke, Formalne metode naspram neformalnih metoda, Metode u kojima su korisnici uključeni, naspram metoda u kojima korisnici nisu uključeni, Kompletne metode naspram metoda komponenti
Ivory & Hearst (2001)	Metode su klasifikovane na osnovu pet dimenzija: Testiranje, Inspekcija, Ispitivanje, Analitičko modelovanje, i Simulacija.

Metode za evaluaciju upotrebljivosti se uopšteno mogu klasifikovati u dve grupe: empirijske metode i metode inspekcije. Empirijske metode su zasnovane na prikupljanju podataka o upotrebi od krajnjih korisnika i njihovoj analizi. Metode inspekcije izvode stručni evaluatori ili dizajneri i zasnivaju se na ispitivanju aspekata upotrebljivosti artifakata (npr. korisničkog interfejsa) i proveri njihove usaglašenosti sa skupom smernica. Date smernice mogu da variraju od provere nivoa postignuća pojedinih atributa upotrebljivosti do heurističkih evaluacija koje se odnose na predviđanje problema u vezi sa korisničkim interfejsom (Fernandez et al., 2011).

2.3 Metrike Upotrebljivosti

Metrika je „sveobuhvatni termin koji opisuje metod koji se koristi za merenje nečega, rezultirajuće vrednosti dobijene merenjem, kao i izračunati ili kombinovani skup mera” (Labate, 2016). Metrika se definiše i kao „sistem ili standard merenja predstavljen u jedinicama koje se mogu koristiti za opisivanje više od jednog atributa” (Mifsud, 2015).

Upotrebljivost softvera je u velikoj meri određena načinom na koji se meri. Zahvaljujući metrikama upotrebljivosti, „opšti i donekle nejasan pojam upotrebljivosti”

može biti „konkretan i upravljiv” (Hornbæk, 2006, str. 80). Pošto se upotrebljivost ne može direktno meriti, operacionalizacija konstrukta upotrebljivosti svodi ovaj pojam na aspekte/atribute koji se mogu meriti. Ako je upotrebljivost nekog artefakta definisana kontekstom njegove upotrebe, to će se nužno odraziti na način kako se meri.

Merenje upotrebljivosti softvera se može koristiti za (Bevan & Curson, 1997):

- predviđanje, obezbeđivanje i poboljšanje kvaliteta softverskog proizvoda
- kontrolisanje i poboljšanje procesa proizvodnje, odnosno procesa razvoja softvera (kada su u pitanju softverski proizvodi)
- odlučivanje o prihvatljivosti softverskog proizvoda
- odabir adekvatnog softverskog proizvoda iz skupa alternativnih softverskih proizvoda.

Upotrebljivost softvera se meri pomoću različitih metrika. Višestruki standardi, odnosno familije standarda (npr. ISO 9241, ISO/IEC 9126, IEEE Std.610.12) i konceptualni modeli (npr. Metrike za standarde upotrebljivosti u računarstvu (eng. Metrics for Usability Standards in Computing - MUSiC), Integrisano merenje kvaliteta u upotrebi (eng. Quality in Use Integrated Measurement - QUIM)) obuhvataju određene skupove operativnih definicija i metrika upotrebljivosti (Macleod, Bowden, Bevan, & Curson, 1997; Seffah, Donyae, Kline, & Padda, 2006).

Neke metrike upotrebljivosti se zasnivaju na objektivno prikupljenim merljivim podacima kao što su podaci o performansama korisnika, stope grešaka ili podaci o završenosti zadataka (ISO/IEC 2004; Nielsen, 2012). Upotrebljivost se takođe meri iz interpretativne i subjektivne perspektive zasnovane na percepciji, stavovima i namerama korisnika, kao što su opažena lakoća korišćenja, zadovoljstvo korisnika itd. (Davis 1989; ISO/IEC 2004, Kirakowski & Corbett, 1993).

U tom smislu, neke od kvalitativnih metrika koje su definisane u standardu ISO/IEC 9126-4 (2004) klasifikuju se na sledeći način:

- metrike efektivnosti (efektivnost zadataka, završenost zadataka, učestalost grešaka)
- metrike produktivnosti (vreme zadatka, vreme čekanja, učestalost pomoći itd.)
- metrike zadovoljstva (skala zadovoljstva, upitnik zadovoljstva, diskreciono korišćenje).

Kao što se može primetiti, objektivne metrike su se obično koristile za produktivnost/efikasnost i efektivnost, dok se zadovoljstvo meri sa subjektivne perspektive. Prema Brooke (1996), ovo su neke opšte klase metrika upotrebljivosti, dok precizne mere mogu da variraju u velikoj meri. Na primer, mere efektivnosti se određuju tipovima zadataka koji se izvode sa sistemom.

Za merenje upotrebljivosti, koriste se različite metode evaluacije. Jedna od osnovnih klasifikacija uključuje analitičke metode, koje primenjuju stručnjaci za upotrebljivost (npr. inspekcije), i empirijske metode (Macleod, 1994), koje zahtevaju učešće krajnjih korisnika, i stoga uključuju testiranje upotrebljivosti i metode ispitivanja (upitnici i ankete).

Upitnici kao što su *Skala upotrebljivosti sistema* (System Usability Scale - SUS) (Brooke, 1996), *Upitnik za zadovoljstvo interakcijom korisnika* (eng. Questionnaire for User Interaction Satisfaction - QUIS) (Chin, Diehl, & Norman, 1988), *Inventar za merenje upotrebljivosti softvera* (eng. Software Usability Measurement Inventory - SUMI) (Kirakowski & Corbett, 1993; Kirakowski, 1996) i *Upitnik za merenje upotrebljivosti sistema posle studije upotrebljivosti* (eng. Post-Study System Usability Questionnaire - PSSUQ) (Lewis, 1992a) su kreirani sa namerom da obezbede instrument za ocenu subjektivne upotrebljivosti koji rezultira pouzdanom i povoljnom metrikom ukupne upotrebljivosti ili kvaliteta upotrebe (softverskog) sistema. Iako, to nije nužno bila namera autora ovih upitnika, rezultirajuće metrike često su koristili praktičari kao jedinu metriku upotrebljivosti (Sauro & Kindlund, 2005). Tabela 2 obezbeđuje pregled nekih dobro poznatih upitnika upotrebljivosti.

Tabela 2. *Pregled dobro poznatih upitnika upotrebljivosti*

Akronim	Instrument	Referenca	Broj pitanja
SUS	Skala Upotrebljivosti Sistema (eng. System Usability Scale)	Brooke, 1986	10
QUIS	Upitnik za Zadovoljstvo Korisničkim Interfejsom (eng. Questionnaire for User Interface Satisfaction)	Chin et al, 1988	27
PUEU	Opažena Upotrebljivost i Lakoća Korišćenja (eng. Perceived Usefulness and Ease of Use)	Davis, 1989	12

Akronim	Instrument	Referenca	Broj pitanja
PSSUQ	Upitnik za merenje upotrebljivosti sistema posle studije upotrebljivosti (eng. Post-Study System Usability Questionnaire)	Lewis, 1992a	19
CSUQ	Upitnik za Upotrebljivost Računarskog Sistema (eng. Computer System Usability Questionnaire)	Lewis, 1992b	19
NHE	Nielsen-ova Heuristička Evaluacija (eng. Nielsen's Heuristic Evaluation)	Nielsen, 1993	10
SUMI	Inventar za merenje upotrebljivosti softvera (eng. System Usability Measurement Inventory)	Kirakowski, 1994	50
ASQ	Upitnik Posle Scenarija (eng. After Scenario Questionnaire)	Lewis, 1995	3
PUTQ	Purdue Upitnik za Testiranje Upotrebljivosti (eng. Purdue Usability Testing Questionnaire)	Lin, Choong, & Salvendy, 1997	100
USE	Korisnost, Zadovoljstvo, Lakoća Upotrebe (eng. Usefulness, Satisfaction, Ease of use)	Lund, 2001	30
UMUX	Metrika Upotrebljivosti za Korisničko Iskustvo (eng. Usability Metric for User Experience)	Finstad, 2010	4

Sposobnost metoda koje zavise samo od objektivnih ili subjektivnih metrika da efektivno predstavljaju čitav konstrukt upotrebljivosti, preispitivana je u literaturi (Sauro & Kindlund, 2005). Na primer, Frøkjær, Hertzum i Hornbæk (2000) su utvrdili da efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo treba smatrati nezavisnim aspektima upotrebljivosti, osim ako studije specifične za određenu oblast pokazuju drugačije. Sa druge strane, Sauro & Kindlund (2005) su pronašli pozitivnu korelaciju između subjektivnih mera (zadovoljstvo) i objektivnih mera (vreme, greške i završenost). Međutim, oni su verovali da svaka mera dodaje dodatne informacije, i samim tim doprinosi merenju upotrebljivosti.

Na osnovu rezultata analize više od stotinu slučajeva iz literature, Nielsen & Levy (1994) su otkrili da preferencija prilično dobro predviđa efikasnost. Ipak, korisnici nisu preferirali sistem koji im je omogućio efikasniju upotrebu u 25% slučajeva.

U skorije vreme, Nielsen (2012) je uporedio objektivne i subjektivne metrike upotrebljivosti za 298 Web sajtova i aplikacija za koje su sistematski dobijena oba ova

tipa metrika. Utvrđeno je da korisnici preferiraju dizajn sa najboljim metrikama upotrebljivosti u 70% slučajeva. Preostalih 30% slučajeva, smatrano je slabim paradoksima; korisnici su ostvarili malo bolji učinak, ali malo manje preferirali dizajn ili ostvarili nešto manji učinak i malo više preferirali dizajn.

Sa druge strane, meta-analiza korelacija između mera upotrebljivosti zasnovanih na sirovim podacima 73 studija je otkrila da su ove korelacije srednje do niske (Hornbæk & Law, 2007). Autori su pretpostavili da su takvi rezultati dobijeni zbog realne raznolikosti mera koje su analizirane. Korelacije između jednostavnih mera koje su konzistentno korišćene u studijama bi verovatno bile veće.

Zbog kontekstno zavisne prirode upotrebljivosti, veoma je teško uporediti upotrebljivost u različitim kontekstima. Ipak, postoji potreba za širokim opštim metrikama koje bi pomogle da se uporedi upotrebljivost u čitavom nizu konteksta. Prema Brooke (1996), opštije procene upotrebljivosti koje su u stanju da podnesu poređenje više sistema, moguće su samo u oblasti subjektivnih procena upotrebljivosti. U tu svrhu, subjektivne mere upotrebljivosti moraju biti dobijene kroz korišćenje upitnika i skala stavova koji nisu specifični za bilo koji određeni sistem, npr. SUS.

Takođe postoji predlog da se upotrebljivost standardizuje u jedinstvenu ocenu koja obuhvata objektivne i subjektivne metrike upotrebljivosti. Predložena ocena je imala za cilj da bude korisna u poređenju upotrebljivosti različitih sistema (Sauro & Kindlund, 2005).

3 Softverska Upotrebljivost i Metrike u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije

U cilju sagledavanja pristupa evaluacije i metrika upotrebljivosti u kontekstu odabira edukativne tehnologije, izvršen je sistematski pregled literature. Prvo je definisan proces sistematskog pregleda (Poglavlje 3.1), zatim su analizirani i diskutovani rezultati prema formulisanim istraživačkim pitanjima (Poglavlja 3.2-3.5).

3.1 Sistematski Pregled Literature

Cilj ovog sistematskog pregleda literature je bio da ispita koje metode, atributi i metrike upotrebljivosti su predloženi i/ili primenjeni u kontekstu odabira edukativne tehnologije.

Stoga su formulisana sledeća pitanja:

- SP - P1: Koje metode su bile predložene i/ili primenjene u kontekstu odabira edukativne tehnologije kako bi se evaluirala upotrebljivost?
- SP - P2: Da li je i kako razmotrena korisnička perspektiva u pristupima evaluacije upotrebljivosti koji su predloženi i/ili primenjeni u kontekstu odabira edukativne tehnologije?
- SP - P3: Koji atributi, odnosno kriterijumi upotrebljivosti su bili predloženi i/ili primenjeni u kontekstu odabira edukativne tehnologije?
- SP - P4: Koje metrike upotrebljivosti su bile predložene i/ili primenjene u kontekstu odabira edukativne tehnologije?

Sistematski pregled literature je sproveden u skladu sa smernicama datim u (Kitchenham, 2007). Potraga za relevantnim studijama je izvršena uz pomoć sledećih renomiranih digitalnih biblioteka: SCOPUS, ACM, ISI (Web of Science & Web of Knowledge) i IEEE.

Svi radovi koji su objavljeni pre 2018. godine su uzeti u obzir. Posle testiranja nekoliko izraza napredne pretrage, rezultujući izraz je bio:

(usability OR 'ease of use' OR 'easy to use') AND (educational OR learning OR e-learning OR badge*) AND (software OR platform* OR system* OR technolog*) AND (evaluation OR evaluating OR assessment OR assessing) AND (selection OR selecting OR choosing).

Proces odabira radova je bio vođen sledećim definisanim kriterijumima:

- Rad uvodi novi pristup evaluacije edukativne tehnologije, izveštava o primeni postojećeg pristupa ili predstavlja komparativnu studiju edukativne tehnologije, a sve u kontekstu odabira tehnologije.
- Pristup evaluacije edukativne tehnologije opisan u radu uključuje ili je zasnovan na kriterijumima i/ili metodama upotrebljivosti.

Kontekst odabira tehnologije je prepoznat prisustvom iskaza da je pristup primenjiv u okviru procesa odabira tehnologije u edukativnom okruženju ili da su rezultati studije namenjeni da pomognu nastavnicima pri odabiru tehnološke alternative.

Takođe je definisano nekoliko kriterijuma koji radovi ne treba da budu uključeni u sistematski pregled:

- radovi koji iznose opšte preporuke i principe za odabir edukativne tehnologije;
- uvodni radovi specijalnih izdanja časopisa, knjiga i radionica;
- radovi koji nisu napisani na Engleskom jeziku;
- dupli radovi.

Pretraga je takođe uključila reference i citate izabranih radova. Prvo je sprovedena pretraga i odabir primarnih studija preko odabranih digitalnih biblioteka. Zatim su pretražene reference i citati izabranih radova.

U prvoj fazi, pregledan je naslov, apstrakt i ključne reči svakog rada, i izvršena predselekcija radova. U drugoj fazi, pročitani su svi preostali radovi i evaluirani u pogledu konzistentnosti i preciznosti u pisanju.

Proces odabira radova je bio olakšan tabelarnim šablonom koji je razvijen radi beleženja relevantnih podataka o svakoj studiji. Šablon je uključio sledeće kolone: ID (jedinstveni identifikator), Referenca, Tip publikacije, Naziv konferencije ili časopisa, Godina objavljivanja, Komentar vezan za studiju, Komentar vezan za pribavljanje rada. Popunjen šablon je dostupan u (Online prateći dokument, 2018a).

Pretragom digitalnih biblioteka, nađeno je 917 radova. Posle pregledanja, 37 radova je izabrano za fazu analize na osnovu definisanih kriterijuma. Osim toga, 229 radova je pregledano na osnovu referenci izabranih radova. Sledeće reference su eliminisane bez pregledanja: knjige, standardi, priručnici, Web sajtovi, i poznate

publikacije čija tema nije relevantna za ovaj pregled. Pregledanje referenci inicijalno odabranih radova je rezultovalo izborom dodatnih 10 radova.

Takođe je izvršena pretraga citata odabranih radova korišćenjem servisa Google Scholar. Kod radova sa velikim brojem citata, korišćena je pretraga u okviru citata korišćenjem termina pretrage 'select*', 'choose' and 'usability'. Pregledano je 410 radova dobijenih pretragom citata i kao rezultat, 8 dodatnih radova je izabrano za analizu.

Pošto je isključeno 5 duplikata i jedan rad čiji je tekst bio nedostupan, dobijeno je 49 relevantnih radova. Zbog nekonzistentnosti i nejasnoća u pisanju, 3 relevantna rada su odbačena, tako da je ukupno 46 radova ušlo u fazu analize. Rezime rezultata pretrage je dat u Tabeli 3.

Tabela 3. *Evaluacija upotrebljivosti u kontekstu odabira edukativne tehnologije - rezime rezultata pretrage literature*

Digitalna biblioteka	Rezultati pretrage	Relevantni radovi	Dupli radovi	Nedostupan tekst	Problemi kvaliteta	Ukupno
<i>SCOPUS</i>	223	16	-	1	1	14
<i>ISI</i>	322	13	4	-	-	9
<i>ACM</i>	111	0	-	-	-	0
<i>IEEE</i>	261	8	-	-	-	8
<i>Reference</i>	229	10	1	-	1	8
<i>Citati</i>	410	8	-	-	1	7
UKUPNO	1556	55	5	1	3	46

Za potrebe analize studija, razvijen je tabelarni šablon koji je uključio kolone kao što su: Referenca studije, Tip edukativne tehnologije, Svrha i ishod studije, Kriterijumi evaluacije, Pristup evaluaciji upotrebljivosti, Atributi/kriterijumi upotrebljivosti, Učesnici, Validacija pristupa, i Komentar. Popunjen šablon je dostupan u (Online prateći dokument, 2018b).

Konferencijski radovi (54.3%) su bili zastupljeni u nešto većem broju u odnosu na radove iz časopisa (45.7%).

Gotovo 40% studija se bavilo platformama e-učenja. 4 studije (8.7%) su se bavile edukativnom tehnologijom uopšteno. Preostalih 52.2% studija se bavilo različitim tipovima edukativne tehnologije kao što su servisi mobilnog učenja (Sarrab, Elbasir, & Alnaeli, 2016), rečnici na pametnim telefonima (Bastos & Machado, 2016), MOOC platforme (Espada, Rodríguez, García-Díaz, & Crespo, 2014), softver za kreiranje tutorijala (Wakimoto & Soules, 2011), virtualna okruženja za učenje (Konstantinidis, Tsiatsos, & Pomportsis, 2009), itd.

3.2 Metode Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije

Metoda evaluacije upotrebljivosti koja je bila najčešće primenjena u analiziranim studijama je ekspertska procena. Druge primenjene metode su: mešoviti pristup, korisničko testiranje, evaluacija zasnovana na upitniku, heuristička evaluacija, evaluacija zasnovana na kontrolnoj listi i anketa (SP - P1). Nove metode su predložene u dva rada; jedna je zasnovana na paternima upotrebljivosti za evaluaciju sistema za e-učenje (Zub & Eessaar, 2010), a druga na ponderisanim tehničkim faktorima koji imaju uticaja na korisničko iskustvo MOOC platformi (Espada et al., 2014). Preostala četiri rada su imala fokus na ispitivanje kriterijuma odabira edukativne tehnologije, tako da nijedna metoda evaluacije nije razmotrena u tim studijama.

Pošto je bila predložena ili primenjena u 20 studija, ekspertska procena je dominantna metoda u analiziranim studijama. Međutim, termin se koristi slobodno. U nekim slučajevima, prigodniji termin bi bio korisnička ili nastavnička/učenička recenzija. Sami autori su bili u ulozi eksperta u većini studija. Ako se pretpostavi da su zauzeli poziciju eksperta, korisnička perspektiva je retko uzimana u obzir. Osim toga, nije bilo dovoljno dokaza o sistematičnosti pristupa, stručnosti, niti broju učesnika koji su vršili procenu.

Ova kategorija je obuhvatila kvantitativne (10 studija), kvalitativne (7 studija) i mešovite procene (3 studije). U većini slučajeva kvantitativna procena se svela na ocenjivanje opažene upotrebljivosti ili nekog drugog atributa upotrebljivosti određene edukativne tehnologije ili pojedinačnih funkcionalnosti i karakteristika te tehnologije, sa

ili bez ponderisanja. U nekoliko studija, rezultati kvantitativne procene su bili ulaz za određeni pristup višekriterijumskog odlučivanja (npr. Khan, Shahzad, & Altaf, 2017).

Mešoviti pristup je primenjen u 7 studija. U većini ovih studija, korisničko testiranje je upotunjeno evaluacijom zasnovanom na upitniku (Fagan, Mandernach, Nelson, Paulo, & Saunders, 2012; Konstantinidis et al., 2009; Pipan, Arh, & Blazic, 2007) ili heurističkom evaluacijom (Inversini, Botturi, & Triacca, 2006; Konstantinidis et al., 2009). Martin, Roach, Nguyen, Rice, & Wilson (2013) su kombinovali ekspertsku evaluaciju, evaluaciju zasnovanu na upitniku i grupno odlučivanje. Najzad, anketa je primenjena u dve studije, posle terenskog ispitivanja upotrebljivosti (Unal & Unal, 2011) i posle ekspertskeg pregleda u post-implementacionoj fazi odabira edukativne tehnologije (Mahoney, Boland, Ramulu, & Srikumaran, 2016).

Korisničko testiranje je primenjeno u četiri studije kao jedini metod (npr., Černá, 2016). Okarakterisano je neformalnim pristupima i malim brojem korisnika, tipično oko 5, i dominatno studenata. Međutim, formalne metode zahtevaju stručnost i iskustvo, čak i resurse poput opreme, koji su verovatno uobičajeni na univerzitetskim odsecima za interakciju čovek-računar (eng. Human Computer Interaction - HCI), ali retko izvan toga. Stoga ne čudi retka upotreba formalnih metoda evaluacije upotrebljivosti u odabiru edukativne tehnologije.

Heuristička evaluacija je primenjena u 3 studije (Grace, Suan, & Wanzhen, 2008; King & Newman, 2009; Squires & Preece, 1999), a evaluacija zasnovana na kontrolnoj listi u 2 studije (Bednarik, Gerdt, Mirafabi, & Tukiainen, 2004; Comer & Geissler, 1998). Mogući razlozi za retku primenu heurističke evaluacije, uprkos tome što je jedna od konvencionalnih metoda evaluacije upotrebljivosti, mogli bi biti to što nije viđena kao dovoljno jednostavan i efektivan pristup u datom kontekstu, ili što su nastavnici slabije upoznati sa ovim pristupom. Štaviše, fokus nekih studija na višekriterijumsko odlučivanje je verovatno dodatno doprineo primeni kvantitativnih metoda.

Evaluacija zasnovana na upitniku je takođe primenjena u 3 studije. Moccozet, Benkacem, Platteaux, & Foerster (2014) su koristili upitnik, između ostalog, da mere percepcije studenata o upotrebljivosti alata. Tevar-Sanz, Grande-Ortiz, Ramírez-Montoro, & Sánchez-Medina (2015) su koristili SUS u drugoj fazi procesa odabira da bi verifikovali upotrebljivost izabranog alata uključivši kako studente, tako i nastavnike.

Konačno, Colace, De Santo & Pietrosanto (2006) su primenili upitnik koji je uveo Nielsen (1993).

Anketa je korišćena u 2 studije. Bastos & Machado (2016) su koristili anketu, između ostalog, da prikupe mišljenja studenata o upotrebljivosti i lakoći navigacije aplikacija za rečnike. Studenti su zamoljeni da obezbede kvantitativnu i kvalitativnu ocenu aplikacija. Sa druge strane, Harris & Hodges (2016) su anketirali studente o opaženoj upotrebljivosti Google platforme u poređenju sa platformom Desire2Learn. Nastojali su da ispituju da li treba nastaviti sa primenom Google platforme.

Donekle je iznenađujuće što metode ispitivanja nisu primenjene u većoj meri kao relativno jednostavan i brz način da se prikupe percepcije studenata i nastavnika o problemima upotrebljivosti, kao i subjektivne metrike upotrebljivosti. Razlog bi se mogao nalaziti u gledištu da je proces odabira završen, pošto se tehnologija uvede u edukativno okruženje. Međutim, nekoliko pristupa protivreče ovom gledištu. Naime, evaluacija upotrebljivosti ili verifikacija u drugoj (post-implementacionoj) fazi procesa odabira, kao i terenske studije u procesu odabira sa direktnim uključivanjem nastavnika i studenata/učenika mogu biti efektivni pristupi.

Ipak, za mnoge od prijavljenih pristupa, nije obezbeđen dokaz efektivnosti u datom kontekstu. Potrebno je više empirijskih studija da bi se adresirao identifikovani istraživački jaz.

3.3 Korisnička Perspektiva u Pristupima Evaluacije

Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije

U više od polovine studija (25 od 46) zabeleženi su učesnici kao što su studenti, nastavnici i eksterni eksperti (SP - P2). Dva rada nisu precizirala ko su bili učesnici (Fagan et al. 2012; Pipan et al. 2007).

Učesnici su bili uključeni u sve vrste studija, osim u evaluacijama zasnovanim na kontrolnim listama. Studenti su bili najčešći učesnici. Oni su učestvovali u testiranju korisnika, anketama i evaluaciji na osnovu upitnika, kao što je već naglašeno u prethodnom poglavlju.

Studenti su bili uključeni u ekspertskim procenama u nekoliko prilika. Konkretno, Crowsey, Ramstad, Gutierrez, Paladino, & White (2007) su angažovali

studente da evaluiraju alate za „rudarenje teksta” (eng. Text mining) na osnovu dokumentacije i eksperimentisanja. Slično, Sun, Manabat, Chan, Chong, & Vu (2017) su angažovali studente kao stručnjake za pristupačnost koji su dodatno procenili lakoću korišćenja unapred odabranih alata za pristupačnost. Sa druge strane, Berteau (2012) je dopunio evaluaciju ispitivanjem studenata za njihove preferencije. Najveći broj učenika je učestvovao u studiji (Shee & Wang, 2008) u kojoj je ispitano 276 učenika o njihovim percepcijama o relativnoj važnosti kriterijuma za odabir platforme za e-učenje. Ovim kriterijumima je vođena kvantitativna procena, koju je sproveo 10 iskusnih studenata.

Pored toga, studenti su učestvovali u tri studije koje su se bavile istraživanjem kriterijuma odabira edukativne tehnologije (Abouelala, Brandt-Pomares, & Janan, 2016; Baran, Uygun, & Altan, 2017; Smith et al., 2017). Međutim, studenti koji su učestvovali u studiji (Smith et al., 2017) bili su budući i sadašnji nastavnici srednjih škola matematike. Isto tako, nastavnici su bili angažovani na otkrivanju kriterijuma za ocenjivanje i odabir edukativnih mobilnih aplikacija (Baran et al., 2017). Na taj način su autori pokušali da razmotre perspektivu nastavnika.

Zajedno sa nastavnicima, studenti su učestvovali u 2 studije. Osim u (Tevar-Sanz et al., 2015) koji su koristili SUS u drugoj fazi procesa selekcije, Mahoney et al. (2016) su intervjuisali studente za preferirane funkcionalnosti platforme za e-učenje u fazi predselekcije i primenili kratku anketu za potrebe evaluacije nakon implementacije.

I studentska i nastavnička perspektiva su takođe razmatrane u fazi testiranja korisnika u pristupu MiLE + koji je primenjen u (Inversini et al., 2006). Pored toga, inspekcije su sprovele dva eksperta.

Nastavnici su bili uključeni u 3 studije. Nastavnici K12 su učestvovali u razvoju i testiranju rubrike osmišljene da im pomognu u odabiru i ocenjivanju edukativnih aplikacija sa primenom u prirodnim naukama (Green, Hechter, Tisinger, & Chassereau, 2014). Osim toga, univerzitetski profesor je posmatran i intervjuisan u studiji o kriterijumima za odabir bioinformatičkog softvera (Machado, Paikao-Cortes, de Souza, & de Borba Campos, 2017). Konačno, nekoliko nastavnika je učestvovalo u komparativnoj studiji koja je uključila evaluaciju upotrebljivosti (Hayes, 1999).

Eksterni eksperti su učestvovali u dve različite studije: odabiru softvera za poslovnu simulaciju (King & Newman, 2009) i sistematskoj komparaciji softverskih sistema za 3D rekonstruktivnu hirurgiju (Martin et al., 2013).

U većini studija, učenici/studenti i nastavnici nisu bili uključeni u proces odabira edukativne tehnologije. Ovo je donekle razumljivo za nastavnike, pošto su verovatno sami autori ujedno bili nastavnici u studijama.

Univerzitetski studenti su učestvovali u više od trećine studija. Učenici drugih obrazovnih nivoa i iz drugih edukativnih okruženja nisu bili u fokusu analiziranih studija.

Većina pristupa koji su neposredno uzeli u obzir učeničku/nastavničku perspektivu pri odabiru edukativne tehnologije, zasnovana je na jednoj metodi/praksi, što, bez postavljanja pitanja efektivnosti, ograničava njihov potencijal. Obećavajući rezultati mogli bi se očekivati od mešovitih pristupa. Zajednička praksa testiranja i ispitivanja korisnika osigurava uvid u evaluaciju upotrebljivosti iz dve perspektive: objektivne i subjektivne. Takvi napori su ipak retki, verovatno jer su resursno zahtevni.

Iako su retko primenjene, metode ispitivanja (zasnovane na upitnicima i anketama) mogu biti vrlo korisne za sagledavanje korisničke perspektive na osnovu percepcija većeg broja učenika/studenata. Ovo se pokazalo izvodljivim u dvofaznim pristupima u kojima druga faza podrazumeva korišćenje unapred odabrane tehnologije u određenom edukativnom okruženju. Korisnička perspektiva koja je sagledana u stvarnom edukativnom okruženju mogla bi biti informativnija. Prakse ispitivanja takođe mogu biti korisne u međusobnom dopunjavanju (kvantitativnom i kvalitativnom) i dopunjavanju drugih praksi.

Zanimljivo je da je bilo nekih pokušaja da se sagleda učenička perspektiva, angažovanjem studenata kao stručnjaka u ekspertskim procenama. Iako procedure nisu dobro opisane, to bi mogao biti pristup vredan daljeg istraživanja.

Perspektiva nastavnika je razmatrana zajedno sa perspektivom učenika u nekoliko studija. Nijedna studija koja istražuje kriterijume odabira tehnologije nije uključila perspektive učenika i nastavnika.

3.4 Atributi Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije

63 različito imenovanih atributa je identifikovano u 39 analiziranih studija (SP - P3). Preostalih 7 radova je imalo fokus na heuristike.

Najčešće predložen ili primenjen atribut upotrebljivosti je lakoća korišćenja s obzirom na to da je 12 radova izvestilo o primeni ovog atributa. Osim lakoće korišćenja, sledeći atributi su identifikovani u više od 5 radova: (opažena) upotrebljivost, zadovoljstvo, efikasnost, efektivnost i intuitivnost.

Većina atributa upotrebljivosti je predložena samo u po jednoj studiji. Obično imaju termine „lakoća” ili „lako” u svojim nazivima., npr. lakoća pristupa, lakoća pronalaženja informacija, lak i brz pristup sadržaju. Neki od tih atributa se mogu smatrati specijalizacijom lakoće korišćenja.

U većini slučajeva nije sasvim jasno zašto su određeni atributi upotrebljivosti izabrani i kako su tačno definisani. Moguće je da su različiti termini korišćeni za iste attribute (npr. lakoća navigacije i navigabilnost) ili isti termini za različite attribute.

Kao standardni atributi upotrebljivosti, efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo (ISO, 1998) su primenjeni u izvesnoj meri, uglavnom u korisničkom testiranju. Neuobičajeno, efektivnost i efikasnost su mereni subjektivnom metodom u jednoj studiji (Unal & Unal, 2011). Drugi standardi nisu adresirani u odabiru atributa upotrebljivosti.

3.5 Metrike Upotrebljivosti u Kontekstu Odabira Edukativne Tehnologije

Gotovo 60% radova je izvestilo o primeni bar jedne metrike upotrebljivosti. Dve ili više različitih metrika je primenjeno u 6 studija (SP - P4).

Jedna od najčešće korišćenih metrika je ocena pojedinačnih atributa zasnovana na skali 1-do-5, primenjena u 5 studija. Ocene zasnovane na ovoj i drugim skalama (npr. desetostepena skala, skala 0-do-1, itd.), kao i na različitim metodama (npr., metode ocenjivanja i metode rangiranja) su korišćene u 16 analiziranih studija kao metrike upotrebljivosti, lakoće korišćenja, zadovoljstva, itd. Ove metrike su dobijene u kvalitativnim ili mešovitim ekspertskim procenama, kao i u mešovitim pristupima.

U 4 studije, primenjene su metrike dobijene na osnovu predloženih upitnika zasnovanih na petostepenoj, šestostepenoj i sedmostepenoj Likertovoj skali. Sedmostepena Likertova skala je korišćena u 2 studije. Kada su u pitanju standardne subjektivne metrike, SUS ocena je korišćena samo u 2 studije.

U nekim slučajevima, odabir skale je bio određen primenjenom metodom višekriterijumskog odlučivanja. U većini slučajeva, odabir skale nije obrazložen.

Ostale metrike koje su korišćene u više studija su standardne objektivne metrike: vreme završetka zadatka i stopa završenosti zadataka. Primenjene su redom u 5 studija i 4 studije koje su uključile korisničko testiranje. Međutim, objektivnost metrika primenjenih u (Černá 2016) je upitna, pošto su studenti sami izveštavali o rezultatima testiranja primenom formulara za testiranje.

Među primenjenim metrikama upotrebljivosti, našle su se i „prosečno vreme potrebno testerima da završe sve dodeljene zadatke”, prosečan broj „help-desk” poziva po sesiji učenja (Hayes 1999), i koeficijent ispada koji utiču na Web korisničko iskustvo (Espada et al. 2014).

Metrike mogu biti jako korisne u poređenju više softverskih alternativa. Međutim, moraju biti pažljivo odabrane, prikupljane i interpretirane. Primena samo jedne metrike nije dovoljna, i može čak biti obmanjujuća.

4 Softverska Upotrebljivost i Metrike u Kontekstu Prihvatanja Edukativne Tehnologije

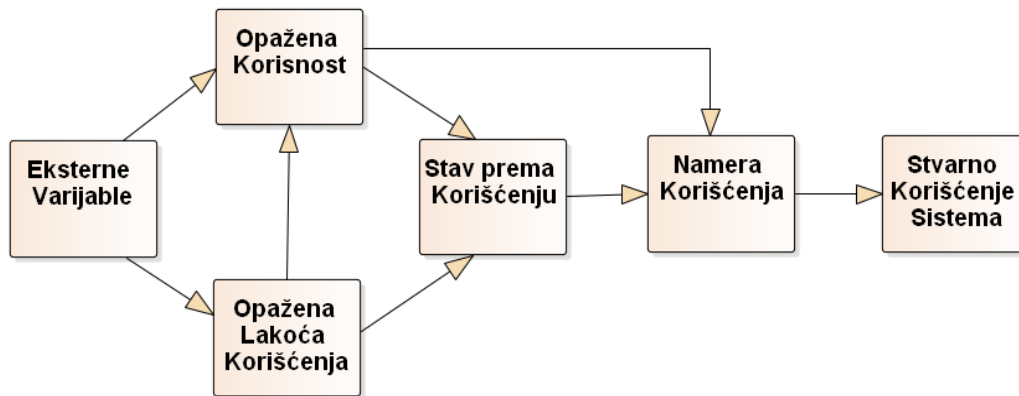
Posle definisanja i kratkog pregleda modela prihvatanja tehnologije (Poglavlje 4.1), analizirani su rezultati pregleda literature iz oblasti prihvatanja edukativne tehnologije. Konkretno, analizirani su i sistematizovani atributi i mere upotrebljivosti uvršteni u predložene modele prihvatanja edukativne tehnologije. Atributi i mere upotrebljivosti su sistematizovani kao determinante lakoće korišćenja (Poglavlje 4.2.1) i korisnosti, odnosno kao determinante zadovoljstva (Poglavlje 4.2.2).

4.1 Modeli Prihvatanja Tehnologije

Različiti modeli su razvijeni kako bi se ispitalo prihvatanje, uspeh i namera korisnika da koriste, usvoje ili nastave sa upotrebom nove tehnologije. Ovi modeli obično obuhvataju različite empirijske validirane konstrukte i njihovim relacije prema konstruktima namere prihvatanja i/ili stvarne upotrebe sistema. Neki od najuticajnijih modela ili bazičnih teorija su:

- Model prihvatanja tehnologije (eng. Technology Acceptance Model - TAM) (Davis, 1989)
- Teorija planiranog ponašanja (eng. Theory of Planned Behaviour - TBP) (Ajzen, 1991)
- Model uspešnosti informacionog sistema (eng. DeLone and McLean's information system success model - DL&ML) (DeLone & McLean, 1992; DeLone & McLean, 2003)
- Teorija potvrde / diskonfirmacije očekivanja (eng. Expectancy Confirmation / Disconfirmation Theory - ECT / EDT) (Bhattacharjee, 2001; Oliver, 1980)

Model prihvatanja tehnologije (TAM) koji je uveo Davis (1989), najšire je korišćeni i najčešće proširavani model (Wang & Wang, 2009). Prema Igarria, Guimaraes, & Davis (1995), TAM je jedan od najjednostavnijih, najlakših za primenu i najmoćnijih modela upotrebe računara.



Slika 1. Originalni TAM model (prema Davis, 1989)

TAM ima korene u Teoriji promišljene akcije (eng. Theory of Reasoned Action - TRA) koju su predložili Fishbein & Ajzen (1975). Glavni elementi (varijable) TAM-a su opažena korisnost i opažena lakoća korišćenja. Opažena korisnost se definiše kao „stepen do kojeg osoba veruje da bi korišćenje određenog sistema povećalo njegov ili njen radni učinak". Opažena lakoća korišćenja odnosi se na „stepen do kojeg osoba smatra da bi korišćenje određenog sistema bilo bez napora" (Davis, Bogozzi, & Warshaw, 1989, str. 320). Prema TAM-u, oba ova elementa utiču na stavove korisnika prema upotrebi, pri čemu opažena lakoća korišćenja utiče i na opaženu korisnost.

Chen, Gillenson & Sherrell (2002) su tvrdili su da bi primena generičkog TAM-a mogla dovesti do nekonzistentnih ishoda zbog nedostatka prospektivnih objašnjajućih varijabli povezanih sa specifičnim kontekstom. Davis et al. (1989) su primetili da druge spoljne varijable uključene u TAM mogu povećati njegovu objašnjavajuću moć za prihvatanje određene tehnologije od strane korisnika.

Spoljne (eksterne) varijable/faktori imaju važnu ulogu u objašnjavanju ponašanja usvajanja tehnologije i obično se modeluju kao prethodnici opažene lakoće korišćenja i opažene korisnosti (Abdullah & Ward, 2016; Davis et al., 1989; Liu, Chen, Sun, Wible, & Kuo, 2010). Međutim, kako su upozorili Taylor & Todd (1995), mora postojati kompromis između objašnjavajuće moći predloženog modela i njegove složenosti uzrokovane uključivanjem dodatnih spoljnih varijabli.

Pošto TAM objašnjava samo deo posmatrane varijacije korišćenja IT, predložene su mnoge adaptacije i proširenja modela, uključujući TAM2 (Venkatesh & Davis, 2000), Objedinjenu teoriju prihvatanja i korišćenja tehnologije (eng. Unified

Theory of Acceptance and Use of Technology - UTAUT) (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003) i TAM3 (Venkatesh & Bala, 2008).

TAM2 je pokušao da objasni opaženu korisnost i nameru korišćenja u smislu društvenog uticaja i kognitivnih instrumentalnih procesa. UTAUT je integrisao elemente iz osam istaknutih modela kao što su TRA, TAM, TBP, itd. TAM3, koji je kombinovao TAM2 i model determinanti opažene lakoće korišćenja (Venkatesh, 2000), obuhvatio je četiri različite vrste determinanti opažene korisnosti i opažene lakoće korišćenja - individualne razlike, karakteristike sistema, društveni uticaj i olakšavajuće uslove.

McFarland & Hamilton (2006), koji su takođe predložili proširenje TAM-a dodavanjem nekih faktora specifičnosti konteksta (npr., kvalitet sistema, organizaciona podrška, itd.), sugerisali su da se bolji rezultati mogu dobiti ako istraživači prilagode instrumente TAM istraživanja konkretnom kontekstu.

U sistematskom pregledu studija zasnovanih na TAM-u sa fokusom na korisničko iskustvo (eng. User Experience), Hornbæk & Hertzum (2017) su, pored osnovnih TAM konstrukata, identifikovali dve velike grupe konstrukata. Jedna grupa obuhvata karakteristike konteksta korišćenja opisane u opštim modelima upotrebljivosti (Hertzum 2010; ISO 2010): korisnik, sistem, zadatak i organizacija. Druga grupa obuhvata konstrukte vezane za korisničko iskustvo kao što su uživanje i zadovoljstvo (Hornbæk and Hertzum 2017).

Kada je reč o edukativnoj tehnologiji, posebno o softveru, sprovedene su brojne studije o prihvatanju različitih softverskih sistema/alata za učenje. U ovoj oblasti je predloženo mnoštvo spoljnih faktora, samim tim, mnoštvo modela. U tu svrhu, niz različitih teorija usvajanja tehnologije je korišćeno kao osnova. Sistematski pregled 42 studija o prihvatanju e-učenja koje su realizovali Šumak, Hericko i Pusnik (2011), pokazala je da je 86% studija koristilo TAM kao polazni model. Gotovo bez sumnje, tvrdnja da je „TAM najčešća polazna teorija u literaturi o prihvatanju e-učenja“ (Šumak et al., 2011, str. 2068) ostaje tačna i danas.

Abdullah & Ward (2016) su sproveli kvantitativnu meta-analizu 107 radova kako bi identifikovali najčešće korišćene spoljne faktore TAM-a u kontekstu usvajanja e-učenja. Proučeno je ukupno 152 različita spoljna faktora. Rezultati su pokazali da su samoefikasnost, subjektivna norma, uživanje, kompjuterska anksioznost i iskustvo

najčešće korišćeni spoljni faktori. Abdullah & Ward (2016) su koristili ove rezultate kao osnovu za razvoj Opšteg proširenog modela prihvatanja tehnologije za e-učenje (eng. General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning - GETAMEL), koji je imao za cilj da bude „opšte koristan i široko primenjiv na različite tehnologije ili sisteme e-učenja“ (str. 238).

U određenim studijama, TAM je proširen konstruktima iz drugih teorija, često iz DL&ML modela uspešnosti informacionog sistema.

Model uspešnosti informacionog sistema koji su predložili DeLone i McLean (1992) (DL&ML model uspešnosti IS; eng. Information system success model), naširoko se koristi za procenu uspeha ili neuspeha implementacije informacionog sistema (Wang & Wang, 2009). Isti autori su 2003. godine predložili ažurirani model uspešnosti IS na osnovu promena u ulozi i upravljanju informacionim sistemima i rezultatima iz više od 100 radova koji su se bavili ovim modelom. Ažurirani model se sastoji od šest faktora, uključujući tri faktora IS-a (kvalitet sistema, kvalitet informacija i kvalitet usluga), nameru da se koristi, zadovoljstvo korisnika i neto koristi (Wang & Wang, 2009). DL&ML model uspešnosti je snažno uticao i na modele prihvatanja edukativne tehnologije zasnovane na TAM-u, tako što su osnovni konstrukti ovog modela uključeni u predložene modele.

Meta-analiza 88 istraživačkih radova u različitim oblastima, pokazala je visok kredibilitet TAM-a (King & He, 2006). Prošireni TAM modeli pokazali su dobru eksplanatornu snagu, sa ukupnom varijansom u rasponu od 52% do 70% (Abdullah & Ward, 2016).

Većina studija se fokusirala na prihvatanje/usvajanje edukativne tehnologije od strane univerzitetskih studenata (npr., Al-Ammary, Al-Sherooqi, & Al-Sherooqi, 2014; Brown, 2002; Cho, Cheng, & Lai, 2009; Holden & Rada, 2011; Motaghian et al., 2013, Roca et al., 2006).

Malo studija se bavilo prihvatanjem/usvajanjem tehnologije od strane nastavnika (npr. Pynoo et al., 2011; Sanchez-Franco, Martínez-López, & Martín-Velicia, 2009; Sanchez-Prieto, Olmos-Miguelanez, & Garcia-Penalvo, 2016; Wang & Wang, 2009; Yuen & Ma, 2008). U ovim studijama, nastavnici su viđeni kao važniji akteri u određivanju uspeha ili neuspeha edukativne tehnologije (Motaghian et al., 2013). Naime, upotreba edukativnih softverskih alata i platformi od strane učenika i studenata,

uglavnom je zavisila od odluke nastavnika da integrišu edukativnu tehnologiju u svoje nastavne aktivnosti (Wang & Wang, 2009).

Manji broj studija se fokusirao na prihvatanje/usvajanje edukativne tehnologije na radnom mestu. Među ciljanim korisnicima bili su zaposleni u visokotehnološkim kompanijama (Cheng, 2012), medicinske sestre (Ma et al., 2013) i građevinski profesionalci (Park, Son, & Kim, 2012). Pored toga, među ciljnim korisnicima bilo je pojedinaца koji su barem pohađali jedan kurs koji im je pružala usluga e-učenja (Chiu et al., 2005), od strane Visokog školskog osoblja Ujedinjenih nacija (eng. United Nations System Staff College) (Roca & Gagne, 2008) ili od strane Međunarodnog centra za obuku Međunarodne organizacije rada (International Training Centre of the International Labour Organization) (Roca et al., 2006).

4.2 Atributi Upotrebljivosti i Metrike u Modelima Prihvatanja Edukativne Tehnologije

U ovom poglavlju, dat je pregled literature o modelima prihvatanja i modelima namere kontinuiteta korišćenja edukativne tehnologije koji uključuju attribute i mere upotrebljivosti. Polazna osnova u identifikaciji takvih studija bila je relativno nova kvantitativna meta-analiza (Abdullah & Ward, 2016). Sprovedena je i šira pretraga za studijama koje su se bavile prihvatanjem drugih tipova edukativne tehnologije. Od većeg broja pronađenih studija, najrelevantniji su izabrani za detaljnu analizu.

Pregled rezultata objavljenih u izabranim radovima je dostupan u (Online Prateći Dokument, 2018c). Konkretno, analizirani su i sistematizovani atributi i mere upotrebljivosti uvršteni u predložene modele prihvatanja edukativne tehnologije. Atributi i mere upotrebljivosti su sistematizovani kao determinante lakoće korišćenja i korisnosti (Poglavlje 2.4.1), odnosno kao determinante zadovoljstva (Poglavlje 2.4.2).

4.2.1 Determinante Lakoće Korišćenja i Korisnosti

Davis (1989) je razvio i validirao nove skale za opaženu korisnost i opaženu lakoću korišćenja. McFarland & Hamilton (2006) su diskutovali da nije uvek jasno da li procene uočene lakoće korišćenja ciljaju na lakoću sa kojom korisnici komuniciraju sa sistemom ili na lakoću sa kojom korisnici realizuju same zadatke. Nekoliko autora se

bavilo problemom uključivanjem eksternih varijabli vezanih za upotrebljivost u istraživane TAM modele.

U kontekstu TAM-a, Venkatesh & Davis (1996) su uočili razliku između objektivne upotrebljivosti sistema i opažene lakoće korišćenja. Prema njima, najpouzdanija determinanta opažene lakoće upotrebe je računarska samoefikasnost. Takođe su teoretisali da objektivna upotrebljivost utiče na percepcije lakoće korišćenja samo nakon direktnog iskustva korisnika sa sistemom.

Opažen dizajn korisničkog interfejsa razmatran je u više studija o prihvatanju (sistema) e-učenja. Modeliran je u okviru konstrukta sistema kvaliteta (Motaghian et al., 2013; Wang & Wang, 2009) ili odvojeno (Cheng, 2012; Cho et al., 2009; Khedr, Hana, & Shollar, 2013; Nikou & Economides, 2017). Za razliku od rezultata u (Motaghian et al., 2013), rezultati u (Wang & Wang, 2009) su pokazali značajan uticaj kvaliteta sistema na lakoću korišćenja koju su opazili instruktori. Sa druge strane, Motaghian et al. (2013) su pronašli snažan direktan uticaj kvaliteta sistema na nameru da se sistem koristi.

Osim toga, dizajn korisničkog interfejsa je imao značajne efekte na konstrukte opažene lakoće korišćenja, opažene korisnosti i opaženog uživanja u istraživanju o prihvatanju sistema e-učenja od strane zaposlenih u nekoliko visokotehnoloških kompanija (Cheng, 2012). Slično tome, Khedr et al. (2013) su pronašli uporediv uticaj dizajna interfejsa opaženog od strane studenata (čitljivost, doslednost, privlačnost, jednostavnost) na opaženu lakoću korišćenja i opaženu korisnost. Cho et al. (2009) su takođe utvrdili uticaj istog konstrukta na nameru učenika da nastave sa korišćenjem sistema e-učenja.

Pored toga, Almaiah, Jalil, & Man (2016) su potvrdili značajan uticaj dizajna interfejsa na opaženu lakoću korišćenja i korisnost u domenu mobilnog učenja. Između ostalih varijabli, oni su verifikovali kvalitet dizajna sadržaja i personalizaciju kao determinante predmetnih konstrukata. Nikou & Economides (2017) su ispitivali i potvrdili uticaj dizajna interfejsa na opaženu lakoću korišćenja u domenu mobilne evaluacije učenja.

Razmatranje percepcije dizajna korisničkog interfejsa u okviru modela prihvatanja je u skladu sa rezultatima istraživanja (Kurosu & Kashimura, 1995; Tractinsky, 1997), koja su pokazali visoke korelacije između opažene estetike interfejsa

i apriorne opažene lakoće korišćenja sistema. Ipak, treba imati u vidu da su estetske percepcije kulturno zavisne (Tractinsky, 1997).

Nekoliko studija o prihvatanju e-učenja, uključilo je karakteristike dizajna koje su se odnosile na raspored sadržaja, lakoću navigacije, kao i intuitivnost (Al-hawari & Mouakket, 2010; Al-Ammary et al., 2014). U prvoj studiji, nije razmatran uticaj karakteristika dizajna na opaženu lakoću korišćenja ili korisnost, već njegov uticaj na e-zadovoljstvo (videti Poglavlje 4.2.2). Sa druge strane, Al-Ammary et al. (2014) su koristili iste tvrdnje da bi izmerili konstrukt „dizajn i karakteristike sistema” i otkrili njegov snažan uticaj na opaženu korisnost.

Ros et al. (2015) su uveli tehnološki specifične konstrukte: dizajn kontejnera i dizajn gedžeta. Za razliku od dizajna kontejnera. Dizajn gedžeta nije pokazao značajan uticaj na opaženu lakoću korišćenja.

U svim ovim studijama, opažen dizajn korisničkog interfejsa meren je kao višedimenzionalni konstrukt od 3 do 7 tvrdnji korišćenjem petostepenih ili sedmostepenih Likertovih skala. Većina ovih tvrdnji su usvojeni iz prethodnih istraživanja i, po potrebi, modifikovani tako da odgovaraju kontekstu određene edukativne tehnologije ili čak specifičnog softverskog sistema. Isto važi i za većinu konstrukata upotrebljivosti koji su opisani u nastavku.

Lederer, Maupin, Sena, & Zhuang (2000) su identifikovali „lakoću pronalazanja” i „lakoću razumevanja” kao snažne prediktore lakoće korišćenja u kontekstu World Wide Web-a. Brown (2002) je potvrdio ove rezultate u kontekstu edukativne tehnologije zasnovane na Web-u u zemljama u razvoju. Štaviše, Ifinedo (2006) je našao značajne pozitivne odnose ove dve varijable ne samo sa opaženom lakoćom korišćenja, već i sa opaženom korisnošću edukativne tehnologije zasnovane na Web-u. Koristio je merne skale koje je Brown (2002) uveo.

Poelmans, Wessa, Milis, Bloemen, & Doom (2008) su istraživali upotrebljivost i prihvatanje e-učenja u oblasti statistike. Oni su proširili TAM konceptima iz DL&ML IS modela uspeha, odnosno konstruktima kvaliteta sistema i kvaliteta informacija. Netipično, oni su zasnovali instrument za merenje ova dva konstrukta na upitniku CSUQ koji je razvijen u IBM-u (Lewis, 1992a, 1995). Poelmans et al. (2008) su primenili 11 pitanja (od 19) za merenje kvaliteta sistema preko sledećih dimenzija: karakteristike navigacije, brzina reakcije, stabilnost sistema, reagovanje na greške

(sposobnost softvera da obezbedi poruke o greškama ili akcije oporavka), i („online”) funkcije pomoći. 5 pitanja su prilagođena za merenje dimenzija kvaliteta informacija kao što su organizacija, razumljivost, efektivnost i potpunost informacija (sadržaja).

Poelmans et al. (2008) su utvrdili da kvalitet informacija i kvalitet sistema značajno utiču na korisnost i lakoću korišćenja. Međutim, korisnost nije pronađena kao značajan prediktor namere da se sistem koristi. Autori su tvrdili da je u slučaju inovativne tehnologije „relativna prednost“ pogodnija od opštijeg koncepta poput „korisnosti“.

Holden & Rada (2011) su dodali četiri metrike upotrebljivosti TAM elementu opažena lakoća korišćenja kako bi istražili da li opažena upotrebljivost može objasniti više varijanse u prihvatanju tehnologije od strane nastavnika. Rezultati su potvrdili ovu hipotezu budući da je lakoća korišćenja u kombinaciji sa opaženom korisnošću objašnjena 63% varijanse, dok je opažena lakoća korišćenja + upotrebljivost (OLK+U) objasnila 77% varijanse u stavovima prema korišćenju tehnologije. Opažena upotrebljivost uključuje učenje, funkcionalnost, navigaciju i memorabilnost. Pored toga, samoeфикаsnost tehnologije pokazala je jači uticaj na OLK+U nego samoeфикаsnost računara. Iako je modeliranje strukturnih jednačina tipično korišćeno u drugim studijama, autori su odabrali generalizovano linearno modeliranje iz razloga kao što su nemetrički podaci i posmatranje istovremenih uticaja.

Ali, Asadi, Gašević, Jovanović & Hatala (2012) su predložili i empirijski potvrdili model usvajanja analitike učenja (eng. Learning Analytics Acceptance Model - LAAM) koji je uključivao povezanost ranih i zadržanih uverenja o upotrebi u analizi učenja, kao i asocijacije s namerom da se usvoji takav alat. Za razliku od preopterećenog grafičkog korisničkog interfejsa, intuitivni GUI ili opažena lakoća korišćenja, pokazali su značajan uticaj na ukupnu lakoću korišćenja.

Pribeanu, Balog, & Iordache (2017) su predložili model koji je pored lakoće korišćenja obuhvatio lakoću učenja korišćenja sistema povećane realnosti u okviru aspekta ergonomski kvalitet.

Bilo je i nekih manje uspešnih pokušaja da se uključe atributi upotrebljivosti u modele prihvatanja i namere nastavka korišćenja edukativne tehnologije.

Deshpande, Bhattacharya, & Yammiyavar (2012) nisu pronašli značajan uticaj intuitivnosti na opaženu lakoću korišćenja okruženja za e-učenje. Skala koju su autori razvili da bi izmerili ovaj konstrukt nije bila dostupna za ispitivanje.

Al-Gahtani (2014) je bazirao svoj model prihvatanja i asimilacije e-učenja na modelu TAM3. Međutim, objektivna upotrebljivost je odbačena iz modela. Nije bilo moguće primeniti model pritisaka tipki za merenje odnosa napora novajlija i stručnjaka kod ove vrste tehnologije, kao što je predložio Venkatesh (2000).

4.2.2 Determinante Zadovoljstva

Zadovoljstvo je jedan od aspekata upotrebljivosti prema (ISO, 1998). Zadovoljstvo je takođe koncept koji se smatra važnim faktorom koji utiče na uspeh i kontinuitet korišćenja edukativne tehnologije (Lee & Lehto, 2013; Shee & Wang, 2008; Wang, Wang, & Shee, 2007; Wu, Tennyson, & Hsia, 2010) .

Budući da je fokus TAM-a bio prvenstveno na ispitivanju varijabli koje vode do inicijalnog prihvatanja, predloženo je da se ponašanje u vezi sa korišćenjem sistema može odrediti stavom korisnika (Liao, Palvia, & Chen, 2009). Sa druge strane, u modelima/teorijama kao što su DL&ML, ECT/EDT, koji su bili fokusirani na uspeh sistema, nastavak korišćenja i ponašanje nakon usvajanja, kao glavni konstrukt, predloženo je zadovoljstvo (Liao et al., 2009). Mnogi autori smatraju da, za razliku od stavova koji su u vezi sa emocijama u pogledu korišćenja sistema, zadovoljstvo se odnosi na emocije koje se tiču rezultata postignutih uz pomoć sistema (Lee & Lehto, 2013; Liao et al., 2009; Oliver, 1981; Tan, Yang, & Teo, 2007).

Neki od modela zasnovanih na TAM-u u kontekstu edukativne tehnologije, prošireni su konstruktom zadovoljstva. U većini slučajeva empirijski je potvrđen uticaj zadovoljstva na (kontinuiranu) nameru da se koristi edukativni sistem/softver (Cho et al., 2009; Lee & Lehto, 2013; Ma et al., 2013; Roca et al., 2006). Međutim, zadovoljstvo se retko smatralo direktno povezanim sa lakoćom korišćenja ili nekim drugim aspektima upotrebljivosti u ovim modelima.

Sa druge strane, opažena korisnost je redovno potvrđivana kao značajna determinanta zadovoljstva korisnika (Al-hawari & Mouakket, 2010; Khedr et al., 2013; Lee & Lehto, 2013; Ma et al., 2013; Park et al., 2012; Roca et al., 2006).

Uzimajući u obzir rezultate u (Shee & Wang, 2008), moglo bi se očekivati da se

više istraživanja bavilo uticajem atributa upotrebljivosti na zadovoljstvo. Navedeni autori su otkrili da učenici smatraju da je korisnički interfejs najvažnija dimenzija kriterijuma odlučivanja u metodologiji višestrukih kriterijuma iz perspektive zadovoljstva učenika. Metodologija je imala za cilj da podrži aktivnosti zasnovane na evaluaciji u fazama pre i posle usvajanja sistema e-učenja zasnovanog na Web-u. Dimenzije korisničkog interfejsa uključuju lakoću korišćenja, intuitivnost, lakoću razumevanja i operativnu stabilnost.

Park et al. (2012) su pretpostavili i empirijski potvrdili značajan uticaj kako opažene korisnosti tako i opažene lakoće korišćenja na zadovoljstvo korisnika građevinskih stručnjaka sistemom obuke zasnovanom na Web-u.

Khedr et al., 2013 su empirijski dokazali uticaj opažene korisnosti na zadovoljstvo učenika na časovima e-učenja u predloženom modelu zadovoljstva. Međutim, pretpostavljena direktna veza između opažene lakoće korišćenja i zadovoljstva nije dokazana. Odnos između ova dva konstrukta je posredan preko opažene korisnosti.

U studiji (Al-havari & Mouakket, 2010), konstrukti karakteristike dizajna, kao i uživanje, pokazali su značajnu vezu sa e-zadovoljstvom učenika.

Roca et al. (2006) su koristili TPB, TAM, EDT i zadovoljstvo korisnika kao teoretsku osnovu za razvoj modela namere nastavka e-učenja. Model je uključivao konstrukt opaženih performansi EDT-a u pogledu opažene upotrebljivosti i opaženog kvaliteta. Zadovoljstvo, koje se smatralo glavnom determinantom nastavka e-učenja, bilo je funkcija ova dva konstrukta, kao i potvrde i subjektivne norme. Netipično, opažena upotrebljivost je uključivala opaženu korisnost, opaženu lakoću korišćenja i njihovu zajedničku determinantnu, kognitivnu apsorpciju. Pored toga, pretpostavljen je direktan uticaj računarske samoefikasnosti i internet samoefikasnosti na opaženu lakoću korišćenja. Osim uticaja subjektivne norme na zadovoljstvo, svi ostali odnosi su empirijski potvrđeni.

Isto tako, opažena upotrebljivost i nepotvrđena upotrebljivost su pronađeni kao prediktori zadovoljstva e-učenja u modelu koji su predložili Chiu et al. (2005). Model se oslanjao isključivo na EDT, a ne na TAM.

5 Sistemi Zasnovani na OBI Specifikaciji

Posle uvođenja koncepata i značaja mikro-kredencijala i digitalnih bedževa (Poglavlje 5.1), objašnjeni su Otvoreni bedževi i sumirane mogućnosti njihove primene (Poglavlje 5.2). Pregled sistema zasnovanih na OBI specifikaciji (Poglavlje 5.3) daje uvid u osnovne karakteristike ovih sistema. Ovaj pregled istovremeno predstavlja uvod u detaljnu komparativnu analizu funkcionalnosti i mogućnosti korišćenja odabranog skupa vodećih platformi za upravljanje Otvorenim bedževima (Poglavlje 5.4). Konačno, sumirani su rezultati dosadašnjih studija koje su bavile evaluacijom upotrebljivosti ovog tipa sistema (Poglavlje 5.5).

5.1 Mikro-Kredencijali i Digitalni Bedževi

Mikro-kredencijali i digitalni bedževi su predstavljeni uvođenjem osnovnih koncepata i termina (Poglavlje 5.1.1) i prezentovanjem istaknutih inicijativa i projekata zahvaljujući kojim je ova edukativna tehnologija etabliрана.

5.1.1 Osnovni Koncepti i Terminologija

Današnji učenici stiču nove veštine, znanja i sposobnosti u različitim formalnim i neformalnim okruženjima. Pored toga, učenici sve više koriste nove tehnologije za komunikaciju i razmenu iskustava (Clayton, Elliott, & Iwata, 2014). Ova fragmentacija učenja i raznolikost okruženja (organizacije, sistemi, aplikacije i lokacije) nameću jedinstven izazov industriji, obrazovnim institucijama i učenicima (Clayton et al., 2014; Waller, 2012). Deo izazova je da se obezbede/dobiju priznanja za znanje i veštine koje učenici stiču i demonstriraju. Sa druge strane, još je izazovnije obezbediti/dobiti to priznanje u formatu koji učenici mogu koristiti i deliti (Waller, 2012). U tu svrhu su uvedeni mikro-kredencijali i digitalni bedževi.

Mikro-kredencijali i digitalni bedževi su predstavljeni kao pokazatelji postignuća, veština, znanja ili interesa (Clayton et al., 2014). Jedna od njihovih prednosti se tiče sposobnosti da pruže širu sliku postignuća u učenju od nagrade ili konačne ocene u formalnim obrazovnim kontekstima (Goligoski, 2012).

Mikro-kredencijal se može smatrati mini-stepenom u određenoj tematskoj oblasti. Može biti u obliku digitalnog sertifikata kao što je dokument ili slika (Doyle, nn). Takođe se može izdati u obliku digitalnog bedža.

Digitalni bedž je „simbol ili pokazatelj postignuća, veštine, kvaliteta ili interesa” (Peer 2 Peer University & Mozilla Foundation, 2012, str. 3). Preciznije rečeno, to je „prikaz ostvarenja, interesa ili pripadnosti koji je vizuelan, dostupan „online” i sadrži metapodatke, uključujući veze koje pomažu da se objasni kontekst, značenje, proces i rezultati neke aktivnosti“ (Gibson et al., 2015, p. 404). Slika 2 prikazuje primer jednog digitalnog bedža.



Slika 2. Primer digitalnog bedža (preuzeto sa P2PU, 2019)

Digitalni bedževi su rezultat ukrštanja kulture igara, „online” vizualizacije i tradicionalne upotrebe bedževa (Ostashewski & Reid, 2015). Praksa kreiranja, dodeljivanja i prikazivanja digitalnih bedževa ima korene ne samo u digitalnim igrama, već i u „online” sistemima reputacije koji se koriste u e-trgovini (npr., eBay, Wikipedia and Amazon) i kulturi medija, kao i u tradiciji dodeljivanja priznanja u formi fizičkih statusnih ikona, npr. medalja i trofeja (Gibson et al., 2015).

Da bi bili prepoznati kao značajni pokazatelji učenja i simboli validne procene, digitalni bedževi su povezani sa dokazima o aktivnostima (eng. evidence) i artefaktima nastalim tokom tih aktivnosti (Gibson et al., 2015). Na slici 2, dokaz o aktivnostima je link koji vodi do odgovarajuće Web stranice foruma i dokazuje da je primalac bedža učestvovao u diskusiji. To znači da pored dizajna bedža zasnovanog na slici, bedževi sadrže metapodatke sa detaljima o kontekstu u kojem je priznanje dodeljeno. Štaviše, ovi detalji treba da služe kao opravdanje, pa čak i validacija bedža (Peer 2 Peer University & The Mozilla Foundation, 2012).

Osim identiteta primaoca bedža, digitalni bedževi sadrže druge metapodatke kao što su (Gibson et al., 2015):

- Izdavalac bedža
- Preduzete aktivnosti i kreirani artefakti
- Kvalitet iskustva, proizvoda i performansi
- Postignuti i sertifikovani standardi

Termini mikro-kredencijali i digitalni bedževi se ponekad koriste kao sinonimi. Međutim, neki autori su ukazali na suptilne razlike.

Prema Clayton et al. (2014), mikro-kredencijali se dodeljuju samo na osnovu sticanja specifičnih znanja ili kompetencija, i validirani su od priznatih profesionalnih tela ili obrazovnih institucija. Prema tome, oni se mogu smatrati „sumativnom” nagradom. Štaviše, uslove za dodelu mikrokredencijala održavaju formalna tela za akreditaciju. Međutim, digitalni bedževi mogu biti dodeljeni kako bi se obeležio „napredak koji je ostvaren ili aktivnosti koje su preduzete“ (str. 2). Njihova glavna svrha je da podstaknu angažovanje učenika. Gledano u ovom svetlu, oni predstavljaju formativne nagrade. Ipak, agregacija određenog broja posebnih bedževa može rezultirati sumativnom nagradom.

Prema autorima Cheng, Watson, & Newby (2018), ako se primjenjuju kao čisti mikro-kredencijali ili prezentacije kredencijala, puni potencijal digitalnih bedževa u obrazovanju ne bi bio ostvaren. Bedževi se mogu koristiti kao „vredan personalizovan alat za učenje koji olakšava postavljanje ciljeva i poboljšava kvalitet, delotvornost, fleksibilnost i pristupačnost učenja” (str. 193).

Konkretnije, bedževi bi mogli pomoći u predviđanju putanja učenja pre nego što se učenje dogodi. Ovo bi bilo moguće ako bi učenici bili u mogućnosti da izaberu putanje učenja zahvaljujući velikom broju prilika za bedževe koji vode ka glavnom cilju učenja (Willis III, Flintoff, & McGraw, 2016). Bedževi bi takođe mogli da omogućе prikazivanje trajektorija učenja nakon što se učenje dogodi, istovremeno služeći kao digitalni portfolio aktivnostima, iskustvima i postignućima učenika (Gibson et al. 2015). Ukratko, digitalni bedževi mogu osnažiti učenike da bolje planiraju svoje učenje, da lakše promene interesovanja i učine da njihova postignuća budu prepoznatljivija zainteresovanim stranama (Cheng et al., 2018).

Međutim, Priest (2016) primećuje da izgleda kao da se jezik i pozicioniranje bedževa u literaturi, barem kada je u pitanju primarno obrazovanje, pomerio iz naslova. Iako se bedževi i dalje smatraju važnim alatom i strategijom, autori radije koriste termine kao što su personalizovano učenje, povezano učenje, učenje zasnovano na projektu ili kredencijali.

5.1.2 Inicijative i Projekti

Upotreba digitalnih bedževa u obrazovanju, dobila je početni zamah 2011-2012 u mnogome zahvaljujući programu takmičenja u digitalnim medijima i učenju (eng. Digital Media & Learning Competition - DML4²) udruženja HASTAC (eng. Humanities, Arts, Science, and Technology Alliance and Collaboratory) koji je bio podržan od strane MacArthur fondacije. Program je finansirao istaknute organizacije kao što su NASA (eng. National Aeronautics and Space Administration), Disney, Smithsonian, NOAA (eng. National Oceanic and Atmospheric Administration) i univerzitet Penn State da eksperimentišu sa nečim „što je tada bilo još uvek vrlo nova tehnologija” (Priest, 2016, p.7). Nekoliko projekata je istraživalo potencijalnu vrednost digitalnih bedževa u kontekstu profesionalnog razvoja nastavnika. Počev od tada, mnoge druge organizacije su podržale digitalne bedževe i mikro-kredencijale u okviru različitih projekata i inicijativa kao implementatori ili pristalice.

Na primer, jedan od pionira u primeni digitalnih bedževa, Inicijativa Čikaga - Grad Učenja (eng. Chicago's City of Learning initiative) je okupila preko 100 organizacija kako bi razvili sistem bedževa koji pokriva različite aktivnosti i ponude. Lista partnera je uključila glavne umetničke, kulturne i naučne institucije u Čikagu, školski distrikt, fakultete, poslodavce, građanske organizacije i druge. Od tada, drugi gradovi, kao što su Picburg, Dalas, Los Anđeles i Vašington, pridružili su se stvaranju nacionalne mreže „Gradovi za učenje” (eng. Cities for Learning network).

Mouse, američka neprofitna organizacija za razvoj mladih, je još jedan od pionira koji je uvrstio digitalne bedževe u svoje STEM (eng. Science, Technology, Engineering, and Mathematics) programe. Mouse je implementirao sistem koji omogućava studentima da dobiju dalje mogućnosti učenja zahvaljujući bedževima koje

² <https://www.hastac.org/competition/digital-media-learning-competition-4>

su prethodno osvojili i vezama koje su uspostavili tokom programa (Ian O'Byrne, Schenke, Willis III, & Hickey, 2015).

Jedna od najvećih inicijativa u oblasti mikro-kredencijala, potekla je od američke neprofitne organizacije koja podržava istraživanje i prakse u oblasti tehnologije i učenja - Digital Promise. Termin „mikro-kredencijali” se smatrao pogodnijim u odnosu na termin „digitalni bedževi” zbog skepticizma nastavnika. Činilo se da digitalni bedževi ne bi bili shvaćeni dovoljno ozbiljno u nekim profesionalnim obrazovnim kontekstima (Digital Promise, nn).

U saradnji sa BloomBoard³, Digital Promise je uspostavio platformu za nastavnike kojima je omogućeno da pronađu i apliciraju za mikro-kredencijale, kao i za organizacije kojima je omogućeno da nude nove mikro-kredencijale. Zahvaljujući ovoj platformi, nastavnicima je ponuđen širok skup mogućnosti za osvajanje mikro-kredencijala u oblastima kao što su: upotreba tehnologije za podršku 4CS⁴ u učionici, osnovni dizajn procene učinka, najbolje prakse u kombinovanom učenju, itd (Digital Promise, nn). Mikro-kredencijali su bili dodeljivani u formi digitalnih bedževa. Inicijativu su podržali Carnegie, MacArthur, Dell, Hewlett, i druge fondacije (Priest, 2016).

Većina inicijativa istraživanja i primene digitalnih bedževa u Evropi, finansijski je podržano od strane Erasmus programa i programa Evropske komisije. Neki od projekata su:

- The Badge Europe!⁵ inicijativa (akronim BEU!, koji se izgovara „Be You”; 2014-2017) je imala za cilj da uspostavi profesionalnu mrežu evropskih Otvorenih bedževa, da kreira MOOC sa primenom Otvorenih bedževa, kao i da ohrabri inicijative Otvorenih bedževa.
- European Badge Alliance (2015-2017) je imala za cilj da primeni Otvorene bedževe za priznavanje ključnih kompetencija koje studenti/učenici stiču kroz mobilnost. Jedan od rezultata projekta je platforma za izdavanje bedževa Badgecraft.eu⁶.

³ <https://bloomboard.com/>

⁴ 4CS je skraćena koja se odnosi na 4 veštine iz skupa tzv. veština za 21. vek: kritičko razmišljanje, kreativnost, kolaboracija i komunikacija.

⁵ <http://www.openbadges.eu/content/about-badge-europe>

⁶ <https://www.badgecraft.eu>

- GRASS (Grading Soft Skills⁷, 2014-2016) projekat je imao fokus na primenu Otvorenih bedževa za potrebe razvoja, procene i ocenjivanja mekih veština (eng. soft skills) učenika različitog uzrasta i na različitim nivoima obrazovanja.

Po svemu sudeći, evropski lider u primeni mikro-kredencijala i digitalnih bedževa je Velika Britanija. Među izdavaocima bedževa u ovoj zemlji, našli su se Siemens (u okviru programa STEM veština⁸) IBM⁹, Škotski savet socijalnih usluga (eng. Scottish Social Services Council¹⁰), Univerzitet u Berdfordširu (eng. University of Bedfordshire¹¹), Univerzitet u Safoku (eng. University of Suffolk¹²), i drugi.

5.2 Otvoreni Bedževi

Otvoreni bedževi su podigli koncept digitalnih bedževa na viši nivo zahtevajući saglasnost bedževa sa tehničkom specifikacijom pod nazivom Specifikacija Otvorenih Bedževa (eng. Open Badges Specification). Specifikacija je definisala obavezne metapodatke koje svaki bedž mora da sadrži kako bi bio otvoren, i samim tim, prenosiv širom različitih Web aplikacija i platformi (softverskih sistema). Slika 3 ilustruje jedan Otvoren bedž sa vidljivim metapodacima.

⁷ grass.fon.bg.ac.rs/

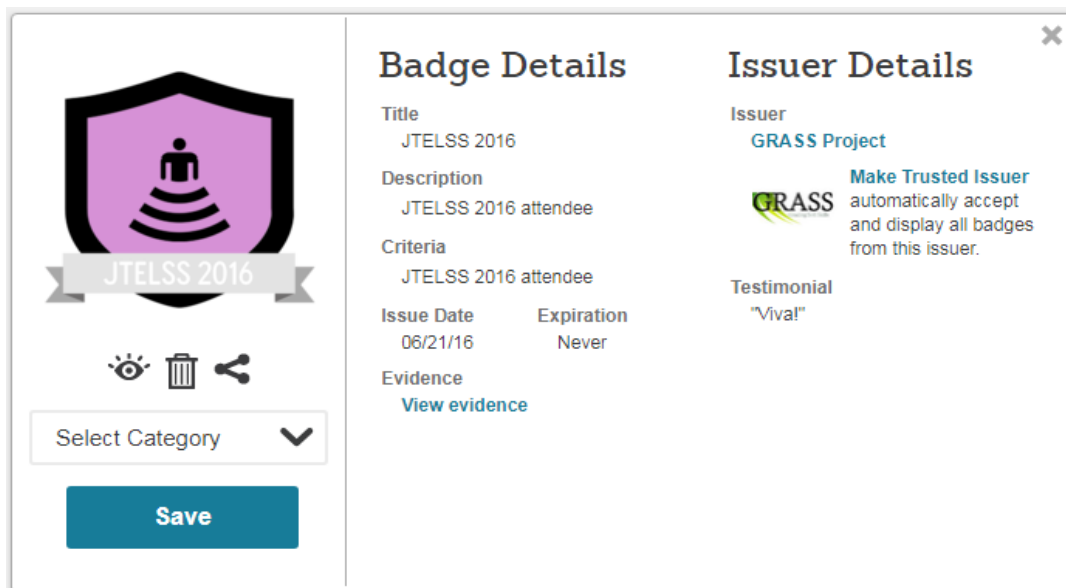
⁸ <http://www.siemens.co.uk/education/en/digitalbadges.htm>

⁹ <http://uk.businessinsider.com/ibm-ey-salesforce-digital-badges-certify-employee-skills-2017-9>

¹⁰ <https://www.badges.sssc.uk.com/>

¹¹ <https://www.beds.ac.uk/morethanadegree/co-curricular/digital-badges>

¹² <https://www.uos.ac.uk/content/how-are-we-using-open-badges>



Slika 3. Primer Otvorenog bedža

Otvoreni bedževi su (Badge Alliance, n.d.-a):

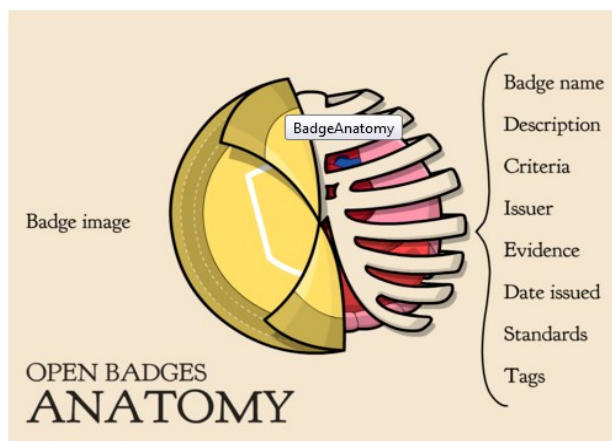
- Besplatni i otvoreni: Bilo koja organizacija može koristiti Specifikaciju Otvorenih Bedževa za izdavanje, verifikaciju i prikaz Otvorenih bedževa.
- Prenosivi: Bedževi se mogu prikupljati iz različitih izvora i prikazivati na profilima društvenih mreža, sajtovima za zapošljavanje, Web sajtovima, itd.
- Sakupljivi: Bedževi koje izdaju različite organizacije mogu se sakupljati „na gomilu” kako bi prezentovali celu priču nečijih veština i dostignuća.
- Zasnovani na dokazu: Metapodaci koji su ugrađeni u sliku bedža obezbeđuju linkove do izdavaoca, kriterijuma i dokaza kojim se može verifikovati bedž.

Prema Specifikaciji Otvorenih bedževa, Otvoreni bedževi moraju da sadrže sledeće metapodatke (IMS Global, 2017; Lafrate, 2017):

- Naziv bedža
- Kriterijumi za izdavanje bedža
- URL do bedža
- Datum izdavanja
- Izdavalac (nalog ili zapis koji je povezan sa organizacijom koja izdaje bedž)
- Primalac (email ili korisnički nalog koji je povezan sa vlasnikom bedža)

U neobavezne metapodatke spadaju: Usaglašenost (pridržavanje standarda), Dodatne informacije o korisniku, Datum isteka, URL dokaza, Opoziv, Oznake (tagovi) (IMS Global, 2017; Lafrate, 2017).

Slika 4 ilustruje metapodatke Otvorenih bedževa.



Slika 4. Metapodaci Otvorenih bedževa (preuzeto sa Badgecraft, nn)

Mozilla i MacArthur Fondacija su započele rad na Otvorenim bedževima 2011. godine. Otvoreni Bedževi 1.0 su pušteni 2012. godine. Do 2013. preko 1450 organizacija je izdavalo Otvorene bedževe (Lafrate, 2017). Badge Alliance, mreža organizacija i pojedinaca koji rade zajedno kako bi izgradili i unapredili Otvorene bedževe, formirana je 2014. godine kada je preuzela upravljanje nad inicijativom Otvorenih bedževa. 2015. godine IMS Global Learning Consortium je objavio svoju posvećenost Otvorenim bedževima kao interoperabilnom standardu za kredencijale. Posledično, upravljanje inicijativom Otvorenih bedževa, zvanično je prešlo u ruke IMS Global-a 1. januara 2017 (IMS Global, 2017; Lafrate, 2017).

Mnoge organizacije i institucije (npr. obrazovne institucije, poslodavci, programi posle-škole, vladine agencije, itd.) izdaju Otvorene bedževe kao simbole različitih oblika postignuća u učenju (Mozilla Foundation, n.d.). Štaviše, Otvoreni bedževi su imali za cilj da obuhvate, potvrde i prepoznaju razvoj veština, uključenost zajednice i iskustva koja su do sada bila zanemarena (Davidson, 2011). Otvoreni bedževi su se takođe smatrali sredstvima za podsticanje motivacije i angažovanja učenika, progresivnog učenja (putem iscrtavanja putanja učenja za učenike/studente korišćenjem Otvorenih bedževa) i podršku alternativnim evaluacijama (Devedžić & Jovanović, 2015).

Korisnost edukativnih sistema bedževa, smatra se blisko povezanom sa strategijama učenja i evaluacije organizacije koja izdaje bedževe i zavisi od niza faktora. Ovi faktori uključuju kredibilitet organizacije, kao i priznavanje i prihvatanje bedževa od strane drugih korisnika (Gibson et al., 2015). Drugi korisnici, tj.

zainteresovane strane, uključuju učenike, nastavnike i institucije kao što su škole, poslodavci, organizacije za profesionalni razvoj, profesionalna udruženja, pa čak i gradska veća, gradske, opštinske, regionalne i vladine institucije (Devedžić & Jovanović, 2015).

Pored edukativne funkcije bedževa i strukture sistema bedževa, različiti tipovi dizajna i karakteristike interakcija u radu sa bedževima, smatraju se ključnim dimenzijama sistema bedževa prema rezultatima nedavnog konceptualnog pregleda literature (Facey-Shaw, Specht, van Rosmalen, Boerner, & Bartley-Bryan, 2017).

5.3 Pregled Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

„Zasnovan na OBI specifikaciji” podrazumeva usaglašenost sa Infrastrukturu Otvorenih Bedževa (Dimitrijević, Devedžić, Jovanović, & Milikić, 2016; Jovanović & Devedžić, 2015; Willis III et al., 2016).

Infrastruktura Otvorenih Bedževa (OBI) je tehnička infrastruktura koja podržava softverske sisteme koji rade sa Otvorenim bedževima. OBI obuhvata tri sloja (Badge Alliance, n.d.-b):

- Specifikaciju Otvorenih Bedževa
- Biblioteke koje su realizovane prema Specifikaciji, kao i referentne implementacije i prototipove
- Hostovane servise koji se naslanjaju na Specifikaciju i biblioteke

Sledeći strategije otvorenog softvera, OBI obezbeđuje infrastrukturu za kreiranje, izdavanje, verifikaciju i prikupljanje Otvorenih bedževa (Gibson et al., 2015). OBI pokušava da pruži adekvatne odgovore na mnoga značajna pitanja kao što su pitanja validnosti, autentičnosti, granularnosti, interoperabilnosti, fleksibilnosti i prenosivosti (Lockley et al., 2016).

Softverski sistemi (prevažodno platforme i alati za rad sa Otvorenim bedževima) koji obezbeđuju podršku Otvorenim bedževima i omogućavaju realizaciju edukativnih sistema Otvorenih bedževa, nazivaju se sistemi zasnovani na OBI specifikaciji.

Izvestan broj platformi zasnovanih na OBI specifikaciji je postao dostupan na tržištu poslednjih godina. Razlikuju se u mnogim značajnim aspektima kao što su: vlasnička platforma ili platforma otvorenog koda, način licenciranja, nezavisna

platforma ili zasnovana na drugoj platformi (npr. na sistemu za upravljanje učenjem), zasnovana na „Oblaku” ili lokalno postavljena, obezbeđuje API (eng. Application Programming Interface) otvorenog pristupa ili ne, itd.

Vlasničke platforme (npr., Acclaim¹³, Badge List¹⁴) su brojnije nego platforme otvorenog koda (e.g., BadgeOS¹⁵, P2PU¹⁶). Neke vlasničke platforme (npr. Credly¹⁷, OpenBadgeFactory¹⁸) obezbeđuju API otvorenog pristupa koji može biti koristan realizatorima sistema bedževa. Sa druge strane, neke platforme otvorenog koda obezbeđuju napredne funkcionalnosti preko programskih dodataka (eng. plugins) koje je potrebno instalirati, i nisu nužno otvorenog koda, niti besplatne (npr. BadgeOS). Dok su vlasničke platforme tipično zasnovane na „Oblaku”, platforme otvorenog koda se obično mogu lokalno hostovati (npr, BadgeOS, P2PU), eventualno mogu biti dostupne i na „Oblaku” (npr. P2PU).

Cena i dostupnost platformi za upravljanje Otvorenim bedževima zasnovanih na „Oblaku” može varirati od platforme do platforme. Neke su besplatne (npr., P2PU), a većina je komercijalna. Međutim, mnoge komercijalne platforme nude besplatne naloge, mada sa limitiranim funkcionalnostima (e.g., Credly and OpenBadgeFactory) ili samo za javne grupe (npr. Badge List), škole i obrazovne programe (e.g. Makewaves¹⁹).

Za razliku od platformi koje postoje same za sebe, neki sistemi zasnovani na OBI specifikaciji su izgrađeni na platformi WordPress (e.g., BadgeOS and WP Badger²⁰) ili su integrisani u sisteme upravljanja e-učenjem (npr. Moodle²¹, Totara²², Canvas^{TM23}).

Mnoge platforme obezbeđuju kako funkcionalnosti za dizajniranje, kreiranje i izdavanje bedževa (tipično namenjene nastavnicima), tako i funkcionalnosti za prikupljanje, prikaz i deljenje bedževa (tipično namenjene učenicima). U nekim

¹³ <https://www.youracclaim.com/>

¹⁴ <http://www.badgelist.com/>

¹⁵ <http://badgeos.org/>

¹⁶ <http://badges.p2pu.org/> ; <https://github.com/p2pu/badges>

¹⁷ <https://credly.com/>

¹⁸ <https://openbadgefactory.com/>

¹⁹ <https://www.makewav.es/>

²⁰ <https://github.com/davelester/WPBadger>

²¹ <https://docs.moodle.org/dev/openbadges>

²² <http://www.totarams.com/solutions/totara-enterprise#motivate-with-badges>

²³ <https://www.accreditrust.com/truecred-framework/badgesafe-for-canvas>

slučajevima ove dve grupe funkcionalnosti su odvojene. Na primer, Mozilla je uvela BadgeKit za izdavanje bedževa i Backpack za prikupljanje i deljenje bedževa. Slično, Discendum je namenio Open Badge Factory za izdavanje bedževa, a Open Badge Passport²⁴ za prikupljanje i deljenje.

U nastavku teksta, termini „sistemi zasnovani na OBI specifikaciji”, „sistemi za upravljanje Otvorenim bedževima” i „platforme za upravljanje Otvorenim bedževima” će se koristiti u istom značenju.

5.4 Komparativna Analiza Funkcionalnosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

S obzirom na mnoštvo dostupnih platformi za upravljanje Otvorenim bedževima, nastavnicima nije lako da odaberu platformu koja je najpogodnija za realizaciju predviđenog edukativnog sistema bedževa. Iako kreatori softverskih sistema nude opise svojih sistema uključujući liste obezbeđenih funkcionalnosti i karakteristika, ovi opisi često nisu dovoljno informativni, a mogu uticati i na sticanje pogrešnih utisaka o mogućnostima sistema. Detaljan uvid u funkcionalnosti i načine korišćenja softverskih sistema omogućava donošenje informisanije odluke o odabiru sistema i predstavlja osnovu za evaluaciju upotrebljivosti (Dimitrijević, Jovanović, & Devedžić, 2015). U nastavku su opisani indetifikovani scenariji korišćenja (Poglavlje 5.4.1), metod komparativne analize zasnovan na scenarijima (Poglavlje 5.4.2) i rezultati komparativne analize (Poglavlje 5.4.3).

5.4.1 Scenarija Korišćenja Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

U cilju komparativne analize sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, definisana su tipična scenarija interakcije korisnika sa ovim sistemima. Scenarija su definisana na osnovu akademske literature, studija slučajeva, izveštaja sa vodećih inicijativa primene Otvorenih bedževa i ličnih iskustava istraživača i nastavnika (blogovi, forumi, i sl.).

²⁴ <https://openbadgepassport.com/>

Prema (Goligoski, 2012), opšti scenario interakcije sa Otvorenim bedževima, odnosno sa platformama za upravljanje Otvorenim bedževima, obuhvata sledeće korake:

- Izdavalac bedža uspostavlja kriterijume za izdavanje bedža, dizajnira, kreira i nudi bedževe.
- Korisnici osvajaju i prikupljaju željene bedževe.
- Korisnici odlučuju koje bedževe žele da prikažu na svojim profilnim stranama i da podele na društvenim mrežama.
- Osobe zainteresovane za dostignuća vlasnika bedževa, pregledaju njihove javne/deljene bedževe i upoznaju se detaljnije sa dostignućima od interesa na osnovu informacija koje bedževi sadrže.

Polazeći od ovog opšteg scenarija, nekoliko specifičnih scenarija interakcije sa platformama za upravljanje Otvorenim bedževima je razvijeno. Zatim su na osnovu scenarija identifikovani osnovni funkcionalni zahtevi koje bi date platforme trebalo da ispune.

S1 - Kreiranje bedževa obuhvata funkcionalne zahteve kao što su dizajn vizualnog prikaza bedža, kreiranje različitih tipova bedževa, definisanje metapodataka, kreiranje „putanja bedževa”, itd.

S2 - Otkrivanje bedževa obuhvata potragu za prilikama za osvajanje bedževa, pregled i komparaciju ponuđenih bedževa, kao i izbor bedža za apliciranje.

S3 - Apliciranje za bedževe uključuje funkcionalne zahteve kao što su registrovanje za osvajanje bedža, apliciranje za bedž podnošenjem dokaza, alternativni načini za apliciranje za bedž, itd.

S4 - Dodeljivanje bedževa pokriva funkcionalne zahteve kao što su podrška za automatizovano ocenjivanje, podrška za samo-ocenjivanje, podrška za višestruke ocenjivače, podrška za različite izvore dokaza, informisanje podnosioca o odluci, itd.

S5 - Upravljanje osvojenim bedževima obuhvata funkcionalne zahteve poput prikupljanja osvojenih bedževa u okviru platforme, uvoz bedževa iz drugih platformi, organizovanja bedževa u kolekcije, lične kontrolne table sa podacima i metrikama u vezi sa bedževima, vizualizaciju bedževa i podataka u vezi sa bedževima, itd.

S6 - Prikaz i deljenje bedževa uključuje prikaz bedža na profilnoj strani korisnika, prilagođavanje prikaza bedža, deljenje bedževa na društvenim mrežama, itd.

S7 - Pregledanje dostignuća vlasnika bedževa obuhvata pretragu korisnika na osnovu (korisničkog) imena, pretragu korisnika na osnovu osvojenih bedževa, pregled osvojenih bedževa konkretnog korisnika, itd.

5.4.2 Metoda Komparativne Analize Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Komparativna analiza (KA) je sprovedena prema sledećim istraživačkim pitanjima (Pi):

- KA-P1: Koliko dobro platforme za upravljanje Otvorenim bedževima podržavaju definisana scenarija korišćenja?
- KA-P2: Koliko se ispitane platforme za upravljanje Otvorenim bedževima razlikuju u pogledu funkcionalnosti i karakteristika?
- KA-P3: Da li pojedine platforme obezbeđuju jedinstvene funkcionalnosti i karakteristike?

Za potrebe izbora platformi koje bi bile pregledane i analizirane, konsultovani su sledeći resursi (Badge Alliance, 2015; Open Badges Community, 2015), kao i Web sajtovi platformi. Izbor platformi za upravljanje Otvorenim bedževima koje su uključene u komparativnu analizu, bio je vođen sledećim kriterijumima:

- broj i raznolikost funkcionalnosti,
- dostupnost za pregled/evaluaciju,
- usaglašenost sa OBI Specifikacijom.

Na osnovu datih kriterijuma, izabrano je sledećih šest platformi:

- BadgeList,
- BadgeOS,
- Credly,
- ForAllRubrics,
- Open Badge Factory + Open Badge Passport (OBF/OBP),
- Peer 2 Peer University (P2PU).

Proces pregledanja svake platforme je uključio nekoliko aktivnosti: kreiranje najmanje dva naloga (nalog izdavaoca bedževa i nalog osvajača bedževa), konsultovanje raspoložive dokumentacije, i pregledanje funkcionalnosti i karakteristika platformi praćenjem definisanih scenarija.

Sama komparativna analiza je bila vođena sledećim kriterijumima:

- podržani scenariji,
- raznolikost funkcionalnosti, i
- podržane prakse izdavanja bedževa, nastave i učenja.

5.4.3 Rezultati Komparativne Analize Sistema Zasnovanih na OBI

Specifikaciji

Svi definisani scenariji (S1-S7) su bar delimično podržani pregledanim platformama kao što Tabela 4 pokazuje (KA-P1). Scenariji koji su najbolje podržani su S3 - Apliciranje za bedževe, S6 - Prikaz i deljenje bedževa (izuzev BadgeOS-a koji računa na integraciju sa platformom Credly), i S7 - Pregledanje bedževa. Međutim, obezbeđene funkcionalnosti za prilagođavanje prikaza bedževa i pratećih postova na društvenim mrežama (S6) su elementarne. Naprednije funkcionalnosti bi obezbedile delotvorniju podršku kako za S6, tako i za S7 (konkretno za pregledanje bedževa). Većina platformi u vreme sprovođenja komparativne analize nije podržala pretragu korisnika na osnovu (korisničkog) imena i osvojenih bedževa (izuzev Open Badge Passport i P2PU).

Uopšteno gledano, platforme obezbeđuju osnovne funkcionalnosti za kreiranje (S1) i dodeljivanje bedževa (S2). Samo nekoliko platformi nudi napredne funkcionalnosti kao što su kreiranje templejta bedževa i bedževa višeg nivoa, otključivanje novih privilegija i odgovornosti, usaglašenost bedža sa standardima učenja (S1), kao i podršku za ocenjivanje (S4). Iako je bilo dosta očekivanja vezano za dokumentovanje/iscrtavanje putanja bedževa (S1), nijedna platforma nije podržala ovu funkcionalnost.

Dosta prostora za poboljšanja, primećeno je kod podrške za otkrivanje bedževa (S1) i podrške za upravljanje osvojenim bedževima (S5). Samo dve platforme su podržale pretragu prilika za osvajanje bedževa i nijedna platforma nije podržala pregled i komparaciju takvih prilika. Ovakvo stanje je verovatno opravdano za platforme namenjene razredima i učenicima mlađeg uzrasta kao što je ForAllRubrics. U ovakvim slučajevima, može se očekivati od nastavnika da upućuju učenike ka određenim prilikama za osvajanje bedževa. U ostalim slučajevima, S1 i S5 imaju nizak početni

prioritet, po svoj prilici, pošto njihov značaj raste sa povećanjem broja ponuđenih bedževa.

Tabela 4. *Broj implementiranih funkcionalnosti u odnosu na broj funkcionalnih zahteva identifikovanih za svaki scenario interakcije sa sistemom*

	BadgeList	BadgeOS	Credly	ForAllRubrics	OBF / OBP	P2PU
S1 - Kreiranje bedževa	4/9	5/9	3/9	5/9	4/9	3/9
S2 - Otkrivanje bedževa	1/3	2/3	1/3	1/3	1/3	2/3
S3 - Apliciranje za bedževe	4/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
S4 - Dodeljivanje bedževa	6/14	8/14	8/14	9/14	6/14	7/14
S5 - Upravljanje osvojenim bedževima	1/6	1/6	4/6	3/6	4/6	2/6
S6 - Prikaz i deljenje bedževima	5/7	1/7	7/7	5/7	5/7	5/7
S7 - Pregledanje bedževa	3/5	2/5	3/5	3/5	5/5	5/5

Najveća raznolikost u implementiranim funkcionalnostima (KA-P2), primećena je kod podrške za različite tipove podnesaka (različiti tipovi fajlova, linkovi, itd.) (S3), izbor prilike za osvajanje bedža (u okviru grupa za učenje, kurseva, rezultata pretrage, i sl.) (S2), podršku za različite izvore dokaza dostignuća (podnet dokaz, izjava/svedočenje izdavaoca bedža, aktivnosti na sajtu, rubrike, bedževi nižeg nivoa, i sl.) (S4).

Značajne razlike su primećene u funkcionalnostima platformi za alternativne načine apliciranja za bedž (npr. apliciranje za bedž bez podnošenja dokaza i indirektno, registrovanje za kurs i nominacije) (S3). Suptilne razlike su primećene u upravljanju ovlašćenjima nad prikazom bedža (S6) i pregledanju šire slike dostignuća vlasnika bedževa (S7). Kod par funkcionalnosti, samo po jedna platforma obezbeđuje raznovrsnost u implementaciji:

- BadgeOS za automatsko dodeljivanje bedževa („automatski” bedževi, bedževi na osnovu aktivnosti na sajtu, kompletiranja određenih koraka, skupljanja poena i sl.);
- ForAllRubrics za izveštavanje (specifični izveštaji na osnovu podataka ocenjivanja).

Podržane prakse izdavanja bedževa, nastave i učenja, kao i raznolikost podržanih funkcionalnosti u velikoj meri zavise od porekla i svrhe platforme (KA-P3). BadgeList koji je namenjen grupama za učenje, podržava više ocenjivača, i specifične prakse dodeljivanja i povlačenja bedževa. Slično, P2PU, platforma za vršnjačko učenje, podržava vršnjačko ocenjivanje i povratne informacije od vršnjaka/kolega. Ove dve platforme takođe dozvoljavaju učenicima da otključaju privilegije za ocenjivanje dokaza i dodeljivanje određenog bedža time što prethodno i sami osvoje taj bedž.

ForAllRubrics je platforma za rad sa rubrikama i Otvorenim bedževima koja je besplatna za nastavnike i njihove razrede. Zahvaljujući rubrikama, obezbeđuje samo-ocenjivanje i vršnjačko ocenjivanje.

BadgeOS se izdvaja podrškom za „automatske” bedževe koje trigeruju aktivnosti na sajtu i forumu. Osim toga, BadgeOS omogućava skupljanje poena na osnovu osvojenih bedževa i dodeljivanje bedža višeg nivoa na osnovu skupljenih poena.

Credly i OBF/OBP su namenjeni širem spektru korisnika. Samim tim, ne izdvajaju se po karakterističnim praksama nastave i učenja kao ostale platforme.

Platforme za upravljanje Otvorenim bedževima (tj. sistemi zasnovani na OBI specifikaciji) još uvek nisu zrela tehnologija. Vidljivi su naponi da ove platforme ponude više od osnovnih funkcionalnosti kako bi se što bolje pozicionirali u rastućem ekosistemu platformi i alata slične namene. Međutim, razlike u funkcionalnostima i podržanim praksama pojedinih platformi mogu biti dosta izražene, između ostalog, zbog različitog porekla i fokusa platformi. Bilo da su namenjene specifičnim edukativnim okruženjima ili ne, platforme nude funkcionalnosti različitih karakteristika i različitog nivoa zrelosti (izuzev najosnovnijih), koji u manjoj ili većoj meri podržavaju definisane scenarije.

Rezultati komparativne analize koji su diskutovani u ovom poglavlju su sistematično prezentovani u tabelarnom prikazu koji je dostupan u (Online Prateći Dokument, 2018d). Tabelarni prikaz je dostupan za dopunu i ažuriranje uzimajući u

obzir da se platforme dalje razvijaju. Rezultati su informativni za nastavnike i zainteresovane strane u pogledu mogućnosti vodećih platformi za upravljanje bedževima, i mogu biti korisni u predselekciji pojedinih platformi za dalju evaluaciju upotrebljivosti.

5.5 Upotrebljivost Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Studije o upotrebljivosti softverskih sistema zasnovanih na OBI specifikaciji i dalje su retke. Ipak, nekoliko studija o ovim sistemima, uključilo je evaluaciju upotrebljivosti softvera u okviru šireg opsega evaluacije. Studije su uglavnom sprovedene u fazi evaluacije prototipa. Zanimljivo je da su i upotrebljivost i opažena korisnost evaluirani u nekoliko ovih studija.

Santos et al. (2013) su analizirali opaženu korisnost i upotrebljivosti otvorenog edukativnog sistema uključujući sistem Otvorenih bedževa. U posebnom fokusu je bila kontrolna tabla koja vizualizuje osvajanje Otvorenih bedževa. 21 student je odgovorio na petostepenu Likertovu skalu, koja je uključila: učestalost korišćenja, opaženu upotrebljivost sistema korišćenjem SUS upitnika, opaženu korisnost sistema i opaženu korisnost bedževa. Uz to, upitnik sa otvorenim pitanjima je korišćen da bi se razjasnile nejasnoće. „Pregled svih bedževa” je opažen kao najkorisnija funkcionalnost. Analiza je takođe otkrila problem preopterećenja informacijama liste aktivnosti. To je potencijalan razlog zašto je ova funkcionalnost nije opažena kao korisnija. Navedeni rezultati su takođe opisani u (Charleer, Klerkx, Odriozola, Luis, & Duval, 2013).

Charleer, Santos, Klerkx, & Duval (2014) su sproveli preliminarnu evaluaciju kontrolne table koja je orijentisana na nastavnike, a koja vizualizuje tragove učenja na osnovu podataka o studentima, bedževima i sadržaju kursa. Evaluacija je imala za cilj da prikupi povratne informacije o opaženoj korisnosti i upotrebljivosti kontrolne table. 6 ljudi sa odgovornostima u nastavi je učestvovalo u evaluaciji koja je uključila „protokol razmišljanja naglas” i SUS upitnik. Većina korisnika je smatrala da je okruženje korisno za razumevanje dostignuća i aktivnosti razreda. Štaviše, SUS ocena je bila visoka.

Law & Law (2014) su izvestili o evaluaciji Otvorenih kurseva zasnovanih na badževima (eng. Badged Open Courses - BOCs) koji su pušteni u pilot fazu u različitim formama na Otvorenom univerzitetu (eng. Open University). Između ostalog, evaluacija je uključila evaluaciju upotrebljivosti zasnovanu na kvalitativnim podacima

prikupljenim u studiji i internom testiranju. Evaluacija upotrebljivosti je otkrila neke probleme upotrebljivosti (npr. „pretrpan vizualni doživljaj”), kao i probleme u navigaciji.

Govaerts, Cao, Faltin, Cherradi, & Gillet (2015) su predstavili dizajn, prvi prototip i ranu evaluaciju platforme (pod nazivom Go-Lab Tutoring Platform) koja nastavnicima nudi pomoć i razmenu stručnosti. Jedna od dve ankete sprovedena je sa 14 nastavnika da bi se između ostalog procenila upotrebljivost i korisnost platforme. Platforma je smatrana korisnom i lako upotrebljivom.

Da bi istražili percepcije srednjoškolaca o bedževima koje su koristili u dopunskom programu prirodnih nauka, Davis & Klein (2015) su organizovali fokus grupe i neformalne testove upotrebljivosti sa učenicima pre, tokom i nakon izrade prototipa sistema zasnovanog na OBI specifikaciji. Rezultati su pokazali da učenici cene sposobnost da preuzmu ličnu kontrolu nad svojim učenjem. Oni su takođe izrazili zabrinutost zbog deljenja svojih bedževa kroz „različite“ društvene kontekste i postavili pitanja o standardizaciji, validaciji i kredibilitetu bedževa.

Isti autori su sprovedli formativne evaluacije u drugoj studiji koja je imala fokus na dizajn prototipa sistema za upravljanje bedževima za podršku vanškolskog STEM programa (Klein & Davis, 2016). Testiranje upotrebljivosti je uključilo seriju testova sa mladima i dva supervizora pojedinačno. Njihove povratne informacije su pomogle dizajniranju prototipa. Testiranje je takođe otkrilo skepticizam u pogledu usvajanja bedževa u širem obimu, moguće zbog toga što je ova ideja bila previše apstraktna za učesnike.

Carey & Stefaniak (2018) su istraživali korisnost digitalnih bedževa u visokom obrazovanju sprovedenjem intervjua sa liderima inicijativa digitalnih bedževa. Njihove preporuke za buduća istraživanja su uvrstile potrebu za komparativnim studijama vezanim za platforme i studije upotrebljivosti.

6 Analiza i Teorijski Razvoj

Komparativna analiza atributa i metrika upotrebljivosti koji su predloženi ili korišćeni u (1) kontekstu selekcije edukativne tehnologije (Poglavlje 3) i (2) modelima prihvatanja edukativne tehnologije (Poglavlje 4.2), obezbeđuje osnovu za razvoj ciljanog metodološkog okvira (Poglavlje 6.1). Drugi značajan ulaz za teorijski razvoj metodološkog okvira za primenu metrika upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji su odrednice konteksta evaluacije upotrebljivosti (Poglavlje 6.2). Na toj osnovi, teorijski razvoj metodološkog okvira je obuhvatio identifikovanje i odabir pogodnih opštih metrika upotrebljivosti kao i razvoj metrika upotrebljivosti specifičnih za date sisteme (Poglavlje 6.3).

6.1 Komparativna Analiza Atributa i Metrika Upotrebljivosti Primenjenih u Relevantnim Istraživačkim Oblastima

Kada se uporede atributi upotrebljivosti koji su predloženi ili se koriste u procesu odabira edukativne tehnologije sa onima koji su uključeni u modele prihvatanja edukativne tehnologije, može se primetiti relevantan broj zajedničkih atributa.

Pre svega, opažena lakoća korišćenja je jedan od glavnih konstrukata u modelima zasnovanim na TAM-u. Opažena lakoća korišćenja je i najčešće razmatrani atribut upotrebljivosti u izboru različitih vrsta edukativne tehnologije (Poglavlje 3.3). Međutim, u mnogim slučajevima nije merena, samo kvalitativno ocenjena.

Opažena upotrebljivost je drugi najmereniji atribut upotrebljivosti u studijama o odabiru edukativne tehnologije. Najčešće nije bio tretiran kao višedimenzionalni atribut. Štaviše, kao i lakoća korišćenja, ovaj atribut je meren korišćenjem jednostavnog ocenjivanja zasnovanog na nekoliko različitih skala (npr. srednja ocena na osnovu pojedinačnih ocena prema korišćenoj skali). Stoga, nije jasno da li je i koliko dobro ovaj atribut bio diferenciran od opažene lakoće korišćenja u odgovarajućim studijama.

Sa druge strane, opažena upotrebljivost je bila uključena u nekoliko modela prihvatanja edukativne tehnologije zasnovanih na TAM-u. Prema autorima Holden & Rada (2011), originalni TAM nije uključivao suštinske mere koje se odnose na opaženu upotrebljivost tehnologije jer je predložen pre povećanja potražnje za evaluacijama upotrebljivosti. Iako je empirijski potvrđeno da opažena upotrebljivost može objasniti

više varijanse u modelu prihvatanja tehnologije nego opažena lakoća korišćenja, drugi istraživači do sada nisu sledili njihov primer, barem ne u domenu edukativnih tehnologija.

Pre navedenih autora, Roca et al. (2006) su uključili opaženu upotrebljivosti i opažen kvalitet kao elemente konstrukta opaženog učinka EDT modela u predloženi model namere kontinuiteta korišćenja e-učenja. Model je takođe uključio elemente nekoliko bazičnih teorija kao što su TPB, TAM i zadovoljstvo korisnika.

Dalje, objektivne metrike efektivnosti i efikasnosti su primenjene u nekoliko studija o odabiru edukativne tehnologije (npr. prosečno vreme završetka zadataka, stopa uspešno završenih zadataka). Metrike su prikupljane na sesijama testiranja upotrebljivosti sa manjim brojem učesnika. Verovatni razlog zašto objektivne metrike nisu primenjene u više studija je da odgovarajuće metode upotrebljivosti zahtevaju određenu stručnost i resurse koji su uglavnom nedostupni nastavnicima koji vrše evaluaciju u kontekstu odabira tehnologije.

U kontekstu prihvatanja edukativne tehnologije, objektivna upotrebljivost je posmatrana kao determinanta opažene lakoće korišćenja u TAM3 (Venkatesh & Bala, 2008). Kao što je predloženo u (Venkatesh, 2000), objektivna upotrebljivost je bila operacionalizovana tako što je izračunat odnos napora početnika i eksperata. Međutim, u analiziranim modelima prihvatanja tehnologije, metrike objektivne upotrebljivosti nisu bile razmatrane, između ostalog, zbog teškoća u prikupljanju takvih metrika (Al-Gahtany, 2014).

Jedan od najčešće merenih atributa upotrebljivosti pri odabiru edukativne tehnologije, bilo je zadovoljstvo. Ovaj atribut je takođe uključen u značajan broj analiziranih modela prihvatanja. Iako nije jedan od originalnih TAM konstrukata, našao je svoje mesto u okviru nekih modela zasnovanih na TAM-u, prvenstveno u modelima sa fokusom na nameru kontinuiteta korišćenja zahvaljujući uticaju drugih teorija kao što su EDT i DL&ML IS model uspeha.

Intuitivnost je još jedan atribut koji se neznatno izdvaja među najčešće razmatranim atributima upotrebljivosti pri odabiru edukativne tehnologije. U oblasti prihvatljivosti edukativne tehnologije, Deshpande et al. (2012) su predložili „kompjutersku intuitivnost” kao determinantu opažene lakoće korišćenja. Međutim, značajan uticaj nije empirijski potvrđen. Intuitivnost je takođe bila adresirana u nekim

mernim skalama za opažen dizajn interfejsa (Al-hawari & Mouakket, 2010; Cheng, 2012; Cho et al. 2009).

Takođe, lakoća učenja i lakoća navigacije su bile razmatrane u nekoliko studija o odabiru edukativne tehnologije. Osim toga, lakoća učenja je bila uključena u nekim analiziranim modelima prihvatanja u okviru konstrukta lakoća korišćenja (Al-hawari & Mouakket, 2010; Brown, 2002; Ifinedo, 2006). Iako pod nazivom „lakoća pronalaženja”, lakoća navigacije je bila jedan od eksternih faktora u modelima predloženim u (Brown, 2002; Ifinedo, 2006). Ifinedo (2006) je koristio istu metriku koju je predložio Brown (2002).

U oba konteksta, predložen je određen broj tehnološki-specifičnih atributa:

- u kontekstu odabira edukativne tehnologije - lakoća pristupa deljenim podacima, lakoća diskusije sa drugim učenicima/studentima, lakoća razmene učenja sa drugima (Shee & Wang, 2008; Wibowo, Grandhi & Chugh, 2014), lakoća diskusije sa nastavnicima (Shee & Wang, 2008), itd.
- u kontekstu prihvatanja edukativne tehnologije - kvalitet dizajna sadržaja (Almaiah et al., 2016), kvalitet dizajna kursa (Cheng, 2012), dizajn gedžeta/kontejnera (Ros et al., 2015), itd.

Iz perspektive prihvatanja edukativne tehnologije, opaženi dizajn interfejsa je bio atribut upotrebljivosti koji je najčešće uključen u analizirane modele. Meren je kao konstrukt sa 3 do 7 tvrdnji ili unutar konstrukta sistema kvaliteta. Kada se merio kao višedimenzionalni konstrukt, merne skale su uključile aspekte kao što su već pomenute intuitivnost i lakoća navigacije, kao i privlačnost, lakoća čitanja, dobra struktura, dobar izgled stranice, itd.

Slično, u predloženim metodama, Shee & Wang (2008) i Wibowo et al. (2014) su grupisali neke izabrane attribute upotrebljivosti u konstrukt nazvan učenički interfejs. Štaviše, „jasan interfejs” (Berteau, 2012), „kvalitet teksta” i „grafika” (Comer, & Geissler, 1998) su bili među atributima razmatranim u kontekstu odabira edukativne tehnologije.

Kada se uporede metrike upotrebljivosti koje se koriste u kontekstu odabira i prihvatanja edukativne tehnologije, nekoliko razlika postaje evidentno. Metrike primenjene u analiziranim modelima su empirijski validirane. Broj učesnika u odgovarajućim empirijskim istraživanjima kretao se od 22 do 650. Studije sa manjim

brojem učesnika nisu adresirale eksternu pouzdanost. Metrike su uglavnom usvojene ili prilagođene na osnovu prethodnih istraživanja i zasnovane na petostepenim ili sedmostepenim Likertovim skalama. Odgovarajući konstrukti sadrže 3 do 10 tvrdnji. U jednom od modela, instrument je zasnovan na CSUQ, standardizovanom upitniku upotrebljivosti razvijenom u IBM-u.

U kontekstu odabira edukativne tehnologije dominantno su se koristile metrike subjektivne upotrebljivosti. Različite skale za merenje su korišćene za prikupljanje ovih metrika kao što su skala za ocenjivanje od 1 do 5 ili -5 do + 5, kao i Likertova petostepena, šestostepena i sedmostepena skala. U nekim slučajevima, upotreba višekriterijumskih metoda odlučivanja, uslovlila je izbor skale. U većini slučajeva razlog za odabir skale nije obrazložen. Štaviše, empirijska evaluacija većine ovih metrika nije sprovedena ili opisana. Dobro poznata, validna i pouzdana SUS ocena, korišćena je samo u nekoliko studija.

Sažeti rezultati komparativne analize studija o odabiru i prihvatanju edukativne tehnologije su sledeći:

- Opažena lakoća korišćenja je jedan od glavnih konstrukata u analiziranim modelima prihvatanja i takođe najčešće razmatran atribut pri odabiru različitih tipova edukativne tehnologije.
- Ima mnogo zajedničkih atributa upotrebljivosti razmatranih u oba konteksta kao što su opažena upotrebljivost, zadovoljstvo, opažen korisnički interfejs, lakoća navigacije, itd.
- Objektivne metrike upotrebljivosti su korišćene samo u nekoliko studija o odabiru edukativne tehnologije, i nisu razmatrane u analiziranim modelima prihvatanja.
- Metrike korišćene u modelima prihvatanja su uglavnom bili usvojene ili prilagođene na osnovu prethodnih istraživanja kako bi odgovarale konkretnom kontekstu (npr. u pogledu tehnologije i korisnika), i bile su uglavnom bazirane na petostepenim ili sedmostepenim Likertovim skalama.
- Subjektivne metrike primenjene pri odabiru edukativne tehnologije su zasnovane na različitim skalama merenja kao što su 1-do-5 i -5-do-5 skale, kao i petostepene i sedmostepene Likertove skale.

- U pogledu validnosti i pouzdanosti, prednost se mora dati metrikama primenjenim u modelima prihvatanja, koje su bile empirijski validirane. Ipak, empirijska validacija ovih metrika je inferiornija u odnosu na standardizovane metrike upotrebljivosti kao što su SUS and CSUQ zbog broja učesnika i studija/konteksta uključenih u validaciju. Stoga, uzimanje u obzir dokaza empirijske validacije je vrlo preporučljivo prilikom razmatranja primene metrika upotrebljivosti u određenom kontekstu.

6.2 Kontekst Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Evaluacija upotrebljivosti prilikom odabira sistema zasnovanog na OBI specifikaciji za potrebe određenog edukativnog okruženja nameće određene zahteve i ograničenja. Bilo da se vrši upoređivanje upotrebljivosti više sistema ili verifikacija upotrebljivosti jednog sistema u drugoj fazi selekcije, poželjno je da evaluacija bude manje resursno i vremenski zahtevna od tipične studije upotrebljivosti. Takođe, evaluacija treba da rezultuje metrikama koje olakšavaju krajnju odluku. Idealno, evaluacija treba da rezultuje izveštajem koji upoređuje, sumira i pojašnjava dobijene metrike.

Pošto sistemi zasnovani na OBI specifikaciji nisu zrela tehnologija, nema dovoljno tuđih iskustava koji bi se mogli uzeti u obzir za potrebe predselekcije. Na primer, pozitivne i negativne preporuke drugih nastavnika kroz (ne)posredan kontakt ili korisničke recenzije (npr. Hedegaard & Simonsen, 2013), mogle bi biti od značaja kod odabira užeg skupa sistema za dalju evaluaciju.

Broj i dostupnost studenata je još jedan od kontekstualnih faktora koji može opredeliti izbor metoda evaluacije. Na primer, kod udaljenog učenja nije moguće primeniti tradicionalne metode testiranja, intervjuisanja ili ispitivanja u fokus grupama. Takođe, kod manjih grupa studenata treba voditi računa da su primenjene metode dovoljno pouzdane ili nastojati da se rizik od manje pouzdanosti ublaži primenom komplementarnih metoda i opreznom interpretacijom rezultata. Uostalom, literatura i dobra praksa nalažu da se evaluacija nikad ne bazira samo na jednoj metodi.

Povrh svega, evaluatori u datom kontekstu su pre svega nastavnici koji uglavnom ne poznaju dovoljno metode i metrike upotrebljivosti. Zato treba uzeti u obzir pre svega one metrike koje su jednostavne za prikupljanje i tumačenje, a dovoljno efektivne. Metrike upotrebljivosti su efektivne ukoliko odgovaraju cilju evaluacije. Cilj merenja upotrebljivosti datih sistema je da olakša njihovo poređenje i izbor najadekvatnijeg za potrebe određenog edukativnog okruženja.

To implicira da je ovakvo merenje sumativno. Ono pre svega treba da odredi aktuelnu upotrebljivost sistema, odnosno šta je sve upotrebljivo u datom kontekstu. Sa druge strane, formativno merenje upotrebljivosti identifikuje probleme upotrebljivosti radi njihovog otklanjanja (Sauro, 2010). Osim toga, sumativne evaluacije su sličnije tradicionalnim eksperimentima sa malo ili bez interakcija između posmatrača i učesnika za vreme izvođenja zadataka. Takođe, nema promene sistema u toku studije (Lewis, 2014).

Ovo istraživanje je prevashodno fokusirano na okruženje tradicionalnog učenja sa manjim brojem studenata, što ne isključuje mogućnost primene u edukativnim okruženjima sa većim brojem studenata. Jedan od zahteva konteksta odabira edukativne tehnologije je da predložene metrike budu dovoljno jednostavne tako da ih mogu primeniti nastavnici prilikom odabira sistema zasnovanog na OBI specifikaciji.

6.3 Razmatranje i Predlog Metrika Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Razmatranje i predlog metrika upotrebljivosti za primenu u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji je obuhvatilo opšte metrike (Poglavlje 6.3.1) i tehnološki-specifične metrike upotrebljivosti (Poglavlje 6.3.2). Za prikupljanje tehnološki-specifičnih metrika iz perspektive nastavnika i perspektive učenika/studenata, realizovani su posebni upitnici (Poglavlje 6.3.3).

6.3.1 Razmatranje i Predlog Opštih Metrika Upotrebljivosti

U okviru klase opštih metrika upotrebljivosti, razmotrene su objektivne (Poglavlje 6.3.1.1) i subjektivne metrike (Poglavlje 6.3.1.2).

6.3.1.1 Razmatranje i Predlog Objektivnih Opštih Metrika Upotrebljivosti

Iako su u manjoj meri korišćene za potrebe odabira edukativne tehnologije (Poglavlje 3.4) i retko u studijama o prihvatanju edukativne tehnologije (Poglavlje 4.2), objektivne metrike bi mogle doprineti evaluaciji sistema zasnovanih na OBI specifikaciji u datom kontekstu.

Standardne objektivne metrike koje se dominantno koriste u studijama upotrebljivosti su metrike efektivnosti i efikasnosti. *Efektivnost* se odnosi na tačnost i kompletnost sa kojom korisnici postižu određene ciljeve. *Efikasnost* se odnosi na potrošene resurse u odnosu na tačnost i kompletnost sa kojom korisnici postižu ciljeve (ISO/IEC, 2004; Mifsud, 2015).

Jedna od metrika koja se koristi za izražavanje efektivnosti je *stopa završenosti zadatka* (procenat korisnika koji su uspešno završili jedan zadatak). Jednostavnost i lakoća razumevanja ove metrike su uticale na njenu popularnost u praksi (Mifsud, 2015). Ova metrika se sreće i u studijama o selekciji edukativne tehnologije (Poglavlje 3.4). Na osnovu analize skoro 1200 zadataka iz studija upotrebljivosti, Sauro (2011) je utvrdio da je prosečna stopa završenosti zadatka 78%. Međutim, metrika je kontekstualno zavisna jer se zadaci mogu drastično razlikovati. Tako i prosečna stopa završenosti može varirati od konteksta do konteksta. Prema autorovom saznanju, nijedna studija ne izveštava o prosečnoj stopi završenosti zadatka prilikom korišćenja određene edukativne tehnologije ili edukativne tehnologije uopšteno.

Efektivnost se takođe meri *brojem grešaka* koje korisnik napravi pokušavajući da završi zadatak. Greška može biti neželjena akcija, pogrešno shvaćena akcija, propust i sl. Greške se tipično klasifikuju uz dodelu ocene ozbiljnosti i kratkog opisa (Mifsud, 2015). Razumljivo, data metrika se pre svega koristi u formativnim evaluacijama upotrebljivosti. Mogla bi eventualno biti od interesa u datom kontekstu evaluacije upotrebljivosti:

- radi provere da li se određene greške javljaju učestalo kod sistema u užem krugu izbora;
- u slučaju učestalih grešaka kod predodabranih sistema, odgovarajućim instrukcijama za njihovo izbegavanje, mogao bi se ublažiti negativan uticaj na upotrebljivost.

Efikasnost se obično računa na osnovu vremena koje je korisnicima potrebno da uspešno završe zadatak. *Efikasnost zasnovana na vremenu* se može izraziti kao prosečan broj zadataka u jedinici vremena. Efikasnost se takođe može meriti i kao *ukupna relativna efikasnost* (odnos vremena koje su korisnici potrošili da bi uspešno završili zadatak i ukupnog vremena koje je potrošeno na zadacima) (Mifsud, 2015).

Metrike efektivnosti i efikasnosti se dobijaju testiranjem. Testiranje je resursno zahtevnije od većine drugih metoda evaluacije upotrebljivosti. Zato su u malobrojnim studijama o selekciji edukativne tehnologije, objektivne metrike uglavnom prikupljane testiranjem sa malim brojem korisnika. Broj učesnika testiranja koji se obično pominje u ovim studijama je 5.

Neke rane studije su podržale pretpostavku da 5 učesnika u testiranju može otkriti oko 80% problema upotrebljivosti (Nielsen, 1993; Virzi, 1992). Međutim, u studiji koja se bavila ispitivanjem ove pretpostavke, Faulkner (2003) je ukazao na rizike testiranja upotrebljivosti sa ovako malim brojem učesnika. Iako su neke grupe od 5 učesnika u ovoj studiji uspele da otkriju preko 90% problema upotrebljivosti, neke grupe su našle tek 55% problema. Najniži procenat otkrivenih problema je porastao na 80% u grupama sa 10 korisnika, odnosno na 95% u grupama sa 20 korisnika. U kontekstu selekcije edukativne tehnologije, ovo bi značilo visoke varijanse u metrikama efektivnosti i efikasnosti, ukoliko grupa korisnika broji samo 5 korisnika.

Uz resursnu zahtevnost, testiranje upotrebljivosti je zahtevno i po pitanju obučenosti ljudi koji bi sprovodili ovaj vid evaluacije i merenja upotrebljivosti. Potrebno je dobro definisati zadatke, odabrati učesnike, prikupiti podatke na što je moguće manje intruzivan način, izračunati metrike na osnovu prikupljenih podataka, itd. Stoga ne čudi što je ovaj vid merenja upotrebljivosti manje zastupljen u studijama o selekciji edukativne tehnologije. Može se pretpostaviti da bi iz istih razloga bio manje poželjan način merenja upotrebljivosti prilikom odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji.

Mogući pristupi za prikupljanje objektivnih metrika upotrebljivosti u budućim studijama o odabiru edukativne tehnologije su i pristupi bazirani na *logovanju i analizi interakcija* korisnika sa sistemom, npr. kao što je predloženo u (Harrati, Bouchrika, Tari, & Ladjailia, 2016). Međutim, ovakvi pristupi su još uvek u istraživačkoj fazi. Malo je predloženih metoda i alata kako za logovanje, tako i za analizu logova. Ne

postoje „out-of-box” rešenja koja bi se mogla jednostavno primeniti za prikupljanje osnovnih, predefinisanih metrika upotrebljivosti. Kako su mnogi sistemi za upravljanje Otvorenim budžetima zasnovani na „oblaku” nameću se dodatni izazovi vezani za logovanje interakcija korisnika i pristup logovima.

6.3.1.2 Razmatranje i Predlog Subjektivnih Opštih Metrika Upotrebljivosti

Standardizovani upitnici za merenje opažene upotrebljivosti ili zadovoljstva se smatraju pouzdanijim od proizvoljnih upitnika (Hornbæk, 2006; Hornbæk & Law, 2007; Sauro & Lewis, 2009). Standardizovani upitnici su kreirani za ponovljenu/višestruku upotrebu, tipično sa specifičnim skupom pitanja datim u određenom redosledu i formatu, i sa specifičnim pravilima za izvođenje metrika. Razvoj standardizovanog upitnika podrazumeva proveru i izveštavanje o njegovoj pouzdanosti, validnosti i osetljivosti (Lewis, 2014, Nunnally, 1978).

Standardizovani upitnici nude više prednosti u praksi kao što su objektivnost, lakše repliciranje, kvantifikacija, ekonomičnost i lakša komunikacija rezultata (Nunnally, 1978). Prvi upitnici pogodni za merenje upotrebljivosti su se pojavili osamdesetih godina prošlog veka. U poglavlju 2.2, dat je pregled nekih standardizovanih upitnika. Iako se većina njih tipično koristi na kraju studije, pojedini upitnici su namenjeni brzjoj evaluaciji na kraju svakog zadatka ili scenarija korišćenja.

Više studija je potvrdilo pouzdanost pojedinih standardizovanih upitnika kao što su SUS (npr. Bangor, Kortum, & Miller 2008; Kirakowski, 1994; Tullis & Stetson, 2004), PSSUQ (npr. Lewis, 1995; 2002), i CSUQ (Lewis, 1995). Štaviše, Tullis & Stetson (2004) su pokazali korišćenjem Monte Carlo simulacije da je za sumativne evaluacije upotrebljivosti korišćenjem SUS i CSUQ minimalan broj učesnika - 12. Uz to, Lewis (2018) je ispitao odnos ova dva široko korišćena upitnika. Njegovi rezultati u velikoj meri ukazuju na to da oba upitnika mere isto - opaženu upotrebljivost.

Više studija se takođe bavilo ispitivanjem invarijantnosti u psihometrijskim svojstvima standardizovanih upitnika kroz različite kontekste merenja (npr. Bangor et al., 2008; Davis & Venkatesh, 1996; Kortum & Bangor, 2013; Lewis, 1995, 2002; Sauro & Lewis, 2012). Na primer, Lewis (1995, 2002) je koristio razne metode da prikupi podatke za PSSUQ i CSUQ. Ovo su dva suštinski ista upitnika čija se pitanja neznatno razlikuju kako bi bili pogodniji za upotrebu u laboratoriji (PSSUQ) ili na

Web-u (CSUQ). Bez obzira na način prikupljanja podataka i male razlike u formulaciji pitanja, rezultujuće faktorske strukture su bile istovetne, kao i procene pouzdanosti i validnosti (Lewis, 2014).

SUS je pokazao slična psihometrijska svojstva kada se koristi u laboratoriji ili kao Web upitnik (Bangor et al., 2008; Grier, Bangor, Kortum, & Peres, 2013; Kortum & Bangor, 2013). SUS takođe toleriše manje izmene u formulaciji pitanja kao što su korišćenje reči „Website” ili naziva samog sistema umesto originalne reči „sistem”, ili korišćenje reči „neugodan” (eng. awkward) umesto reči „nezgrapan” (eng. combersome) (Bangor et al., 2008; Finstad, 2006; Lewis & Sauro, 2009). Na osnovu ovog kratkog upitnika od samo 10 pitanja, dobija se intuitivna SUS ocena/skor iz ranga od 0 do 100. Bangor et al. (2008; 2009) su analizirajući rezultate većeg broja studija došli do zaključka da:

- Ukoliko je SUS ocena preko 85, sistem je visoko upotrebljiv.
- Ukoliko je SUS ocena u opsegu od 70 do 85, upotrebljivost sistema je dobra do odlična.
- Ukoliko je SUS ocena u opsegu od 50 do 70, sistem je prihvatljiv, ali sa određenim problemima upotrebljivosti; postoji potreba za unapređenjem sistema.
- Ukoliko je SUS ocena ispod 50, sistem se smatra neupotrebljivim i neprihvatljivim.

Standardizovani upitnik koji je verovatno najčešće korišćen u evaluaciji upotrebljivosti edukativnih sistema, upravo je SUS. SUS je korišćen za evaluaciju upotrebljivosti sistema za upravljanje učenjem (npr. Al-Khalifa, 2010; Granic & Cukusic, 2011, Thuseethan, Achchuthan, & Kuhanesan, 2015), interaktivnog edukativnog sistema povećane realnosti (Lin, Hsieh, Wang, Sie, & Chang, 2011), virtuelnog sistema za učenje (Simões, & de Moraes, 2012), afektivnog tutorskog sistema (Lin, Wu, & Hsueh, 2014), sistema za učenje zasnovanog na simulaciji (Luo, Liu, Kuo, & Yuan, 2014), itd.

Osim toga, nekoliko studija se bavilo empirijskom evaluacijom samog SUS upitnika u domenu edukativne tehnologije. Orfanou, Tselios, & Katsanos (2015) su empirijski evaluirali SUS u kontekstu evaluacije opažene upotrebljivosti sistema za upravljanje učenjem. Rezultati su pokazali pouzdanost i validnost upitnika čak i na

malim uzorcima. Harrati et al. (2016) su našli da SUS ocena/skor nije dovoljna da se izrazi pravi nivo zadovoljstva i prihvatanja sistema e-učenja od strane predavača. Oni su predložili da se dodatno koriste metrike korišćenja sistema na osnovu loga interakcija korisnika sa sistemom.

Standardizovani upitnici se sreću i u literaturi o selekciji edukativne tehnologije, kao i u literaturi o prihvatanju ove tehnologije. Kao što je već istaknuto u Poglavlju 4.2.1, CSUQ je poslužio kao osnova za merenje pojedinih konstrukata u TAM studiji (Poelmans et al., 2008). CSUQ i SUS su takođe korišćeni u nekoliko studija evaluacije upotrebljivosti u kontekstu selekcije edukativne tehnologije (Fagan et al., 2012; Pipan et al., 2007; Tevar-Sanz et al., 2015).

Prilikom odabira sistema zasnovanog na OBI specifikaciji, nastavnici treba da koriste neki od standardizovanih upitnika za merenje opažene upotrebljivosti ili zadovoljstva. Može se koristiti i više standardizovanih upitnika, ukoliko su komplementarni, i postoji opravdana potreba za takvim pristupom (npr. upitnik za evaluaciju upotrebljivosti posle scenarija korišćenja i upitnik za merenje opažene upotrebljivosti celog sistema). Manje promene u formulaciji pitanja ne bi trebalo da imaju značajne efekte na standardizovan upitnik. Međutim, veće promene u formulaciji pitanja, kao i dodavanje proizvoljnih pitanja treba strogo izbegavati.

Obećavajući pristupi za prikupljanje subjektivnih metrika upotrebljivosti prilikom odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji mogu biti pristupi bazirani na korisničkom izveštavanju o *problemima upotrebljivosti* (Capra, 2002) i novijim „*crowdsourcing*” pristupima (Bruun & Stage, 2015) koji se pogotovo preporučuju u slučaju resursnih ograničenja. Preduslov za efektivnu primenu jednog od ovakvih pristupa je uvođenje predizabranih sistema u nastavu. Interakcija korisnika sa preizabranim sistemima u realnom edukativnom okruženju bi omogućila dodatni kvalitet merenja upotrebljivosti datih sistema. Na primer, kroz studije slučajeva koje bi obuhvatile kreiranje, izdavanje i osvajanje bedževa usklađenih sa određenim instrukcionim dizajnom, korisnici (nastavnici i učenici/studenti) bi se suočili sa konkretnim ciljevima i zadacima interakcije sa sistemom.

Navedeni pristupi bi zahtevali minimalno upućivanje korisnika u identifikovanje i/ili izveštavanje problema upotrebljivosti. U pristupima izveštavanja problema upotrebljivosti, problemi upotrebljivosti koje bi učenici/studenti uočili, mogli bi biti

prikupljeni u okviru fokus grupa koje bi nastavnici organizovali, ili preko korisničkih recenzija u prigodnim formama.

6.3.2 Razmatranje i Predlog Metrika Upotrebljivosti Specifičnih za Sisteme Zasnovane na OBI Specifikaciji

Komparacija sistema zasnovanih na OBI specifikaciji (Poglavlje 5.4) je pokazala razlike u funkcionalnostima, karakteristikama i podržanim praksama nastave i učenja. Osim toga, u Poglavlju 2.1, istaknuto je da je korisnost sistema, u zavisnosti od gledišta, blisko povezana za upotrebljivošću, ili čak bitan aspekt upotrebljivosti. Polazeći od razlika u funkcionalnostima i podržanim praksama, korisnost jednog sistema za upravljanje budžetima u određenom edukativnom okruženju može se bitno razlikovati od korisnosti istog sistema u drugom edukativnom okruženju. Takođe, s obzirom na različito poreklo ovih sistema i primetne razlike u implementaciji pojedinih funkcionalnosti, moguće su i nezanemarljive razlike u njihovoj upotrebljivosti.

Uzimanje u obzir obezbeđenih funkcionalnosti i podržanih praksi prilikom merenja upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema za upravljanje budžetima, može doprineti boljem tumačenju opštih metrika upotrebljivosti i donošenju svesnije odluke o odabiru sistema. Kako sve funkcionalnosti i podržane prakse nemaju isti značaj u određenom edukativnom okruženju, može biti korisno proceniti upotrebljivost kritičnih funkcionalnosti. Niža upotrebljivost funkcionalnosti koje se ne bi koristile ili bi se retko koristile, mogla bi se zanemariti ili ublažiti odgovarajućom obukom i/ili instrukcionim materijalom.

Atributi upotrebljivosti koji su vezani za funkcionalnosti određenog tipa softvera, prisutni su u relevantnim oblastima selekcije i prihvatanja edukativne tehnologije (npr. lakoća pristupa deljenim podacima, lakoća pronalaženja informacija, lakoća diskusije/interakcije sa drugim studentima/učenicima, kvalitet dizajna kursa, itd.). Navedeni atributi su mereni subjektivnim metrikama koje su prikupljene korišćenjem upitnika različitih skala (npr. Likertova petostepena skala).

Ovakav pristup nije redak ni van konteksta odabira edukativne tehnologije. Na primer, u komparativnoj evaluaciji dva e-sistema za upravljanje učenjem, mereni su atributi upotrebljivosti kao što su lakoća korišćenja kviza, lakoća korišćenja alata za podnošenje domaćih zadataka, i sl (Storey, Phillips, Maczewski, & Wang, 2002).

Sistemi su evaluirani iz perspektive studenata i instruktora/administratora. Slično, u evaluaciji upotrebljivosti Google alata, mereni su specifični atributi upotrebljivosti poput lakoće dodavanja komentara, lakoće deljenja fajlova i foldera, lakoće kolaboracije sa drugima i sl. (Brown & Hocutt, 2015).

S obzirom na sve navedeno, potencijalne metrike upotrebljivosti specifične za sisteme zasnovane na OBI specifikaciji bi ciljale konkretne funkcionalnosti ili karakteristike ovih sistema. Polazeći od komparativne analize sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, odnosno platformi za upravljanje Otvorenim bedževima (Poglavlje 5.5), kao i od analize metrika upotrebljivosti specifičnih za određeni tip edukativne tehnologije koje su predložene u literaturi (Poglavlje 6.1), moguće je formulisati više različitih atributa koji bi se merili. Pre svega, sledeći atributi mogu biti predloženi posmatrano iz perspektive studenata/učenika:

- lakoća otkrivanja bedževa (mogućnosti za osvajanje bedževa)
- lakoća apliciranja za bedževe
- lakoća deljenja bedževa
- lakoća pregledanja osvojenih bedževa (dostignuća) drugih učenika/studenata
- zadovoljstvo upravljanjem osvojenim bedževima
- i sl.

Iz perspektive nastavnika, sledeće sledeći atributi vezani za grupe funkcionalnosti, mogu biti uzete u obzir:

- zadovoljstvo podrškom za razvoj bedževa
- zadovoljstvo podrškom za ocenjivanje priloženih dokaza studenta za bedž
- zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa
- zadovoljstvo podrškom za nadgledanje rezultata/progresa studenata
- i sl.

Razlozi za razlike u formulaciji atributa iz perspektive učenika/studenata i nastavnika (lakoća korišćenja naspram zadovoljstva određenom funkcionalnošću, odnosno grupom funkcionalnosti ili podrškom) su sledeće:

- Funkcionalnosti na strani učenika/studenata su jednostavnije.
- Specijalizacije atributa lakoća korišćenja su češće korišćeni u literaturi za evaluaciju upotrebljivosti iz perspektive učenika/studenata.

- Lakoća korišćenja ima precizniju semantiku koja se može se smatrati prigodnijom za evaluaciju upotrebljivosti iz perspektive učenika/studenata.
- Kako metrike lakoće korišćenja i zadovoljstva ne moraju biti u korelaciji (Poglavlje 4.2), predložene su obe grupe za potrebe evaluacije iz perspektive učenika/studenata.
- Podrška na strani nastavnika/administratora je kompleksnija i raznovrsnija na različitim platformama za izdavanje bedževa. Stoga su metrike zadovoljstva određenom grupom funkcionalnosti viđene kao prigodnije.
- Zbog procenjenog niskog rizika da će odgovori nastavnika biti neinformisani ili neangažovani, metrike zadovoljstva su viđene kao dovoljne.

Međutim, nameće se pitanje konkretnih konstrukata koji bi se na ovaj način merili. Na primer, lakoća korišćenja određene funkcionalnosti može biti u korelaciji sa lakoćom korišćenja neke druge funkcionalnosti, i zapravo predstavljati jedinstven multidimenzionalni konstrukt. Na osnovu komparativne analize funkcionalnosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji (Poglavlje 5.4), može se pretpostaviti, da će kod nekih sistema lakoća deljenja bedževa i lakoća pregledanja osvojenih bedževa drugih učenika/studenata biti u korelaciji. U tom slučaju, one predstavljaju dve dimenzije istog konstrukta. No, kako su neki sistemi ispoljili probleme upotrebljivosti vezano za konkretnu funkcionalnost iz grupe povezanih, ne može se očekivati ista korelacija atributa nad rezultatima evaluacije svih sistema.

Studije koje su se bavile merenjem upotrebljivosti specifičnih funkcionalnosti određene edukativne tehnologije, uglavnom su zapostavile ovaj aspekt analize i evaluacije prikupljenih metrika. Čak i studije koje su istraživale upotrebljivost određene tehnologije van konteksta odabira tehnologije koji je naročito resursno ograničen, pokazuju slične nedostatke u predloženim pristupima (npr. Brown & Hocutt, 2015; Storey et al., 2002).

6.3.3 Realizacija Upitnika

Ankete omogućavaju da se jednostavno prikupe i relativno jednostavno analiziraju percepcije većeg broja korisnika, kako studenata/učenika, tako i nastavnika o upotrebljivosti edukativne tehnologije. Osim toga, na ovaj način se mogu prikupiti kako kvantitativni, tako i kvalitativni podaci. Kvalitativni podaci mogu biti od koristi kod

manjeg broja ispitanika, na primer u eksplorativnim studijama, ne bi li se bolje razumelo domen i pre-testirao upitnik sa fokusom na kvantitativnim podacima (Farrell, 2016).

Ankete omogućavaju da se prikupe percepcije svih korisnika, kako učenika/studenata, tako i nastavnika. U tu svrhu mogu biti realizovani različiti upitnici, odnosno upitnici sa pitanjima/tvrdnjama formulisanim prigodno za svaki tip korisnika.

U realizaciji upitnika za ispitivanje metrika upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, nastojalo se da osnovne preporuke iz literature i prakse budu ispoštovane. To uključuje preporuke za formulisanje pitanja (npr. jednostavnost, izbegavanje dvosmislenih značenja, i sl.), redosled pitanja (npr. demografska i lakša pitanja na početku, grupisanje pitanja iste teme, i sl.) (Krosnick & Presser, 2010).

Za prikupljanje demografskih podataka, izabran je pristup - pitanja sa ponuđenim odgovorima.

Za prikupljanje kvantitativnih podataka o upotrebljivosti pojedinih funkcionalnosti i karakteristika sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, izabrana je petostepena Likertova skala. Ovo je najčešće korišćena Likertova skala (Krosnick & Presser, 2010). Opcija 1 označava najmanju saglasnost sa tvrdnjom, opcija 3 označava neutralan stav prema tvrdnji, a opcija 5 označava najviši stepen saglasnosti ispitanika sa tvrdnjom. Skala je konzistentno korišćena u oba upitnika - u upitniku za merenje percepcija studenata/učenika, kao i u upitniku za merenje percepcija nastavnika.

Pitanja/tvrdnje su formulisane u pozitivnom tonu. Postoje dva gledišta vezano za ton u kojem treba formulisati tvrdnje. Prema jednom gledištu, da bi se izbegla pristranost ekstremnih odgovora i pomirljivosti, preporučljivo je da neke od tvrdnji koje se odnose na sentimente kao što je zadovoljstvo budu formulisane u pozitivnom, a neke u negativnom tonu. Prema drugom gledištu, varijacije u tonu tvrdnji mogu učiniti upitnik težim za popunjavanje i povećati učestalost grešaka (Lewis, 1999, 2002, 2014).

Mada je u upitnicima većina pitanja zatvorenog tipa, neka otvorena pitanja mogu imati značajnu ulogu (Krosnick & Presser, 2010). No, kako bi samo relevantni odgovori bili prikupljeni i što više učesnika bilo ohrabreno da popuni upitnik, sva otvorena pitanja u upitniku su neobavezna.

Konkretno, otvorena pitanja u upitniku iz perspektive studenata/učenika su pokušala da prikupe percepcije studenata o:

- omiljenim funkcionalnostima sistema,

- problematičnim i nezadovoljavajućim funkcionalnostima sistema,
- nedostajućim funkcionalnostima,
- potrebama da se pojedine funkcionalnosti drugačije koriste.

Sa druge strane, otvorena pitanja u upitniku iz perspektive nastavnika su pokušala da prikupe percepcije nastavnika o:

- glavnim nedostacima sistema u pedagoškom smislu, i
- glavnim nedostacima sistema u tehnološkom smislu.

Drugim rečima, otvorenim pitanjima se pokušao steći dodatan uvid u probleme upotrebljivosti i glavne faktore za koje se pretpostavlja da mogu imati uticaj na upotrebljivost u datom kontekstu. Sličan pristup je korišćen u (van Leeuwen, 2018). Nastojalo se da pitanja budu formulisana prigodno tipu ispitanika. U formulisanju kvalitativnog dela upitnika, nastojalo se da preporuke date u (Farrell, 2016) budu ispoštovane u meri u kojoj je to moguće za dati upitnik.

Prve verzije upitnika su evaluirane od strane iskusnih istraživača. Na osnovu njihovih preporuka, nekoliko pitanja je preformulisano kako bi bili jasniji ciljnim ispitanicima.

7 Empirijska Studija

Prikaz sprovedene empirijske studije obuhvata opis metodologije (Poglavlje 7.1), opis rezultata (Poglavlja 7.2, 7.3 i 7.4), kao i osvrt na ograničenja studije (Poglavlje 7.5).

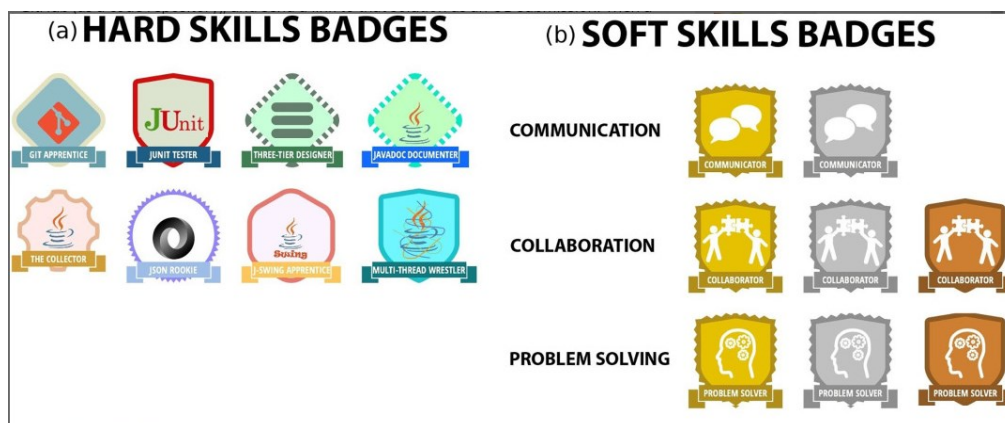
7.1 Metodologija

Opis metodologije empirijske studije obuhvata opis dizajna studije (Poglavlje 7.1.1), opis učesnika studije (Poglavlje 7.1.2), opis materijala (Poglavlje 7.1.3) i opis procedure (Poglavlje 7.1.4).

7.1.1 Dizajn Studije

Eksplorativna studija je zasnovana na *mešovitoj metodi istraživanja* (eng. mixed methods research) koji obuhvata kvalitativne i kvantitativne metode prikupljanja i obrade podataka (Creswell & Clarke, 2011).

Studija je realizovana u okviru projekta GRASS koji je finansijski podržan Programom Doživotnog Učenja (eng. Life Learning Programme - LLP) Evropske unije. Tačnije, studija je sprovedena u okviru slučajeva primene Otvorenih bedževa u školskim ustanovama - učesnicama projekta: četiri visokoškolske i četiri srednjoškolske ustanove. Učesnici na projektu su bili iz Srbije, Hrvatske, Švedske i Irske. Otvoreni bedževi su primenjeni u evaluaciji i ocenjivanju „mekih“ veština (eng. soft skills) učenika i studenata (Devedžić et al., 2015; 2018). U slučaju primene koji je realizovan na Fakultetu organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu, Otvoreni bedževi su takođe korišćeni za ocenjivanje takozvanih „tvrdih“ veština, konkretno programerskih veština studenata (Tomić et al., 2019). Slika 5 daje prikaz Otvorenih bedževa koji su realizovani u okviru ovog slučaja primene. Sledeći predodabrani sistemi zasnovani na OBI specifikaciji su korišćeni u slučajevima primene Otvorenih bedževa: Edmodo, Moodle, Credly i BadgeOS.



Slika 5. Prikaz Otvorenih bedževa koji su realizovani u jednom od slučajeva primene na Projektu (preuzeto iz Tomić et al., 2019)

Odabrana tehnika za prikupljanje podataka o upotrebljivosti je bila anketa. Opšte metrike upotrebljivosti navedenih sistema su dobijene korišćenjem SUS upitnika (Prilog 1). SUS je odabran iz razloga iznetih u Poglavlju 6.3.1.2. Za ispitivanje metrika upotrebljivosti specifičnih za sisteme zasnovane na OBI specifikaciji, razvijena su dva upitnika:

- Evaluacija upotrebljivosti sistema za upravljanje Otvorenim bedževima iz perspektive studenata/učenika (Prilog 2);
- Evaluacija upotrebljivosti sistema za upravljanje Otvorenim bedževima iz perspektive nastavnika (Prilog 3).

Realizacija upitnika je obrazložena u Poglavlju 6.3.3. Upitnici su na engleskom jeziku pošto su učesnici iz različitih zemalja. Preduslov za učešće u studiji je bilo poznavanje engleskog jezika.

U zavisnosti od toka određenog slučaja korišćenja, odgovori su prikupljeni u širem vremenskom periodu, uglavnom krajem semestra/polugođa ili početkom narednog. Nastavnicima je ostavljena sloboda da pošalju upitnike učenicima/studentima shodno svojoj proceni da su učenici/dovoljno upoznati sa sistemom za upravljanje Otvorenim bedževima.

7.1.2 Učesnici

Bazu za učesnike u studiji, predstavljali su:

- nastavnici iz partnerskih institucija projekta koji su učestvovali na projektu i primenili Otvorene bedževe u okviru svojih predmeta

- učenici i studenti iz partnerskih institucija projekta koji su pohađali ove predmete

Međutim, nisu svi učesnici na projektu učestvovali u ovoj empiriskoj studiji. SUS upitnik je popunilo 50 učesnika, i to 19 nastavnika i 31 učenik/student. Upitnik za evaluaciju sistema iz perspektive studenata je popunilo 36 učesnika, odnosno 22 učenika i 14 studenata. Upitnik za evaluaciju sistema iz perspektive nastavnika je popunio 21 nastavnik uključujući 8 univerzitetskih profesora i 13 profesora srednjih škola.

Svi učenici/studenti koji su popunili upitnike su imali makar jedan osvojen bedž. Preko 90% učenika/studenata nije imalo nikakvo ranije iskustvo sa sistemima zasnovanim na OBI specifikaciji. Preko 80% učenika/studenata je imalo određeno prethodno iskustvo sa sistemima za upravljanje učenjem (LMS), koje je u oko 40% slučajeva ocenjeno kao osrednje.

Preko 90% nastavnika je imalo ranije iskustvo sa primenom edukativnog softvera u nastavi. Samo oko 25% nastavnika je imalo neko ranije iskustvo sa platformama za izdavanje i upravljanje bedževima. Ipak, u vreme sprovođenja ankete, većina nastavnika je ocenila poznavanje platforme primenjene u konkretnom slučaju korišćenja vrlo dobrim i odličnim.

7.1.3 Materijali

Upitnici su konstruisani korišćenjem alata Google Forms. Ovaj alat je izabran jer je besplatan i jednostavan za korišćenje. Alat omogućuje jednostavno deljenje upitnika e-mailom, odnosno prosleđivanje URL-a „Online” upitnika učesnicima. Osim toga, alat obezbeđuje bazičnu analizu i vizualizaciju rezultata, kao i izvoz podataka radi analize u nekom of robusnih alata za analizu podataka.

Individualni zapisi su čuvani u tabelarnom prikazu - Google Sheets u Google Drive folderu strogo ograničenog pristupa.

Za statističku analizu podataka, korišćen je besplatan alat Jamovi. Alat je obezbedio dovoljno robusnu podršku za analizu podataka u skladu sa potrebama studije. Podrška obuhvata i kvalitetnu korisničku dokumentaciju.

7.1.4 Procedura

URL upitnika za nastavnike je poslat nastavnicima e-mailom na njihove individualne naloge. Nastavnici su instruirani kako da URL upitnika za studente pošalju svojim studentima. Učesnici su zamoljeni da u određenom periodu popune upitnik, ali im je dat izbor kada će tačno to učiniti. Dakle, njihovo učešće u anketi nije bilo nadgledano. Takođe, nisu korišćeni podsticaji za učešće studenata/učenika i nastavnika u anketi.

Pitanjima o upotrebljivosti sistema su primarno prikupljeni kvantitativni podaci. U studiji su takođe otvorenim pitanjima prikupljeni određeni kvalitativni podaci. Međutim, sva otvorena pitanja su bila neobavezna. Za svaki popunjen upitnik, korišćeni alat je automatski zabeležio vreme kompletiranja upitnika u formatu m/d/yyyy hh:mm:ss.

Studija je takođe prikupila pojedine demografske podatke o učesnicima i podatke o njihovom prethodnom iskustvu u korišćenju edukativne tehnologije (Poglavlje 7.1.2). Lični i podaci na osnovu kojih je moguće identifikovati učesnike nisu prikupljeni. Međutim, u slučaju nastavnika, rezultati ankete se mogu smatrati poverljivim, ali ne i potpuno anonimnim, pošto je većina učesnika bila unapred poznata. Ipak, koliko je poznato autoru, poverljive podatke nije moguće povezati sa konkretnim nastavnikom, niti je bilo takvih pokušaja.

Varijablama su dati nazivi koji se odnose na pitanja i povezane konstrukte kako bi se olakšala analiza podataka.

Na osnovu podataka iz SUS upitnika, izračunate su SUS ocene, kao opšte metrike upotrebljivosti, za svaki od ocenjenih sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. Takođe su upoređene SUS ocene dobijene na osnovu odgovora učenika/studenata i SUS ocene dobijene na osnovu odgovora nastavnika. Pored toga, sprovedena je statistička analiza. Pored deskriptivne statistike, ispitana je pouzdanost SUS upitnika u datom kontekstu primenom eksplorativne faktorske analize (Osborne, Costello, & Kellow, 2005) i standardnih testova interne konzistentnosti „Kronbahova α ” i „Mekdonaldova ω ”.

Podaci iz dva upitnika koji su realizovani specijalno za dati kontekst (evaluacija upotrebljivosti sistema za upravljanje Otvorenim budževima iz perspektive učenika/studenata i iz perspektive nastavnika) su takođe analizirani korišćenjem

deskriptivne statistike, eksplorativne faktorske analize i standardnih testova interne konzistentnosti „Kronbahova α ” i „Mekdonaldova ω ”.

Osim analize kvantitativnih podataka, izvršena je analiza, klasifikovanje i sortiranje kvalitativnih podataka koji su prikupljeni preko datih upitnika.

Takođe je izvršena je komparativna analiza pojedinačnih rezultata kako bi se stekao uvid u saglasnost, odnosno nekonzistentnost rezultata, kao i u mogućnosti da se pojedinačni i ukupni rezultati interpretiraju efektivno u datom kontekstu.

Kao poslednji korak, rezultati studije su upoređeni sa rezultatima finalne evaluacije platformi za upravljanje budžetima koja je sprovedena u okviru evaluacije rezultata projekta. Rezultati finalne evaluacije su detaljno dokumentovani u pratećim izveštajima. Na ovaj način je verifikovano u kojoj meri rezultati studije odgovaraju finalnim rezultatima koji su dobijeni na osnovu podataka o primeni platformi prikupljenih tokom dužeg perioda sprovođenja slučajeva primene. Podaci su uglavnom prikupljeni na osnovu procena nastavnika i problema prijavljenih od strane učenika u toku korišćenja sistema.

7.2 Rezultati Skale Upotrebljivosti Sistema

Na osnovu SUS upitnika, izračunate su SUS ocene za 3 sistema za koja su prikupljeni podaci: BadgeOS, Credly i Moodle. Prosečne SUS ocene za ove sisteme su redom 55, 73.5 i 67.5. Dakle, najbolje je ocenjen Credly, a najlošije BadgeOS. Prema (Bangor et al., 2008; 2009), na osnovu SUS ocene moglo bi se zaključiti da Credly ima dobru do odličnu opaženu upotrebljivost. Međutim, iako im je opažena upotrebljivost prihvatljiva, Moodle i pogotovo BadgeOS imaju određenih problema upotrebljivosti i postoji potreba za njihovim unapređenjem. Tabela 5 pokazuje osnovnu deskriptivnu statistiku za svaki od sistema.

Tabela 5. Osnovna deskriptivna statistika SUS ocena evaluiranih sistema

	n	Ukupno	Srednja vrednost	Min	Max
BadgeOS	24	935	55	25	82.5
Credly	20	1470	73.5	52.5	92.5
Moodle	6	405	67.5	52.5	80

Takođe su upoređene SUS ocene nastavnika i učenika/studenata. Učenici/studenti su visoko ocenili BadgeOS sa prosečnom SUS ocenom 80.7. Ovo je znatno viša ocena u odnosu na prosečnu ocenu istog sistema od strane univerzitetskih nastavnika (65.4) i pogotovo od strane srednjoškolskih nastavnika (50). Kada su u pitanju Credly i Moodle, samo je po jedan nastavnik popunio upitnik, tako da nije prigodno uporediti prosečne nastavničke i učeničke ocene. Ipak, Tabela 6 prezentuje prosečne SUS ocene sistema zasnovanih na OBI specifikaciji koje su izračunate na osnovu popunjenog upitnika.

Tabela 6. Prosečne SUS ocene evaluiranih sistema prema tipu učesnika

Sistem	Učesnici	Broj učesnika	Srednja SUS ocena
BadgeOS	Nastavnici (ukupno)	17	55
	Univerzitetski nastavnici	6	65.4
	Srednjoškolski nastavnici	10	50
	Studenti	7	80.7
Credly	Srednjoškolski nastavnik	1	72.5
	Učenici	19	73.5
Moodle	Srednjoškolski nastavnik	1	80
	Učenici	5	65

Osim SUS ocena, korisno je analizirati osnovnu deskriptivnu statistiku rezultata na osnovu kojih su dobijene SUS ocene. SUS sadži pet pozitivno i pet negativno formulisanih tvrdnji, odnosno atributa opažene upotrebljivosti. Na primer, mogućnost učestalog korišćenja, lakoća korišćenja i integrisanost funkcija sistema su pozitivno koncipirani atributi. Sa druge strane, kompleksnost sistema, potreba za tehničkom podrškom i nekonzistentnost sistema su negativno koncipirani atributi.

Tabela 7 predstavlja SUS deskriptivnu statistiku za BadgeOS po tipu učesnika. Nastavnici koji su koristili BadgeOS su najbolje ocenili samopouzdanje pri korišćenju

sistema (3.47) i integrisanost funkcija sistema (3.29). Negativno koncipirani atributi deluju negativno na ukupnu SUS ocenu i zato je poželjno da ocene takvih atributa budu što niže. Kompleksnosti sistema (3.00) i potreba za prethodnim učenjem (3.00) su negativno koncipirani atributi sa najvišim prosečnim ocenama od strane nastavnika. Malobrojni studenti/učenici koji su popunili SUS upitnik kao korisnici sistema BadgeOS, bolje su ocenili sve date atribute, i otuda visoka krajnja SUS ocena.

Tabela 7. *BadgeOS - deskriptivna statistika ocena SUS atributa po tipu učesnika*

Atribut	Učesnici	Srednja vrednost	Medijana	Min	Max
Mogućnost učestalog korišćenja	Nastavnici	3.18	3	1	4
	Učenici/Studenti	3.86	4	3	4
Kompleksnost sistema	Nastavnici	3.00	3	1	5
	Učenici/Studenti	1.43	1	1	2
Lakoća korišćenja	Nastavnici	3.18	3	2	5
	Učenici/Studenti	4.29	4	4	5
Potreba za tehničkom podrškom	Nastavnici	2.76	3	1	5
	Učenici/Studenti	1.00	1	1	1
Integrisanost funkcija sistema	Nastavnici	3.29	3	2	5
	Učenici/Studenti	3.86	4	3	5
Nekonzistentnost sistema	Nastavnici	2.76	3	1	4
	Učenici/Studenti	1.57	2	1	2
Lakoća učenja kako se sistem koristi	Nastavnici	3.12	3	1	4
	Učenici/Studenti	4.00	4	3	5
Neprijatnost pri korišćenju sistema	Nastavnici	2.71	3	1	5
	Učenici/Studenti	2.00	2	1	3
Samopouzdanje pri korišćenju sistema	Nastavnici	3.47	4	2	5
	Učenici/Studenti	3.86	4	3	5
Potreba za prethodnim učenjem	Nastavnici	3.00	3	1	5
	Učenici/Studenti	1.57	1	1	4

Tabela 8 predstavlja SUS deskriptivnu statistiku za Credly samo na osnovu odgovora učenika/studenata, pošto je učestvovao samo jedan nastavnik. Najbolje ocenjeni pozitivno koncipirani atributi su lakoća korišćenja (4.16) i integrisanost funkcija sistema (3.79). Od negativno koncipiranih atributa, najvišu ocenu ima neprijatnost pri korišćenju sistema (2.26).

Tabela 8. *Credly - deskriptivna statistika ocena SUS atributa*

Atribut	Srednja vrednost	Medijana	Min	Max
Mogućnost učestalog korišćenja	3.63	4	3	5
Kompleksnost sistema	1.95	2	1	3
Lakoća korišćenja	4.16	4	3	5
Potreba za tehničkom podrškom	1.68	1	1	3
Integrisanost funkcija sistema	3.79	4	3	5
Nekonzistentnost sistema	2.05	2	1	4
Lakoća učenja kako se sistem koristi	3.68	4	3	5
Neprijatnost pri korišćenju sistema	2.26	2	1	4
Samopouzdanje pri korišćenju sistema	3.74	4	3	5
Potreba za prethodnim učenjem	1.63	2	1	3

Eksplorativna faktorska analiza (de Winter, Dodou, & Wieringa, 2009) je potvrdila da sve SUS varijable pripadaju istom faktoru na datom uzorku. Osim toga, statistika pouzdanosti je potvrdila da je interna konzistentnost zadovoljavajuća, pošto su koeficijenti Kronbahova α i Mekdonaldova ω iznad preporučenog praga od 0.7 (Dunn, Baguley, & Brunnsden, 2014) (Tabela 9).

Tabela 9. *SUS - Statistika pouzdanosti*

	Srednja vrednost	sd	Kronbahova α	Mekdonaldova ω
SUS	3.60	0.657	0.869	0.875

7.3 Rezultati Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji iz Perspektive Učenika/Studenata

Rezultati predložene evaluacije upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive učenika/studenata obuhvataju kvantitativne (Poglavlje 7.3.1) i kvalitativne rezultate (Poglavlje 7.3.2).

7.3.1 Kvantitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Učenika/Studenata

Najviše upitnika je popunjeno za sisteme BadgeOS (n=10) i Credly (n=22). Stoga je upoređena deskriptivna statistika rezultata evaluacije ova dva sistema.

Polazeći od srednje vrednosti ocene predloženih atributa, najbolje ocenjen specifičan atribut opažene upotrebljivosti za BadgeOS je lakoća apliciranja za bedž (4.30). Najlošije ocenjen specifičan atribut za isti sistem je lakoća pregledanja bedževa drugih (3.10). Tabela 10 daje pregled deskriptivne statistike evaluacije sistema iz perspektive učenika/studenata za BadgeOS.

Tabela 10. *BadgeOS - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive učenika/studenata*

Atribut	Srednja vrednost	Medijana	Min	Max
Lakoća otkrivanja bedževa	3.30	3	2	5
Lakoća apliciranja za bedž	4.30	4.50	3	5
Lakoća deljenja bedževa	3.40	3.50	1	5
Lakoća pregledanja bedževa drugih	3.10	3	1	5
Zadovoljstvo upravljanjem bedževima	3.80	3.5	3	5
Ukupno zadovoljstvo sistemom	4.20	4	4	5

Sa druge strane, najbolje ocenjen specifičan atribut opažene upotrebljivosti za Credly je lakoća deljenja bedževa (4.27), a najlošije lakoća otkrivanja bedževa (3.18). Tabela 11 daje pregled deskriptivne statistike evaluacije sistema iz perspektive učenika/studenata za Credly. BadgeOS je nešto bolje ocenjen sledećim atributima upotrebljivosti: lakoća otkrivanja bedževa i lakoća apliciranja za bedž. Credly je bolje ocenjen u ostalim atributima, pogotovo u sledećim: lakoća deljenja bedževa i lakoća pregledanja bedževa drugih. Međutim, ne sme se zanemariti razlika u broju učenika/studenata koji su popunili upitnike za Credly, odnosno BadgeOS.

Ukupna prosečna ocena za BadgeOS, bez uzimanja u obzir ukupnog zadovoljstva sistemom, je 3.58. Sa druge strane, ukupna prosečna ocena za Credly je 3.826.

Tabela 11. *Credly - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive učenika/studenata*

Atribut	Srednja vrednost	Medijana	Min	Max
Lakoća otkrivanja bedževa	3.18	3	1	5
Lakoća apliciranja za bedž	4.09	4	1	5
Lakoća deljenja bedževa	4.27	5	1	5
Lakoća pregledanja bedževa drugih	3.59	4	1	5
Zadovoljstvo upravljanjem bedževima	4	4	1	5
Ukupno zadovoljstvo sistemom	4.27	4	3	5

S obzirom na to da je Bartletov test sferičnosti značajan i Kajzer-Mejer-Olkinov pokazatelj koji je veći od 0.6 na uzorku Credly korisnika (n=22), sprovedena je eksplorativna faktorska analiza. Rezultati eksplorativne faktorske analize nad malim uzorkom mogu biti pouzdani, ukoliko su faktori opterećenja visoki, a broj dobijenih faktora mali (npr., Beavers et al., 2013; de Winter et al., 2009). Uostalom, u datim okolnostima, eksplorativna faktorska analiza se koristi kako bi se stekao dublji uvid u dobijene podatke na datom uzorku za dati sistem.

Ova analiza je ukazala na dva faktora. Jedan faktor se može imenovati „lakoća pronalaženja i deljenja bedževa”, i čine ga varijable lakoća otkrivanja bedževa, lakoća deljenja bedževa i lakoća pregledanja bedževa drugih. Faktori opterećenja su redom 0.822, 0.6 i 0.789. Drugi faktor čine lakoća apliciranja za bedž i zadovoljstvo upravljanjem bedževima sa faktorima opterećenja 0.743 i 0.962. Može se reći da drugi faktor predstavlja „zadovoljstvo podrškom za praćenje sopstvenog napretka”.

Oba faktora su ispitana sa aspekta statističke analize pouzdanosti. Interna konzistentnost faktora „lakoća pronalaženja i deljenja bedževa” je prihvatljiva, pošto koeficijenti Kronbahova α i Mekdonaldova ω prelaze preporučeni prag od 0.7 (Dunn, Baguley, & Brunnsden, 2014) (Tabela 12).

Tabela 12. *Lakoća pronalaženja i deljenja bedževa - statistika pouzdanosti*

Srednja vrednost	sd	Kronbahova α	Mekdonaldova ω
3.68	1.06	0.782	0.801

Interna konzistentnost faktora „zadovoljstvo podrškom za praćenje sopstvenog napretka” je takođe prihvatljiva (Tabela 13).

Tabela 13. *Zadovoljstvo podrškom za praćenje sopstvenog napretka - statistika pouzdanosti*

Srednja vrednost	sd	Kronbahova α	Mekdonaldova ω
4.05	0.858	0.841	0.844

Srednje vrednosti ukupnog zadovoljstva su više no što bi se isprva moglo očekivati na osnovu srednjih vrednosti ocena specifičnih atributa. One su približne ili iste najvišim srednjim vrednostima specifičnih atributa sistema BadgeOS i Credly. Eksplorativna faktorska analiza nije svrstala ovu varijablu ni u jedan od izdvojenih faktora.

S obzirom na mali uzorak, rezultati eksplorativne faktorske analize i testova interne konzistentnosti, iako zadovoljavajući, moraju se uzeti sa rezervom. Iz istog razloga, procedura studije predviđa da kvalitativni rezultati evaluacije upotrebljivosti datih sistema budu podržani i upoređeni sa kvalitativnim rezultatima evaluacije upotrebljivosti.

7.3.2 Kvalitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Učenika/Studentata

Predloženim upitnikom za evaluaciju upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive studenata, prikupljeno je minimalno kvalitativnih podataka. Kako je većina pitanja namenjenih prikupljanju ove vrste podataka bilo otvoreno i neobavezno, učenici i studenti uglavnom nisu odgovorili na ova pitanja.

Međutim, prukupljene su percepcije studenata o omiljenim i nezadovoljavajućim funkcionalnostima sistemima uz pomoć pitanja sa ponuđenim odgovorima.

Omiljene funkcionalnosti studenata koji su koristi BadgeOS na uzorku od 10 studenata su:

- informisanje o osvojenom bedžu (n=10)
- pregledanje svojih osvojenih bedževa (n=4)
- smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack (n=4)
- podnošenje zahtevanih inputa tokom apliciranja za bedž (n=4)
- deljenje bedževa na društvenim mrežama (n=3)
- prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici platforme (n=2)
- apliciranje za bedž u širem smislu (n=1)

Sa druge strane, prema mišljenju studenata koji su koristili BadgeOS, nezadovoljavajuće funkcionalnosti sistema su:

- otkrivanje bedževa (n=4)
- smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack (n=3)
- deljenje bedževa na društvenim mrežama (n=3)
- pregledanje bedževa drugih studenata (n=1)

Omiljena BadgeOS funkcionalnost studentima je informisanje o osvojenom bedžu. Svih 10 studenata je saglasno u ovom stavu. Studenti koji su koristili BadgeOS su najmanje zadovoljni funkcionalnošću otkrivanje bedževa. Zanimljivo, funkcionalnosti smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack, kao i deljenje bedževa na društvenim mrežama, nalaze se kako među omiljenim funkcionalnostima, tako i među funkcionalnostima kojima su studenti nezadovoljni. Na osnovu ovih odgovora se može pretpostaviti da studenti vide navedene funkcionalnosti kao potrebne, ali nisu zadovoljni njihovom aktuelnom upotrebljivošću.

Osim za BadgeOS, prikupljeni su kvalitativni podaci i za Credly. Omiljene funkcionalnosti učenika koji su koristi Credly na uzorku od 22 učenika su:

- informisanje o osvojenom bedžu (n=14)
- prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici platforme (n=13)
- otkrivanje bedževa (n=10)
- apliciranje za bedž u širem smislu (n=10)
- pregledanje svojih osvojenih bedževa (n=7)
- deljenje bedževa na društvenim mrežama (n=5)
- smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack (n=3)
- podnošenje zahtevanih inputa tokom apliciranja za bedž (n=1)
- pregledanje bedževa drugih studenata (n=1)

Sa druge strane, prema mišljenju studenata koji su koristili Credly, nezadovoljavajuće funkcionalnosti sistema su:

- smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack (n=7)
- pregledanje bedževa drugih studenata (n=6)
- deljenje bedževa na društvenim mrežama (n=4)
- apliciranje za bedž u širem smislu (n=1)
- pregledanje svojih osvojenih bedževa (n=2)
- korisnički interfejs (n=2)
- informisanje o osvojenom bedžu (n=1)
- otkrivanje bedževa (n=1)
- podnošenje zahtevanih inputa tokom apliciranja za bedž (n=1)
- prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici platforme (n=1)

Kao i u slučaju BadgeOS platforme, učenici koji su koristili Credly su kao omiljenu funkcionalnost izdvojili informisanje o osvojenom bedžu. Međutim, nije svim učenicima ovo jedna od omiljenih funkcionalnosti. Među omiljenim funkcionalnostima najmanje 10 učenika, našle su se funkcionalnosti - prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici Credly platforme, otkrivanje bedževa i apliciranje za bedž u širem smislu. Kao nezadovoljavajuće funkcionalnosti Credly platforme, izdvojilo se smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack, pregledanje bedževa drugih studenata i deljenje bedževa na društvenim mrežama.

7.4 Rezultati Evaluacije Upotrebljivosti Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji iz Perspektive Nastavnika

Rezultati predložene evaluacije upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive nastavnika obuhvataju kvantitativne (Poglavlje 7.4.1) i kvalitativne rezultate (Poglavlje 7.4.2).

7.4.1 Kvantitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Nastavnika

Najviše upitnika je popunjeno za sistem BadgeOS (n=20). Zato je u nastavku predstavljena deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive nastavnika za ovaj konkretan sistem (Tabela 14).

Najbolje je ocenjeno zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa (4.11), a najlošije zadovoljstvo podrškom za praćenje napretka učenika/studenata (3.00). Ukupno zadovoljstvo (3.79) je niže je u odnosu na najbolje ocenjen specifičan atribut, ali je ipak više u odnosu na ukupnu ocenu (3.464) koja je dobijena na osnovu srednjih vrednosti ostalih atributa.

Tabela 14. *BadgeOS - deskriptivna statistika rezultata evaluacije iz perspektive nastavnika*

Atribut	Srednja vrednost	Medijana	Min	Max
Zadovoljstvo podrškom za kreiranje bedževa	3.58	3	3	5
Zadovoljstvo podrškom za ocenjivanje podnetih dokaza	3.26	3	1	5
Zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa	4.11	4	3	5
Zadovoljstvo podrškom za praćenje napretka učenika/studenata	3.00	3	1	5
Zadovoljstvo podrškom za pedagoške prakse	3.37	3	1	5
Ukupno zadovoljstvo sistemom	3.79	4	3	5

Mada je Bartletov test sferičnosti značajan na datom uzorku, Kajzer-Mejer-Olkinov (KMO) pokazatelj se pokazao manjim od preporučenog praga (Beavers et al., 2013). To znači da uzorak nije adekvatan, jer nema dovoljno varijacija u pojedinim odgovorima i da rezultati faktorske analize ne bi bili pouzdani. Međutim, ukoliko se izbace kritična varijabla - zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa, i eventualno, ukupno zadovoljstvo, KMO pokazatelj prelazi preporučeni prag.

Eksplorativna faktorska analiza je pokazala da sve preostale varijable vezane za opaženu upotrebljivost, odnosno zadovoljstvo pojedinim funkcionalnostima, pripadaju istom faktoru. Pritom, najniže opterećenje faktora je nađeno za varijablu „zadovoljstvo podrškom za kreiranje bedževa” (0.461), a najviše za varijablu „zadovoljstvo podrškom za pedagoške prakse” (1.018).

Statistika pouzdanosti je pokazala da su oba koeficijenta - Kronbahova α i Mekdonaldova ω viši od preporučenih vrednosti (Dunn, Baguley, & Brunsten, 2014) (Tabela 15).

Tabela 15. *Zadovoljstvo nastavnika sistemom - statistika pouzdanosti*

Srednja vrednost	sd	Kronbahova α	Mekdonaldova ω
3.32	0.725	0.784	0.804

Kao i kod evaluacije upotrebljivosti datih sistema iz perspektive učenika/studenata, zbog malog uzorka, rezultati eksplorativne faktorske analize i testova interne konzistentnosti, iako zadovoljavajući, uzimaju se sa rezervom. Iz istog razloga, procedura studije predviđa da kvalitativni rezultati evaluacije upotrebljivosti datih sistema budu podržani i upoređeni sa kvalitativnim rezultatima evaluacije upotrebljivosti.

7.4.2 Kvalitativni Rezultati Evaluacije iz Perspektive Nastavnika

Kvalitativni rezultati evaluacije iz perspektive nastavnika su prikupljeni na osnovu otvorenih pitanja o (1) nedostacima platforme u pedagoškom smislu i (2) nedostacima platforme u tehnološkom smislu. Zadovoljavajući broj nastavnika je dao odgovore na ova otvorena pitanja. Odgovori su analizirani, grupisani prema tipu prijavljenih nedostataka i sortirani prema broju nastavnika koji su prijavili nedostatak.

Nedostaci BadgeOS platforme u pedagoškom smislu iz perspektive nastavnika - učesnika evaluacije su sledeći:

- Postoji relativno malo metoda za dizajniranje načina na koji bedževi mogu biti osvojeni (n=3).
 - Podrška za zadavanje zadataka studentima kao uslova za dobijanje bedža je ograničena.
 - Diferencijacija u učenju nije podržana; sistem „funkcioniše po principu - zadatak završen i zadatak nije završen”.
- Postoji potreba za uvidom kako studenti koriste platformu (n=3).
- Podrška za dizajniranje hijerarhija bedževa je ograničena (n=2).
- Podrška za dizajniranje „putanja bedževa” je ograničena.
- Komunikacija i diskusija između nastavnika i studenata oko zadataka nije u potpunosti podržana.
- Nije moguća integracija sa postojećim edukativnim platformama u obrazovnoj instituciji.

Nedostaci BadgeOS platforme u tehnološkom smislu iz perspektive nastavnika - učesnika evaluacije su sledeći:

- Ne postoji podrška za dodeljivanje bedža grupi. Bedž može biti dodeljen samo pojedincu što je vremenski zahtevno (n=4).
- Sistem obaveštavanja nije u potpunosti razvijen (n=2).
 - Student nije obavešten putem emaila kada je njegov zadatak prihvaćen ili odbijen, ili kada je postavljen komentar od nastavnika.
 - Potrebno je da nastavnici i studenti budu automatski obaveštavani e-mailom prilikom apliciranja, revizije zadatka, dodeljivanja bedža i sl.
- Administriranje korisnika platforme je naporno; svaki korisnik se dodaje pojedinačno, a ne kao grupa (n=2).
- Sistem nije intuitivan za korišćenje (n=2).
- Navigacija sistemom nije jednostavna (n=2).
- Direktno deljenje osvojenih bedževa na društvenim mrežama (npr. LinkedIn i Facebook) nije podržano.
- Uočeni su problemi u integraciji između platformi BadgeOS i Credly prilikom deljenja osvojenih bedževa.

- Nije moguće povezati dokaze sa osvojenim bedžom.
- Poželjno je da se omogući ograničavanje vremena za apliciranje studenata za bedž.

Troje nastavnika je, kao nedostatak BadgeOS platforme u pedagoškom smislu, istaklo ograničenu podršku za „diferencijaciju u učenju”. Odnosno, nije podržano dovoljno pedagoških praksi vezanih za zadavanje zadataka, ocenu rezultata zadataka i dodeljivanje bedževa.

Troje nastavnika je istaklo da nisu u mogućnosti da u potpunosti procene nedostatke platforme u pedagoškom smislu, jer nemaju uvid u to kako studenti koriste platformu.

Osim toga, među nedostacima platforme u pedagoškom smislu, istaknuta je i ograničena podrška za par značajnih praksi u radu sa bedževima - kreiranje hijerarhije bedževa i kreiranje „putanje bedževa”.

Kao nedostatak u tehnološkom smislu, najviše nastavnika je istaklo nedostatak podrške za dodeljivanje bedža grupi. Naime, osvajanje pojedinih bedževa podrazumeva timski rad, tako da je pojedinačno dodeljivanje bedževa vremenski zahtevno i zamorno. Slično je sa administriranjem korisnika platforme, jer se svaki korisnik dodaje pojedinačno.

Osim toga, dvoje nastavnika je prijavilo limitiranost sistema obaveštavanja kao nedostatak u tehnološkom smislu. Sa druge strane, nekompletna podrška za komunikaciju i diskusiju između nastavnika i studenata oko zadataka, prijavljena je i kao nedostatak u pedagoškom smislu.

Po dvoje nastavnika je prijavilo neintuitivnost sistema, kao i otežanu navigaciju sistemom.

Analiza kvalitativnih rezultata evaluacije BadgeOS platforme iz perspektive nastavnika, otkrila je niz problema upotrebljivosti, i uz kvantitativne rezultate, dala je karakterističan uvid u upotrebljivost ovog sistema.

7.5 Ograničenja Studije

Glavno ograničenje empirijske studije, tiče se broja učesnika, pogotovo kada se učesnici diferenciraju prema tipu (učenici/studenti i nastavnici) i platformi za upravljanje bedževa koju su koristili. S obzirom na to da istraživana edukativna

tehnologija nije dostigla zrelost u vreme sprovođenja istraživanja, same pionirske inicijative u primeni bedževa koje su predstavljale bazu za ovu studiju, nisu okupljale veliki broj učesnika.

Iako proučavani kontekst evaluacije upotrebljivosti obično podrazumeva manji broj učesnika, evaluacija platformi na većem uzorku, odnosno većem broju manjih uzoraka bi jasnije pokazala efektivnost predloženog pristupa istakavši razlike u upotrebljivosti među većim brojem sistema. Nastojalo se da ograničenje studije bude adresirano, u meri u kojoj je to moguće, primenom mešovitog metoda istraživanja, pridržavanjem preporuka i dobrih praksi iz oblasti evaluacije upotrebljivosti, obrade podataka i interpretacije rezultata studija sa malim brojem učesnika.

Osim toga, efektivnost predloženog pristupa je ispitana komparacijom rezultata studije sa rezultatima finalne evaluacije platformi za upravljanje bedževima koja je sprovedena u okviru evaluacije rezultata projekta. Finalni rezultati su dobijeni na osnovu podataka o primeni platformi tokom dužeg perioda sprovođenja slučajeva primene i detaljno su dokumentovani u pratećim izveštajima. Pokazalo se da je predloženi pristup adekvatno izdefinerirao korišćene platforme i identifikovao ili ukazao na glavne probleme upotrebljivosti.

Istraživanje ima fokus na užu skup atributa upotrebljivosti što može biti viđeno kao jedno od ograničenja istraživanja. Međutim, cilj istraživanja nije opsežno ispitivanje potencijalnih metrika upotrebljivosti u datom kontekstu, već užeg skupa metrika koji je moguće primeniti s obzirom na resursnu ograničenost u datom kontekstu. Mereni atributi su izabrani i predloženi na osnovu opsežnog pregleda literature iz relevantnih oblasti i detaljne komparativne analize vodećih platformi za upravljanje Otvorenim bedževima. Izbor atributa i definisanje metrika, izvršeno je u skladu sa identifikovanim preporukama i ograničenjima u kontekstu odabira edukativne tehnologije. Ipak, buduća istraživanja mogu imati koristi od adresiranja navedenih ograničenja.

8 Diskusija i Zaključak

Rezultati istraživanja, kako teorijske analize, tako i empirijske studije, diskutovani su prema postavljanim istraživačkim pitanjima (Poglavlje 8.1). Zaključak je dat sumiranjem ostvarenog doprinosa i mogućih pravaca budućih istraživanja (Poglavlje 8.2).

8.1 Odgovori na Istraživačka Pitanja

Rezultati istraživanja su diskutovani kao odgovori na istraživačka pitanja P1, P2 i P3 u Poglavljima 8.1.1, 8.1.2 i 8.1.3 redom.

8.1.1 Opšte Metrike Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Diskusija rezultata istraživanja iz perspektive istraživačkog pitanja P1 započinje podsećanjem na formulaciju ovog pitanja. P1 glasi:

- ❖ Koje metrike upotrebljivosti predložene ili primenjene u relevantnim ranijim istraživanjima mogu biti usvojene ili konkretizovane za primenu u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji?

Pregled i analiza vodeće literature u oblasti upotrebljivosti su prevashodno ukazali na standardne metrike ili klase metrika za potencijalnu primenu kod odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. Tu spadaju subjektivne metrike opažene upotrebljivosti ili zadovoljstva sistemom koje je moguće relativno lako dobiti primenom standardizovanih upitnika kao što su SUS, CSUQ i SUMI. U pitanju su metrike koje ne zavise od tipa sistema i otuda termin opšte metrike.

Standardne objektivne metrike upotrebljivosti koje su široko primenjene u različitim kontekstima su, pre svega, metrike efektivnosti (npr. stopa završenosti zadatka i broj grešaka) i efikasnosti (npr. efikasnost zasnovana na vremenu i ukupna relativna efikasnost). Navedene metrike su uz subjektivne metrike zadovoljstva predložene u standardu ISO/IEC 9126-4. Smatraju se opštim klasama objektivnih metrika, dok precizne metrike zavise od konteksta, odnosno konkretnih zadataka koje sistem podržava. Uspešno prikupljanje i tumačenje navedenih metrika prevashodno zahteva dobro definisan i sproveden postupak testiranja (u skladu sa dobrim praksama),

uključujući definisanje zadataka u skladu sa ciljevima evaluacije, kao i adekvatno nadgledanje i snimanje rezultata sprovođenja testova. To znači da je testiranje zahtevnije kako po pitanju stručnosti ljudi koji sprovode testiranje upotrebljivosti, tako i po pitanju resursa.

Sistematski pregled literature o evaluaciji upotrebljivosti u kontekstu odabira edukativne tehnologije (Poglavlje 3.4 i Poglavlje 3.5), otkrio je da su objektivne metrike efektivnosti i efikasnosti primenjene tek u nekoliko studija. Ovakvi rezultati ne iznenađuju s obzirom na resursnu zahtevnost objektivnih metoda evaluacije upotrebljivosti i uobičajeni zahtev datog konteksta evaluacije da se uporede bar dva predizabrana sistema što udvostručuje potrebne resurse. Subjektivne metrike su bile dominantno korišćene. Iznenadjuće, standardizovane subjektivne metrike su primenjene ređe čak i od objektivnih metrika (SUS u par studija i CSUQ u jednoj studiji).

Međutim, atributi upotrebljivosti u novopredloženim skalama upotrebljivosti analiziranih studija, u velikoj meri odgovaraju atributima upotrebljivosti koje mere standardizovani upitnici (ukoliko se izuzmu atributi specifični za tip tehnologije). Tu spadaju lakoća korišćenja, lakoća učenja, lakoća navigacije, intuitivnost i sl. S obzirom na to da je validnost i pouzdanost standardizovanih upitnika proverena u različitim kontekstima, može se reći da su oni preferirani izbor.

Pregled literature u oblasti prihvatljivosti edukativne tehnologije sa fokusom na attribute i metrike upotrebljivosti (Poglavlje 4.2), otkrio je da nezanemarljiv broj predloženih modela upotrebljivosti uključuje konstrukte vezane za upotrebljivost. Pored osnovnog TAM konstrukta lakoće korišćenja, konstrukt zadovoljstva je zastupljen u većem broju modela. TAM mere upotrebljivosti su dominantno subjektivne. Bilo je usamljenih pokušaja da se integrišu objektivne mere u pojedine predloge modela, ali po svoj prilici zbog zahtevnosti prikupljanja ovih mera, takvi pristupi nisu šire prihvaćeni. Atributi upotrebljivosti u TAM modelima su u najvećem broju slučajeva mereni usvojenim ili prilagođenim instrumentima iz ranijih istraživanja. Iako su obično empirijski validirane bar u jednom kontekstu, mogu se smatrati inferiornijim u odnosu na standardizovane upitnike. Razlozi za to su: specifična svrha primene, i limitiranost empirijske validacije većine TAM mera. Osim toga, standardizovani upitnici najčešće mere više atributa upotrebljivosti.

U prilog primene standardizovanih upitnika, govore i studije evaluacije upotrebljivosti edukativne tehnologije uključujući sisteme zasnovane na OBI specifikaciji. SUS je standardizovani upitnik koji je najčešće korišćen u evaluaciji edukativne tehnologije i čija su pouzdanost i validnost potvrđeni čak na malim uzorcima (Poglavlje 6.3.1.2). SUS je primenjen i u par studija evaluacije sistema zasnovanih na OBI specifikaciji (Poglavlje 5.5).

Zbog svega navedenog, SUS je primenjen u eksplorativnoj empirijskoj studiji za merenje opažene upotrebljivosti platformi za upravljanje budžetima. 50 učesnika, i to 19 nastavnika i 31 učenik/student je popunilo upitnik evaluirajući na taj način opaženu upotrebljivost jedne od sledećih platformi: BadgeOS, Credly i Moodle. Eksplorativnom faktorskom analizom je potvrđeno da sve SUS varijable pripadaju istom faktoru na datom uzorku. Takođe, interna konzistentnost rezultata se pokazala zadovoljavajućom.

SUS ocene opažene upotrebljivosti sistema koje su dobijene na osnovu ocena pojedinačnih tvrdnji/atributa su omogućile diferenciranje evaluiranih sistema. Prosečna ocena od 73.5 ukazuje da Credly ima dobru do odličnu opaženu upotrebljivost. Sa druge strane, sa prosečnim SUS ocenama od 67.5 i 55, opažena upotrebljivost druge dve platforme je prihvatljiva. Međutim, ove ocene nagoveštavaju da Moodle i pogotovo BadgeOS imaju određenih problema upotrebljivosti. No, samo na osnovu SUS rezultata nije moguće saznati koji su to problemi.

Osnovna deskriptivna statistika ocena pojedinačnih SUS tvrdnji/atributa, može dati izvesne naznake o problemima upotrebljivosti. Na primer, na osnovu odgovora nastavnika koji su koristili BadgeOS, može se zaključiti da su pogotovo kompleksnost sistema, lakoća učenja kako se sistem koristi i potreba za prethodnim učenjem uticali negativno na ukupnu SUS ocenu.

Međutim, iako je pouzdanost SUS upitnika potvrđena i za male uzorke, konkretno minimalan broj korisnika za sumativne evaluacije je 12 prema (Tullis & Stetson, 2004), treba statistički verifikovati pogodnost uzorka. Tako, prosečne SUS ocene dobijene za Moodle i BadgeOS samo na osnovu odgovora studenata treba uzeti sa rezervom. U svakom slučaju, preporučljivo je rezultate SUS upitnika ukrstiti sa rezultatima drugih metoda evaluacije upotrebljivosti kako bi se dobila jasnija slika o upotrebljivosti evaluiranih sistema.

8.1.2 Specifične Metrike Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Diskusija rezultata istraživanja iz perspektive istraživačkog pitanja P2 započinje podsećanjem na formulaciju ovog pitanja. P2 glasi:

- ❖ Koje metrike upotrebljivosti specifične za sisteme zasnovane na OBI specifikaciji mogu biti predložene za primenu u kontekstu odabira ovih sistema?

Pregled i analiza relevantnih oblasti literature su ukazali na primenu metrika upotrebljivosti koje su specifične za određeni tip edukativne tehnologije u kontekstu odabira ili ispitivanja prihvatanja edukativne tehnologije. Navedene metrike se tipično odnose na attribute upotrebljivosti vezane za određenu funkcionalnost ili karakteristiku konkretnog tipa tehnologije. Neki od specifičnih atributa upotrebljivosti koji su predloženi u analiziranim studijama iz navedenih oblasti su: lakoća interakcije/diskusije sa drugim učenicima/studentima, lakoća interakcije/diskusije sa nastavnicima, lakoća pronalaženja informacija, kvalitet dizajna sadržaja i slično. Konkretno metrike koje su korišćene za merenje specifičnih atributa su subjektivne ocene bazirane na različitim skalama (npr. Likertova petostepena skala, Likertova sedmostepena skala, skala 1-10).

Na osnovu komparativne analize odabranog skupa platformi za upravljanje budževima (Poglavlje 5.4), rezultata analize relevantnih studija (Poglavlje 3 i Poglavlje 4), kao i preporuka i uobičajenih praksi u široj oblasti evaluacije upotrebljivosti edukativne tehnologije, predloženi su specifični atributi upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji. Predloženi atributi iz perspektive učenika/studenata su: (1) lakoća otkrivanja budževa (mogućnosti za osvajanje budževa), (2) lakoća apliciranja za budževe, (3) lakoća deljenja budževa, (4) lakoća pregledanja osvojenih budževa drugih, (5) zadovoljstvo upravljanjem osvojenim budževima i (6) ukupno zadovoljstvo sistemom.

Predloženi atributi iz perspektive nastavnika su: (1) zadovoljstvo podrškom za kreiranje budževa, (2) zadovoljstvo podrškom za ocenjivanje podnetih dokaza, (3) zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje budževa, (4) zadovoljstvo podrškom za praćenje napretka učenika/studenata, (5) zadovoljstvo podrškom za pedagoške prakse i (5) ukupno zadovoljstvo sistemom.

Kako je podrška na strani nastavnika kompleksnija i raznovrsnija na različitim platformama za izdavanje bedževa, a rizik od neinformisanih i neangažovanih odgovora procenjen kao manji, metrike zadovoljstva određenom grupom funkcionalnosti, odnosno podrškom, su viđene kao prigodnije. Sa druge strane, metrike lakoće korišćenja pojedinih funkcionalnosti se mogu smatrati adekvatnijim za analizu percepcije studenata/učenika što zbog jednostavnosti samih funkcionalnosti, što zbog preciznije semantike. Međutim, pošto su lakoća korišćenja i zadovoljstvo sistemom ili određenim delom sistema različiti atributi subjektivne upotrebljivosti, evaluacija upotrebljivosti iz perspektive učenika/studenata je uključila obe grupe atributa. Uostalom, rezultati TAM studija su pokazali da se mere lakoće korišćenja obično ne smatraju direktnim determinantama mera zadovoljstva.

U eksplorativnoj empirijskoj studiji, svi predloženi atributi su konzistentno mereni petostepenom Likertovom skalom (koja je korišćena i za SUS). Rezultati analize odgovora su ukazali na razlike u percepciji studenata/učenika o upotrebljivosti ova dva sistema. Međutim, treba imati u vidu male uzorke i razlike u veličini uzoraka.

Na osnovu srednjih vrednosti ocena, najbolje ocenjeni specifični atributi opažene upotrebljivosti su: za BadgeOS - lakoća apliciranja za bedž (4.30), a za Credly - lakoća deljenja bedževa (4.27). Sa druge strane, najlošije ocenjeni specifični atributi su: za BadgeOS - lakoća pregledanja bedževa drugih (3.10), a za Credly - lakoća otkrivanja bedževa (3.18). Credly je bolje ocenjen za većinu atributa, osim za lakoću otkrivanja bedževa i lakoću apliciranja za bedž. Posledično, ukupna srednja ocena za Credly (3.826) je nešto viša no za BadgeOS (3.58).

Srednje vrednosti ukupnog zadovoljstva sistemima Credly (4.27) i BadgeOS (4.20) su visoke uzimajući u obzir ukupne srednje ocene ovih sistema. One su približne ili iste najvišim srednjim vrednostima pojedinih specifičnih atributa datih sistema. Ovi rezultati bi mogli biti posledica opažene korisnosti platforme s obzirom na rezultate TAM studija koji ukazuju da prevashodno opažena korisnost ima uticaj na zadovoljstvo korisnika. Štaviše, kao što je istaknuto u Poglavlju 4.2.2, mnogi autori smatraju da se zadovoljstvo odnosi prevashodno na emocije koje se tiču rezultata postignutih uz pomoć sistema.

Analiza kvalitativnih podataka iz perspektive učenika/studenata je pokazala da je omiljena funkcionalnost korisnika platforme BadgeOS - informisanje o osvojenom

bedžu. Korisnici platforme Credly su kao omiljene funkcionalnosti izdvojili informisanje o izdvojenom bedžu i prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici platforme. Sa druge strane, najčešće prijavljene nezadovoljavajuće funkcionalnosti od strane učenika/studenata za platformu BadgeOS su otkrivanje bedževa i smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack, a za platformu Credly su smeštanje osvojenih bedževa u Mozilla Backpack i pregledanje bedževa drugih studenata.

Ukoliko se uporede kvalitativni rezultati dobijeni za BadgeOS i Credly, pre svega je evidentna razlika u percepciji funkcionalnosti otkrivanja bedževa. Dok je ovo jedna od omiljenih funkcionalnosti korisnika Credly platforme, takođe je funkcionalnost kojom su korisnici BadgeOS najmanje zadovoljni. Osim toga, prikaz/izlaganje bedževa na profilnoj stranici platforme je jedna od omiljenih funkcionalnosti korisnika Credly platforme. Korisnici BadgeOS platforme nisu u većem broju izdvojili ovu funkcionalnost niti kao omiljenu, niti kao nezadovoljavajuću.

Upoređivanje kvantitativnih i kvalitativnih rezultata evaluacije iz perspektive učenika/studenata otkriva da su oni u dobroj meri konzistentni. Drugim rečima, ocene lakoće korišćenja funkcionalnosti koje su prijavljene kao omiljene su uglavnom više u odnosu na ocene lakoće korišćenja funkcionalnosti koje su prijavljene kao nezadovoljavajuće. Međutim, postoje i izvesna odstupanja. Na primer, otkrivanje bedževa je jedna od najčešće prijavljenih omiljenih funkcionalnosti učenika/studenata koji su koristili Credly, ali je istovremeno lakoća otkrivanja bedževa najslabije ocenjen atribut ove platforme. Rezultati se mogu tumačiti iz perspektive korisnosti. Učenici mogu videti kao omiljene one funkcionalnosti koje smatraju posebno korisnim, uprkos trenutnim problemima upotrebljivosti u njihovoj implementaciji.

Za preciznija tumačenja rezultata evaluacije na malim uzorcima, pogotovo kad je u pitanju nedovoljno zrela tehnologija, poželjni su bogatiji skupovi kvalitativnih podataka. Međutim, u slučaju studenata, anketa bez korišćenja podsticaja se nije pokazala kao najpogodnija tehnika. Učenici/studenti nisu bili skloni da odgovoraju na otvorena pitanja. Potencijalna rešenja su primena podsticaja u motivisanju učenika/studenata da angažovano popune upitnik (npr. evaluacija upotrebljivosti edukativne tehnologije kao jedan od zadataka za studente koji se boduje i sl.), organizovanje radionica i fokus grupa, i sl.

Najviše prikupljenih odgovora od nastavnika se odnosilo na platformu BadgeOS. Na osnovu srednjih vrednosti ocena, najbolje ocenjen specifični atribut je zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa (4.11), a najlošije zadovoljstvo podrškom za praćenje napretka učenika/studenata (3.00). Ukupna srednja ocena za BadgeOS je 3.464. U slučaju evaluacije upotrebljivosti iz perspektive nastavnika, srednja vrednost atributa ukupno zadovoljstvo sistemom (3.79) je takođe viša od ukupne srednje ocene ostalih (specifičnih) atributa. Zadovoljstvo nastavnika primenjenom platformom je niže u odnosu na zadovoljstvo učenika/studenata. To se može objasniti kompleksnijim funkcionalnostima, i ujedno funkcionalnostima niže upotrebljivosti na strani nastavnika koji su ujedno i administratori..

Bogatiji skup kvalitativnih podataka je takođe prikupljen od nastavnika zahvaljujući njihovim odgovorima na otvorena pitanja o nedostacima platforme u pedagoškom i tehnološkom smislu. Nastavnici su sprovedi detaljnije evaluacije u okviru svojih slučajeva primene, tako da se njihove percepcije mogu smatrati informisanim.

Analiza kvalitativnih rezultata evaluacije BadgeOS platforme iz perspektive nastavnika je otkrila niz problema upotrebljivosti. Glavni nedostaci platforme u pedagoškom smislu su ograničena podrška za „diferencijaciju u učenju”, odnosno nedovoljna ili neadekvatna podrška za pedagoške prakse vezane za zadavanje zadataka, ocenu rezultata zadataka i dodeljivanje bedževa. Ovde spada i nezadovoljavajuća podrška za kreiranje hijerarhija bedževa i putanja bedževa. Ovakvi rezultati kvalitativne evaluacije su u skladu sa nižom srednjom ocenom atributa - zadovoljstvo podrškom za ocenjivanje podnetih dokaza.

Neki od nastavnika su istakli da nemaju dovoljno dobar uvid u to kako studenti koriste platformu i da samim tim ne mogu da procene nivo obezbeđene podrške za pedagoške prakse. Od budućih verzija platformi se očekuje da obezbede korisnu analitiku vezano za osvajanje bedževa i napredak studenata u sticanju znanja i veština. Štaviše, upravo je atribut zadovoljstvo podrškom za praćenje napretka učenika/studenata bio najslabije ocenjen u kvantitativnom delu evaluacije.

Veći broj prijavljenih problema je svrstan u tehnološku kategoriju uključujući nemogućnost dodeljivanja bedža grupi, ograničenja u sistemu obaveštavanja, teškoće u administriranju korisnika, neintuitivnost i otežanu navigaciju. Identifikovanje

konkretnih problema upotrebljivosti je bilo uslovljeno užim kontekstom slučaja primene platforme. Na primer, ukoliko je slučaj primene predvideo primenu određene prakse nastave ili učenja, nastavnici su ispitali i procenili mogućnost platforme da tu praksu podrži i uvideli eventualne probleme upotrebljivosti.

Rezultati upitnika su analizirani primenom eksplorativne faktorske analize i testova interne konzistentnosti. Faktorska analiza na uzorku učenika/studenata koji su koristili Credly je ukazala na dva faktora: „lakoću pronalaženja i deljenja bedževa” i „zadovoljstvo podrškom za praćenje sopstvenog napretka”. Sa druge strane, faktorska analiza na uzorku nastavnika je ukazala na jedan faktor, posle eliminisanja atributa u čijim ocenama nije bilo dovoljno varijacija (zadovoljstvo podrškom za dodeljivanje bedževa). Testovi interne konzistentnosti su se pokazali zadovoljavajućim.

Uprkos malim uzorcima, navedene statističke metode mogu biti korisne za ispitivanje pogodnosti uzoraka, otkrivanje korelacija među predloženim atributima, kao i drastičnih odstupanja u ocenama upotrebljivosti pojedinih funkcionalnosti pojedinačnih sistema koji se evaluiraju.

8.1.3 Doprinos Opštih i Specifičnih Metrika Upotrebljivosti pri Odabiru Sistema Zasnovanih na OBI Specifikaciji

Diskusija rezultata istraživanja iz perspektive istraživačkog pitanja P3 započinje podsećanjem na formulaciju ovog pitanja. P3 glasi:

- ❖ Da li obe navedene kategorije metrika upotrebljivosti (opšte i specifične) olakšavaju odabir sistema zasnovanog na OBI specifikaciji?

Standardne metrike upotrebljivosti koje se uspešno primenjuju u evaluacijama različitih edukativnih tehnologija u različitim kontekstima, mogu značajno olakšati odabir edukativne tehnologije, samim tim i sistema zasnovanih na tehnologiji. U literaturi ima dosta argumenata koje govore u prilog primene standardnih metrika upotrebljivosti u datom kontekstu kao što su validnost, pouzdanost, mogućnost primene na malim uzorcima (nekih od njih), relativno jednostavna primena i obrada rezultata standardizovanih upitnika, i sl.

U eksplorativnoj studiji, empirijski je provereno da se SUS ocena kao standardizovana subjektivna metrika može pouzdano koristiti na malim uzorcima. SUS ocena je uspešno izvršila diferencijaciju između evaluiranih platformi i ukazala kod

koje platforme su najprisutniji problemi upotrebljivosti. Osim toga, ispitivanjem pojedinačnih atributa upotrebljivosti koje ova standardizovana skala obuhvata, može se steći izvestan uvid u to šta je najveći izvor problema, npr. kompleksnost sistema, nekonzistentnost sistema, potreba za prethodnim učenjem, itd. Međutim, SUS ne pruža informacije da li su i koji delovi sistema kritični u pogledu upotrebljivosti, i na koji način.

Kao što je primećeno u ranijim studijama (npr. Hornbæk & Law, 2007), pokušaji da se upotrebljivost svede na jednu meru, praćeni su gubljenjem značajnih informacija, pošto većina studija nije našlo snažne korelacije između atributa upotrebljivosti. Osim toga, potencijalno značajni detalji bi mogli biti skriveni na ovaj način. Autori i stručnjaci se slažu da nijedna evaluacija upotrebljivosti ne bi smela da se bazira samo na jednoj metriki, uključujući i formativne evaluacije. Štaviše, redundantnost podataka ne mora biti nepoželjna, jer različiti načini na koje su informacije prikupljene i predstavljene mogu biti od koristi (Hornbæk & Law, 2007). Na primer, korelacija u metrikama upotrebljivosti i ostalim podacima (npr. identifikovanim problemima) može biti uverljiva za donosiocje odluka. U slučaju primene novog pristupa, ukoliko izostane izvesna očekivana korelacija između metrika, validnost novog pristupa u datom kontekstu ili način njegove primene su upitni.

Predloženi specifični atributi upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, odnose se na identifikovane glavne funkcionalnosti i primene ovih sistema. Same mere su bazirane na petostepenoj Likertovoj skali. Kako je funkcionalnost blisko povezana sa svrhom i korisnošću sistema, i jedna od glavnih kriterijuma u kontekstu selekcije edukativne tehnologije, pošlo se od pretpostavke da upravo ovakve specifične metrike mogu olakšati odabir platforme za upravljanje bedževima.

Rezultati eksplorativne empirijske studije su pokazali da predložene metrike mogu olakšati odabir sistema zasnovanih na OBI specifikaciji otkrivajući manje ili više upotrebljive (grupe) funkcionalnosti u određenom kontekstu primene. Korisne informacije za interpretaciju metrika, mogu se dobiti uključivanjem kvalitativne evaluacije, u slučaju eksplorativnih i evaluacija sa malim brojem učesnika, što često karakteriše kontekst selekcije edukativne tehnologije.

Kako sve funkcionalnosti i podržane prakse nemaju isti značaj u određenom edukativnom okruženju, informacija o nezadovoljavajućoj upotrebljivosti određene funkcionalnost može rezultirati prilagođavanjem instrukcionog dizajna (npr. potpuno ili delimično odustajanje od određene prakse u nastavi, recimo „putanje bedževa”), uvođenjem dodatne obuke i/ili instrukcionog materijala koji bi pomogao da se identifikovani problemi upotrebljivosti ublaže (na primer, deljenje bedževa između određenih platformi), traženjem alternative za konkretnu funkcionalnost npr. u vidu integracije sa nezavisnim alatom ili drugom platformom (npr. integracija platforme BadgeOS sa Credly zbog deljenja bedževa) i slično. U slučaju da je kritična praksa podržana na nedovoljno upotrebljiv način, moguća je eliminacija datog sistema iz procesa selekcije.

Kod novih, odnosno sistema niže zrelosti, same funkcionalnosti, a i njihova upotrebljivost se mogu приметно menjati sa svakom novom verzijom sistema. Najave kreatora sistema da se očekuje skoro unapređenje ili redizajn funkcionalnosti čija je upotrebljivost ocenjena nezadovoljavajuće može odložiti odluku o odustajanju od datog sistema i obratno.

Komparacija rezultata empirijske studije ovog istraživanja sa rezultatima finalne evaluacije platformi koja je bila zasnovana na širem skupu podataka prikupljenih tokom trajanja slučajeva primene, obezbedila je dokaze o efektivnosti predloženog pristupa. Pokazalo se da su predložene metrike diferencirale evaluirane platforme na zadovoljavajući način. Uz to, rezultati kvalitativne evaluacije su obuhvatili glavne klase problema upotrebljivosti uključujući glavne probleme upotrebljivosti.

8.2 Ostvaren Doprinos i Pravci Budućih Istraživanja

Celovit pristup evaluaciji upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji (platformi za upravljanje Otvorenim bedževima), odnosno metodološki okvir, koji je obuhvatio identifikovanje prigodnih opštih metrika upotrebljivosti kao i razvoj metrika upotrebljivosti specifičnih za date sisteme, može se smatrati opštim doprinosom ove disertacije.

Naučno-istraživački doprinos obuhvata:

- opsežan pregled relevantnih rezultata iz oblasti na osnovu prikupljanja, analize, sistematizacije i kategorizacije postojećih znanja;

- predloženi pristup i rezultate komparativne analize funkcionalnosti i karakteristika odabranog skupa platformi za upravljanje budžetima koji je zasnovan na scenarijima korišćenja;
- sistematizovani pregled metoda, atributa i metrika upotrebljivosti koje su predložene ili korišćene prilikom odabira i integracije edukativne tehnologije u određeno edukativno okruženje;
- komparativnu analizu atributa i metrika upotrebljivosti koji su predloženi u relevantnim istraživačkim oblastima selekcije i prihvatanja edukativne tehnologije;
- razvoj metodološkog okvira za primenu metrika upotrebljivosti u kontekstu odabira sistema zasnovanih na OBI specifikaciji;
- rezultate empirijske studije u kojoj su predložene metrike upotrebljivosti primenjene i proverena efektivnost metodološkog okvira u datom kontekstu.

Širi društveni i praktični doprinos istraživanja se ogleda u mogućnosti primene predloženog pristupa u različitim edukativnim okruženjima s obzirom na to da su predložene metrike relativno jednostavne za prikupljanje i interpretaciju. Empirijska studija je okupila učesnike, odnosno učenike, studente i nastavnike, kako iz srednjeg, tako i iz visokog obrazovanja.

Mada je istraživanje prevashodno fokusirano na okruženje tradicionalnog učenja sa manjim brojem učenika/studenata, moguća je primena u edukativnim okruženjima koja okupljaju veći broj učenika/studenata i nastavnika. Štaviše, na osnovu rezultata empirijske studije, kao i relevantnih studija koje su se bavile uticajem broja učesnika na rezultate evaluacije upotrebljivosti, može se očekivati veća pouzdanost dobijenih metrika ukoliko su bazirane na podacima dobijenih od većeg broja učenika/studenata i nastavnika. S obzirom na to da je predloženi metodološki okvir fleksibilan i prilagodljiv, nije isključena primena u edukativnim okruženjima udaljenog učenja.

Određeni rezultati istraživanja su informativni za nastavnike i zainteresovane strane u pogledu mogućnosti vodećih platformi za upravljanje budžetima, preporuka i upozorenja na ograničenja i moguće izazove prilikom implementacije konkretnog edukativnog sistema budžeta uz primenu neke od datih platformi. Osim što su ovi rezultati publikovani, obezbeđen je „Online” resurs u vidu javno dostupnog tabelarnog

prikaza rezultata komparativne analize vodećih sistema. Tabelarni prikaz je dostupan za dopunu i ažuriranje uzimajući u obzir da se platforme dalje razvijaju.

Potreba za relativno jednostavnim i efikasnim, a istovremeno efektivnim pristupima evaluacije upotrebljivosti u širem kontekstu odabira edukativne tehnologije je vrlo aktuelna s obzirom na značajan porast broja raznovrsnih softverskih sistema za podršku učenju. Rezultat ove disertacije je predlog takvog pristupa u kontekstu odabira platforme za upravljanje Otvorenim budževima (mikrokredencijalima), odnosno sistema zasnovanih na OBI specifikaciji, sa fokusom na primenu užeg skupa metrika upotrebljivosti. Predloženi metodološki okvir otvara prostor za buduće pravce istraživanja.

Jedan od pravaca budućih istraživanja je ispitivanje mogućnosti generalizacije pojedinih rezultata empirijskim evaluacijama u više različitih potkonteksta (različita edukativna okruženja, platforme i tipovi korisnika).

Takođe, ispitivanje mogućnosti primene dodatnih metrika i metoda, na primer adaptacijom „crowdsourcing” pristupa. Realizacija jednostavnih alata i servisa koji bi olakšali prikupljanje podataka, evaluaciju i/ili odabir edukativne tehnologije bi se mogli očekivati u okviru budućih pravaca istraživanja. Štaviše, postoji potreba da same platforme za upravljanje Otvorenim budževima obezbede određen uvid u način na koji učenici koriste platformu, odnosno analitiku na osnovu koje bi i izvesne objektivne metrike upotrebljivosti mogle biti definisane, relativno jednostavno dobijene i interpretirane.

Istraživanje mogućnosti da platforme za usavršavanje nastavnika, kao i deljenje iskustava i znanja između nastavnika, uključuje deljenje iskustava primene i rezultata evaluacije upotrebljivosti određene edukativne tehnologije na sistematizovan način, predstavlja još jedan obećavajući pravac budućih istraživanja.

Literatura

Abdullah, F., & Ward, R. (2016). Developing a general extended technology acceptance model for E-learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, 238-256.

Abouelala, M., Brandt-Pomares, P., & Janan, M. T. (2016). CAM Software Selection Criteria in Education Based on Activity Theory. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(20), 10154-10165.

Adelman L., Riedel S. (1997). *Handbook for Evaluating Knowledge-Based Systems*. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media.

Adams, D. A., Nelson, R. R., Hall, M., & Todd, P. A. (1992). Perceived Usefulness, Ease of Use, and Usage of Information Technology: A Replication. *MIS Quarterly*, 16(2), 227-247.

Aguirre-Urreta, M. I., & Marakas, G. M. (2012). Exploring choice as an antecedent to behavior: Incorporating alternatives into the technology acceptance process. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 24(1), 82-107.

Aguirre-Urreta, M. I., & Marakas, G. M. (2018). Modeling Choice Between Competing Technologies: A Comparison of Mechanisms and Information Integration. In I. Management Association (Ed.), *Technology Adoption and Social Issues: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 177-209). Hershey, PA: IGI Global.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

Al-Ammary, J. H., Al-Sherooqi, A. K., & Al-Sherooqi, H. K. (2014). The acceptance of social networking as a learning tools at University of Bahrain. *International Journal of Information and Education Technology*, 4(2), 208-214.

Al-Gahtani, S. S. (2016). Empirical investigation of e-learning acceptance and assimilation: A structural equation model. *Applied Computing and Informatics*, 12(1), 27-50.

Al-Hawari, M. A., & Mouakket, S. (2010). The influence of technology acceptance model (tam) factors on students' e-satisfaction and e-retention within the context of UAE e-learning. *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*, 3(4), 299-314.

Ali, L., Asadi, M., Gašević, D., Jovanović, J., & Hatala, M. (2013). Factors influencing beliefs for adoption of a learning analytics tool: An empirical study. *Computers & Education*, 62, 130-148.

Al-Khalifa, H. S. (2010, February). A first step in evaluating the usability of Jusur learning management system. *Presented at the 3rd Annual Forum on e-learning Excellence in the Middle East*, Dubai, United Arab Emirates.

Almaiah, M. A., Jalil, M. A., & Man, M. (2016). Extending the TAM to examine the effects of quality features on mobile learning acceptance. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 453-485.

Badge Alliance. (2015). Badge issuing platforms. Retrieved from <http://www.badgealliance.org/badge-issuing-platforms/>.

Badge Alliance. (n.d.-a). Why Badges? Retrieved from <http://www.badgealliance.org/why-badges/>.

Badge Alliance. (n.d.-b). Open Badges Infrastructure Working Group. Retrieved from <http://www.badgealliance.org/open-badges-infrastructure/open-badges-infrastructure-working-group/>.

Badgecraft. (n.d.). Understanding Badge Metadata. Retrieved from <https://www.badgecraft.eu/en/open-badges/understand-badge-meta-data>.

Baker-Eveleth, L., & Stone, R. W. (2015). Usability, expectation, confirmation, and continuance intentions to use electronic textbooks. *Behaviour & Information Technology*, 34(10), 992-1004.

Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.

Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS Scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114-123.

Baran, E., Uygun, E., & Altan, T. (2017). Examining Preservice Teachers' Criteria for Evaluating Educational Mobile Apps. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1117-1141.

Bastos, H. P., & Machado, G. P. (2016). Dictionaries on Smartphones: Learners' Assessment of Features and Potential of Dictionary Apps as Pedagogical Tools. In A.

Rocha, A. Correia, H. Adeli, L. Reis, & M. Mendonça Teixeira (Eds), *New Advances in Information Systems and Technologies* (pp.143-156). Cham, Switzerland: Springer.

Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J., & Esquivel, S. L. (2013). Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(6), 1-13.

Bednarik, R., Gerdt, P., Miraftabi, R., & Tukiainen, M. (2004). Development of the TUP model – Evaluating educational software. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.699–701). Piscataway, NJ: IEEE.

Bennett, J.L.. (1972). The user interface in interactive systems. *Annual Review of Information Science* 7, 159–196.

Bennett, J., 1979. The commercial impact of usability in interactive systems. In Shackel, B. (Ed.), *Man/computer Communication: Infotech State of the Art Report*, vol. 2. (pp. 1–17). Maidenhead, UK: Infotech International.

Bevan, N. (1995). Measuring usability as quality of use. *Software Quality Journal*, 4(2), 115-130.

Bevan, N. (2001). International standards for HCI and usability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 533-552.

Bevan, N., & Curson, I. (1997). Methods for measuring usability. *Proceedings of the Human-Computer Interaction INTERACT'97* (pp. 672-673). Boston, MA: Springer.

Bevan, N., & Macleod, M. (1994). Usability measurement in context. *Behaviour and Information Technology*, 13, 132-145.

Berteau, A. F. (2012). Better student learning achievement evaluation by using dedicated freeware e-assessment tools. *Proceedings of the 8th International Scientific Conference “eLearning and software for Education”* (pp.422-427). Bucharest, Romania: Carol I.

Bhattacharjee, A. (2001). Understanding information systems continuance: An expectation–confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3), 351–370.

Blandford, A. & Buchanan, B. (2002). Usability for digital libraries. *Proceedings of the second ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries*. New York, USA: ACM Press.

Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In P. Jordan, B. Thomas, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp.189-194). London: Taylor and Francis.

Brown, I. T. (2002). Individual and technological factors affecting perceived ease of use of web-based learning technologies in a developing country. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 9(1), 1-15.

Brown, M. E., & Hocutt, D. L. (2015). Learning to use, useful for learning: a usability study of Google apps for education. *Journal of Usability Studies*, 10(4), 160-181.

Bruun, A., & Stage, J. (2015). New approaches to usability evaluation in software development: Barefoot and crowdsourcing. *Journal of Systems and Software*, 105, 40-53.

Capra, M. G. (2002, September). Contemporaneous versus retrospective user-reported critical incidents in usability evaluation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Carey, K. L., & Stefaniak, J. E. (2018). An exploration of the utility of digital badging in higher education settings. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1211-1229.

Cavus, N. (2013). Selecting a Learning Management System (LMS) in Developing Countries: Instructors' Evaluation. *Interactive Learning Environments*, 21(5), 419-437.

Černá, M. (2016). User Evaluation of Geography Website. *Proceedings of European Conference on e-Learning* (pp.114-121). Reading, UK: ACPI.

Charleer, S., Klerkx, J., Odriozola, S., Luis, J., & Duval, E. (2013, December). Improving awareness and reflection through collaborative, interactive visualizations of badges. *Proceedings of the 3rd Workshop on Awareness and Reflection in Technology-Enhanced Learning ARTEL13* (Vol. 1103, pp. 69-81). CEUR-WS.

Charleer, S., Santos, J. L., Klerkx, J., & Duval, E. (2014, August). Improving teacher awareness through activity, badge and content visualizations. *Proceedings of the International Conference on Web-Based Learning* (pp. 143-152). Cham, Switzerland: Springer.

Chen, L. D., Gillenson, M. L., & Sherrell, D. L. (2002). Enticing online consumers: an extended technology acceptance perspective. *Information and Management*, 39(8), 705–719.

Cheng, Y. M. (2012). Effects of quality antecedents on e-learning acceptance. *Internet Research*, 22(3), 361–390.

Cheng, Z., Watson, S. L., & Newby, T. J. (2018). Goal Setting and Open Digital Badges in Higher Education. *TechTrends*, 1-7.

Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *Proceedings of the CHI '88* (pp. 213-218). Washington, D.C.: ACM Press.

Chiu, C. M., Hsu, M. H., Sun, S. Y., Lin, T. C., & Sun, P. C. (2005). Usability, quality, value and e-learning continuance decisions. *Computers & Education*, 45(4), 399-416.

Cho, V., Cheng, T. E., & Lai, W. J. (2009). The role of perceived user-interface design in continued usage intention of self-paced e-learning tools. *Computers & Education*, 53(2), 216–227.

Clayton, J., Elliott, R., & Iwata, J. (2014). Exploring the use of micro-credentialing and digital badges in learning environments to encourage motivation to learn and achieve. In B. Hegarty, J. McDonald, & S.-K. Loke (Eds.), *Rhetoric and Reality: Critical perspectives on educational technology. Proceedings of the ASCILITE* (pp. 703-707). Dunedin, New Zealand: Wintec.

Comer, P.G. & Geissler, C. (1998). A methodology for software evaluation. *Proceedings of the SITE 98* (pp.444-448). Chesapeake, VA: AACE.

Colace, F., De Santo, M., & Pietrosanto, A. (2006). Evaluation models for e-learning platform: an AHP approach. *Proceedings of the 36th Annual Frontiers in Education Conference* (pp.1-6). Piscataway, NJ: IEEE.

Creswell, J.W. & Plano Clark, V.L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Los Angeles, USA: Sage Publications.

Crowsey, M. J., Ramstad, A. R., Gutierrez, D. H., Paladino, G. W., & White, K. P. (2007). An evaluation of unstructured text mining software. *Proceedings of the Systems and Information Engineering Design Symposium, SIEDS 2007* (pp.1-6). Piscataway, NJ: IEEE.

Davidson, C.N. (2011). Why badges work better than grades. Retrieved from <https://www.hastac.org/blogs/cathy-davidson/2011/03/21/why-badges-work-better-grades>.

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, *MIS Quarterly*, 13(3), 318-340.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology – A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.

Davis, K., & Klein, E. (2015, April). Investigating high school students' perceptions of digital badges in afterschool learning. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 4043-4046). Washington, D.C., USA: ACM Press.

Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the Technology Acceptance Model: Three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45, 19–45.

DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60-95.

DeLone, W.H., & McLean, E.R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30.

Deshpande, Y., Bhattacharya, S., & Yammiyavar, P. (2012, December). A behavioral approach to modeling Indian children's ability of adopting to e-learning environment. *Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction (IHCI)* (pp. 1-7). Piscataway, NJ: IEEE.

Devedžić, V., & Jovanović, J. (2015). Developing open badges: a comprehensive approach. *Educational Technology Research and Development*, 63(4), 603-620.

Devedžić, V., Jovanović, J., Tomić, B., Ševarac, Z., Milikić, N., Dimitrijević, S., Djurić, D. (2015, March). Grading Soft Skills with Open Badges. In D. Hickey, J. Jovanović, S. Lonn, J.E. Willis, III (Eds.), *Proceedings of the Open Badges in Education (OBIE 2015) Workshop*. Poughkeepsie, New York, USA: CEUR.

Devedžić, V., Tomić, B., Jovanović, J., Kelly, M., Milikić, N., Dimitrijević, S., Đurić, D., & Ševarac, Z. (2018). Metrics for Students' Soft Skills. *Applied Measurement in Education, 31*(4), 283-296.

de Winter, J. C. F., Dodou, D., & Wieringa, P. A. (2009). Exploratory Factor Analysis With Small Sample Sizes. *Multivariate Behavioral Research, 44*, 147-181.

Diamantopoulos, A., & Winklhofer, H. M. (2001). Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. *Journal of Marketing Research, 38*(2), 269-277.

Digital Promise. (nn). Micro-credentials. Retrieved from <https://microcredentials.digitalpromise.org/explore>.

Dimitrijević, S., Devedžić, V., Jovanović, J., & Milikić, N. (2016). Badging Platforms: A Scenario-Based Comparison of Features and Uses. In Ifenthaler D., Bellin-Mularski N., & Mah DK. (Eds), *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials* (pp. 141-161). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Dimitrijević, S., Jovanović, J., & Devedžić, V. (2015). A comparative study of software tools for user story management. *Information and Software Technology, 57*, 352-368.

Doyle, M. (nn). Retrieved from <https://study.com/academy/popular/what-is-micro-credentialing.html>.

Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsdon, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British journal of psychology, 105*(3), 399-412.

Edwards, J. R., & Bagozzi, R. P. (2000). On the nature and direction of relationships between constructs and measures. *Psychological methods, 5*(2), 155-174.

Espada, J. P., Rodríguez, C. C., García-Díaz, V., & Crespo, R. G. (2014). Method for analysing the user experience in MOOC platforms. *Proceedings of the 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp.157-162). Piscataway, NJ: IEEE.

Facey-Shaw, L., Specht, M. M., van Rosmalen, P., Boerner, D., & Bartley-Bryan, J. (2017). Educational Functions and Design of Badge Systems: A Conceptual Literature Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 11*(4), 536 - 544.

Fagan, J. C., Mandernach, M., Nelson, C. S., Paulo, J. R., & Saunders, G. (2012). Usability test results for a discovery tool in an academic library. *Information Technology and Libraries (Online)*, 31(1), 83-112.

Farrell, S. (2016). 28 Tips for Creating Great Qualitative Surveys. Retrieved from <https://www.nngroup.com/articles/qualitative-surveys/>.

Faulkner, L. (2003). Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(3), 379-383.

Fernandez, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2011). Usability Evaluation Methods for the Web: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 53(8), 789-817.

Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Finstad, K. (2010). The usability metric for user experience. *Interacting with Computers*, 22(5), 323-327.

Frøkjær, E., Hertzum, M., & Hornbæk, K. (2000, April). Measuring usability: are effectiveness, efficiency, and satisfaction really correlated?. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 345-352). Washington, D.C., USA: ACM Press.

Gibson, D., Ostashewski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, 20(2), 403–410.

Goligoski, E. (2012). Motivating the Learner: Mozilla's Open Badges Program. *Access To Knowledge: A Course Journal*, 4(1), 1-8.

Gonzalez C. 2013. *Student Usability in Educational Software and Games: Improving Experiences*. 1st Ed. Hershey, PA: Information Science Reference.

Govaerts S., Cao Y., Faltin N., Cherradi F., & Gillet D. (2015). Tutoring Teachers - Building an Online Tutoring Platform for the Teacher Community. In Ebner M., Erenli K., Malaka R., Pirker J., & Walsh A. (Eds). *Immersive Education. EiED 2014. Communications in Computer and Information Science*, vol 486. (pp. 39-51). Cham, Switzerland: Springer.

Grace, T.P.L., Suan, N.P., & Wanzhen, L. (2008). An evaluation of learning objects in Singapore primary education: a case study approach. *Interactive Technology and Smart Education*, 5(4), 244-256.

Granic, A., & Cukusic, M. (2011). Usability testing and expert inspections complemented by educational evaluation: A case study of an e-Learning platform. *Educational Technology & Society*, 14(2), 107–123.

Grant, S. (2014). *What Counts As Learning: Open Digital Badges for New Opportunities*. Irvine, CA: Digital Media and Learning Research Hub.

Green, L. S., Hechter, R. P., Tysinger, P. D., & Chassereau, K. D. (2014). Mobile app selection for 5th through 12th grade science: The development of the MASS rubric. *Computers & Education*, 75, 65-71.

Grier, R. A., Bangor, A., Kortum, P., & Peres, S. C. (2013). The System Usability Scale: Beyond standard usability testing. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society* (pp. 187–191). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

Harrati, N., Bouchrika, I., Tari, A., & Ladjailia, A. (2016). Exploring user satisfaction for e-learning systems via usage-based metrics and system usability scale analysis. *Computers in Human Behavior*, 61, 463-471.

Harris, R. S., & Hodges, C. B. (2016). Using Google Tools for Online Coursework: Student Perceptions. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 4(3), 385-391.

Hayes, R. (1999). Exploring discount usability methods to assess the suitability of online course delivery products. *The Internet and Higher Education*, 2(2), 119-134.

Hedegaard, S., & Simonsen, J. G. (2013, April). Extracting usability and user experience information from online user reviews. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2089-2098). New York, USA: ACM.

Holden, H., & Rada, R. (2011). Understanding the influence of perceived usability and technology self-efficacy on teachers' technology acceptance. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 343-367.

Hertzum, M. (2010). Images of usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(6), 567-600.

Hornbæk, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 79-102.

Hornbæk, K., & Hertzum, M. (2017). Technology acceptance and user experience: a review of the experiential component in HCI. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 24(5), 33.

Hornbæk, K., & Law, E. L. C. (2007, April). Meta-analysis of correlations among usability measures. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 617-626). Washington, D.C., USA: ACM Press.

Ian O'Byrne, W., Schenke, K., Willis III, J. E., & Hickey, D. T. (2015). Digital Badges: Recognizing, Assessing, and Motivating Learners In and Out of School Contexts. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 58(6), 451-454.

Igbaria, M., Guimaraes, T., & Davis, G. B. (1995). Testing the determinants of microcomputer usage via a structural equation model. *Journal of Management Information Systems*, 11(4), 87-114.

Ifinedo, P. (2006). Acceptance and Continuance Intention of Web- based Learning Technologies (WLT) Use among University Students in a Baltic Country. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 23(1), 1-20.

IMS Global. (2017). Open Badges v2.0: IMS Candidate Final / Public Draft. Retrieved from <https://www.imsglobal.org/sites/default/files/Badges/OBv2p0/index.html>.

Inversini, A., Botturi, L., & Triacca, L. (2006). Evaluating LMS usability for enhanced e-learning experience. *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 595-601). Waynesville, NC: AACE.

ISO. (1998). *ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability*. Geneva, CH: International Standard Organization.

ISO (2010). *ISO 9241: Ergonomics of Human-System Interaction - Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems*. Geneva, CH: International Standard Organization.

ISO/IEC. (2000). *ISO/IEC FDIS 9126-1:2000. Software Engineering - Product quality - Part 1: Quality model*. Geneva, CH: International Standard Organization.

ISO/IEC. (2004). *ISO/IEC TR 9126-4:2004. Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics*. Geneva, CH: International Standard Organization.

ISO/IEC. (2011). *ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models*. Geneva, CH: International Standard Organization.

Ivory, M. Y., & Hearst, M. A. (2001). The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 33(4), 470-516.

Jeng, J. (2005). What is usability in the context of the digital library and how can it be measured?. *Information technology and libraries*, 24(2), 47–56.

Jordan, P. W. (1998). *An introduction to usability*. London, UK: Taylor & Francis Ltd.

Jovanović, J., & Devedžić, V. (2015). Open badges: Novel means to motivate, scaffold and recognize learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 20(1), 115-122.

Karahoca, D. (2013). Meta-Cognitive Tool Development for History Teaching: Investigating how Software Usability Affects Student Achievements. *Journal of Universal Computer Science*, 19(5), 619-638.

Khan, F. A., Shahzad, F., & Altaf, M. (2017). Fuzzy based approach for adaptivity evaluation of web based open source Learning Management Systems. *Cluster Computing*, 1-11.

Khedr, A. E., Hana, M. A., & Shollar, D. Z. (2013). Investigating Learners' Acceptance of e-Learning Courses Using Adopted Technology Acceptance Model. *Future*, 1(1).

King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, 43(6), 740-755.

King, M. & Newman, R. (2009). Evaluating business simulation software: approach, tools and pedagogy. *On the horizon*, 17(4), 368-377.

Kirakowski, J., & Corbett, M. (1993). SUMI: The software usability measurement inventory. *British Journal of Educational Technology*, 24(3), 210-212.

Kirakowski, J. (1994). The use of questionnaire methods for usability assessment. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/303773101_STRATUS_a_questionnaire_for_strategic_usability_assessment.

Kirakowski, J. (1996). The Software Usability Measurement Inventory: Background and usage. In P. Jordan, B. Thomas, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 169-178). London, UK: Taylor and Francis.

Kitchenham B. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Version 2.3, EBSE Technical Report, EBSE-2007-01. Keele, UK: Keele University. Retrieved from https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf.

Klein, E., & Davis, K. (2016). Designing digital badges for an informal stem learning environment. In L.Y. Muilenburg, & Z.L. Berge (Eds.), *Digital Badges in Education: Trends, Issues, and Cases*. (pp. 145-155). London, UK: Taylor and Francis Inc.

Konstantinidis, A., Tsiatsos, T., & Pomportsis, A. (2009). Collaborative virtual learning environments: design and evaluation. *Multimedia Tools and Applications*, 44(2), 279-304.

Kortum, P. T., & Bangor, A. (2013). Usability ratings for everyday products measured with the System Usability Scale. *International Journal of Human Computer Interaction*, 29, 67–76.

Krosnick, J. A., & Presser, S. (2010). Question and questionnaire design. In P. V. Marsden & J. D. Wright (Eds.), *Handbook of survey research* (2nd ed., pp. 263–313). Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.

Kurosu, M. and Kashimura, K. (1995). Apparent usability vs. Inherent usability. *Proceedings of the CHI '95 Conference Companion* (pp. 292-293). New York, USA: ACM.

Labate, L. (2016). Metrics, Measures and Indicators. Retrieved from <https://thecarebot.github.io/metrics-measures-and-indicators/>.

Lafrate, M. (2017). Digital Badges: What Are They And How Are They Used? Retrieved from <https://elearningindustry.com/guide-to-digital-badges-how-used>.

Law, K. S., Wong, C. S., & Mobley, W. M. (1998). Toward a taxonomy of multidimensional constructs. *Academy of Management Review*, 23(4), 741-755.

Law, P. & Law, A. (2014, October). Digital badging at The Open University: recognition for informal learning. *Proceedings of The Open and Flexible Higher Education Conference 2014: 'New Technologies and the Future of Teaching and Learning*. The Open University.

Lederer, A. L., Maupin, D. J., Sena, M. P., & Zhuang, Y. (2000). The technology acceptance model and the World Wide Web. *Decision Support Systems*, 29(3), 269-282.

Lee, D. Y., & Lehto, M. R. (2013). User acceptance of YouTube for procedural learning: an extension of the technology acceptance model. *Computers & Education*, 61, 193-208.

Lewis, J. R. (1992a). Psychometric evaluation of the Post-Study System Usability Questionnaire: The PSSUQ. *Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting* (pp. 1259-1263). Atlanta, GA: Human Factors Society.

Lewis, J. R. (1992b). Psychometric evaluation of the computer system usability questionnaire: The CSUQ (Tech. Report 54.723), Boca Raton, FL: International Business Machines Corporation.

Lewis, J. R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57-78.

Lewis, J. R. (1999). Tradeoffs in the design of the IBM computer usability satisfaction questionnaires. *Proceedings of the HCI International 1999* (pp. 1023–1027). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Lewis, J. R. (2002). Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14(3-4), 463-488.

Lewis, J. R. (2014). Usability: lessons learned... and yet to be learned. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(9), 663-684.

Lewis, J. R. (2018). Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(12), 1148-1156.

Lewis, J. R., & Sauro, J. (2009, July). The factor structure of the system usability scale. *Proceedings of the International conference on human centered design* (pp. 94-103). Cham, Switzerland: Springer.

Liao, C., Palvia, P., & Chen, J.-L. (2009). Information technology adoption behavior life cycle: toward a technology continuance theory (TCT). *International Journal of Information Management*, 29(4), 309–320.

Lim, C., Song, H. D., & Lee, Y. (2012). Improving the usability of the user interface for a digital textbook platform for elementary-school students. *Educational Technology Research and Development*, 60(1), 159-173.

Lin, H. X., Choong, Y. Y., & Salvendy, G. (1997). A proposed index of usability: a method for comparing the relative usability of different software systems. *Behaviour & Information Technology*, 16(4-5), 267-277.

Lin, H. C. K., Hsieh, M. C., Wang, C. H., Sie, Z. Y., & Chang, S. H. (2011). Establishment and Usability Evaluation of an Interactive AR Learning System on Conservation of Fish. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(4), 181-187.

Lin, H. C. K., Wu, C. H., & Hsueh, Y. P. (2014). The influence of using affective tutoring system in accounting remedial instruction on learning performance and usability. *Computers in Human Behavior*, 41, 514-522.

Liu, I. F., Chen, M. C., Sun, Y. S., Wible, D., & Kuo, C. H. (2010). Extending the TAM model to explore the factors that affect Intention to Use an Online Learning Community. *Computers & Education*, 54(2), 600-610.

Lockley A., Derryberry A., & West D. (2016). Drivers, Affordances and Challenges of Digital Badges. In Ifenthaler D., Bellin-Mularski N., & Mah DK. (Eds), *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials* (pp. 55-70). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Lund, A. M. (2001). Measuring Usability with the USE Questionnaire. *Usability Interface*, 8(2), 3-6.

Luo, G.-H., Liu, E. Z.-F., Kuo, H.-W., & Yuan, S.-M. (2014). Design and implementation of a simulation-based learning system for international trade. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(1), 203-226.

Ma, C.-M., Chao, C.-M., & Cheng, B.-W. (2013). Integrating Technology Acceptance Model and Task-technology Fit into Blended E-learning System. *Journal of Applied Sciences*, 13(5), 736–742.

Machado V.S., Paixão-Cortes W.R., de Souza O. N., de Borba Campos M. (2017) Decision-Making for Interactive Systems: A Case Study for Teaching and Learning in Bioinformatics. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds), *Learning and Collaboration Technologies. Technology in Education. LCT 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol. 10296* (pp. 90-109). Cham, Switzerland: Springer.

Macleod, M. (1994, February). Usability: practical methods for testing and improvement. *Presented at the Norwegian Computer Society Software Conference, Sandvika, Norway.*

Macleod, M., Bowden, R., Bevan, N., & Curson, I. (1997). The MUSiC performance measurement method. *Behaviour & Information Technology, 16*(4-5), 279-293.

Mahoney, N. R., Boland, M. V., Ramulu, P. Y., & Srikumaran, D. (2016). Implementing an electronic learning management system for an Ophthalmology residency program. *BMC Medical Education, 16*(1), 307-311.

Martin, C. M., Roach, V. A., Nguyen, N., Rice, C. L., & Wilson, T. D. (2013). Comparison of 3D reconstructive technologies used for morphometric research and the translation of knowledge using a decision matrix. *Anatomical Sciences Education, 6*(6), 393-403.

Mathieson, K. (1991). Predicting User Intentions: Comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Information Systems Research, 173-191.*

McFarland, D., & Hamilton, D. (2006). Adding contextual specificity to the technology acceptance model. *Computers in Human Behavior, 22*(3), 427-447.

Mifsud, J. (2015). Usability Metrics – A Guide To Quantify The Usability Of Any System. Retrieved from <https://usabilitygeek.com/usability-metrics-a-guide-to-quantify-system-usability/>.

Miller, R.B. (1971). *Human ease of use criteria and their tradeoffs*. IBM Technical Report TR 00.2185. IBM Corporation, Poughkeepsie, NY.

Moccozet, L., Benkacem, O., Platteaux, H., & Foerster, M. (2014). Looking for a platform that can be proposed to students as a PLE enabler. *Proceedings of the Eighth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS)* (pp. 498-503). Piscataway, NJ: IEEE.

Motaghian, H., Hassanzadeh, A., & Moghadam, D. K. (2013). Factors affecting university instructors' adoption of web-based learning systems: Case study of Iran. *Computers & Education, 61*, 158-167.

Newman, W. & Taylor, A., (1999). Towards a methodology employing critical parameters to deliver performance improvements in interactive systems. *Proceedings of the IFIP TC.13 International Conference on Human-Computer Interaction*. (pp. 605–612). Amsterdam, Netherlands: IOS Press.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Diego: Academic Press.

Nielsen, J. & Levy, J. (1994). Measuring usability: Preference vs. performance, *Communications of the ACM, 37*(4), 66-75.

Nielsen, J. (1995a). Usability inspection methods. *Proceedings of the Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 377-378). New York, USA: ACM.

Nielsen, J. (2012). User Satisfaction vs. Performance Metrics. Retrieved from <https://www.nngroup.com/articles/satisfaction-vs-performance-metrics/>.

Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Investigating the factors that influence behavioral intention to use. *Computers & Education, 109*, 56-73.

Nunnally, J.C. (1978). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.

Okumuş, S., Lewis, L., Wiebe, E., & Hollebrands, K. (2016). Utility and usability as factors influencing teacher decisions about software integration. *Educational Technology Research and Development, 64*(6), 1227-1249.

Oliver, R.L., 1980. A cognitive model for the antecedents and consequences of satisfaction. *Journal of Marketing Research, 17*, 460–469.

Oliver, R. L. (1981). Measurement and evaluation of satisfaction processes in retail settings. *Journal of Retailing, 57*(3), 25–48.

Online Prateći Dokument. (2018a). Usability in Selecting Educational Software - Selection of Primary Studies. Retrieved from https://docs.google.com/spreadsheets/d/1drAuBdcU0NJVU_3S01NVUqJ43dHycGaSd4vMox1vt58/edit?usp=sharing.

Online Prateći Dokument. (2018b). Usability in Selecting Educational Software – Data Extraction. Retrieved from https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-2uN11KY4ZMHn_JUbq4SFnUaQ5ub8HEdNZkzNRfKOY/edit?usp=sharing.

Online Prateći Dokument. (2018c). The Main Findings of the TAM-based Studies in the Domain of Educational Technology Involving Usability Related External Variables and/or the User Satisfaction Construct. Retrieved from https://docs.google.com/document/d/1e5wunt_6ZDdSfo-AUj3dtp4SPSn_F-ta7fDE-2mqxz4/edit?usp=sharing.

Online Prateći Dokument. (2018d). Badging platforms - A scenario- based comparison of features and uses—Tables (Live Version). Retrieved from <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VpXM2rKcp3Cg6BNGkvRKXWI8fqppwoCF5XuZowhN5sA/edit?usp=sharing>.

Open Badges Community. (2015). Platforms for issuing open badges . Retrieved from <http://bit.ly/platform-chart>.

Orfanou, K., Tselios, N., & Katsanos, C. (2015). Perceived usability evaluation of learning management systems: Empirical evaluation of the System Usability Scale. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16*(2).

Osborne, J. W., Costello, A. B., & Kellow, J. T. (2008). Best practices in exploratory factor analysis. In J. Osbourne (Ed.), *Best practices in quantitative methods*, (pp. 86-99). Los Angeles, USA: Sage..

Ostashewski, N., & Reid, D. (2015). A history and frameworks of digital badges in education. In T. Reiners & L. Wood (Eds), *Gamification in education and business* (pp. 187-200). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2017). Mobile educational applications for children: what educators and parents need to know. *International Journal of Mobile Learning and Organisation, 11*(3), 256-277.

Park, Y., Son, H., & Kim, C. (2012). Investigating the determinants of construction professionals' acceptance of web-based training: an extension of the technology acceptance model. *Automation in Construction, 22*, 377-386.

Peer 2 Peer University & The Mozilla Foundation (2012). An Open Badge System Framework: A foundational piece on assessment and badges for open, informal

and social learning environments. Retrieved from https://wiki.mozilla.org/images/f/f3/OpenBadges_--_Working_Badge_Paper.pdf.

Pipan, M., Arh, T., & Blazic, B. J. (2007). Evaluation and selection of the most applicable Learning Management System. *Proceedings of the 7th WSEAS international conference on applied informatics and communications* (pp. 350-354). Stevens Point, WI: WSEAS.

Poelmans, S., Wessa, P., Milis, K., Bloemen, E., & Doom, C. (2008, November). Usability and acceptance of e-learning in statistics education, based on the compendium platform. *Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 1-10).

Pribeanu, C., Balog, A., & Iordache, D. D. (2017). Measuring the perceived quality of an AR-based learning application: a multidimensional model. *Interactive Learning Environments*, 25(4), 482-495.

Priest, N. (2016). Digital Badging and Micro-Credentialing. Nellie Mae Education Foundation. White Paper. Retrieved from http://www.educatemaine.org/docs/Digital_Badging_Paper_NMEF-1-1.pdf.

Pynoo, B., Devolder, P., Tondeur, J., Van Braak, J., Duyck, W., & Duyck, P. (2011). Predicting secondary school teachers' acceptance and use of a digital learning environment: A cross-sectional study. *Computers in Human behavior*, 27(1), 568-575.

P2PU. (2019). Learning Community with Badges. Retrieved from <https://badges.p2pu.org/en/browse/popular/>.

Roca, J. C., Chiu, C. M., & Martínez, F. J. (2006). Understanding e-learning continuance intention: An extension of the Technology Acceptance Model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(8), 683-696.

Roca, J. C., & Gagné, M. (2008). Understanding e-learning continuance intention in the workplace: A self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1585-1604.

Ros, S., Hernández, R., Caminero, A., Robles, A., Barbero, I., Maciá, A., & Holgado, F. P. (2015). On the use of extended TAM to assess students' acceptance and intent to use third-generation learning management systems. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1250-1271.

Saadé, R., & Bahli, B. (2005). The impact of cognitive absorption on perceived usefulness and perceived ease of use in on-line learning: an extension of the technology acceptance model. *Information & Management*, 42(2), 317-327.

Sanchez-Franco, M. J., Martínez-López, F. J., & Martín-Velicia, F. A. (2009). Exploring the impact of individualism and uncertainty avoidance in web-based electronic learning: an empirical analysis in European higher education. *Computers & Education*, 52, 588–598.

Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers. *Computers in Human Behavior*, 55, 519-528.

Santos, J. L., Charleer, S., Parra, G., Klerkx, J., Duval, E., & Verbert, K. (2013, August). Evaluating the Use of Open Badges in an Open Learning Environment. *Proceedings of the Scaling up Learning for Sustained Impact: 8th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2013*, (Vol. 8095, p. 314). Cham, Switzerland: Springer.

Sarrab, M., Elbasir, M., & Alnaeli, S. (2016). Towards a quality model of technical aspects for mobile learning services: An empirical investigation. *Computers in Human Behavior*, 55, 100-112.

Sauro, J. (2010). Are the Terms Formative and Summative Helpful or Harmful? Retrieved from <https://measuringu.com/formative-summative>.

Sauro, J. (2011). What is a Good Task-Completion Rate? Retrieved from <https://measuringu.com/task-completion/>.

Sauro, J. (2013). A Brief History of Usability. Retrieved from <https://measuringu.com/usability-history/>.

Sauro, J., & Kindlund, E. (2005, April). A method to standardize usability metrics into a single score. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 401-409). Washington, D.C., USA: ACM Press.

Sauro, J., & Lewis, J. R. (2009). Correlations among prototypical usability metrics: Evidence for the construct of usability. *Proceedings of the CHI 2009* (pp. 1609–1618). Boston, MA: Association for Computing Machinery.

Sauro, J., & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Burlington, MA: Morgan-Kaufmann.

Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R. B., & Padda, H. K. (2006). Usability measurement and metrics: A consolidated model. *Software Quality Journal*, *14*(2), 159-178.

Shackel, B. (1981). The concept of usability. *Proceedings of the IBM Software and Information Usability Symposium* (pp. 1–30). Poughkeepsie, NY: IBM Corporation.

Shackel, B. (1991). Usability – context, framework, design and evaluation. In B. Shackel & S. Richardson (Eds.), *Human Factors for Informatics Usability* (pp. 21-38) Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Shee, D., & Wang, Y. (2008). Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: a methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education*, *50*(3), 894–905.

Simões, A. P., & de Moraes, A. (2012). The ergonomic evaluation of a virtual learning environment usability. *Work*, *41*(Supplement 1), 1140-1144.

Squires, D., & Preece, J. J. (1999). Predicting quality in educational software: evaluating for learning, usability and the synergy between them. *Interacting with Computers*, *11*(5), 467–483.

Ssemugabi, S., & De Villiers, R. (2007, October). A comparative study of two usability evaluation methods using a Web-based e-learning application. *Proceedings of the 2007 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries* (pp. 132-142). New York, USA: ACM.

Storey, M. A., Phillips, B., Maczewski, M., & Wang, M. (2002). Evaluating the usability of Web-based learning tools. *Educational Technology & Society*, *5*(3), 91-100.

Šumak, B., Heričko, M., & Pušnik, M. (2011). A meta-analysis of e-learning technology acceptance: The role of user types and e-learning technology types. *Computers in Human Behavior*, *27*(6), 2067-2077.

Sun, Y. T., Manabat, A. K., Chan, M. L., Chong, I., & Vu, KP.L. (2017). Accessibility evaluation: manual development and tool selection for evaluating accessibility of E-textbooks. In K. Hale & K. Stanney (Eds.), *Advances in Neuroergonomics and Cognitive Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 488 (pp. 327-337). Cham, Switzerland: Springer.

Szajna, B. (1994). Software evaluation and choice: Predictive validation of the technology acceptance instrument. *MIS Quarterly*, 319-324.

Tan, C.-H., Yang, X., & Teo, H.-H. (2007). When counterfactual thinking meets the technology acceptance model: an investigation. In T. McMaster, D. Wastell, E. Ferneley, & J. DeGross (Eds.), *Proceedings of international federation for information processing: Organizational dynamics of technology based innovation* (pp. 11–15). Boston, MA: Springer.

Taylor, S., & Todd, P. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144–176.

Tevar-Sanz, M.A. Grande-Ortiz, J.J. Ramírez-Montoro, Sánchez-Medina, A. (2015). Real-time Experiences in Anonymous Communication and Evaluation of Subjects in the Forest Engineering Degree at the Madrid Polytechnic University. *Proceedings of the EDULEARN15* (pp. 2880-2888). Valencia, Spain: IATED.

The Mozilla Foundation. (n.d.). Who's Issuing Open Badges? Retrieved from <https://openbadges.org/about/participating-issuers/>.

Thuseethan, S., Achchuthan, S., & Kuhanesan, S. (2015). Usability Evaluation of Learning Management Systems in Sri Lankan Universities. *Global Journal of Computer Science and Technology: C Software & Data Engineering*, 15(1).

Tomić, B., Jovanović, J., Milikić, N., Devedžić, V., Dimitrijević, S., Đurić, D., & Ševarac, Z. (2019). Grading Students' Programming and Soft Skills with Open Badges: a Case Study. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 518-530.

Tractinsky, N. (1997, March). Aesthetics and apparent usability: empirically assessing cultural and methodological issues. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems* (pp. 115-122). Washington, D.C., USA: ACM Press.

Tullis T. & J.N. Stetson (2004, June), A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability. *Proceedings of the 13th International Usability Professionals Association (UPA) Conference*. Minneapolis/MN, USA: UPA.

Unal, Z., & Unal, A. (2011). Evaluating and comparing the usability of web-based course management systems. *Journal of Information Technology Education: Research*, 10(1), 19-38.

Uzoka, F. M. E., Abiola, R. O., & Nyangeresi, R. (2008). Influence of product and organizational constructs on ERP acquisition using an extended technology acceptance model. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 4(2), 67.

van Leeuwen, A. (2018). Teachers' perceptions of the usability of learning analytics reports in a flipped university course: when and how does information become actionable knowledge?. *Educational Technology Research and Development*, 1-22. doi:10.1007/s11423-018-09639-y.

Van Nuland, S. E., R. Eagleson, & K. A. Rogers. 2017. Educational Software Usability: Artefact or Design? *Anatomical Sciences Education*, 10(2), 190-199.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. *Decision Sciences*, 27(3), 451-481.

Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information systems research*, 11(4), 342-365.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315.

Virzi, R. A. (1992). Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough?. *Human Factors*, 34(4), 457-468.

Wakimoto, D. K., & Soules, A. (2011). Evaluating accessibility features of tutorial creation software. *Library Hi Tech*, 29(1), 122-136.

Waller, D. (2012). Open Badges: Portable rewards for learner achievements. MyKnowledgeMap White Paper. Retrieved from http://ob-awareness.myknowledgemap.com/MKM_open-badges_portable-rewards-for-learner-achievements.pdf.

Wang, W. T., & Wang, C. C. (2009). An empirical study of instructor adoption of web-based learning systems. *Computers & Education*, 53(3), 761-774.

Wang, Y. S., Wang, H. Y., & Shee, D. Y. (2007). Measuring e-learning systems success in an organizational context: Scale development and validation. *Computers in Human Behavior*, 23(4), 1792-1808.

Wania, C. E., Atwood, M. E., & McCain, K. W. (2006, June). How do design and evaluation interrelate in HCI research?. *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems* (pp. 90-98). New York, USA: ACM.

Whitefield, A., Wilson, F., & Dowell, J. (1991). A framework for human factors evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 10(1), 65-79.

Wibowo, S., Grandhi, S., & Chugh, R. (2014). Assessing the effectiveness of learning and teaching technologies for teaching distance mode students in higher education. *Proceedings of the 2014 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)* (pp. 24-29). Piscataway, NJ: IEEE.

Willis III, J. E., Flintoff, K., & McGraw, B. (2016). A Philosophy of ODBs. In D. Ifenthaler, N. Bellin-Mularski, & D. Mah (Eds.), *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials* (pp. 23–40). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Wixon, D. & Wilson, C. 1997. The usability engineering framework for product design and evaluation, In Helander M. (Ed.), *Handbook of Human–Computer Interaction*, p. 665. Amsterdam: Elsevier.

Wu, J., Tennyson, R., & Hsia, T. (2010). A study of student satisfaction in a blended e-learning system environment. *Computers & Education*, 55(1), 155–164.

Yang, M., Shao, Z., Liu, Q., & Liu, C. (2017). Understanding the quality factors that influence the continuance intention of students toward participation in MOOCs. *Educational Technology Research and Development*, 65(5), 1195-1214.

Yuen, A. H. K., & Ma, W. W. K. (2008). Exploring teacher acceptance of e-learning technology. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(3), 229–243.

Zub, D., & Eessaar, E. (2010). Selecting Patterns for the Evaluation of Systems. In K. Elleithy, T. Sobh, M. Iskander, V. Kapila, M. Karim, & A. Mahmood (Eds.), *Proceedings of the Technological Developments in Networking, Education and Automation* (pp. 77-82). Dordrecht, Netherlands: Springer.

Prilog 1 - SUS Upitnik

Tabela P1.1 daje prikaz korišćenog SUS upitnika (Brooke, 1986) uz tri uvodna pitanja. Pošto je originalni upitnik na engleskom jeziku, uvodno objašnjenje i pitanja u tabeli su dati na engleskom jeziku. Pitanja pored kojih stoji oznaka (1-5) su tvrdnje merene petostepenom Likertovom skalom.

Tabela P1.1. *Rezime SUS upitnika*

This is a standard usability questionnaire developed by John Brooke at Digital Equipment Corporation (1986).

1. Respondent's ID code:
2. I am a Teacher / Student.
3. The system/badging platform that I used for course activities:
4. I think that I would like to use this system frequently. (1-5)
5. I found the system unnecessarily complex. (1-5)
6. I thought the system was easy to use. (1-5)
7. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system. (1-5)
8. I found the various functions in this system were well integrated. (1-5)
9. I thought there was too much inconsistency in this system. (1-5)
10. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly. (1-5)
11. I found the system very cumbersome to use. (1-5)
12. I felt very confident using the system. (1-5)
13. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system. (1-5)

Prilog 2 - Upitnik za Evaluaciju Upotrebljivosti iz Perspektive Studenata/Učenika

Tabela P2.1 daje prikaz upitnika za evaluaciju sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive studenata/učenika. Pošto je originalni upitnik na engleskom jeziku, uvodno objašnjenje i pitanja u tabeli su dati na engleskom jeziku. Pitanja pored kojih stoji oznaka (1-5) su tvrdnje merene petostepenom Likertovom skalom.

Tabela P2.1. *Rezime upitnika za evaluaciju upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive studenata/učenika*

The objective of this questionnaire is to determine students' attitude towards the badging platform used and its features.

1. Respondent's ID code:
2. Your school/university:
3. What is your age?
4. Which badging platform did you use for course activities?
5. Do you have any previous experience in using badging platforms? (1-5)
6. Do you have any previous experience in using e-learning software such as Learning Management System (LMS)? (1-5)
7. How often have you accessed the badging platform as part of your course activities?
8. How many badges did you earn so far?
9. How familiar are you with features of the badging platform? (1-5)
10. Which features did you use?
11. Which features do you like the most?
12. Which features do you find troublesome or unsatisfying?
13. Your additional comment on troublesome or unsatisfying badging features:
14. How easy is it to discover badges (badge opportunities) within the platform? (1-5)
15. How easy is it to apply for badges and submit the required inputs? (1-5)
16. How well can you manage and reflect over your collected badges within the platform? (1-5)
17. How easy is it to display and share your badges? (1-5)
18. How easy is it to (re)view someone else's badges and overall accomplishment? (1-5)
19. Do you miss any features in the badging platform? If so, what are they?
20. What would you like to be able to do differently within the badging platform?
21. Overall, how much did you like the badging platform? (1-5)

Prilog 3 - Upitnik za Evaluaciju Upotrebljivosti Sistema iz Perspektive Nastavnika

Tabela P3.1. daje prikaz upitnika za evaluaciju sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive nastavnika. Pošto je originalni upitnik na engleskom jeziku, uvodno objašnjenje i pitanja u tabeli su dati na engleskom jeziku. Pitanja pored kojih stoji oznaka (1-5) su tvrdnje merene petostepenom Liketovom skalom.

Tabela P3.1. *Rezime upitnika za evaluaciju upotrebljivosti sistema zasnovanih na OBI specifikaciji iz perspektive nastavnika*

The objective of this questionnaire is to determine implementers' attitude towards support that a selected badging platform provided for development and implementation of some specific GRASS-based badging system.

1. AC code:
2. Respondent's ID code:
3. What is your professional background? (University teacher, School teacher, Researcher, Other)
4. Which badging platform was used?
5. Do you have any previous experience in using badging platforms? (1-5)
6. Which activities related to badging platform did you conduct?
7. How familiar are you with the features of the badging platform used in your AC? (1-5)
8. How well did the badging platform support design/development of the badging system and related badges? (1-5)
9. How well did the badging platform facilitate the assessment of students' submissions? (1-5)
10. How well did the badging platform facilitate the awarding of badges? (1-5)
11. How well did the badging platform facilitate the monitoring of students' results and progress? (1-5)
12. How well did the badging platform support the required pedagogies? (1-5)
13. How well did the badging platform support the badging system in general? (1-5)
14. In pedagogical terms, which are the main shortcomings of the platform?
15. In technological terms, which are the main shortcomings of the platform?

Biografija

Sonja Dimitrijević je rođena 28.01.1985. u Leskovcu. Diplomirala je 2008. godine, sa prosečnom ocenom 9.21 na odseku Informacioni sistemi i tehnologije Fakulteta organizacionih nauka. Diplomске akademske studije – master na studijskom programu Informacioni sistemi i tehnologije Fakulteta organizacionih nauka, završila je 2009. godine sa prosečnom ocenom 10.00.

U Institutu „Mihajlo Pupin“ je zaposlena od 2010. godine kao istraživač pripravnik, a od 2014. godine kao istraživač saradnik.

Učestvovala je na većem broju IT projekata prevashodno sa odgovornostima u razvoju i evaluaciji softverskih sistema. Neki od projekata na kojima je učestvovala su: dvogodišnji IPA projekat – „Razvoj održivog informacionog sistema za Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine“ (2016-2017), „Razvoj i implementacija sistema upravljanja operativnim radom pomoćne mehanizacije“ (TE-KO Kostolac; 2012-2013), „Integrirani informacioni sistem Poreske uprave – razvoj i implementacija“ (Poreska uprava Republike Srbije; 2010-2011).

Učestvovala je na istraživačkom projektu TR35030 iz programa tehnološkog razvoja Ministarstva Prosvete, Nauke i Tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2019): „Razvoj, projektovanje i implementacija savremenih strategija integrisanog upravljanja operativnim radom i održavanjem vozila i mehanizacije u sistemima autotransporta, rudarstva i energetike“.

Takođe je učestvovala na trogodišnjem projektu „Grading Soft Skills“ (GRASS) (2014-2016) iz programa Evropske Komisije „Lifelong Learning Programme (LLP)“ kao član beogradskog tima.

Bila je jedan od stipendista letnje škole iz oblasti učenja podržanog tehnologijama za studente doktorskih studija (JTEL Summer School) koja je održana 2016. godine u Estoniji.

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora Sonja Dimitrijević

Broj indeksa 5001/2010

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Softverska upotrebljivost i metrike sistema zasnovanih na OBI specifikaciji

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Sonja Dimitrijević

Broj indeksa 5001/2010

Studijski program Informacioni sistemi i menadžment – softversko inženjerstvo

Naslov rada Softverska upotrebljivost i metrike sistema zasnovanih na OBI specifikaciji

Mentor Prof. dr Vladan Devedžić

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjena u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Softverska upotrebljivost i metrike sistema zasnovanih na OBI specifikaciji

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.
Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu, _____

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci..
2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.