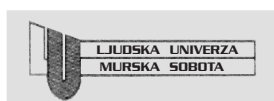


2014 < ŠTEVILKA 3 < JUL. AVG. SEP. < LETNIK XXII < ISSN 1318-1882

03 U P O R A B N A INFORMATIKA

Izpitni centri ECDL

ECDL (European Computer Driving License), ki ga v Sloveniji imenujemo evropsko računalniško spričevalo, je standardni program usposabljanja uporabnikov, ki da zaposlenim potrebno znanje za delo s standardnimi računalniškimi programi na informatiziranem delovnem mestu, delodajalcem pa pomeni dokazilo o usposobljenosti. V Evropi je za uvajanje, usposabljanje in nadzor izvajanja ECDL pooblaščen ustanova ECDL Foundation, v Sloveniji pa je kot član CEPIS (Council of European Professional Informatics) to pravico pridobilo Slovensko društvo INFORMATIKA. V državah Evropske unije so pri uvajanju ECDL močno angažirane srednje in visoke šole, aktivni pa so tudi različni vladni resorji. Posebno pomembno je, da velja spričevalo v 148 državah, ki so vključene v program ECDL. Doslej je bilo v svetu izdanih že več kot 11,6 milijona indeksov, v Sloveniji več kot 17.000, in podeljenih več kot 11.000 spričeval. Za izpitne centre v Sloveniji je usposobljenih sedem organizacij, katerih logotipe objavljamo.



U P O R A B N A I N F O R M A T I K A

2014 ŠTEVILKA 3 JUL/AVG/SEP LETNIK XXII ISSN 1318-1882

Znanstveni prispevki

- Neli Blagus, Lovro Šubelj, Aljaž Zrnec, Marko Jankovič, Marko Bajec
Ohranjanje lastnosti pri zmanjševanju družbenih omrežij 127
- Ambrož Stropnik, Milan Zorman
Sistem za avtomatsko gradnjo baze znanja iz spletnih mest 137
- Tadej Košljar, Vladislav Rajkovič
Primerjalna uporaba metod DEX in AHP v procesu odločanja 147

Strokovni prispevki

- Tina Schweighofer, Marjan Heričko
Dokumentiranje zahtev pri razvoju mobilnih aplikacij 152
- Vanda Rebolj
Učenje in računalnik med včeraj in jutri 165
- Branka Balantič, Branka Jarc Kovačič, Zvone Balantič
Model sporočilnih poti v sistemu reflektivne prakse za spodbujanje sinergije med pedagoškim in poslovnim okoljem 173

Informacije

- Iz Islovarja** 182

Ustanovitelj in izdajatelj

Slovensko društvo INFORMATIKA
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana

Predstavniki

Niko Schlamberger

Odgovorni urednik

Junij Jaklič

Uredniški odbor

Marko Bajec, Vesna Bosilj Vukšič, Sjaak Brinkkemper, Gregor Hauc, Jurij Jaklič, Andrej Kovačič, Jan von Knop, Jan Mendling, Miodrag Popović, Katarina Puc, Vladislav Rajković, Ivan Rozman, Pedro Simões Coelho, John Taylor, Mirko Vintar, Tatjana Welzer Družovec

Recenzenti

Marko Bajec, Vladimir Batagelj, Igor Bernik, Simon Dobrišek, Gregor Donaj, Darja Fišer, Miro Gradišar, Matej Grom, Peter Holozan, Mojca Indihar Štemberger, Matjaž B. Jurič, Tomaž Kern, Andrej Kovačič, Simon Krek, Matic Meglič, Janja Nograšek, Franci Pivec, Vili Podgorelec, Senja Pollak, Vesna Prijatelj, Biljana Prinčič, Katarina Puc, Andreja Pucihar, Vladislav Rajković, Adriana Rejc Buhovac, Rok Rupnik, Marina Trkman, Špela Vintar, Smiljana Vončina Slavec

Tehnična urednica

Mira Turk Škraba

Lektoriranje

Mira Turk Škraba (slov.)
Špela Vintar (angl.)

Oblikovanje

KOFEIN DIZAJN, d. o. o.

Prelom in tisk

Boex DTP, d. o. o., Ljubljana

Naklada

600 izvodov

Naslov uredništva

Slovensko društvo INFORMATIKA
Uredništvo revije Uporabna informatika
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana
www.uporabna-informatika.si

Revija izhaja četrtletno. Cena posamezne številke je 20,00 EUR. Letna naročnina za podjetja 85,00 EUR, za vsak nadaljni izvod 60,00 EUR, za posameznike 35,00 EUR, za študente in seniorje 15,00 EUR. V ceno je vključen DDV.

Izdajanje revije Uporabna informatika v letu 2014 sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Revija Uporabna informatika je od številke 4/VII vključena v mednarodno bazo INSPEC.

Revija Uporabna informatika je pod zaporedno številko 666 vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS.

Revija Uporabna informatika je vključena v Digitalno knjižnico Slovenije (dLib.si).

© Slovensko društvo INFORMATIKA

Vabilo avtorjem

V reviji Uporabna informatika objavljamo kakovostne izvirne članke domačih in tujih avtorjev z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju na znanstveni, strokovni in informativni ravni; še posebno spodbujamo objavo interdisciplinarnih člankov. Zato vabimo avtorje, da prispevke, ki ustrezajo omenjenim usmeritvam, pošljejo uredništvu revije po elektronski pošti na naslov ui@drustvo-informatika.si.

Avtorje prosimo, da pri pripravi prispevka upoštevajo navodila, objavljena v nadaljevanju ter na naslovu <http://www.uporabna-informatika.si>.

Za kakovost prispevkov skrbi mednarodni uredniški odbor. Članki so anonimno recenzirani, o objavi pa na podlagi recenzij samostojno odloča uredniški odbor. Recenzenti lahko zahtevajo, da avtorji besedilo spremenijo v skladu s priporočili in da popravljeni članek ponovno prejmejo v pregled. Uredništvo pa lahko še pred recenzijo zavrne objavo prispevka, če njegova vsebina ne ustreza vsebinski usmeritvi revije ali če članek ne ustreza kriterijem za objavo v reviji.

Pred objavo članka mora avtor podpisati izjavo o avtorstvu, s katero potrjuje originalnost članka in dovoljuje prenos materialnih avtorskih pravic. Nenaročenih prispevkov ne vračamo in ne honoriramo. Avtorji prejmejo enoletno naročnino na revijo Uporabna informatika, ki vključuje avtorski izvod revije in še nadaljnje tri zaporedne številke.

S svojim prispevkom v reviji Uporabna informatika boste prispevali k širjenju znanja na področju informatike. Želimo si čim več prispevkov z raznoliko in zanimivo tematiko in se jih že vnaprej veselimo.

Uredništvo revije

Navodila avtorjem člankov

Članke objavljamo praviloma v slovenščini, članke tujih avtorjev pa v angleščini. Besedilo naj bo jezikovno skrbno pripravljeno. Priporočamo zmernost pri uporabi tujk in – kjer je mogoče – njihovo zamenjavo s slovenskimi izrazi. V pomoč pri iskanju slovenskih ustreznih priporočamo uporabo spletnega terminološkega slovarja Slovenskega društva Informatika Islovar (www.islovar.org).

Znanstveni članek naj obsega največ 40.000 znakov, strokovni članki do 30.000 znakov, obvestila in poročila pa do 8.000 znakov.

Članek naj bo praviloma predložen v urejevalniku besedil Word (*.doc ali *.docx) v enojnem razmaku, brez posebnih znakov ali poudarjenih črk. Za ločilom na koncu stavka napravite samo en prazen prostor, pri odstavkih ne uporabljajte zamika.

Naslovu članka naj sledi za vsakega avtorja polno ime, ustanova, v kateri je zaposlen, naslov in elektronski naslov. Sledi naj povzetek v slovenščini v obsegu 8 do 10 vrstic in seznam od 5 do 8 ključnih besed, ki najbolje opredeljujejo vsebinski okvir članka. Pred povzetkom v angleščini naj bo še angleški prevod naslova, prav tako pa naj bodo dodane ključne besede v angleščini. Obratno velja v primeru predložitve članka v angleščini.

Razdelki naj bodo naslovljeni in oštevilčeni z arabskimi številkami.

Slike in tabele vključite v besedilo. Opremite jih z naslovom in oštevilčite z arabskimi številkami. Vsako sliko in tabelo razložite tudi v besedilu članka. Če v članku uporabljate slike ali tabele drugih avtorjev, navedite vir pod sliko oz. tabelo. Revijo tiskamo v črno-beli tehniki, zato barvne slike ali fotografije kot original niso primerne. Slik zaslonov ne objavljamo, razen če so nujno potrebne za razumevanje besedila. Slike, grafikoni, organizacijske sheme ipd. naj imajo belo podlago. Enačbe oštevilčite v oklepajih desno od enačbe.

V besedilu se sklicujte na navedeno literaturo skladno s pravili sistema APA navajanja bibliografskih referenc, najpogosteje torej v obliki (Novak & Kovač, 2008, str. 235). Na koncu članka navedite samo v članku uporabljeno literaturo in vire v enotnem seznamu po abecednem redu avtorjev, prav tako v skladu s pravili APA. Več o sistemu APA, katerega uporabo omogoča tudi urejevalnik besedil Word 2007, najdete na strani <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>.

Članku dodajte kratek življenjepis vsakega avtorja v obsegu do 8 vrstic, v katerem poudarite predvsem strokovne dosežke.

Ohranjanje lastnosti pri zmanjševanju družbenih omrežij

Neli Blagus, Lovro Šubelj, Aljaž Zrnec, Marko Jankovič, Marko Bajec
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, 1000 Ljubljana
lime.priimekl@fri.uni-lj.si

Izvleček

Z razvojem svetovnega spleta in možnostjo shranjevanja velikih količin podatkov so začeli z omrežji opisovati vedno večje sisteme. Posebno družbena omrežja so vse kompleksnejša zaradi različnih storitev družabnega mreženja na spletu. Analiza velikih omrežij je časovno in prostorsko zahtevna, prav tako je na njih težje opazovati različne dinamične procese. Raziskovalci so za rešitev teh problemov predlagali različne pristope zmanjševanja omrežij. V prispevku predstavimo metode zmanjševanja družbenih omrežij z vzorčenjem in združevanjem, ki so namenjene lažjemu razumevanju ter hitrejši in učinkovitejši analizi. Osredinimo se na raziskovanje podobnosti med osnovnimi in zmanjšanimi omrežji ter na konkretnih primerih družbenih omrežij ovrednotimo uspešnost različnih algoritmov pri ohranjanju pomembnejših lastnosti omrežij.

Ključne besede: analiza omrežij, družbena omrežja, zmanjševanje, vzorčenje, združevanje, ohranjanje lastnosti.

Abstract

Preserving Properties in the Simplification of Social Networks

In the past decade, the capability of storing large amounts of data and the evolution of the internet, particularly different services for social networking, increase the size and complexity of networked systems. Their investigation presents a great challenge, since the algorithms for analysis can be temporally or spatially inappropriate, and furthermore observing dynamical processes on large networks can be too expensive. In this paper, we present different existing methods for simplifying social networks in order to provide for easier understanding and more efficient analysis of large networks. We focus on observing similarities between original and simplified networks. Moreover, we analyze several social networks and study the quality of simplification methods based on how well they preserve fundamental network properties.

Key words: network analysis, social networks, simplification, sampling, merging, property preserving.

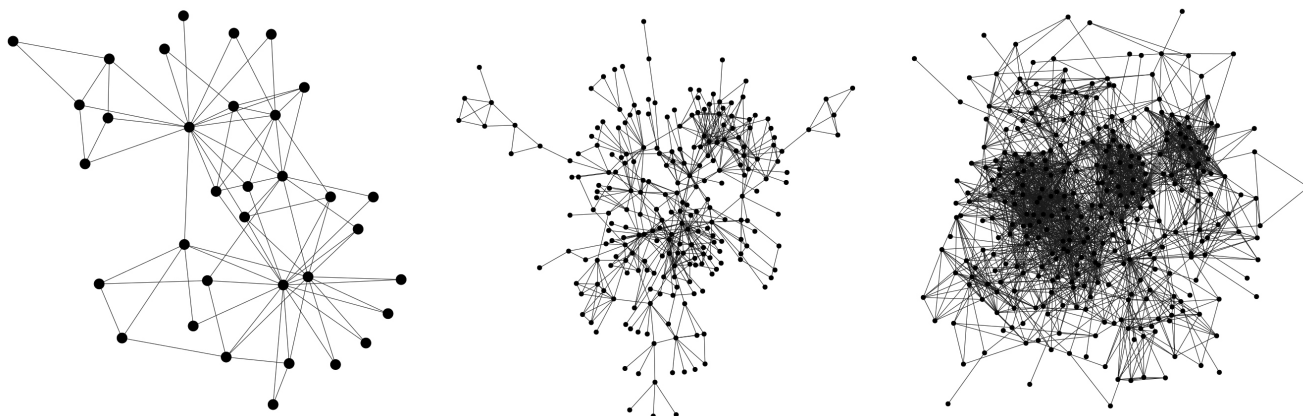
1 UVOD

Analiza omrežij (Cohen & Havlin, 2010; Newman, 2010) se ukvarja z raziskovanjem sistemov, ki jih predstavimo z omrežji, tj. matematičnimi grafi, sestavljenimi iz vozlišč in povezav med njimi, pri čemer imamo o vozliščih in povezavah dodatno znanje. Poznamo več tipov omrežij, med drugim družbena, informacijska, tehnološka in biološka (Newman, 2003); omrežja pa lahko razdelimo tudi na več vrst glede na usmerjenost (usmerjena in neusmerjena) ali uteženost povezav (utežena in neutežena). V zadnjih letih so velik razmah doživela družbena omrežja (Knoke, Yang & Kuklinski, 2008) predvsem s popularnostjo raznih storitev družabnega mreženja na spletu. Z omrežji so začeli opisovati vedno večje sisteme, kar je povečalo njihovo kompleksnost in otežilo analizo.

Družbeno omrežje je sestavljeno iz vozlišč, ki predstavljajo ljudi, ter povezav, ki pomenijo različne interakcije med njimi,

na primer poznanstvo, sorodstvo, soavtorstvo ali kakšno drugo obliko sodelovanja (slika 1). Vozlišča so lahko opisana z različnimi atributi, kot na primer spol, starost, kraj bivanja, področje raziskovanja. Tudi povezave lahko vsebujejo dodatne informacije, kot so vrsta poznanstva ali sorodstva ter oblika sodelovanja ali soavtorstva. Analiza družbenih omrežij se ukvarja z raziskovanjem takšnih sistemov, z opazovanjem zgradbe, globalnih značilnosti ter lastnosti posameznih vozlišč in povezav, s predvidevanjem razvoja v prihodnosti ali z napovedovanjem manjkajočih podatkov.

Za velika omrežja štejemo omrežja z več tisoč vozlišči ali več sto tisoč povezavami. Takšna omrežja je težko prikazati in proučevati s prostim očesom (slika 2). Prav tako je časovno zahtevna njihova analiza in opazovanje različnih dinamičnih procesov na

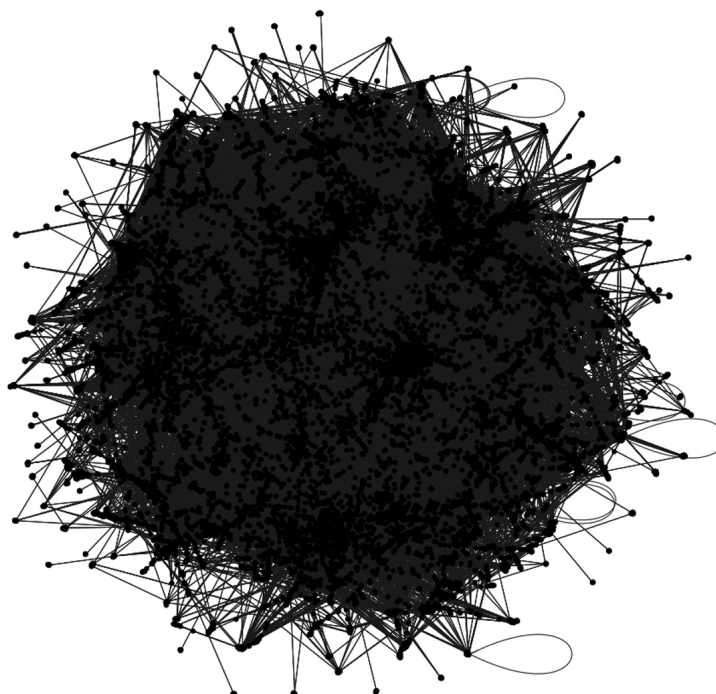


Slika 1: Primeri družbenih omrežij (od leve proti desni): prijateljstva med člani karate kluba (Zachary, 1977), sodelovanja med slovenskimi znanstveniki na področju računalništva in informatike (Blagus, Šubelj & Bajec, 2012), prijateljstva v družabnem omrežju Facebook (Blagus, Šubelj & Bajec, 2012)

omrežju. Za rešitev teh problemov so raziskovalci predlagali zmanjševanje omrežij, ki ima izvor v teoriji grafov (npr. razbitje (angl. partitioning) (Feder & Motwani, 1991; Karypis & Kumar, 1998) ali bločno modeliranje (angl. blockmodeling) (Batagelj, 1997)). Z razvojem spleta so začeli podrobneje raziskovati velika omrežja, kot na primer omrežje spletnih strani in internetno omrežje. Za obvladovanje velikosti teh omrežij so raziskovalci uporabljali pristope za zmanjševanje (Krishnamurthy idr., 2005). Poudarek raziskav je bil predvsem na stiskanju (angl. compression) za učinkovito shranjevanje omrežij (Deo & Li-

tow, 1998; Adler & Mitzenmacher, 2001). Z večanjem kompleksnosti omrežij pa so se razvijali tudi pristopi za poenostavitev oziroma zmanjševanje omrežij (angl. simplification), namenjeni preglednejšemu prikazu (Hennessey, Brooks, Fridman & Breen, 2008; Gilbert & Levchenko, 2004) ter učinkovitejši analizi (De Nooy, Mrvar & Batagelj, 2005; Leskovec & Faloutsos, 2006; Hübler, Kriegel, Borgwardt & Ghahramani, 2008).

Uporabna vrednost zmanjševanja pa se ne kaže le v hitrejši analizi. Zmanjšano omrežje prikazuje bolj resnično sliko sistema kot na primer naključno ge-



Slika 2: Primer velikega družbenega omrežja z 21.363 vozlišči in 182.628 povezavami (Leskovec, Kleinberg & Faloutsos, 2007)

nerirani približki realnih omrežij. Izkaže se tudi, da so zbrani podatki o sistemu, opisanem z omrežjem, pogosto nepopolni. V tem smislu je že samo omrežje vzorčena slika celotnega sistema, pomembno pa je razumeti, kako sta si resnični in vzorčni sistem podobna. V prispevku se osredinimo na vzorčne sisteme s poudarkom na ohranjanju različnih lastnosti omrežij med zmanjševanjem.

Med procesom zmanjševanja spremenimo omrežje in vplivamo na njegove lastnosti. Pri tem želimo, da se ohranijo lastnosti osnovnega omrežja, kako in katere pa je odvisno od vrste preučevanega omrežja ter namena raziskave. Na primer, pri splošni analizi družbenih omrežij praviloma preučujemo vpliv posameznikov v družbi, zato se pri zmanjševanju omrežij osredinimo na ohranjanje lastnosti posameznih vozlišč, kot so stopnje (angl. degree) in središčnosti (Freeman, 1979) (angl. centrality). Na drugi strani pa so različna biološka omrežja, ki jih zadnje čase pogosto preučujejo v bioinformatiki, sestavljena iz manjših vzorcev vozlišč, kot so motivi (Milošević, 2001) (angl. motif) in grafki (Pržulj, Wigle & Jurisica, 2004) (angl. graphlet). Pri zmanjševanju je tako zaželeno ohranjanje predvsem zadnjih. V okviru spletnega rudarjenja (angl. Web mining) raziskujemo velika spletna in družabna omrežja, v katerih navadno najdemo različne vrste karakterističnih skupin vozlišč, kot so skupnosti (Girvan & Newman, 2002) (angl. community) in moduli (Šubelj & Bajec, 2012a) (angl. module). Zmanjševanje spletnih omrežij se zato osredinja na ohranjanje omenjenih skupin ter lokalne okolice vozlišč, kar lahko merimo prek gostote ali nakopičenosti vozlišč (Watts & Strogatz, 1998) (angl. clustering). Nazadnje pa je pri zmanjševanju različnih tehnoloških omrežij pomembno predvsem ohranjanje globalnih strukturnih lastnosti, kot so značilne porazdelitve stopenj vozlišč (Barabási & Albert, 1999) ali mešanje med stopnjami (Newman, 2002) (angl. mixing). Prav to ima močan vpliv na različne dinamične procese v tehnoloških omrežjih, kot je npr. prenos podatkovnih paketov po internetnem omrežju (Cohen, Erez, Ben-Avraham & Havlin, 2000) ali širjenje informacij v programskih omrežjih (Šubelj & Bajec, 2012b), kar je predmet številnih raziskav v fiziki. Poudarimo, da zgornja delitev ni stroga, saj je pri zmanjševanju nekaterih omrežij smiselno ohranjanje različnih lastnosti. Tako nas v okviru analize omrežij citiranj v bibliometriki zanimajo pred-

vsem strukturne lastnosti celotnega omrežja (Price, 1965), ocenjevanje znanstvene odličnosti v scientometriki pa temelji na lastnostih posameznih vozlišč v omrežjih citiranj (Walker, Xie, Yan & Maslov, 2007).

V prispevku se osredinimo na družbena omrežja in predstavimo uveljavljene pristope za njihovo zmanjševanje. Ogleđamo si tri primere velikih družbenih omrežij ter jih zmanjšamo z različnimi pristopi. Nato opazujemo, kako so si podobna osnovna in zmanjšana omrežja, ter ovrednotimo uspešnost metod glede na ohranjanje različne lastnosti omrežij med zmanjševanjem.

V nadaljevanju najprej predstavimo pristope za zmanjševanje omrežij. Nato si v razdelku 3 ogleđamo primere velikih družbenih omrežij ter možnosti za njihovo zmanjševanje z različnimi načini. Prikažemo učinkovitost ohranjanja nekaterih lastnosti omrežij med zmanjševanjem ter razpravljamo o rezultatih analize. V zadnjem razdelku sledi sklep.

2 PRISTOPI ZA ZMANJŠEVANJE OMREŽIJ

Raziskovalci so v zadnjih letih predlagali različne načine zmanjševanja velikih omrežij za namene hitreje in preprosteje analize. Nekateri so se osredinili le na določen tip omrežij (Biedl, Brejová & Vinar, 2000; Kudelka, Horak, Snasel & Abraham, 2010), drugi so poleg strukture omrežja pri zmanjševanju upoštevali tudi attribute vozlišč in povezav (Tian, Hankins & Patel, 2008; Zhou, Cheng & Yu, 2009), nekateri pa so raziskovali ohranjanje lastnosti omrežij med zmanjševanjem (Leskovec & Faloutsos, 2006; Lee, Kim & Jeong, 2006).

V grobem lahko načine zmanjševanja razdelimo v dve skupini. V prvo spadajo metode vzorčenja omrežja (angl. network sampling), kar pomeni, da iz osnovnega omrežja naključno izberemo vozlišča ali povezave. V drugo skupino spadajo metode združevanja vozlišč oziroma povezav na podlagi njihovih značilnosti; združimo enaka oziroma podobna vozlišča ali povezave v velevozlišča (angl. supernode) ali velepovezave (angl. superedge). V nadaljevanju podrobneje predstavimo metode zmanjševanja iz obeh skupin, s poudarkom na načinih zmanjševanja, ki jih bomo uporabili pri analizi v naslednjem razdelku.

2.1 Zmanjševanje z vzorčenjem

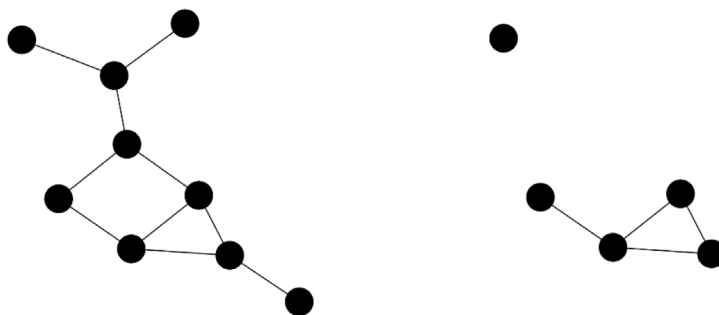
Omrežje lahko vzorčimo na več načinov. Osredinimo se na takšne, ki so preprosti in časovno nezahtevni, a hkrati dobro ohranijo pomembne lastnosti velikih

omrežij: naključno izbiranje vozlišč, naključno izbiranje vozlišč glede na stopnjo, naključno izbiranje povezav (Leskovec & Faloutsos, 2006) ter preiskovanje v širino (Illenberger & Flötteröd, 2011).

Pri naključnem izbiranju vozlišč enakomerno naključno izberemo določeno število vozlišč in vse povezave, ki potekajo med njimi (slika 3). Izkazalo se je, da metoda slabo ohranja porazdelitev stopenj vozlišč (Stumpf, Wiuf & May, 2005). Vozlišča lahko izbiramo tudi sorazmerno glede na izbrano lastnost (npr. stopnja ali mera PageRank (Page, Brin, Motwani & Winograd, 1999)). Za tako generirana omrežja je značilno, da so gostejša, zaradi večje verjetnosti izbire vozlišč z visoko stopnjo pa se spet slabše ohrani porazdelitev stopenj vozlišč. Podobno kot vozlišča lahko v vzorec enakomerno naključno izbiramo povezave. Tako vzorčena omrežja so redkejša z značilno večjim diametrom od osnovnih omrežij. Pri pre-

iskovanju v širino (angl. snowball sampling) enakomerno naključno izberemo začetno vozlišče skupaj z vsemi njegovimi sosedi. Nato v vzorec vzamemo sosednja vozlišča teh sosedov in nadaljujemo postopek, dokler ne dobimo vzorca z želenim številom vozlišč. V smislu povezanosti je tako zmanjšano omrežje najbolj podobno osnovnemu, zaradi česar lahko pričakujemo dobro ohranjanje lastnosti med procesom zmanjševanja.

Avtorji so predlagali številne druge načine vzorčenja omrežja, kot so na primer različni načini preiskovanja omrežja (Leskovec & Faloutsos, 2006), pri čemer je glavna ideja raziskovanje okolice vozlišča: naključna izbira soseda, naključni sprehod, naključno obiskovanje vozlišč (angl. random jump) ali delno preiskovanje v širino (angl. forest fire). Vozlišča oziroma povezave pa lahko vzorčimo tudi glede na določeno lastnost, pri čemer v vzorec vzamemo vozlišča



Slika 3: Primer zmanjševanja omrežja z vzorčenjem. Levo je prikazano osnovno, desno pa zmanjšano omrežje z enakomernim naključnim izbiranjem vozlišč.

ali povezave, ki imajo vrednost določene lastnosti nad nekim pragom, na primer izberemo vozlišča glede na stopnjo ali vmesno središčnost (Hennessey idr., 2008) oziroma povezave glede na utež (Toivonen, Mahler & Zhou, 2010).

2.2 Zmanjševanje z združevanjem

Pri zmanjševanju omrežja z združevanjem združimo vozlišča v velevozlišča na podlagi njihovih enakih ali podobnih značilnosti. Velevozlišča so povezana z velepovezavami tako, da sta dve velevozlišči povezani, če so med seboj povezana pripadajoča vozlišča osnovnega omrežja. Za zmanjševanje z združevanjem je značilno, da težje kontroliramo velikost zmanjšanega omrežja, saj ne moremo vnaprej določiti, v koliko velevozlišč bodo združena vozlišča.

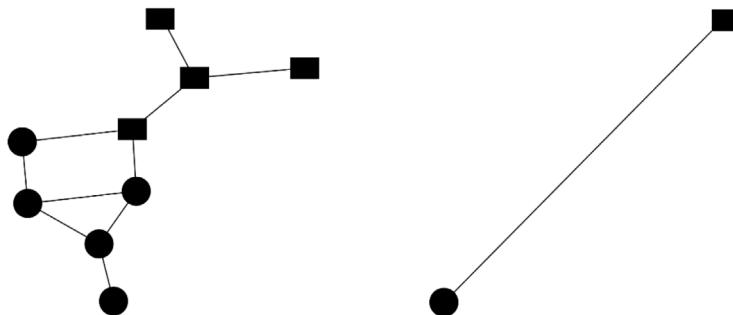
Veliko realnih omrežij je sestavljenih iz skupnosti (Girvan & Newman, 2002), ki so sestavljene iz tesno

povezanih vozlišč, vozlišča iz različnih skupnosti pa so med seboj povezana šibko. Skupnosti v družbenih omrežjih predstavljajo osebe s podobnimi interesi, na primer v omrežjih soavtorstva osebe, ki raziskujejo na sorodnih področjih. Iskanje skupnosti v omrežjih lahko uporabimo za zmanjševanje, tako da združimo vozlišča iz iste skupnosti v velevozlišča (Blagus, Šubelj & Bajec, 2012; Guimerà idr., 2003).

Drugi način zmanjševanja z združevanjem je grobo zrnjenje (angl. coarse-graining) ali renormalizacija, ki je bila v analizo omrežij prenesena iz fizike (Song, Havlin & Makse, 2005). Renormalizacija združi vozlišča v velevozlišča glede na oddaljenost med njimi, tako da za naključno izbrano vozlišče v velevozlišče združi njemu sosednja vozlišča na neki določeni razdalji. Osnovni namen renormalizacije je iskanje samopodobnosti v omrežjih, tj. ohranjanje porazdelitve stopenj vozlišč med procesom

zmanjševanja (Rozenfeld, Gallos, Song & Makse, 2008). Raziskovalci so s spremembo osnovnega načina renormalizacije predlagali veliko drugih metod (Song, Gallos, Havlin & Makse, 2007), ki na primer združujejo povezave namesto vozlišč (W. X. Zhou,

Jiang & Sornette, 2007), so primerne samo za določen tip (Itzkovitz idr., 2005) ali za ohranjanje drugih lastnosti omrežja (Blagus, Šubelj & Bajec, 2012). Slika 4 prikazuje zmanjševanje z združevanjem, pri katerem so v velevozlišča združena vozlišča enake oblike.



Slika 4: Primer zmanjševanja omrežja z združevanjem. Levo je prikazano osnovno, desno pa zmanjšano omrežje, pri katerem so v velevozlišča združena vozlišča enake oblike.

3 ZMANJŠEVANJE DRUŽBENIH OMREŽIJ

3.1 Primeri družbenih omrežij

V literaturi je bilo raziskovanih veliko različnih družbenih omrežij. Za namene prikaza zmanjševanja na konkretnih primerih smo izbrali tri omrežja (Leskovec, 2009; Kunegis, 2013). Tabela 1 prikazuje njihove osnovne lastnosti.

Tabela 1: Lastnosti obravnavanih omrežij: ime omrežja, število vozlišč in povezav.

Omrežje	Vozlišča	Povezave
Facebook	46.952	876.993
DBLP	317.080	1,049.866
Twitter	465.017	835.423

Omrežje Facebook (Viswanath, Mislove, Cha & Gummadi, 2009) je komunikacijsko omrežje med uporabniki spletne storitve Facebook. Omrežje je usmerjeno, vozlišča predstavljajo uporabnike, povezave pa pomenijo pošiljanje sporočil med njimi.

Omrežje DBLP (Yang & Leskovec, 2012) je omrežje sodelovanja med znanstveniki na področju računalništva. Vozlišča predstavljajo raziskovalci, ki so med seboj povezani, če so soavtorji vsaj enega članka.

Omrežje Twitter (De Choudhury idr., 2010) je omrežje sledilcev, pridobljeno iz spletne storitve Twitter. Omrežje je usmerjeno in vsebuje prijateljske povezave med uporabniki.

3.2 Zmanjševanje

Za prikaz zmanjševanja omrežij uporabimo pet pristopov, ki so podrobneje predstavljeni v razdelku 2. Med metodami zmanjševanja z vzorčenjem izberemo enakomerno naključno izbiranje vozlišč, naključno izbiranje vozlišč glede na stopnjo, enakomerno naključno izbiranje povezav ter vzorčenje s preiskovanjem v širino. Vsa zmanjšana omrežja so velikosti 15 odstotkov števila vozlišč osnovnega omrežja, kar se je v literaturi izkazalo za dovolj primerno (Leskovec & Faloutsos, 2006) za ohranitev določenih lastnosti osnovnega omrežja. Med metodami združevanja izberemo združevanje glede na skupnosti z izmenjavo oznak. Velikost zmanjšane omrežja je pri združevanju odvisna od števila skupnosti osnovnega omrežja. Posledično so zmanjšana omrežja lahko različno velika. V našem primeru sta omrežji Facebook in DBLP zmanjšani na 5 do 15 odstotkov velikosti osnovnega omrežja, medtem ko je omrežje Twitter zmanjšano na približno 0,5 odstotka velikosti osnovnega omrežja.

V prispevku je poudarek na raziskovanju družbenih omrežij, zato za prikaz ohranjanja lastnosti omrežij pri zmanjševanju izberemo lastnosti, ki bi nas zanimala pri njihovi splošni ali lokalni analizi. Opazujemo porazdelitve petih lastnosti, ki so v podobnih raziskavah prav tako pogosto analizirane (Leskovec & Faloutsos, 2006; Lee, Kim & Jeong, 2006):

- vhodna stopnja: v usmerjenem omrežju pove, koliko povezav kaže v vozlišče;

- izhodna stopnja: v usmerjenem omrežju pove, koliko povezav kaže iz vozlišča;
- stopnja vozlišča: število sosednih povezav (v usmerjenem omrežju seštevek vhodne in izhodne stopnje);
- nakopičenost: gostota ali tranzitivnost omrežja v okolici določenega vozlišča;
- vmesna središčnost (angl. betweenness centrality): število najkrajših poti med vsemi pari vozlišč, ki gredo skozi določeno vozlišče.

Posamezno lastnost osnovnega in zmanjšanega omrežja primerjamo z D -statistiko Kolmogorov-

-Smirnov testa, ki nam pove, koliko sta si podobni dve porazdelitvi (manjša kot je vrednost statistike, večja je podobnost med porazdelitvama). Zaradi nedeterminističnosti metod smo za vse metode izvedli za vsako omrežje pet ponovitev ter izračunali povprečje rezultatov. Rezultate analize prikazuje tabela 2, v kateri so s krepko pisavo označene dobro ohranjene lastnosti (vrednost D -statistike pod 0,2), na sliki 5 pa so podrobneje prikazane porazdelitve posameznih lastnosti osnovnih omrežij v primerjavi z zmanjšanimi.

Tabela 2: Rezultati ohranjanja lastnosti pri zmanjševanju treh družbenih omrežij z različnimi algoritmi

Omrežje	Stopnja	Izhodna stopnja	Vhodna stopnja	Nakopičenost	Vmesna središčnost
Enakomerno naključno izbiranje vozlišč					
Facebook	0,418	0,426	0,399	0,029	0,443
DBLP	0,422	0,351	0,624	0,703	0,277
Twitter	0,297	0,004	0,790	0,031	0,005
Naključno izbiranje vozlišč glede na stopnjo					
Facebook	0,414	0,093	0,101	0,019	0,227
DBLP	0,412	0,066	0,187	0,304	0,080
Twitter	0,430	0,029	0,245	0,028	0,029
Preiskovanje v širino					
Facebook	0,104	0,230	0,228	0,018	0,226
DBLP	0,096	0,094	0,171	0,092	0,136
Twitter	0,072	0,018	0,265	0,031	0,016
Enakomerno naključno izbiranje povezav					
Facebook	0,414	0,137	0,132	0,034	0,224
DBLP	0,426	0,198	0,502	0,767	0,251
Twitter	0,690	0,027	0,068	0,238	0,005
Združevanje glede na skupnosti z izmenjavo oznak					
Facebook	0,451	0,145	0,168	0,113	0,424
DBLP	0,574	0,401	0,219	0,244	0,154
Twitter	0,647	0,995	0,807	0,145	0,948

3.3 Razprava

Iz tabele 2 razberemo, da je pri vseh metodah zmanjševanja najbolj ohranjena nakopičenost omrežja. Izbrane metode najslabše ohranijo stopnje vozlišč, po drugi strani pa se izhodne stopnje vozlišč ohranijo dobro pri vseh metodah razen pri združevanju glede na skupnosti.

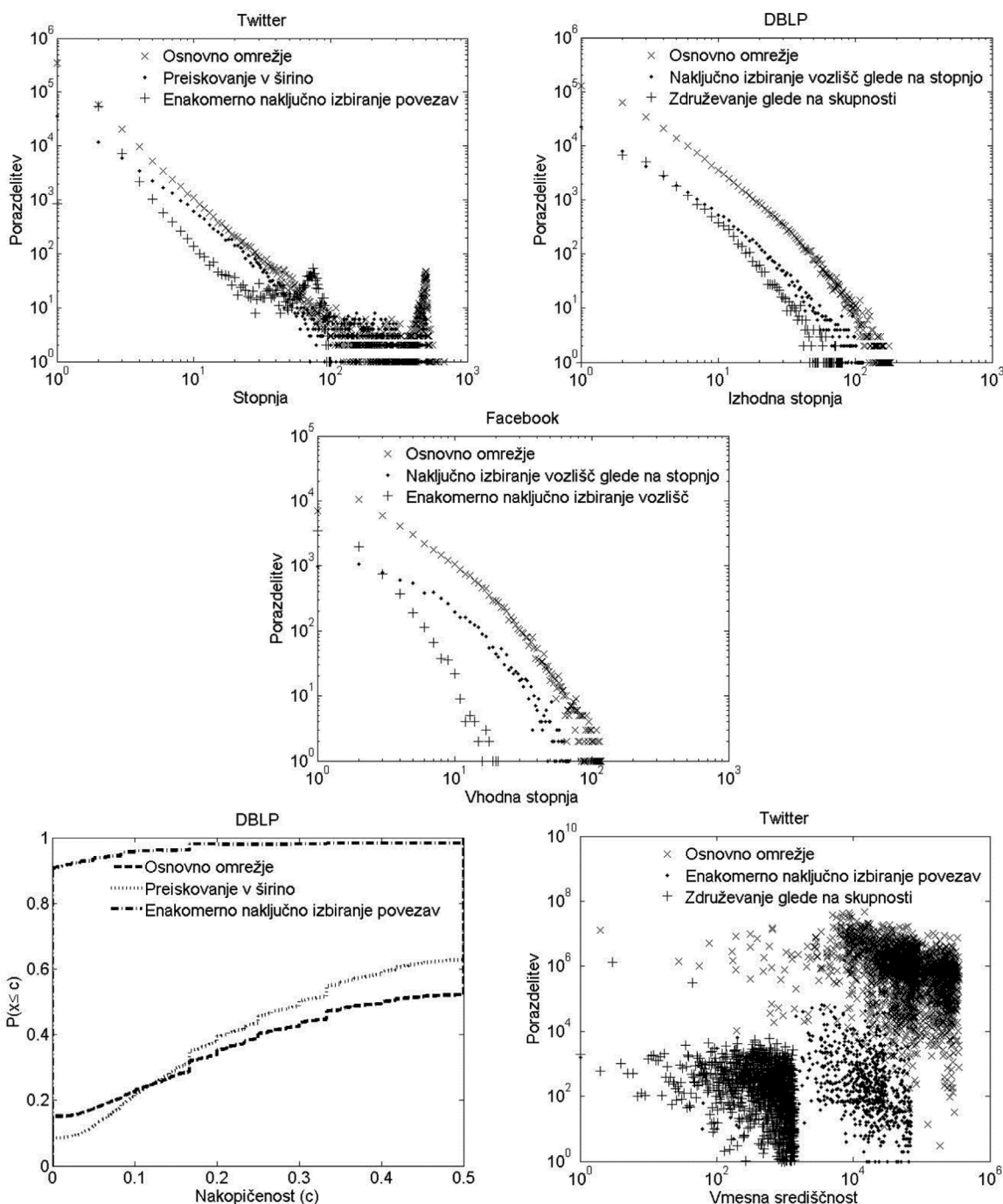
Posamezne lastnosti se pri različnih metodah ohranijo različno dobro (slika 5). Stopnjo vozlišč najbolj ohrani preiskovanje v širino, isto velja za nako-

pičenost. Vmesna središčnost ter vhodna in izhodna stopnja se najmanj spremenijo pri naključnem izbiranju vozlišč glede na stopnjo. Omenimo še, da pri opazovanju ohranjanja lastnosti najbolj izstopa stopnja vozlišč, ki je dobro ohranjena le pri preiskovanju v širino. Ta pristop se izkaže za najboljšega tudi po uspešnosti ohranjanja vseh drugih lastnosti (večina vrednosti pod 0,2). Njegova posebnost v primerjavi z drugimi opazovanimi metodami je v tem, da v vzorec ne zajame več nepovezanih delov omrežja, temveč neki naključno izbrani povezani del omrežja. To

očitno igra pomembno vlogo pri uspešnosti ohranjanja lastnosti med zmanjševanjem.

Malo manj uspešni sta metodi naključno izbiranje vozlišč glede na stopnjo in enakomerno naključno izbiranje povezav, medtem ko se enakomerno na-

ključno izbiranje vozlišč in združevanje glede na skupnosti z izmenjavo oznak izkažeta za najmanj uspešni. Zmanjšano omrežje z enakomernim naključnim izbiranjem vozlišč je precej nepovezano, kar očitno slabo vpliva na ohranjanje lastnosti. Metoda



Slika 5: Primeri ohranjanja lastnosti; prikazane so porazdelitve posameznih lastnosti osnovnega ter zmanjšanih omrežij z najboljšo (druga po vrsti) in najslabšo (tretja po vrsti) metodo (od zgoraj navzdol, od leve proti desni): porazdelitev stopnje vozlišč za omrežje Twitter, porazdelitev izhodnih stopenj vozlišč za omrežje DBLP, porazdelitev vhodnih stopenj vozlišč za omrežje Facebook, kumulativna porazdelitev nakopičenosti za omrežje DBLP ter porazdelitev vmesne središčnosti za omrežje Twitter

združevanja najbolj med vsemi upošteva strukturo omrežja in je zato tudi časovno zahtevnejša. Prav tako se bolj osredinja na globalno zgradbo omrežja in manj na lokalno, kar pri ohranjanju vseh opazovanih lastnosti pomeni slabost.

Pri (ne)uspešnosti metode združevanja na omrežju Twitter poudarimo, da ima to omrežje velike skupnosti, zato je zmanjšano omrežje majhno (0,5 % velikosti osnovnega omrežja). Posledično so lastnosti slabše ohranjene v primerjavi z drugimi metodami, pri katerih je velikost zmanjšane 15 odstotkov velikosti osnovnega omrežja.

Glavna uporabna vrednost zmanjševanja omrežij se kaže v tem, da je analiza manjšega omrežja razumljivejša, prav tako pa zanjo porabimo manj časa. Posebno je to lahko uporabno pri analizi velikega omrežja, ki se ne spreminja veliko. Tako omrežje zmanjšamo in ga do naslednje večje spremembe uporabljamo za analizo. To na primer uporabljajo oglaševalci, ki testirajo širjenje novic o novih produktih na zmanjšanem omrežju in učinkovite pristope uporabijo na velikem omrežju (Ebbes, Huang & Rangaswamy, 2012). Podobno velja tudi za analizo drugih dinamičnih procesov (širjenje govorice, virusov in bolezni po omrežju). Simulacije takšnih procesov je preprosteje izvajati na manjših omrežjih, pri čemer je ključnega pomena podobnost med osnovnim in zmanjšanim omrežjem.

4 SKLEP

V zadnjih letih, predvsem z razvojem interneta in različnih družabnih mrež na spletu, sistemi, opisani z omrežji, postajajo vse večji in kompleksnejši. Raziskovalci so zato predlagali številne pristope za zmanjševanje velikih omrežij, ki omogočajo preprostejšo, hitrejšo ter bolj razumljivo analizo. Pomembno pri tem je, da se med zmanjševanjem čim manj spremenijo različne lastnosti omrežja.

V prispevku smo predstavili pristope za zmanjševanje družbenih omrežij. Na treh primerih omrežij iz realnega sveta smo prikazali delovanje različnih pristopov za zmanjševanje in opazovali ohranjanje pomembnih lastnosti omrežij med zmanjševanjem. Rezultati so pokazali, da se med analiziranimi metodami najbolj izkaže preiskovanje v širino, ki dobro ohrani vse opazovane lastnosti. Med lastnostmi se pri večini metod zmanjševanja dobro ohranijo izhodna stopnja, nakopičenost in vmesna središčnost.

Glede na to, da smo se pri raziskavi osredinili le na družbena omrežja, glavno možnost za nadaljnje delo pomeni analiza večjega števila omrežij različnih tipov (poleg družbenih še informacijska, tehnološka, biološka) in velikosti. Razširjena analiza bi omogočila iskanje zakonitosti, ki veljajo pri zmanjševanju omrežij, kot na primer primerjava učinkovitosti metod zmanjševanja v odvisnosti od tipa in velikosti osnovnega omrežja. Rezultati te in nadaljnjih raziskav bodo poleg boljšega razumevanja in hitrejših analize omogočali tudi učinkovitejšo uporabo metod za zmanjševanje omrežij.

VIRI IN LITERATURA

- [1] Adler, M. & Mitzenmacher, M. (2001). Towards compressing web graphs. *Proceedings of the Data Compression Conference* (str. 203–212). IEEE.
- [2] Barabási, A. L. & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509–512.
- [3] Batagelj, V. (1997). Notes on blockmodeling. *Social Networks*, 19, 143–155.
- [4] Biedl, T., Brejová, B. & Vinar, T. (2000). Simplifying flow networks. *Mathematical Foundations of Computer Science*, 192–201.
- [5] Blagus, N., Šubelj, L. & Bajec, M. (2012). Self-similar scaling of density in complex real-world networks. *Physica A*, 391, 2794–2802.
- [6] Cohen, R., Erez, K., Ben-Avraham, D. & Havlin, S. (2000). Resilience of the Internet to random breakdowns. *Phys. Rev. Lett.*, 85, 4626.
- [7] Cohen, R. & Havlin, S. (2010). *Complex networks: structure, robustness and function*. Cambridge University Press.
- [8] De Choudhury, M., Lin, Y.-R., Sundaram, H., Candan, K. S., Xie, L. & Kelliher, A. (2010). How does the data sampling strategy impact the discovery of information diffusion in social media. *Proceedings of the 4th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media* (str. 34–41).
- [9] De Nooy, W., Mrvar, A. & Batagelj, V. (2005). *Exploratory social network analysis with Pajek* (št. 27). Cambridge University Press.
- [10] Deo, N. & Litow, B. (1998). A structural approach to graph compression. *Proceedings of the 23th MFCS Workshop on Communications* (str. 91–101). Citeseer.
- [11] Doreian, P., Batagelj, V. & Ferligoj, A. (2004). *Generalized blockmodeling* (št. 25). Cambridge University Press.
- [12] Ebbes, P., Huang, Z. & Rangaswamy, A. (2012). Subgraph sampling methods for social networks: The good, the bad, and the ugly. Available at SSRN 1580074.
- [13] Feder, T. & Motwani, R. (1991). Clique partitions, graph compression and speeding-up algorithms. *Proceedings of the 23th annual ACM symposium on Theory of computing* (str. 123–133). ACM.
- [14] Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Soc. Networks*, 1, 215–239.
- [15] Gilbert, A. C. & Levchenko, K. (2004). Compressing network graphs. *Proceedings of the Link KDD workshop at the 10th ACM Conference on KDD*. Citeseer.
- [16] Girvan, M. & Newman, M. E. J. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 7821–7826.

- [17] Guimerà, R., Danon, L., Díaz-Guilera, A., Giralt, F. & Arenas, A. (2003). Self-similar community structure in a network of human interactions. *Physical Review E*, 68, 065103.
- [18] Hennessey, D., Brooks, D., Fridman, A. & Breen, D. (2008). A simplification algorithm for visualizing the structure of complex graphs. *Information Visualisation 12th International Conference* (str. 616–625). IEEE.
- [19] Hübler, C., Kriegel, H. P., Borgwardt, K. & Ghahramani, Z. (2008). Metropolis algorithms for representative subgraph sampling. *Proceedings of the 8th International Conference on Data Mining* (str. 283–292). IEEE.
- [20] Illenberger, J. & Flötteröd, G. (2011). *Estimating properties from snowball sampled networks*. VSP Working Paper 11-01, TU Berlin, Transport Systems Planning and Transport Telematics.
- [21] Itzkovitz, S., Levitt, R., Kashtan, N., Milo, R., Itzkovitz, M. & Alon, U. (2005). Coarse-graining and self-dissimilarity of complex networks. *Physical Review E*, 71, 016127.
- [22] Karypis, G. & Kumar, V. (1998). A fast and high quality multilevel scheme for partitioning irregular graphs. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 20, 359–392.
- [23] Knoke, D., Yang, S. & Kuklinski, J. H. (2008). *Social network analysis* (št. 2). Sage Publications.
- [24] Krishnamurthy, V., Faloutsos, M., Chrobak, M., Lao, L., Cui, J.-H. & Percus, A. G. (2005). Reducing large internet topologies for faster simulations. *Proceedings of the 4th International IFIP-TC6 Networking Conference* (str. 328–341). Springer.
- [25] Kudelka, M., Horak, Z., Snasel, V. & Abraham, A. (2010). Social Network Reduction Based on Stability. *Computational Aspects of Social Networks* (str. 509–514). IEEE.
- [26] Kunegis, J. (2013). KONECT - the Koblenz Network Collection. Retrieved from <http://konect.uni-koblenz.de/>.
- [27] Lee, S. H., Kim, P.-J. & Jeong, H. (2006). Statistical properties of sampled networks. *Physical Review E*, 73, 016102.
- [28] Leskovec, J., Kleinberg, J. & Faloutsos, C. (2007). Graph evolution: Densification and shrinking diameters. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 1, 1–40.
- [29] Leskovec, J. (2009). Stanford Network Analysis Project. Retrieved from <http://snap.stanford.edu/index.html>.
- [30] Leskovec, J. & Faloutsos, C. (2006). Sampling from large graphs. *Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (str. 631–636). ACM.
- [31] Milo, R., Shen-Orr, S., Itzkovitz, S., Kashtan, N., Chklovskii, D. & Alon, U. (2001). Network motifs: Simple building blocks of complex networks. *Science*, 298, 824–827.
- [32] Newman, M. E. J. (2002). Assortative mixing in networks. *Phys. Rev. Lett.*, 89, 208701.
- [33] Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45, 167–256.
- [34] Newman, Mark E. J. (2010). *Networks: an introduction*. Oxford University Press.
- [35] Page, L., Brin, S., Motwani, R. & Winograd, T. (1999). The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web. *Stanford InfoLab*.
- [36] Pržulj, N., Wigle, D. A. & Jurisica, I. (2004). Functional topology in a network of protein interactions. *Bioinformatics*, 20, 340–348.
- [37] Price, D. J. de S. (1965). Networks of scientific papers. *Science*, 149, 510–515.
- [38] Rozenfeld, H. D., Gallos, L. K., Song, C. & Makse, H. A. (2008). Fractal and transfractal scale-free networks. *e-print arXiv:08082206v1*.
- [39] Song, C., Gallos, L. K., Havlin, S. & Makse, H. A. (2007). How to calculate the fractal dimension of a complex network: The box covering algorithm. *Journal of Statistical Mechanics*, 2007, 03006.
- [40] Song, C., Havlin, S. & Makse, H. A. (2005). Self-similarity of complex networks. *Nature*, 433, 392–395.
- [41] Stumpf, M. P., Wiuf, C. & May, R. M. (2005). Subnets of scale-free networks are not scale-free: sampling properties of networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 4221–4224.
- [42] Šubelj, L. & Bajec, M. (2012a). Ubiquitousness of link-density and link-pattern communities in real-world networks. *Eur. Phys. J. B*, 85, 32.
- [43] Šubelj, L. & Bajec, M. (2012b). Software systems through complex networks science: Review, analysis and applications. *Proceedings of the KDD Workshop on Software Mining* (str. 9–16). Beijing, China.
- [44] Šubelj, L. & Bajec, M. (2011). Robust network community detection using balanced propagation. *The European Physical Journal B*, 81, 353–362.
- [45] Tian, Y., Hankins, R. A. & Patel, J. M. (2008). Efficient aggregation for graph summarization. *Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data* (str. 567–580). ACM.
- [46] Toivonen, H., Mahler, S. & Zhou, F. (2010). A framework for path-oriented network simplification. *Advances in Intelligent Data Analysis IX*, 220–231.
- [47] Viswanath, B., Mislove, A., Cha, M. & Gummadi, K. P. (2009). On the evolution of user interaction in facebook. *Proceedings of the 2nd ACM workshop on Online social networks* (str. 37–42). ACM.
- [48] Walker, D., Xie, H., Yan, K.-K. & Maslov, S. (2007). Ranking scientific publications using a model of network traffic. *J. Stat. Mech.*, 2007, P06010.
- [49] Watts, D. J. & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of small-world networks. *Nature*, 393, 440–442.
- [50] Yang, J. & Leskovec, J. (2012). Defining and evaluating network communities based on ground-truth. *Proceedings of the ACM SIGKDD Workshop on Mining Data Semantics* (str. 3). ACM.
- [51] Zachary, W. W. (1977). An information flow model for conflict and fission in small groups. *Journal of anthropological research*, 452–473.
- [52] Zhou, W. X., Jiang, Z. Q. & Sornette, D. (2007). Exploring self-similarity of complex cellular networks: The edge-covering method with simulated annealing and log-periodic sampling. *Physica A*, 375, 741–752.
- [53] Zhou, Y., Cheng, H. & Yu, J. X. (2009). Graph clustering based on structural/attribute similarities. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 2, 718–729.

■

Neli Blagus je mlada raziskovalka v Laboratoriju za podatkovne tehnologije na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Raziskovalno se ukvarja z analizo omrežij.

■

Lovro Šubelj je asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Poučuje predvsem predmete s področja podatkovnih baz. Raziskovalno se ukvarja z analizo realnih omrežij, natančneje z odkrivanjem značilnih skupin vozlišč v velikih kompleksnih omrežjih. Je avtor ali soavtor številnih prispevkov v strokovnih in znanstvenih publikacijah.

■

Aljaž Zrnec je magistriral leta 2002 na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Leta 2006 je doktoriral s področja konstruiranja metodologij. Zaposlen je v Laboratoriju za podatkovne tehnologije kot asistent za področje podatkovnih baz. Na raziskovalnem področju se ukvarja s konstruiranjem metodologij, podatkovnimi bazami NoSQL in računalništvom v oblaku. Je avtor ali soavtor številnih prispevkov v strokovnih in znanstvenih publikacijah.

■

Marko Janković je mladi raziskovalec v Laboratoriju za podatkovne tehnologije na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Njegova glavna raziskovalna področja obsegajo dogodkovno vodene arhitekture, procesiranje in rudarjenje po podatkovnih tokovih ter internet stvari.

■

Marko Bajec je izredni profesor na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer poučuje dodiplomske in podiplomske predmete s področja razvoja informacijskih sistemov in podatkovnih baz. Raziskovalno se ukvarja z metodami in pristopi k snovanju in razvoju informacijskih sistemov, obvladovanjem informatike ter v zadnjih letih predvsem s podatkovnimi tehnologijami za predstavitev, analizo in vizualizacijo podatkov. Leta 2009 je ustanovil Laboratorij za podatkovne tehnologije ter prevzel njegovo vodenje. Je član številnih domačih in tujih združenj, komisij in odborov. V okviru fakultete je vodil več aplikativnih in raziskovalnih projektov. Svoje raziskovalne rezultate in dosežke iz prakse redno objavlja v domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih krogih.

System za avtomatsko gradnjo baze znanja iz spletnih mest

¹Ambrož Stropnik, ²Milan Zorman

¹KiviCOM, d. o. o., Kidričeva 3 a, 2380 Slovenj Gradec

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova 17, 2000 Maribor
ambroz@kivi.si; milan.zorman@uni-mb.si

Izvleček

Spletni portali vsebujejo ogromno podatkov in informacij, ki so v večini primerov zapisani v nestrukturirani obliki in tako najlaže berljivi. Za računalnik je branje in obdelava takšnih podatkov in informacij vse prej kot lahko opravilo. Ker danes težimo k vse večji avtomatiki pri obdelavi informacij in ker se ne moremo sprijazniti z dejstvom, da bi informacije, objavljene na spletu, ostale neobdelane, potencial za dostop do novih znanj pa neizkoriščen, smo razvili sistem za avtomatsko gradnjo baze znanja s spletnih mest. V članku predstavljamo predlagani sistem, ki s pomočjo vizualne analize portala oziroma algoritma VIPS zgradi bazo znanja, ki jo je mogoče uporabiti v različne namene. Na koncu predlagani sistem za avtomatsko gradnjo baze znanja predstavimo na realnem primeru podjetja Elektra energije, d. o. o., pri čemer z izbrane spletne strani podjetja izdelano bazo znanja tudi predstavimo in analiziramo.

Ključne besede: spletno rudarjenje, semantični splet, besedilno rudarjenje, gradnja ontologij.

Abstract

Automatic Construction of a Knowledge Base from Websites

Web portals contain a lot of information, mostly represented in unstructured form and as such intended for reading and comprehension by humans, while the processing of such information by computer is a very complicated task. Because of an increased need for automated information processing, raw and unexploited information as well as untapped knowledge is seem wasteful. For that reason we developed a system for the automatic construction of a knowledge base from websites. The paper presents the aforementioned system for knowledge base construction using the VIPS algorithm that can be used for many different purposes. The system is demonstrated through an implementation on the website of the Elektro energija enterprise. The paper closes with an analysis and evaluation of the resulting knowledge base constructed in the course of the experiment.

Key words: Web mining, Semantic web, Text mining, Ontology building.

1 UVOD

Svetovni splet je v zadnjih desetih letih doživel pravi razcvet. Vede in nevede ga uporabljamo pravzaprav povsod, na vsakem koraku, tako v prostem času kot na delovnem mestu. Najbolj pogosto ga uporabljamo za pridobivanje različnih informacij, saj lahko trdimo, da je postal eden izmed največjih in najpogostejše izkoriščanih tovrstnih virov. Informacije, ki jih iščemo prek svetovnega spleta, pridobivamo z različnih portalov (npr. novice, tv spored, cene električne energije). Največkrat iskano informacijo preberemo ali preprosto prenesemo datoteke, ki vsebujejo iskano informacijo (npr. predstavitevno gradivo, slike). Ne glede na način, kako pridemo do iskane informacije, je pomembno, da je večina podatkov na svetovnem spletu predstavljenih s pomočjo jezika HTML (angl. Hyper Text Markup Language), ki omogoča zelo dobro predstavitev podatkov in informacij in posledično atraktiven prikaz uporabniku prek

ustrezne programske opreme (npr. Internet Explorer). Z vidika računalnika pa so informacije neurejene in nestrukturirane in posledično težje obvladljive za računalniško obdelavo. Poleg velike količine informacij, dostopnih na spletu, ki so pravilne, se vmes najdejo navedbe, ki so zavajajoče ali nepravilne. Upoštevanje opcije morebitnega novega znanja, ki se zna ravnati zaradi novosti znajti med nepravilnim, še dodatno oteži nalogo. A za uspešno ločevanje med dobrimi, koristnimi podatki in informacijami s spleta, med smetmi in novim znanjem, je treba najprej nestrukturirane podatke in informacije spraviti v obliko, ki bo z računalniško ali ročno obdelavo lažje obvladljiva.

V prispevku predstavljamo naš pogled na pridobivanje podatkov in informacij s svetovnega spleta in njihov zapis v obliko, ki temelji na sodobnih tehnolo-

gijah Web 3.0. V razdelku 2 predstavimo različne pristope obdelave podatkov in informacij s svetovnega spleta, ki so pomembno vplivali na razvoj sistema. Razdelek 3 je namenjen predstavitvi tehnologij, ki so bile uporabljene v sistemu za avtomatsko gradnjo baze znanja s spletnih mest. Jedro prispevka je razdelek 4, v katerem predstavimo razvito rešitev in eksperiment na konkretnem primeru.

2 SVETOVNI SPLET IN PRIDOBIVANJE PODATKOV IN INFORMACIJ S SVETOVNEGA SPLETA

Pridobivanje podatkov in informacij s svetovnega spleta tako postaja vedno bolj pomembno tudi za računalnike, saj lahko različne povezave (angl. Links) razkrivajo mnogo več informacij, kot jih uporabnik zazna pri uporabi svetovnega spleta. Na to je v preteklosti že opozarjal eden od gurujev svetovnega spleta Tim Barnes-Lee, ki je predstavil idejo o semantičnem spletu, ki ga nekateri imenujejo tudi Web 3.0. Vendar moramo obstoječe portale in pripadajoče spletne strani ustrezno obdelati, če želimo ustvariti povezave med podatki in informacijami na spletu, ki bodo preprosto berljive za stroj oz. računalnik. Obdelavo podatkov in informacij s svetovnega spleta v grobem delimo v dve skupini, in sicer rudarjenje struktur spletnih strani (angl. Web Structure Mining) ter rudarjenje vsebine spletnih strani (angl. Web Content Mining) (Liu, 2011), ki se med seboj z različnimi metodami tudi prekrivata. Med splošno znane metode spletnega rudarjenja spadata tudi zelo znana algoritma PageRank in HITS, ki ju uporabljajo predvsem spletni iskalniki za indeksiranje vsebine spletnih strani (Liu, 2011; Han & Kamber, 2006).

Različni raziskovalci so se z razvojem tehnologij s področja spletnega rudarjenja različno lotevali pridobivanja in obdelave podatkov in informacij s spleta. Nekateri so se osredinjali le na pridobivanje, medtem ko so drugi naredili korak naprej in so na podlagi pridobljenih podatkov in informacij delali tudi semantične povezave med njimi. Tako velja omeniti primere pristopov segmentiranja spletnih strani in gradnje baze znanja, po katerih smo se zgledovali.

1) Toledo-Alvarado idr. so predstavili metodo za avtomatsko gradnjo ontologij oz. baze znanja iz zbirke besedilnih dokumentov. Njihova procedura temelji izključno na tehnologijah podatkovnega rudarjenja. Njena posebnost je v tem, da se pri gradnji ne upira na zunanje vire oz. slovarje (Tole-

do-Alvarado, Guzman-Arenas, & Martinez-Luna, 2012).

- 2) Gunasundari in Karthikeyan sta predstavila svojo metodo za pridobivanje podatkov in informacij s svetovnega spleta na podlagi povezav. Metoda lahko odkrije vsebino strani (segment), ki je v skladu s številom ločil in razmerjem števila znakov, ki niso del povezave, in s številom znakov, ki so del povezave (Gunasundari & Karthikeyan, 2012).
- 3) Gawrysiak idr. so predstavili sistem Text-Onto-Miner (TOM), ki je v bistvu sistem za analizo naravnega jezika (angl. Natural Language Analysis System). V okviru tega so razvili in izvedli nekaj algoritmov ter pristopov za polavtomatsko gradnjo ontologij. Pri tem so se upirali na tehnologije besedilnega rudarjenja in metod procesiranja naravnega jezika (Gawrysiak, Protaziuk, & Rybinski, 2012).
- 4) Mehta idr. so opisali implementiran algoritem za pridobivanje semantične strukture spletnih dokumentov, ki temelji na algoritmu VIPS in klasifikatorju Naive Bayes. Ta ima samo nalogo združevanja segmentov, ki spadajo v isti razred (Mehta, Mitra, & Karnick, 2012).

3 METODE IN TEHNOLOGIJE ZA AVTOMATSKO GRADNJO BAZE ZNANJA

Gradnja baze znanje je opravilo, ki je večinoma rezervirano za eksperte oz. skrbnike baz znanja (angl. knowledge worker), ki na podlagi popisanega in lastnega znanja ustvarijo bazo znanja za področje, ki ga obvladujejo (Vasić, 2004). Če želimo zgraditi bazo znanja, moramo imeti predznanje ali podatke in informacije, ki bodo jedro baze znanja. Pri tem moramo opozoriti, da sami podatki in informacije niso dovolj in še ne pomenijo znanja. Treba jih je ustrezno povezati med seboj (Stropnik, 2006; Vasić, 2004). Šele povezani podatki so znanje, ki ga predstavimo na želeni način. Najpogosteje znanje predstavimo z zemljevidom znanja. Če povzamemo, potrebujemo za gradnjo baze znanja te korake (Vasić, 2004):

- pridobitev podatkov in informacij, na katerih bo temeljila baza znanja;
- definiranje ustreznih povezav med predhodno pridobljenimi podatki in informacijami, ki služijo za povezavo in so surovina za bazo znanja;
- zapis in predstavitev povezanih podatkov z ustreznim jezikom oz. notacijo.

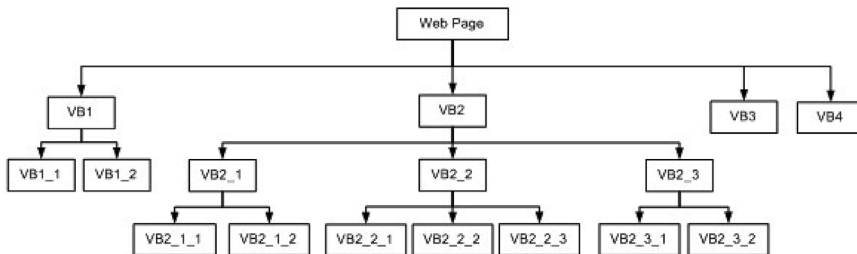
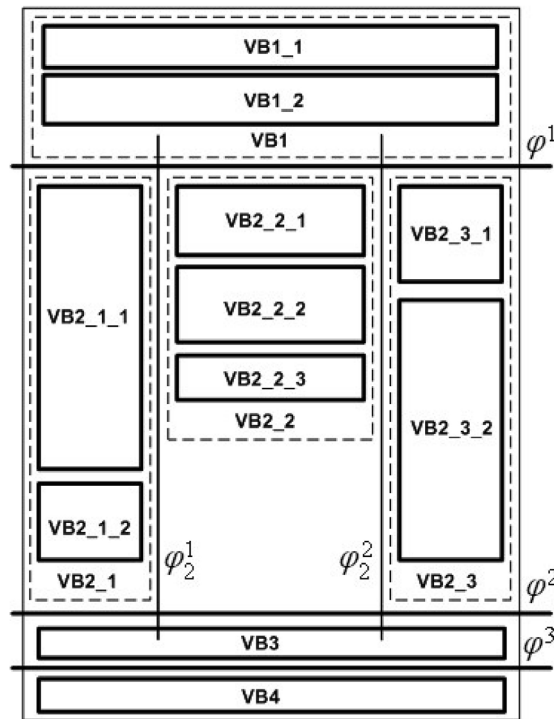
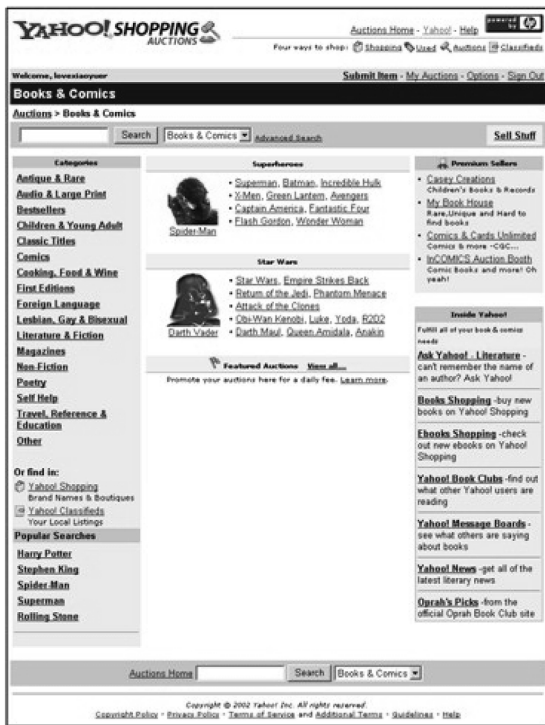
V nadaljevanju predstavimo postopek za vizualno analizo spletne strani, ki je eden od možnih načinov za pridobivanje podatkov in informacij s posamezne spletne strani, in sicer po principu deljenja strani na segmente.

3.1 Vizualna analiza spletnih strani

Spletne strani za svojo predstavitev vsebine uporabljajo jezik HTML, ki do določene mere strukturira podatke posamezne spletne strani. Osnovna struktura spletne strani je struktura DOM (angl. Document Object Model). To je drevesna struktura, pri kateri je vsaka značka HTML vozlišče v drevesni strukturi. Tako je spletna stran segmentirana z nekaterimi predefiniranimi strukturnimi značkami, ki vsebujejo pomembne informacije. Te značke so odstavek, tabela, list, glava itd. (Han & Kamber, 2006).

Na žalost je v praksi pridobivanje podatkov in informacij iz strukture spletne strani DOM zelo zapleteno opravilo, saj je jezik HTML po eni strani zelo fleksibilen, po drugi strani pa se lahko zgodi, da spletna stran ni zgrajena po standardu W3C HTML, zaradi česar ima nepravilno strukturo (Han & Kamber, 2006).

Ena izmed najbolj znanih in uspešnih metod na tem področju je algoritem VIPS (angl. Vision-Based Page Segmentation), ki so ga razvili in predstavili Microsoftovi raziskovalci (Deng, Shipeng, Ji-Rong, & Wei-Ying, 2003). Naloga algoritma je izluščiti semantično strukturo spletne strani glede na njen dizajn, in sicer tako kot bi storil uporabnik človek. Na sliki 1 je prikazan primer segmentacije spletne strani z uporabo metode VIPS (Deng, Shipeng, Ji-Rong, & Wei-Ying, 2003; Han & Kamber, 2006).



Slika 1: Prikaz delovanja algoritma VIPS (Vir: Deng, Shipeng, Ji-Rong, Wei-Ying, 2003)

Algoritem temelji na predpostavki, da je mogoče vsako spletno stran predstaviti kot t. i. trojko, ki je sestavljena iz množice območij oz. segmentov, množice ločevalnikov (vodoravne ali navpične linije, ki ločujejo segmente med seboj) in množice relacij med segmenti (Deng, Shipeng, Ji-Rong, & Wei-Ying, 2003; Han & Kamber, 2006). Omenjena predpostavka velja tudi za posamezni segment, ki ga obravnavamo kot podstran spletne strani.

Algoritem sestoji iz treh korakov: izluščevanje segmentov in ločevalnikov ter izdelava drevesne strukture. Postopek se izvaja rekurzivno za vsak segment, in sicer po principu od zgoraj navzdol. Tako algoritem spletno stran v prvem koraku razdeli na nekaj večjih segmentov, pri čemer se izluščijo ločevalniki in se rezultat doda v drevesno strukturo. V drugem koraku se postopek rekurzivno ponovi iz vsakega segmenta. Postopek se ponavlja tako dolgo, dokler posameznega segmenta ni več mogoče razdeliti na več podsegmentov (Deng, Shipeng, Ji-Rong, & Wei-Ying, 2003).

Končni rezultat algoritma je drevesna struktura segmentov, v kateri vsako vozlišče vsebuje t. i. vrednost DoC (angl. Degree of Coherence), ki določa skladnost vsebine segmenta in temelji na vizualni percepciji (Deng, Shipeng, Ji-Rong, & Wei-Ying, 2003).

3.2 Besedilno rudarjenje

Besedilno rudarjenje lahko označimo kot procesiranje nestrukturiranih besedilnih podatkov in informacij (npr. besedil), ki so zapisani v naravnem jeziku z namenom iskanja novih znanj (Han & Kamber, 2006). Pri iskanju novih znanj uporabljamo zelo podobne prijeme, tehnike in metode kot pri podatkovnem rudarjenju. Tudi sam proces rudarjenja je zelo podoben kot pri podatkovnem rudarjenju in sestoji iz enakih korakov: izbira/vzorčenje, čiščenje/predobdelava, podatkovno rudarjenje, cenitveni kriterij in predstavitev podatkov in informacij (Han & Kamber, 2006; Zorman idr., 2003). Omeniti velja, da je pri besedilnem rudarjenju zelo velik poudarek na pripravi vhodov za rudarjenje iz besedil. Od priprave je namreč zelo odvisen sam rezultat. Besedilno rudarjenje uporabljamo v več različnih opravilih, kot so (Brezovnik, 2009; Han & Kamber, 2006):

a) **iskanje informacij** (angl. information retrieval) – je eno od bolj pogostih opravil besedilnega rudarjenja in se uporablja pri različnih iskalnikih, pri čemer iskani niz predstavlja iskani vzorec besedila;

b) **klasifikacija besedil** (angl. text classification) – je opravilo, pri katerem besedila umeščamo glede na vsebino v vnaprej določene kategorije; primer uporabe klasifikacije besedil so filtri za nezaželeno pošto;

c) **razvrščanje v gruče** (angl. text clustering) – je oblika klasifikacije besedil, pri kateri kategorije niso znane vnaprej; primer uporabe razvrščanja v gruče je izpis iskalnih zadetkov;

č) **luščenje entitet in konceptov** (angl. entity extraction, concept extraction) – je opravilo, ki odkriva imenovane entitete iz besedil, medtem ko se luščenje konceptov ukvarja z odkrivanjem konceptov v besedilih;

d) **izdelava povzetkov** (angl. text summarization) – je opravilo, ki izdela krajše besedilo, ki opisuje dokument in vsebuje ključno vsebino iz dokumenta.

Poudariti moramo, da se besedilno rudarjenje ne ukvarja z razumevanjem besedil, temveč se s tem področjem ukvarja posebna veja znanosti za procesiranje naravnega jezika (angl. NLP – Natural Language Processing) (Brezovnik, 2009).

V okviru sistema za avtomatsko gradnjo baze znanja, ki ga predlagamo v tem prispevku, je besedilno rudarjenje nadgradnja oz. dopolnitev algoritma VIPs, pri katerem s pomočjo klasifikacijskega algoritma Naive Bayes določimo pomen posameznega segmenta.

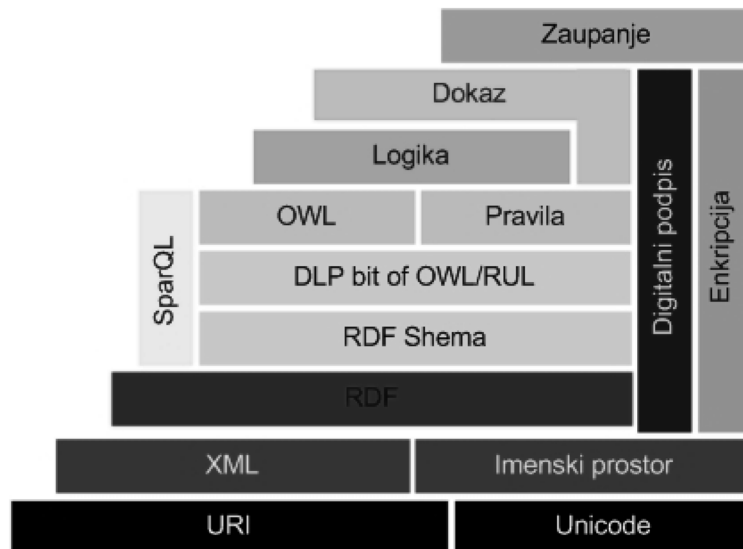
3.1 Semantični splet kot tehnologija za zapis baze znanja

Semantični splet ali Web 3.0, kot ga imenujejo nekateri, je nadgradnja obstoječega svetovnega spleta, pri kateri so spletnim informacijam pripisani nedvoumni, računalniško razumljivi metapodatki, ki bistveno olajšajo sodelovanje med ljudmi in računalniki (Leuf, 2006; Stropnik, 2006; Zarič 2004). Semantični splet definira takšno organiziranost in zapis podatkov, ki je razumljiva tako človeku kot programski opremi za potrebe razumevanja pomena podatkov in samodejnega sklepanja o pomenu in povezavami med posameznimi podatki (npr. elektronskimi dokumenti) (Stropnik, Vasić & Podgorelec, 2006).

V okviru semantičnega spleta je znanje predstavljeno v obliki semantičnih mrež, v katerih so koncepti predstavljeni z jezikom RDF (angl. Resource Description Framework), ki temelji na XML (angl. eXtensible Markup Language), in sicer s pomočjo URI-jev

(angl. Uniform Resource Identifier). Jezik RDF omogoča gradnjo podatkovnega modela za vire in relacije med njimi. Ker poenoteno poimenovanje stvari na podlagi URI-jev ni dovolj za uporabo baz znanja v inteligentnih programih, potrebujemo še dodatno orodje – ontologije (Stropnik, Vasić & Podgorelec, 2006). Ontologija definira pojem, uporabljen za opis in predstavitev področja znanja, ki ga uporabljajo lju-

dje, podatkovne baze in aplikacije, ki hočejo širiti domenske informacije (npr. medicina, popravilo avtomobilov). Zapišemo jih lahko z različnimi jeziki (npr. OIL, DAML+OIL), od katerih W3C priporoča ter najširše uporablja spletni ontološki jezik OWL (angl. Web Ontology Language) (Stropnik, 2006). Nabor tehnologij, ki tvorijo semantični splet, so predstavljene na sliki 2.



Slika 2: Nabor tehnologij semantičnega spleta (Vir: Stropnik, Vasić & Podgorelec, 2006)

Kot je razvidno iz diagrama, prvi dve ravni vzpostavljata skupno sintakso tehnologijam, pri katerih na najnižji ravni zasledimo enolični identifikator vira URI in standard Unicode za zapisovanje in izmenjavo znakov ali simbolov. Raven višje je jezik XML (angl. eXtensible Markup Language), ki definira notacijo za opisovanje metapodatkov. Besedišče dokumenta XML določa eden ali več imenskih prostorov (angl. Namespace). Tretja raven nabora tehnologij semantičnega spleta je jezik RDF, ki je namenjen opisovanju virov, pri čemer je vir opisan z identifikatorjem URI. Pomen je v dokumentih RDF zapisan v obliki trojic, ki se glede na elementarni stavek ujemajo s predstavitevijo osebek – povedek – predmet. Dokument RDF je predstavljen tudi z usmerjenim grafom, ki med seboj povezuje objekte dokumenta. Ontološki slovar je predstavljen s shemo RDF (angl. Resource Description Framework Schema Language) ali jezikom OWL (Stropnik, Vasić & Podgorelec, 2006).

Zaradi vseh omenjenih lastnosti je uporaba tehnolo-

logij semantičnega spleta zelo primerna rešitev za zapis in predstavitev baze znanja. Alternativne rešitve zapisa baze znanja predstavljajo specifični jeziki ekspertnih sistemov, kot so npr. CLIPS, Prolog idr.

4 KiviKM KOT PRAKTIČNI PRIMER REŠITVE

V okviru internega raziskovalnega projekta smo razvili platformo KiviKM (Kivi Knowledge Management) za podporo procesom upravljanja znanja (Stropnik, 2012). KiviKM smo razvili zaradi potreb naših strank, pri katerih je potreba po bolj kompleksnih iskalnikih vse večja, obstoječa orodja pa so premalo učinkovita. Primer takšne kompleksne poizvedbe je »Zakaj je moj račun za električno energijo tako visok«. Na videz preprosto vprašanje je v resnici zelo kompleksno, saj je treba pri iskanju odgovora upoštevati veliko različnih podatkov, kot so podatki, vezani na uporabnika (ponudnik električne energije, tip paketa električne energije itd.), ter drugi podatki in informacije, ki so objavljene na spletnih straneh oz.

svetovnem spletu (npr. različna priporočila, nasveti). Prepričani smo, da je za reševanje tovrstnih vprašanj ključnega pomena ustrezna organiziranost podatkov oz. baza znanja. Platforma KiviKM podpira ves cikel upravljanja z bazo znanja, ki obsega:

- a) pridobivanje znanja,
- b) kodiranje in shranjevanje znanja,
- c) prenos znanja,
- č) uporabo znanja.

Pri razvoju platforme smo dali velik pomen procesu pridobivanja in shranjevanja znanja, pri čemer smo implementirali sistem avtomatske gradnje baze znanja s spletnih mest. Pri izvedbi smo se zgledovali po algoritmu za združevanje segmentov algoritma VIPS, ki so ga v svojem delu predstavili Mehta idr. (Mehta, Mitra & Karnick, 2012), pri čemer smo uporabili podobne prijeme in tehnologije, vendar na drugačen način in za drugačne potrebe. Pri razvoju omenjenega sistema je bil ključnega pomena končni rezultat, in sicer baza znanja, zgrajena iz izbranega spletnega mesta. Ta je morala biti takšna, kot bi jo

```
AnalysePage(URL)
```

```
begin
```

```
    var V=GetVipsSegments(URL);
```

```
    if(V.Classify()==true)
```

```
        BuildOntology(V);
```

```
    Obvesti(V);
```

```
end
```

Prvi korak algoritma, pridobivanje segmentov v drevesni strukturi s spletne strani, je postopek pri katerem je bila uporabljena obstoječa različica algoritma VIPS.

Drugi korak, imenovan klasifikacija segmentov, je eden od ključnih delov algoritma, saj v primeru, da segmenti niso klasificirani, ni mogoča izdelava ontologije. Ta poteka s pomočjo klasifikacijskega algoritma Naive Bayes, ki kot prvi pogoj za delovanje potrebuje ustrezno učno množico, ki vsebuje primere uspešno klasificiranih segmentov. Klasifikacijski algoritem posebej klasificira vsak segment iz drevesne strukture segmentov v ustrezen razred. Pri tem se upošteva tudi verjetnost klasifikacije segmenta, ki mora biti 60-odstotna ali več. V nasprotnem primeru se segment označi kot neklasificiran. Med klasifikacijo segmentov se izvede tudi pridobivanje naslovov posameznih segmentov, in sicer po pravilu stilsko

ročno izdelal skrbnik spletne strani. Za omenjeno opravilo je bila vizualna analiza spletne strani z algoritmom VIPS najbolj primerna izbira. Ker algoritem VIPS ne omogoča identifikacije vsebine posameznih segmentov, je bilo treba izvesti ustrezno nadgradnjo z možnostjo klasifikacije segmentov v ustrezni razred (npr. novice), pri čemer smo si pomagali z metodami besedilnega rudarjenja.

4.1 Algoritem za izdelavo baze znanja s spletne strani

Algoritem, ki smo ga razvili za potrebe gradnje baze znanja s spletne strani, je pravzaprav modifikacija algoritma, ki ga je predstavil Mehta (Mehta, Mitra, & Karnick, 2012), s to razliko, da smo v algoritem vključili klasifikacijo vsebine segmentov spletne strani in predstavitev klasificiranih segmentov v obliki ontologije. Razviti algoritem lahko razdelimo na tri korake, in sicer na pridobivanje segmentov spletne strani, klasifikacijo segmentov in gradnjo ontologije. Spodaj je prikazan psevdokod razvitega algoritma.

```
//pridobimo segmente spletne strani
```

```
//segmente klasificiramo
```

```
//zgradimo ontologijo
```

```
//obvestimo skrbnika o končanem postopku
```

označenih besedil z značkami HTML *h1* – *h6*. Pri tem se vzame prvo besedilo iz segmenta, ki je označeno s stilskimi značkami HTML. Če segment nima ustrezno označenega besedila za naslov, se kot naslov segmenta generira besedilo, ki je sestavljeno iz naziva klasifikacijskega razreda in kombinacije številke ravni in zaporedne številke segmenta na tej ravni (primer Novica-1-2).

Zadnji, tretji korak algoritma za izdelavo baze znanja je izdelava ontologije na podlagi klasificiranih segmentov spletne strani. Gradnja ontologije poteka tako, da je vsak klasifikacijski razred iz učne množice tudi razred v ontologiji. Posledično se najprej kreirajo v ontologiji vsi razredi iz učne množice klasifikacijskega algoritma. Primerke razredov ontologije predstavimo s klasificiranimi segmenti, in sicer s predhodno izluščenimi nazivi segmentov. Za potrebe iskanja po ontologiji se vsebina segmenta zapiše

v lastnost »vsebina«. Povezave med posameznimi razredi oz. njihovimi primerki se kreirajo ob dodajanju primerkov v posamezni razred ontologije. Do- ločajo se glede na drevesno strukturo segmentov, natančneje segment – podsegment. Postopek dodajanja primerkov v ontologijo se zaradi predstavitve segmentov v drevesni strukturi izvaja rekurzivno. Ko je končana izdelava ontologije, se ta shrani in se proži ustrezna funkcija za obveščanje skrbnika sistema.

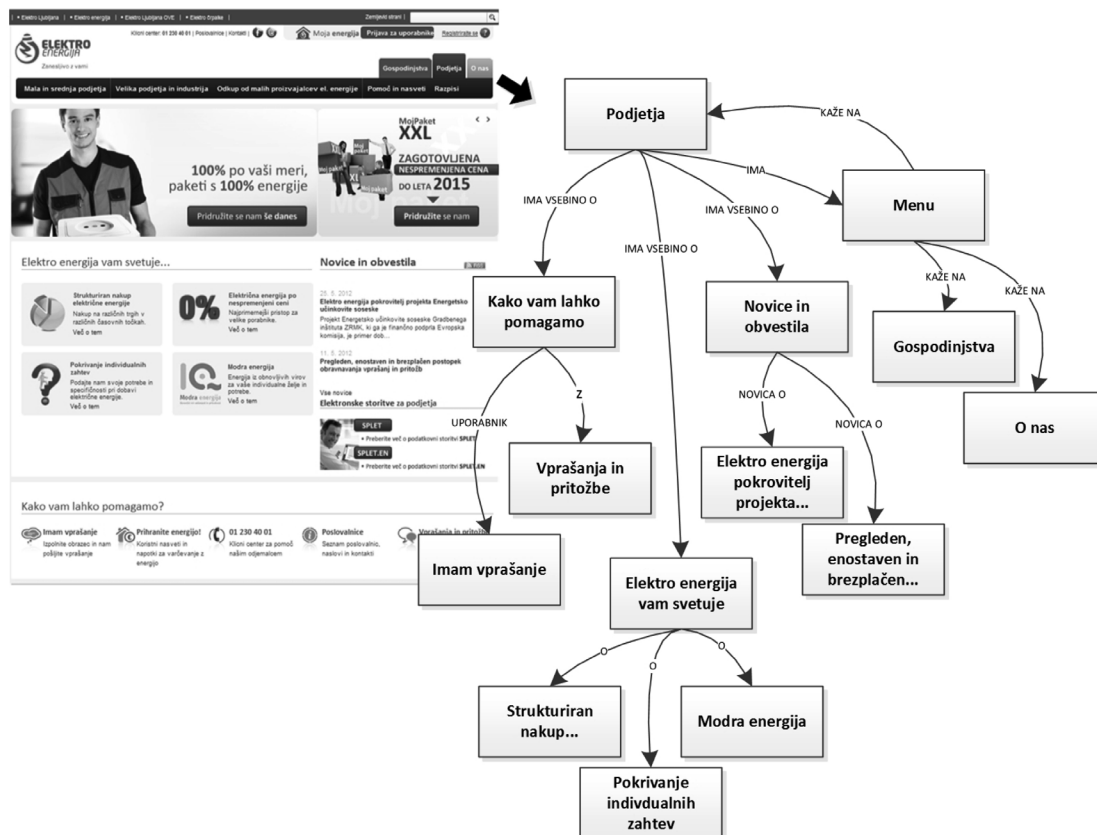
Če gradnja ontologije ni mogoča, kar je v primeru vsaj enega neuspešno klasificiranega segmenta, je skrbnik obveščen o neuspešno klasificiranih segmen- tih. Takrat sistem za te segmente od skrbnika zahte- va, da jih klasificira v ustrezeni razred. Tako klasificirani segmenti se dodajo v učno množico segmentov za klasifikacijski algoritem.

4.2 Praktična uporaba KiviKM na primeru portala Elektro energija, d. o. o.

Algoritem za gradnjo baze znanja s spletne strani smo razvili v okviru platforme KiviKM, ki je bila raz- vita kot programska knjižnica (angl. Class Library),

in sicer z Microsoftovimi tehnologijami, natančneje s programskim jezikom Visual C#. Razlog za imple- mentacijo platforme v obliki programske knjižnice je bil čisto praktične narave, saj je knjižnico mogoče uporabiti tako pri namiznih aplikacijah (angl. Desk- top Application) kot pri portalnih rešitvah (angl. Web Application). Pri implementaciji platforme smo uporabili nekaj obstoječih prosto dostopnih knjižnic, s katerimi smo si olajšali delo. Uporabili smo obsto- ječo implementacijo algoritma VIPS, ki je bila pridob- ljena s portala Microsoft Research oz. Microsoftovih raziskovalcev, ki so razvili omenjeni algoritem (VIPs, 2013), medtem ko smo za potrebe besedilnega rudar-jenja uporabili programsko knjižnico Weka (Weka 3, 2013) in za podporo semantičnim tehnologijam pro- gramsko knjižnico Jena.NET (Jena.NET, 2013).

Izdelani sistem za avtomatsko izdelavo baze zna- nja smo preskusili na portalu podjetja Elektro energija, d. o. o., oz. na njegovi podstrani Podjetja – www. elektro-energija.si/podjetja. Izbrana spletna stran je bila primerna za preverjanje delovanja izdelanega sistema, ker je dovolj preprosta, da je obvladljiva za



Slika 3: Prikaz izdelane baze znanja s spletne strani

preverjanje, in hkrati vsebuje tudi preostale gradnike spletne strani, ki pomembno vplivajo na gradnjo baze znanja (npr. pasice in vsebine).

V okviru preskusa smo se osredinjali na preverjanje rezultata implementiranega algoritma, pri čemer smo izvedli primerjavo ontologije omenjene spletne strani podjetja Elektro energija, d. o. o., izdelane z razvitim algoritmom in ontologijo, ki jo je razvil skrbnik spletnega mesta podjetja Elektro energija, d. o. o.

Pogoj za izvedbo preskusa je bila priprava učne množice klasifikatorja segmentov, pri čemer smo s pomočjo algoritma VIPS segmentirali osemdeset naključno izbranih spletnih strani portala Elektro energija, d. o. o., in jih ustrezno klasificirali v razrede: spletna stran, glava portala, noga portala, vertikalna navigacija, horizontalna navigacija, območje (segment), novice in obvestila ter besedilo.

Slika 3 prikazuje izdelano ontologijo izbrane spletne strani podjetja Elektro energija, d. o. o., ki je bila izdelana z razvitim algoritmom.

Ontologija, ki jo je razvil skrbnik sistema, se je nekoliko razlikovala od ontologije, ki je bila razvita s platformo KiviKM, kar je bilo tudi pričakovano. Vendar je bila ta razlika vidna pri poimenovanju razredov ontologije (npr. novice – novice in obvestila). Z vidika vsebine sta bili ontologiji enaki.

Ker pa primerjava izdelane ontologije s pomočjo razvitega algoritma z ontologijo, ki jo je razvil domenski ekspert, še ne pomeni uporabne vrednosti, smo izvedli eksperiment, s katerim smo preverili uporabnost izdelane ontologije. Pri tem smo uporabili pogosta vprašanja (angl. Frequently Asked Questions – FAQ) na spletni strani podjetja Elektro energija, d. o. o.



Slika 4: **Stran Pogosta vprašanja in odgovori portala podjetja Elektro energija, d. o. o.**

Za ta vprašanja smo se odločili, ker jih postavljajo uporabniki najpogosteje in nanje že poznamo odgovore. To je pomemben podatek za preverjanje pravilnosti rezultatov iskanja po ontologiji. Ker je predstavljena rešitev gradnje baze znanja pilotska rešitev, ki je omejena na določeno spletno stran, smo se omejili le na tista vprašanja, ki se nanašajo na spletno stran, s katere je bila izdelana baza znanja.

Vprašanja smo pretvorili v ustrezno obliko povpraševalnega jezika SPARQL (angl. Simple Protocol And RDF Query Language), s katerim smo izvedli poizvedbe po podatkih iz ontologije. Pri tem smo iskali po lastnostih razredov vsebina, v katerih je zapisana vsebina posameznega segmenta. Rezultate, ki smo jih dobili, smo primerjali z odgovori, ki so bili podani poleg vprašanj v okviru spletne strani. Pozitivne rezultate smo dosegli pri vprašanjih, pri katerih je bil odgovor del vprašanja objavljene novice oziroma članka. Tako smo kot odgovor na vprašanje dobili povezavo na članek, ki vsebuje odgovor na vprašanje. Medtem ko pri vprašanjih, ki niso bila del

odgovora, oziroma pri člankih, objavljenih v okviru spletne strani, nismo našli novic. Razlog za to gre iskati v samem obsegu ontologije, ki je bil osredinjen na točno določeno spletno stran in na novice, objavljene na njej.

4.3 Analiza delovanja sistema

V okviru preskusa delovanja sistema smo izvedli dva eksperimenta, in sicer primerjavo ontologij, pri čemer je bila ena izdelana na razviti platformi, drugo pa je izdelal skrbnik sistema za izbrano spletno stran, v okviru drugega eksperimenta pa smo preverjali uporabnost ontologije, razvite na platformi. Na podlagi prvega preskusa ugotavljamo, da je sistem upravičil naše zahteve in izdelal bazo znanja z izbrane spletne strani, tako kot je bilo pričakovano in zahtevano – kot bi jo izdelal domenski ekspert.

V tabeli 1 predstavljamo analizo SWOT razvitega sistema za avtomatsko gradnjo baze znanja, ki je bila izdelana na podlagi uporabe sistema na prikazanem primeru.

Tabela 1: Analiza SWOT

Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baza znanja, izdelana na zelo podoben način, kot bi jo izdelal ekspert ▪ Pridobitev podatkov in informacij s portalov ▪ Za računalnik in človeka lažje berljivi podatki ▪ Možnost zelo široke uporabe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na začetku velika odvisnost od skrbnika sistema ▪ Počasna obdelava portalov zaradi časovne odvisnosti algoritma VIPS ▪ Potreben nadzor skrbnika baz znanja ▪ Vsa vsebina posameznega segmenta, predstavljena v lastnostih ontologije
Priložnosti	Pasti
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Možnost povezave več izdelanih baz znanja v enotno bazo znanja – povezani splet ▪ Predlagane tehnologije (semantični splet) omogočajo preprost prenos znanja prek spleta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uspešnost implementirane metode je odvisna tudi od domenskega eksperta (definirani razredi). ▪ Možnost napak pri klasifikaciji segmentov in zaradi tega napačno zgrajena baza znanja ▪ Verzije jezika HTML (npr. verzija 5) in nadgradnja algoritma VIPS

Iz izdelanega primera in prvega preskusa smo ugotovili, da je ena od prednosti tega pristopa gradnje baze znanja vsekakor preprost zapis znanja v smislu primerjave baze znanja in same spletne strani. Kot veliko priložnost velja omeniti preprosto povezljivost tako razvite baze znanja z drugimi ontologijami, kar lahko pomeni veliko dodano vrednost – preprost prenos znanja prek spleta. Po drugi strani pa je cena za takšen pristop časovna odvisnost, predvsem algoritma VIPS (Deng, Shipeng, Ji-Rong & Wei-Ying, 2003), in odvisnost od skrbnika sistema pri ustrezni pripravi učnih vzorcev klasifikatorja segmentov. Prav tako je ena od večjih pasti vsekakor vpliv skrbnika sistema pri označevanju neklasificiranih

ranih segmentov. V tem primeru lahko pride do napačne klasifikacije, kar pomeni napačno delovanje sistema.

Drugi del preskusa, v okviru katerega smo preverjali uporabnost razvite ontologije s pomočjo platforme, nakazuje nekatere pomanjkljivosti. Čeprav je bil preskus uspešen in smo na večino vprašanj dobili ustrezne odgovore, so bili ti povprečni. Odgovor na vprašanje »Kako ugotovimo povprečno dnevno porabo?« iz ontologije je bil »Odgovor na vaše vprašanje je zapisan v članku Pokrivanje individualnih zahtev«, kar je primerljivo z iskalnimi rezultati konvencionalnih iskalnikov (npr. Google). Razlog za povprečne odgovore gre iskati v sami gradnji ontologije,

ki se osredinja le na gradnjo iz segmentov posamezne spletne strani. Vsebina posameznih segmentov, ki je lahko eden od pomembnejših nosilcev znanja, ostaja premalo obdelana s semantičnimi tehnologijami. Nadaljnji razvoj platforme bo v prihodnje usmerjen v več smeri, in sicer izdelavo ontologije na ravni celotnega portala, semantično obdelavo posameznih segmentov in ne nazadnje vključitev pilotne rešitve v okviru e-storitev, ki so na voljo uporabnikom portala Elektro energija, d. o. o.

5 SKLEP

V članku smo predstavili v okviru platforme KiviKM razvit sistem za avtomatsko gradnjo baze znanja s spletnega mesta, ki temelji na različnih tehnologijah, kot so VIPS, besedilno rudarjenje in semantične tehnologije. Delovanje razvitega sistema smo demonstrirali in analizirali na izbranem primeru spletne strani, pri čemer so bili rezultati sistema v okviru pričakovanih. Naše nadaljnje delo v podjetju bo usmerjeno v nadgradnjo in prilagoditev razvite platforme za potrebe naših projektov, katero bomo v prihodnosti tudi vključevali tako pri nadgradnjah obstoječih projektov (npr. Elektro energija, d. o. o.) kot tudi pri novih.

6 VIRI IN LITERATURA

- [1] Berners-Lee, T. (2013). *Putting the Web back into Semantic Web*. ISWC2005 Keynote. <http://www.w3.org/2005/Talks/1110-iswc-tbl> (19. 2. 2013).
- [2] Brezovnik, J. (2009). *Programsko ogrodje za procesiranje besedil v naravnem jeziku*. Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor.
- [3] Deng Cai, Shipeng Yu, Ji-Rong Wen & Wei-Ying Ma (2003). *VIPS: a Vision-based Page Segmentation Algorithm*. Microsoft Research Technical Report, November 1.
- [4] Gawrysiak, P., Protaziuk, G. & Rybinski, H. (2012). *Experiments with semi automated ontology building using text ontology miner*. <http://iis.ipipan.waw.pl/2008/proceedings/iis08-31.pdf> (26. 9. 2012).
- [5] Gunasundari, R. & Karthikeyan, S. (2012). *A Study of content Extraction From Web Pages Based on links*. <http://airccse.org/journal/ijdkp/papers/2312ijdkp03.pdf> (26. 9. 2012).
- [6] Han, J. & Kamber, M. (2006). *Data Mining Concept and Techniques*. Second Edition, Elsevier.
- [7] Jena .NET (2013). *Flexible .NET port of the Jena semantic web toolkit*. http://semanticweb.org/wiki/Jena_.NET (19. 2. 2013).
- [8] Leuf, B. (2006). *The semantic web*. Crafting Infrastructure for Agency. Sloko CIGRÉ, Ljubljana.
- [9] Liu, B. (2011). *Web Data Mining Exploring Hyperlinks, Context and usage data*. Second edition, Springer.
- [10] Mehta, R. R., Mitra, P. & Karnick, H. (2012). *Extracting Semantic Structure of Web Documents Using Content and Visual Information*. http://cse.iitkgp.ac.in/~pabitra/paper/www05_semantic.pdf (4. 12. 2012).
- [11] Stropnik, A., Vasić, V. & Podgorelec, V. (2006). *Potencial tehnologij semantičnega spleta v industrijskem podjetju*. GiB – Bilten strokovnih informacij Gorenja, Velenje.
- [12] Stropnik, A. (2006). *Potencial tehnologij semantičnega spleta v razvojnem podjetju*. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor.
- [13] Stropnik, A. (2012). *Spletna mesta tretje generacije*. Poročilo v okviru podiplomskega študija. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor.
- [14] Toledo-Alvarado, J. I., Guzman-Arenas, A. & Martinez-Luna, G. L. (2012). *Automatic building of an ontology from a corpus of text documents using data mining tools*. www.jart.ccadet.unam.mx/vol10_3/automatic_9.pdf (4. 12. 2012).
- [15] Vasić, V. (2004). *Prenos znanja v Gorenju – Zemljevid znanja*. GiB – Bilten strokovnih informacij Gorenja, Velenje.
- [16] VIPS. (2013). *a Vision based Page Segmentation Algorithm*. <http://www.cad.zju.edu.cn/home/dengcai/VIPS/VIPS.html> (18. 2. 2013).
- [17] WEKA 3. (2013). *Data Mining with Open Source Machine Learning Software in Java*. <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka> (19. 2. 2013).
- [18] Zarič, D. (2004). *Semantični splet*. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor.
- [19] Zorman, M., Podgorelec, V., Lenič, M., Povalej, P., Kokol, P. & Tapajner, A. (2003). *Inteligentni sistemi in profesionalni vsakdan*. Univerza v Mariboru, Center za interdisciplinarne in multidisciplinarne raziskave in študije UM, Maribor.

Ambrož Stropnik je leta 2006 diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru in se istega leta zaposlil v podjetju Gorenje, d. d., kot razvijalec spletnih aplikacij za podporo poslovanja. Od leta 2010 je zaposlen v podjetju KiviCOM, d. o. o., kot vodja razvoja. Je tudi študent doktorskega študija na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, v okviru katerega se ukvarja z raziskovanjem, pridobivanjem in predstavitvijo znanja s spletnih mest.

Milan Zorman je redni profesor na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Njegovo področje raziskav so klasični in hibridni inteligentni sistemi ter njihova aplikacija na različnih področjih s poudarkom na medicini in zdravstvu. Je predstojnik Inštituta za kompleksne in inteligentne sisteme na Centru za interdisciplinarne in multidisciplinarne raziskave in študije Univerze v Mariboru ter vodja projekta in pisarne Evropske podjetniške mreže na tem centru.

Primerjalna uporaba metod DEX in AHP v procesu odločanja

¹Tadej Košljar, ²Vladislav Rajkovič

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, 4000 Kranj
tadej.kosljar@gmail.com; vladislav.rajkovic@gmail.com

Izvleček

V odločitvenem procesu izbire ponudnika storitev v oblaku smo uporabili metodi DEX in AHP. Uporabili smo programske orodji DEXi in Super Decision. S tem želimo prispevati h kritičnemu razmisleku o uporabi ene in druge metode. Ocenitev alternativ, to je ponudnikov, je podana po korakih. Pristopi obeh metod se ujema v nekaterih korakih, v nekaterih pa se pomembno razlikujejo. Razlike so predvsem v določanju uteži, podajanju funkcij koristnosti in možnostih interpretacije rezultatov.

Ključne besede: večparametrsko odločanje, ponudniki storitev v oblaku, ocenjevanje, metoda DEX, metoda AHP.

Abstract

Comparative Use of the AHP and DEX Methods in the Decision-Making Process

We used the DEX and AHP methods in the decision-making process for choosing the most appropriate service provider in the cloud. The DEXi and Super Decision programs were applied and compared. By this we want to contribute to critical thinking about the use of each of the two methods. The evaluation of alternatives - in our case cloud providers - is presented step-wise. The approaches used by these methods are similar in some steps, but significantly different in others. The differences lie mainly in weight identification, utility function presentation and the possibilities of interpreting the evaluation results.

Key words: multi-attribute decision-making, service providers in the cloud, evaluation, DEX method, AHP method.

1 UVOD

Odločanje je ključnega pomena pri vsakem upravljanju in vodenju (od posameznika prek poslovnih sistemov in države do globalne družbe). Tako se posamezniki in skupine, npr. menedžerji in politiki srečujejo z reševanjem problemov, ki zahtevajo sprejemanje odločitev (Adair, 2013; Hayes, 2013). Obstajajo različne metode in pristopi, ki nam lahko pomagajo pri reševanju odločitvenega problema (Alessio in Nemery, 2013; Bohanec, 2006). Zastavlja se vprašanje, katero metodo izbrati v določenih okoliščinah. Dobrodošle so primerjalne analize metod. V prispevku bomo pri izbiri ponudnika računalniških storitev v oblaku primerjalno uporabili metodi DEX in AHP. S tem skušamo prispevati k razmisleku, kdaj je v določenem primeru uporaba posamezne metode primernejša in zakaj.

Model, ki smo ga razvili za oceno ponudnika računalniških storitev v oblaku, upošteva potrebe in možnosti malih in srednjih podjetij pri tej odločitvi. Storitve v oblaku pomenijo za podjetje pomemben

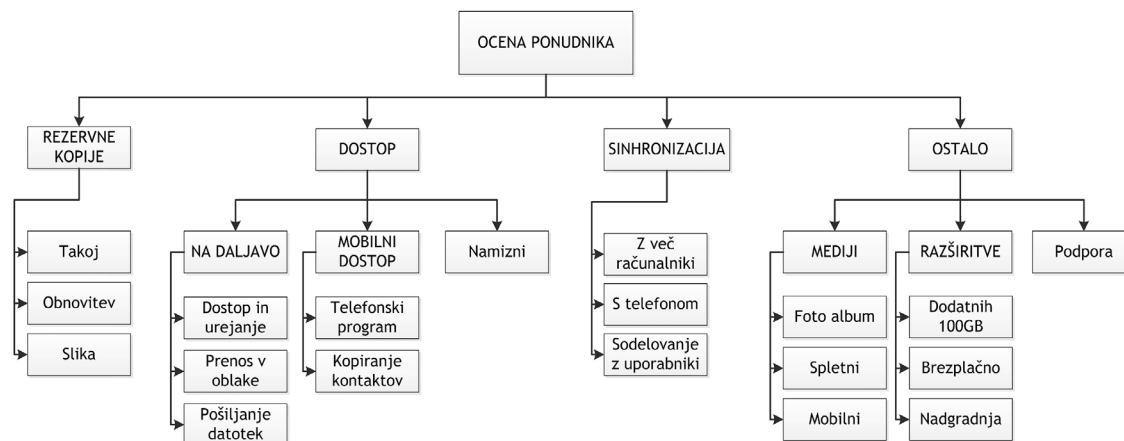
tehnični in ekonomski izziv (Kragelj in Rajkovič, 2012). Zato je tehten premislek, kako v oblak in s kom, več kot umesten.

2 ODLOČITVENI PROBLEM

Odločitveni problem, ki ga bomo obravnavali, se nanaša na izbiro ponudnika storitev v oblaku. Pomagati želimo pri odločitvi, kateri ponudnik storitev v oblaku je najprimernejši. Podjetje lahko s primerno storitvijo v oblaku izboljša svoj konkurenčni položaj v svoji panogi (Columbus, 2012).

Najprej smo identificirali alternative, to je ponudbe storitev v oblaku. Potrebne podatke smo pridobili prek spleta.

Zatem smo definirali drevo kriterijev (slika 1), s štirimi glavnimi podsklopi kriterijev, to so rezervne kopije, dostop, sinhronizacija idr. Iz slike 1 je razvidno, kako so posamezni sklopi kriterijev nadalje razgrajeni na merljive oz. neposredno ocenljive kriterije.



Slika 1: Drevo kriterijev

2.1 ODLOČITVENA METODA DEX

Metoda DEX obravnava kriterije, katerih zaloge vrednosti so diskretne. S stališča razumljivosti je običajno primernejše, da je posamezna vrednost izražena z besedo, kot pa s številko. Funkcije koristnosti, ki agregirajo podredne kriterije v nadredne, so podane tabelarično s pravili. Tabela 1 prikazuje funkcijo koristnosti »ocene ponudnika«, predstavljeno z devetimi točkami. Vsako točko lahko razumemo kot pravilo, ki določa vrednost/vpliv kriterija »rezervne kopije« in kriterija »ostalo« na »oceno ponudnika«. Pri tem so zaloge vrednosti parametrov: nesprejemljiv, sprejemljiv, dober, odličen. Pravilo 8 preberemo takole: Če je ponudnik po kriteriju »rezervne kopije« ocenjen z »zelo sprejemljivo« in v pogledu kriterija »ostalo« z oceno »sprejemljiv«, potem je »ocena ponudnika« »dober«.

Kaj dosežemo s tako izraženo funkcijo koristnosti? V večini drugih večkriterijskih metod so zaloge vrednosti kriterijev zvezne, funkcije koristnosti pa podane analitično, npr. kot utežene vsote, ko je povezava med kriteriji linearna. S tabelarično podano funkcijo v metodi DEX lahko izrazimo tudi nelinear-

Tabela 1: Funkcija koristnosti parametra ocena ponudnika

	REZERVNE KOPIJE	OSTALO	OCENA PONUDNIKA
1	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo
2	Nesprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo
3	Nesprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo
4	Sprejemljivo	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo
5	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo
6	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Dober
7	Zelo sprejemljivo	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo
8	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Dober
9	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Odličen

ne povezave med kriteriji. Tabelarično funkcijo lahko primerjamo tudi s spremenljivimi utežmi, pri čemer lahko izrazimo spremembo uteži v odvisnosti od spremembe vrednosti kriterija (Bohanec in Rajkovič, 1990).

2.2 ODLOČITVENA METODA AHP

Analitično hierarhični proces (AHP) je metoda za določanje pomembnosti kriterijev pri večkriterijskem odločanju, s katero določimo uteži (Saaty, 1994; Špendl idr., 2003). Po tem postopku kriterije uredimo v hierarhijo, tako da na vsakem nivoju izberemo le majhno število kriterijev (3–5).

Pri metodi AHP opišemo pomembnost kriterijev z matriko primerjav pomembnosti kriterijev. Relativno pomembnost kriterijev i in j ocenjujemo z vrednostmi od 1 do 9. Pomen teh vrednosti podaja tabela 2 (Špendl idr., 2003; Nolberto, 2011; Alessio in Nemery, 2013; Creative Decisions Foundation, 2014a).

Tabela 2: Pomen elementov matrike pri parni primerjavi

1	Kriterija sta enako pomembna.
3	Kriterij i je malo bolj pomemben kot kriterij j .
5	Kriterij i je opazno bolj pomemben kot kriterij j .
7	Kriterij i je bistveno bolj pomemben kot kriterij j .
9	Kriterij i je absolutno bolj pomemben kot kriterij j .

Lestvica 1–9 je sorazmerno preprosta za uporabo. Soočamo pa se lahko tudi z negotovostjo lastnega dojemanja posamezne številke.

Pri metodi AHP parno primerjamo kriterije, pa tudi alternative. Z matriko primerjav kriterijev (tabe-

la 3) smo ocenili, da je kriterij razširitve pomembnejši od kriterija mediji in bistveno pomembnejši od kriterija podpora.

Tabela 3: Matrika primerjav za parameter rezervne kopije

	Mediji	Podpora	Razširitve
Mediji	1	4	1/2
Podpora	1/4	1	1/6
Razširitve	2	6	1

Iz pridobljenih matrik primerjav kriterijev izračunamo uteži tako, da izračunamo lastni vektor matrike in normiramo elemente, tako da je vsota elementov enaka 1. Elementi normiranega lastnega vektorja so uteži kriterijev. Za naš primer v tabeli 3 so tako dobljene uteži kriterijev mediji, podpora in razširitve po vrsti enake 0,323, 0,089 in 0,588.

3 REZULTATI VREDNOTENJA ALTERNATIV PO METODAH DEX IN AHP

V prispevku smo odločitveni proces z metodama DEX in AHP izvedli po korakih (Recchia idr., 2011). Sosledje korakov omogoča sistematično zbiranje in urejanje podatkov in znanja, ki je potrebno za ocenitev alternativ in za sprejem odločitve.

Pri metodi DEX smo uporabili program DEXi, s pomočjo katerega smo vrednotili alternative. Po identifikaciji odločitvenega problema in identifikaciji alternativ smo določili drevo kriterijev. Za tem smo določili tudi zaloge vrednosti kriterijev in definirali funkcije koristnosti, ki določajo vpliv nižjenivojskih kriterijev na višje ležeče kriterije. Zatem smo opisali vsako alternativo z vrednostmi posameznih kriterijev na listih drevesa (slika1). Temu je sledilo vrednotenje alternativ (ponudnikov) s programom DEXi (Bohanec, 2013a; Jereb idr., 2003; Bohanec, 2013b). Ta-

Varianta	Ponudnik 1	Ponudnik 2	Ponudnik 3	Ponudnik 4
OCENA PONUDNIKA	Odličen	Nesprejemljivo	Dober	Odličen
REZERVNE KOPIJE	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Takoj	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Obnovitev	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Slik	Dobro	Srednje	Srednje	Dobro
DOSTOP	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... NA DALJAVO	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Dostop in urejanje	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Prenos v oblake	Srednje	Srednje	Dobro	Dobro
... Pošiljanje datotek	Da	Da	Da	Da
MOBILNI DOSTOP	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Telefonski program	Dobro	Srednje	Dobro	Dobro
... Kopiranje kontaktov	NE	NE	NE	NE
... Namizni	Zelo sprejemljivo	Nesprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
SINHRONIZACIJA	Sprejemljivo	Nesprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Z več računalniki	Zelo sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... S telefonom	Slabo	Slabo	Srednje	Dobro
... Sodelovanje z uporabniki	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
OSTALO	Sprejemljivo	Nesprejemljivo	Sprejemljivo	Sprejemljivo
MEDIJI	Dobro	Srednje	Dobro	Dobro
... Foto album	Srednje	Srednje	Dobro	Dobro
... Spletni	Dobro	Dobro	Srednje	Dobro
... Mobilni	Dobro	Srednje	Dobro	Dobro
RAZŠIRITVE	Sprejemljivo	Nesprejemljivo	Sprejemljivo	Zelo sprejemljivo
... Dotatnih 100GB	pod 120 EUR	Ni možno	od 181 EUR do 240 EUR	pod 120 EUR
... Brezplačno	do 2 GB	od 4 GB dalje	od 4 GB dalje	od 4 GB dalje
... Nadgradnja	Ne	Ne	Ne	Ne
... Podpora	Srednje	Slabo	Srednje	Srednje

Tabela 4: Rezultati vrednotenja alternativnih ponudnikov s programom DEXi

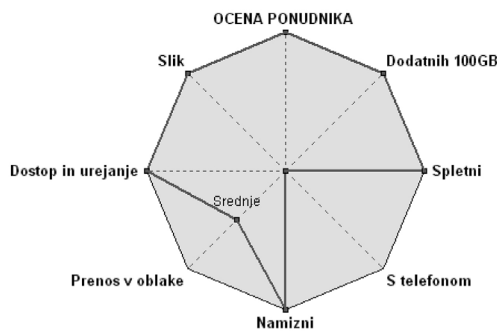
bela 4 prikazuje rezultate vrednotenja od listov drevesa kriterijev prek nadrednih kriterijev do končne ocene posamezne alternative.

Kakor je razvidno iz tabele 4, sta ponudnik 1 in ponudnik 4 dosegla oceno »odličen«. Na sliki 2 so prikazane ocene ponudnikov z osmimi izbranimi kriteriji: skupna ocena ponudnika, slik, dostop in urejanje, prenos v oblake, namizni, s telefonom, spletni in dodatnih 100 GB. Te kriterije smo izbrali zato, ker menimo, da so zanimivi za primerjanje ponudnikov. Izbrani kriteriji nam pomagajo razmišljati o razlikah med alternativami. Vidimo, da so razlike med ponudniki tudi v primeru, ko so vsi ocenjeni z oceno odlično. Iz primerjave lahko sklepamo, da je glede na zastavljene kriterije najprimernejši ponudnik 4.

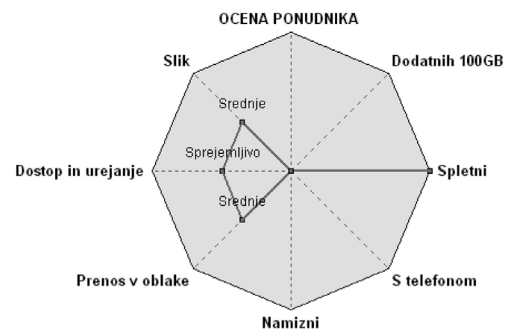
Pri metodi AHP so prve tri faze procesa odločanja enake kot v procesu odločanja z metodo DEX. Tako so procesi identifikacija odločitvenega problema, identifikacija alternativ in določitev drevesa kriterijev enaki. Bistvena razlika nastopi s parno primerjavo kriterijev glede na zastavljeni cilj in s parno primerjavo alternativ glede na vsak zastavljeni kriterij.

Za izvedbo procesa odločanja po metodi AHP smo uporabili program Super Decision (Creative Decisions Foundation, 2014a; Creative Decisions Foundation, 2014b). Ta izračuna preferenčnost posameznih kriterijev glede na ostale kriterije na istem nivoju. Na sliki 3 je prikazana hierarhija (pomembnost) osnovnih kriterijev, podana z utežmi posameznega kriterija.

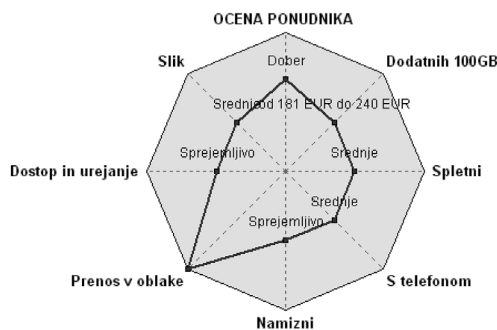
Ponudnik 1



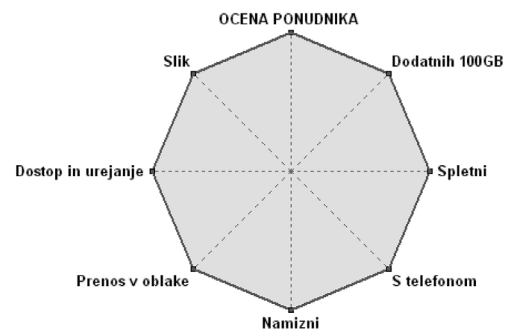
Ponudnik 2



Ponudnik 3



Ponudnik 4



Slika 2: Prikaz rezultatov vrednotenja s programom DEXi



Slika 3: Hierarhija osnovnih kriterijev, podana z utežmi

Ko končamo vse ocenitve parnih primerjav kriterijev in parne primerjave alternativ, lahko ugotovimo, katera je »zmagovalna« alternativa. V našem primeru je to ponudnik 4, sledijo mu ponudnik 3, ponudnik 1 in ponudnik 2, kot je prikazano v tabeli 5.

Stolpec normiranih ocen predstavlja rezultate v obliki prioritete. Stolpec razmerja izračunamo iz stolpca normiranih ocen tako, da posamezni rezultat deli

mo z največjo vrednostjo v stolpcu, v našem primeru je to 0,29. Najboljša alternativa tako dobi vrednost 1.

Tabela 5: Prikaz rezultatov vrednotenja s programom Super Decisions

Varianta	Razmerja	Normirane ocene
Ponudnik 1	0,86	0,25
Ponudnik 2	0,63	0,18
Ponudnik 3	0,93	0,27
Ponudnik 4	1,00	0,29

Ostale vrednosti v tem stolpcu interpretiramo tako: ponudnik 3 ima vrednost 0,93, kar pomeni, da dosega 93 odstotkov rezultata, ki ga ima zmagovalni ponudnik 4.

4 SKLEP

Lahko rečemo, da uporaba obeh metod, DEX in AHP, pomembno prispeva k sistematični organizaciji odločitvenega procesa in posledično k boljnim odločitvam. Razvejana in strokovno dodelana podpora obeh metod – tako v programskem smislu kot tudi v pogledu priročnikov in objav primerov uporabe – omogoča njuno uporabo v neposredni praksi.

Primerjava metod pri reševanju našega problema izbire ponudnika storitev v oblaku je pokazala, da je DEX preprostejša in razumljivejša metoda, AHP pa omogoča ločljivost rezultatov tudi pri zelo podobnih ocenah variant, vendar so bili rezultati manj razumljivi. Rezultati metode DEX razgrnejo slabosti in prednosti posameznega ponudnika.

Metodi DEX in AHP bi veljalo preizkusiti tudi v kombinaciji, ko bi AHP uporabili za ločevanje variant znotraj istega razreda po metodi DEX. Kot že rečeno, je bistvena prednost metode AHP ločljivost podobnih variant. Taki dvostopenjski modeli oziroma kombinacije lahko delujejo bolje od uporabe posameznih metod.

LITERATURA

- [1] Adair, J. (2013). *Decision Making and Problem Solving (Creating Success)*. Croydon: CGI Group Ltd.
- [2] Alessio, I. & Nemery, P. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd.
- [3] Bohanec, M. & Rajkovič, V. (1990). DEX: An Expert System Shell for Decision Support. *Sistemica*, 1(1), str. 145–157.
- [4] Bohanec, M. (2006). *Odločanje in modeli*. Ljubljana: DMFA – Založništvo.
- [5] Bohanec, M. (2013a). Program DEXi. Available at <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>; zadnji ogled 1. 6. 2014.
- [6] Bohanec, M. (2013b). DEXi: Program for Multi-Attribute Decision Making, User's Manual, Version 4.00. IJS Report DP-11340. Ljubljana: Jožef Stefan Institute.
- [7] Columbus, L. (2012). Cloud Computing and Enterprise Software Update. *Forbes*, 2012 [online]. Available at <http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2012/11/08/cloud-computing-and-enterprise-software-forecast-update-2012/>; objavljeno 8. 11. 2012.
- [8] Creative Decisions Foundation. (2014a). Program Super Decisions. Available at <http://www.superdecisions.com/download.php3>; zadnji ogled 1. 6. 2014.
- [9] Creative Decisions Foundation. (2014b). Tutorial on Hierarchical Decision Models (AHP). Available at <http://beta.superdecisions.com/tutorial-1-building-ahp-models/manual-for-building-ahp-decision-models>; zadnji ogled 1. 7. 2014.
- [10] Hayes, J. (2013). *Operational Decision-Making in High-Hazard Organizations*. Burlington: Ashgate.
- [11] Jereb, E., Bohanec, M. & Rajkovič, V. (2003). DEXi – Računalniški program za večparametrsko odločanje. Kranj: Moderna organizacija.
- [12] Kragelj, P. & Rajkovič, V. (2012). Kako oceniti ponudnika storitev v oblaku. *Uporabna informatika*, 20(4), str. 244–249.
- [13] Nolberto, M. (2011). A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., str. 77–78.
- [14] Recchia, L., Boncinelli, P., Cini, E., Vieri, M., Garbati, F. & Sarri, D. (2011). *Multicriteria Analysis and LCA Techniques*. London: Springer-Verlag, str. 6–7.
- [15] Saaty, T. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- [16] Špendl, R., Bohanec, M. & Rajkovič, V. (2003). Comparative Analysis of AHP and DEX Decision Making Methods. V A. Mrvar & A. Ferligoj (ur.) Program and abstracts of the International Conference on Methodology and Statistics, str. 65–66. Ljubljana: Center of Methodology and Informatics, Institute of Social Sciences at Faculty of Social Science.

Tadej Košljar je diplomiral leta 2007 na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru, smer organizacija in management kadrovskih in izobraževalnih procesov, leta 2012 pa je pridobil še drugo diplomu na smeri informacijski sistemi. Njegovo področje dela je kadrovski menedžment, v okviru katerega vodi ključne kupce.

Vladislav Rajkovič je zaslužni profesor in predstojnik Laboratorija za odločitvene procese in ekspertne sisteme na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru ter raziskovalni sodelavec Odseka za inteligentne sisteme na Institutu Jožef Stefan. Njegovo področje so računalniški informacijski sistemi s posebnim poudarkom na uporabi metod umetne inteligence v procesih odločanja ter vzgoje in izobraževanja.

📄 Dokumentiranje zahtev pri razvoju mobilnih aplikacij

Tina Schweighofer, Marjan Heričko

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova 17, 2000 Maribor

tina.schweighofer@um.si; marjan.hericko@um.si

Izvleček

Pravilno zastavljene in dobro oblikovane zahteve so eden izmed pomembnejših gradnikov uspeha projekta. Pomembno je, da se zbiranja in kasnejšega zapisa lotimo sistematično ter v skladu s priporočili in dobrimi praksami. Izjema ni niti razvoj aplikacij za mobilne telefone. Kljub temu da gre za razmeroma sodoben programski produkt, velja enako — dobre zahteve so ključ do uspeha. V okviru zbiranja zahtev je treba dovolj časa posvetiti oblikovanju specifikacije zahtev programske opreme (SZPO). Pri izdelavi dokumenta SZPO za mobilno aplikacijo v razvoju hitro ugotovimo, da bi bilo treba prilagoditi posamezna poglavja ali pa celo dodati nova glede na obstoječe dobre prakse. V prispevku podrobneje predstavljamo proces oblikovanja dokumenta SZPO za mobilne aplikacije in njegovo priporočeno strukturo. Pregledali in analizirali bomo splošna priporočila za izdelavo dokumentov SZPO, jih dopolnili s pregledom literature in analizo praktičnih primerov dokumentov SZPO za mobilne aplikacije. Vse skupaj bomo nadgradili z izkušnjami, pridobljenimi v okviru aktualnega projekta razvoja mobilnih aplikacij. Na podlagi zbranih podatkov bomo predstavili posamezna dodatna poglavja in dopolnitve, specifične za mobilne aplikacije, ter izpostavili lastnosti mobilnih naprav in tehnologij, na katere moramo biti pozorni. Vse ugotovitve bomo povzeli ter jih v sklepu predstavili v obliki priporočil in dobrih praks za izdelavo dokumenta SZPO za mobilne aplikacije.

Ključne besede: specifikacije zahtev programske opreme (SZPO), mobilne aplikacije, mobilne tehnologije, IEEE 830, ISO/IEC/IEEE 29148.

Abstract

Documenting the Requirements for Mobile Applications Development

Project success greatly depends on well-formed requirements. Therefore it is important to collect and record software requirements systematically, according to given recommendations and best practices. Requirements engineering is also an important part of mobile applications development. It is very important to devote enough time to the creation of the Software Requirements Specification (SRS) document. When constructing the SRS document for a mobile application several challenges have to be dealt with. We soon realize that existing recommendations are not enough and that we need some changes and updates. In this paper we present the process of creating an SRS document for a mobile application in development and its proposed structure. We focus on additional sections and the supplementation of existing sections for the document. Next, we review general recommendations for writing SRS documents which we extend with a review of literature and practical examples of SRS documents for mobile applications. Finally, we present experiences gained in the process of a mobile application development project. Based on collected data we present some additional chapters and amendments to the SRS document for mobile applications. All findings are summarized in the conclusion in the form of recommendations and best practices for writing SRS documents for mobile applications.

Key words: software requirements specification (SRS), mobile application, mobile environment, IEEE 830, ISO/IEC/IEEE 29148.

1 UVOD

Že začetni koraki pri razvoju mobilnih aplikacij imajo pomemben vpliv tako na nadaljnji razvoj kot tudi na kasnejšo uspešnost aplikacije na trgu. Poleg vseh izzivov, s katerimi se spopadamo ob razvoju, je pomembno, da mobilno aplikacijo izoblikujemo tako, da izpolni pričakovanja naročnika. Do tega nas v veliki meri pripelje primerno in ustrezno zbiranje zahtev. Korak zbiranja zahtev je v življenjskem ciklu produkta zelo pomemben. Je namreč eden izmed najbolj zahtevnih delov razvoja pro-

gramskega produkta (Hofmann & Lehner, 2001; Kamaruddin, Yusop & Ali, 2011). Neustrezne zahteve lahko pripeljejo do številnih posledic: podpora napačnim funkcionalnostim, nedoseganje tržnih potreb, zamujanje ter številni hrošči, napake, pomanjkljivosti in nepravilnosti v produktu (Maccari, 1999).

Pomanjkljive zahteve so tako lahko eden izmed pomembnih vzrokov neuspeha projekta, ki lahko sega od nenadnega zvišanja stroškov pa vse do propa-

da projekta (Belfo, 2012; Giakoumakis & Xylomenos, 1996). Povedano drugače, pravilno zbiranje, oblikovanje in zapis zahtev so med najpomembnejšimi in zahtevnejšimi nalogami v okviru projekta v razvoju (Hofmann & Lehner, 2001).

Končni produkt zbiranja zahtev je običajno zahtevnik oziroma dokument specifikacija zahtev programske opreme (SZPO). Ta je eden izmed temeljev nadaljnjega razvoja programskega produkta tudi v okviru razvoja mobilnih aplikacij. Dobro oblikovan SZPO projektu prinese številne prednosti, kot npr. vzpostavitev temeljev dogovora med naročnikom in izvajalcem z vidika zahtev sistema, služi lahko kot podlaga za oceno truda in stroškov, ponuja pa tudi podlago za preverjanje ter za nadaljnje izboljšave razvojnega produkta (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998). Priporočila za izdelavo dokumenta SZPO so izdale številne organizacije, oblikovani pa so bili tudi posamezni standardi, ki podpirajo izdana priporočila posameznih organizacij (Giakoumakis & Xylomenos, 1996). Med množico organizacij zagotovo najbolj izstopa IEEE, kjer so svoja priporočila zbrali v standardu IEEE 830,¹ ki je danes del širšega standarda ISO/IEC/IEEE 29148.² Standard opisuje vsebino in lastnosti dokumenta SZPO, predstavljeni pa so tudi posamezni praktični primeri dokumentov specifikacij zahtev. Poudariti je treba, da se omenjena priporočila osredinjajo predvsem na splošni vidik izdelave dokumenta. Pri tem avtorjem dajejo napotke glede oblike in strukture, podajajo pa tudi pričakovane lastnosti dobro oblikovanega dokumenta SZPO.

Če priporočila uporabimo kot primer dobre prakse pri izdelavi dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, kar kmalu zaznamo potrebo po dodatnih podatkih in definicijah v okviru dokumenta. Mobilne aplikacije se namreč v marsičem razlikujejo od tradicionalne programske opreme in pomembno je, da to upoštevamo tudi pri njihovem razvoju. Razlike so tako vidne že pri določanju zahtev, to pa se odraža tudi pri izdelavi SZPO. Izkazuje se, da SZPO za mobilne aplikacije potrebuje nekatera dodatna poglavja in zahteve, vezane na specifično delovanje in funkcionalnosti mobilnih telefonov in aplikacij. V prispevku bomo tako raziskali, katere postavke, poglavja in zahteve se razlikujejo v okviru dokumentiranja

zahtev za mobilne aplikacije. S pomočjo literature in praktičnih izkušenj bomo identificirali posamezna poglavja dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, ki se razlikujejo od dokumenta SZPO za tradicionalno programsko opremo. Ugotoviti želimo, katera poglavja je dokumentu smiselno dodati ter katera dopolniti, prav tako pa izpostaviti informacije in postavke, ki so bistvene za uspešen nadaljnji razvoj mobilne aplikacije.

V drugem razdelku prispevka bomo predstavili sorodna dela, obravnavana v okviru pregleda literature z obravnavanega področja. Sledil bo povzetek trenutnih trendov s področja mobilnih tehnologij, mobilnih telefonov ter mobilnih aplikacij. V četrtem razdelku bomo povzeli dobre prakse oblikovanja strukture dokumenta ter splošne lastnosti, povezane z dokumentom. V istem razdelku bomo predstavili tudi priporočila za prilagoditve dokumenta SZPO za mobilne aplikacije. Najprej bomo predstavili lastnosti mobilnih tehnologij in telefonov, ki imajo vpliv na dokument SZPO. Sledil bo povzetek rezultatov pregleda literature in praktičnih primerov dokumentov SZPO za mobilne aplikacije. Vse skupaj bomo dopolnili s prikazom praktičnih izkušenj pri izdelavi dokumenta SZPO za mobilne aplikacije v razvoju. Prispevek bomo sklenili s povzetkom ugotovitev in predlogom pomembnih dodatnih informacij, ki jih je po naših izkušnjah smiselno vključiti v zapis specifikacij zahtev za mobilne aplikacije.

2 SORODNA DELA

S področjem dokumentiranja zahtev in njihovim zapisom v dokument specifikacija zahtev za programsko opremo so se ukvarjali že številni avtorji. Na tem področju obstajajo številna uveljavljena priporočila in dobre prakse, med katerimi so nekatere prerasle tudi v standarde. Najbolj uveljavljen standard na tem področju je zagotovo IEEE 830 (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998), ki je danes del obsežnejšega standarda ISO/IEC/IEEE 29148 (Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, 2011), ki so ga pripravile organizacije ISO/IEC s sodelovanjem z IEEE. Pomembno podlago na področju razvoja programske opreme in dokumentiranja procesa so postavili tudi na oddelku za obrambo Združenih držav Amerike. Trenutno aktualni standard MIL-STD-498 (Software development and documentation, DoD Military Standard MIL-STD-498,

¹ IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications

² Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering

1994) priporočila in navodila predstavlja v okviru dokumenta DI-IPSC-81433 (Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433, 1994). Poleg omenjenih standardov so priporočila in navodila izdale tudi nekatere druge organizacije, npr. NASA in ESA (ESA Board for Software Standardisation and Control, 1991; NASA, 2009), ki s svojimi navodili pripomoreta tako k zbiranju zahtev, kot tudi k zapisu le-teh v dokument SZPO. Vse omenjene dokumente so pri svojih raziskavah uporabili avtorji, ki so se ukvarjali z vplivi uspešnega procesa zbiranja zahtev na nadaljnje korake (Hammer, Huffman, & Rosenberg, 1998; Hofmann & Lehner, 2001) in kakovost dokumentov SZPO (Belfo, 2012; Boehm, 1984; Davis idr., 1993). Omenjeni standardi so bili tudi pregledani z namenom ovrednotenja glede na merila za namen uporabe. Avtorji dela so izbrane standarde ovrednotili glede na osem izbranih meril: neodvisnost, integracija, natančnost, splošnost, organiziranost, vsebinska popolnost, popolnost vidikov in prilagodljivost. Na podlagi podeljenih vrednosti za omenjena merila sodelujočim pri izdelavi dokumenta SZPO ponujajo hiter vpogled v lastnosti posameznega standarda. S tem pa jim na preprost način pomagajo pri odločitvi, kateri izmed standardov je najbolj primeren za izdelavo dokumenta SZPO za njihov produkt (Giakoumakis & Xylomenos, 1996).

S pojavom mobilnih aplikacij so postale aktualne študije povezane z izdelavo dokumenta SZPO za mobilne aplikacije. V svojem delu avtorji Economou, Gavalas, Kenteris in Tsekouras (2008) ugotavljajo, katere so zahteve za mobilne aplikacije, ki jih je treba upoštevati pri razvoju in posledično tudi v dokumentu SZPO. Kot navajajo, moramo v dokumentu SZPO biti pozorni na mobilni kontekst, produkt načrtovati za namen prenosljivosti ter upoštevati širok spekter znanj in izkušenj uporabnikov. Izpostavljajo še omejene vire mobilnih telefonov, vhodne teh izhodne poti in zbiranje informacij s pomočjo senzorjev, ki se nahajajo na mobilnih telefonih. Podobno se z zahtevami za konkretno definirano domeno ukvarjajo v še enem delu (Doherty, McKnight & Luz, 2010), v katerem so se avtorji osredinili na zahteve za mobilne zdravstvene aplikacije. Iz obstoječih ogrodiv s področja zdravstva so sestavili skupno ogrodje, katerega namen je identifikacija in analiza zahtev za mobilni produkt. Podobno so se z ogrodivjem za zbiranje zahtev za aplikacije, a za drugačno domeno, ukvarjali tudi v sorodnem delu (Finkelstein & Savi-

gni, 2001). Omejili so se na aplikacije, ki zaznavajo kontekst, ter na zajemanje zahtev na tem področju. Kot navajajo, je zajemanje zahtev zelo kompleksno in zahtevno delo, tudi zaradi značilnosti mobilnih telefonov.

Posamezna dela se ukvarjajo tudi s pristopi identifikacije zahtev v pripadajočem procesu in izdelavo dokumenta SZPO za mobilne aplikacije. Avtorji Gil, Andersson, Milrad in Sollervall (2012) predlagajo pristop identifikacije s pomočjo evolucijskega procesa. Čeprav delujejo v domeni mobilnega učenja, navajajo, da bi lahko tehniko uporabili tudi v drugih domenah. Avtorji Kamaruddin idr. (2011) pa za namen analize zahtev za mobilno domeno predlagajo uporabo teorije aktivnosti.

Na področju mobilnih aplikacij so zelo razširjene mobilne igre. Tako so se raziskave s področja dokumentiranja in zapisa zahtev pojavile tudi na tem področju. Kot npr. predstavljajo avtorji Salazar, Mitre, Olalde in Sanchez (2012), se tudi v domeni mobilnih iger pojavljajo številni izzivi. V okviru domene mobilnih iger igra ključno vlogo dokument GDD,³ ki je po značilnostih zelo podoben dokumentu SZPO. V bistvu gre za dokument SZPO, ki podpira razvoj mobilnih iger. V delu so poiskali in ovrednotili posamezne omenjene dokumente ter jih izboljšali glede na izbrana priporočila za dokumente SZPO.

Posameznih del, ki bi izključno podajala priporočila in dobre prakse pri izdelavi dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, pri pregledu digitalnih knjižnic ter na spletu nismo zasledili. Tako smo se kot logično nadaljevanje v naslednjem koraku lotili preučevanja dostopnih praktičnih primerov dokumentov SZPO za mobilne aplikacije. Na svetovnem spletu je teh na voljo veliko, podrobnejšo analizo primerov pa predstavljamo v nadaljevanju v razdelku o prilagoditvah dokumentov SZPO za mobilne aplikacije.

3 MOBILNE TEHNOLOGIJE

Število mobilnih telefonov z vsakim letom strmo narašča. Po podatkih analitične hiše Gartner je bilo samo v tretji četrtini leta 2012 prodanih skoraj 428 milijonov mobilnih telefonov. Znotraj te številke pametni mobilni telefoni predstavljajo skoraj 40 odstotkov (Gartner, 2012). Podobno se dogaja tudi na področju mobilnih naročniških razmerij. Konec leta 2012 je bilo na svetu aktivnih okoli 6,8 milijarde mo-

³ Game Design Document

bilnih naročniških razmerij. To pomeni, da je bilo v aktivnem naročniškem razmerju kar 96 odstotkov svetovne populacije. Trenutno je stopnja prodora mobilnih naročniških razmerij v svetovnem merilu 96 odstotkov, če se osredinimo samo na Evropo, pa znaša kar 126 odstotkov (ITU, 2013). Številke bodo še naraščale. Do leta 2016 naj bi bilo na svetu kar osem milijard mobilnih naročniških razmerij (MobiThinking, 2012; Portio Research, 2012).

S številom mobilnih telefonov narašča tudi število mobilnih aplikacij. Eden pomembnejših mejnikov na tem področju je bil dosežen decembra 2011, ko je število mobilnih aplikacij, ki so dostopne uporabnikom, preseglo milijon (The New York Times, 2011). Konec leta 2012 je mobilne aplikacije uporabljalo okoli 1,1 milijona mobilnih uporabnikov. Po napovedih bo številka hitro naraščala, za skoraj 30 odstotkov letno, in bo tako konec leta 2017 znašala 4,4 milijona uporabnikov (Whitfield, 2013). Mobilne aplikacije so leta 2012 prinesle okoli 12 milijard dolarjev prihodkov, prenesenih pa je bilo okoli 46 milijard mobilnih aplikacij (Portio Research, 2012). Tudi na tem področju lahko pričakujemo hitro rast. Leta 2013 naj bi uporabniki prenesli še dodatnih 82 milijard mobilnih aplikacij (Whitfield, 2013).

4 SPECIFIKACIJE ZAHTEV PROGRAMSKE OPREME

Z vse večjo prisotnostjo mobilnih aplikacij postaja vse pomembnejši proces njihovega razvoja v okviru življenjskega cikla mobilne aplikacije. Eden od prvih korakov pri razvoju le-teh je – podobno kot pri razvoju tradicionalne programske opreme – zbiranje in dokumentiranje zahtev za produkt. Končni produkt omenjenega koraka je dokument specifikacija zahtev programske opreme (SZPO). Dokument SZPO je zaradi svojih značilnosti in namena izjemno pomemben gradnik pri razvoju programske opreme, bodisi tradicionalne ali mobilne. V okviru razvojnega cikla izstopajo specifikacije zahtev kot zelo pomembna in ključna postavka (Giakoumakis & Xylomenos, 1996). Kot pravi definicija slovarja IEEE, dokumentacija SZPO združuje bistvene zahteve, funkcionalnosti, zmogljivosti, oblikovne omejitve in attribute programskega produkta ter njegovih zunanjih vmesnikov (IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1990). Dokument SZPO združuje specifikacije posameznega programskega produkta, programa ali skupine programov, ki izvajajo funkcije v okviru specifičnega okolja. Pri oblikovanju do-

kumenta lahko sodeluje eden ali več predstavnikov proizvajalca, eden ali več predstavnikov naročnika, ali pa dokument nastane s sodelovanjem obeh strani (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998).

Izdelava dokumenta SZPO je del procesa zbiranja zahtev oziroma inženiringa zahtev programske opreme. Omenjeni proces so v izolaciji ali kot del celotnega življenjskega cikla opisovale številne organizacije (Giakoumakis & Xylomenos, 1996). Izdale so tudi različna priporočila, navodila ali celo ogrodja, s pomočjo katerih razvijalcem programske opreme in udeležencem procesa zbiranja zahtev ponujajo številne predloge in dobre prakse. Omenimo nekaj primerov od najbolj splošnega do bolj podrobnega. Navodila in priporočila za oblikovanje dokumenta SZPO lahko najdemo v okviru opisa procesa zbiranja zahtev, opisanega znotraj celotnega življenjskega cikla programske opreme. To prikazujeta npr. IBM Rational Unified Process (RUP) (Rational, 1998) in standard, ki ga je objavila organizacija ESA (ESA Board for Software Standardisation and Control, 1991). Nekoliko nižje ravni – le opisa procesa zbiranja zahtev – so se lotili pri organizaciji NASA (NASA, 2009). Najbolj podrobno so se s samim dokumentom SZPO ukvarjali pri IEEE in US DoD⁴ (IEEE Computer Society, 1998; Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433, 1994).

S tem, kako izdelati dokument SZPO, da bo ta primerna in trdna podlaga za nadaljnji razvoj, se je ukvarjalo že veliko avtorjev. Prav vsi so poudarili pomen inženiringa zahtev. Kot navajata avtorja Giakoumakis in Xylomenos, viri, ki opisujejo dokument SZPO, spadajo nekam med strogo definicijo dokumenta in priporočila ter navodila za izdelavo. Priporočila in standardi so navadno oblikovani na način, ki podaja okvirno obliko dokumenta skupaj s pojasnili, kako zapisati posamezne vrste zahtev. Prilagodljivost vsebine se spreminja od standarda do standarda in od priporočila do priporočila. Avtorji navadno dodajajo, da gre le za priporočila, ki si jih vsak lahko prilagodi glede na svoje potrebe. Z uporabo dokumentacijskega standarda pri izdelavi dokumenta SZPO lahko avtorji povečajo svojo učinkovitost, tako da sledijo znanim orisom. Pomagajo si lahko tudi z uporabo seznama zahtev ter seznama elementov, ki naj bi bila del dokumenta v izdelavi (Giakoumakis & Xylomenos, 1996).

⁴ United States Department of Defense

Tako sta korak zbiranja zahtev kot tudi njihov zapis v okviru dokumenta SZPO zahtevna naloga. Pomembno je, da se ne glede na tip produkta, ki ga razvijamo, držimo nekaterih ustaljenih standardov in smernic. Nekateri od njih, ki so po našem mnenju pomembni tudi za dokumente SZPO mobilnih aplikacij, bomo predstavili v nadaljevanju.

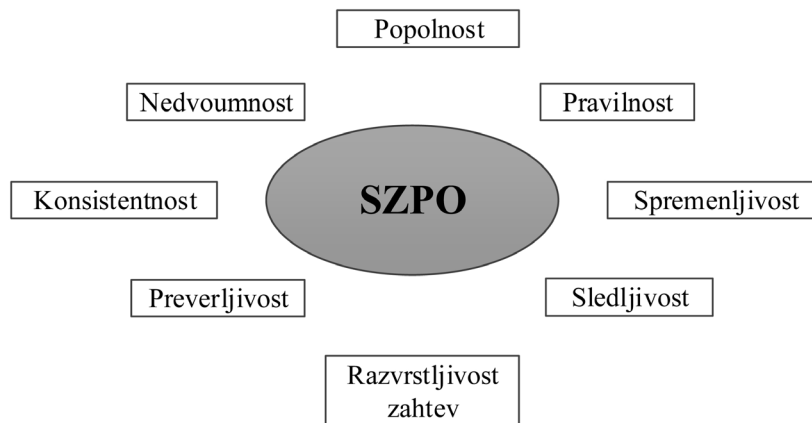
Dokument SZPO je prvi dokument, ki podrobno opisuje programski produkt v razvoju. Zato je uporabljen v vseh nadaljnjih aktivnostih in predstavlja uporabniške potrebe, zahteve za implementacijo ter kasnejšo točko za preverjanje (Giakoumakis & Xylomenos, 1996). Za ustrezno oblikovan dokument specifikacije zahtev programske opreme je priporočljivo, da avtorji naslovijo nekaj ključnih vprašanj, vezanih na posamezna področja razvoja (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998):

- *funkcionalnosti* (kaj naj bi izdelek delal),
- *zunanjih vmesnikov* (kako bo produkt sodeloval z uporabniki, s sistemsko in drugo strojno opremo ter z drugo programsko opremo),

- *zmogljivost* (kakšna je zahtevana hitrost, zaželena razpoložljivost ter pričakovani odzivni čas in čas obnovitve posameznih funkcij produkta),
- *atributi* (kako so upoštevani vidiki prenosljivosti, pravilnosti, vzdrževanja in varnosti),
- *vpliv načrtovalnih omejitev na implementacijo* (ali obstajajo kakšne omejitve, povezane s potrebnimi standardi, programskim jezikom, pravili, viri ali operacijskim okoljem, ki vplivajo na implementacijo).

4.1 Značilnosti dobrega SZPO

Priporočljivo je, da ustrezen dokument specifikacij zahtev programske opreme ustreza posameznim lastnostim, ki so predstavljene na sliki 1 (Belfo, 2012; Davis idr., 1993; ESA Board for Software Standardisation and Control, 1991; Hammer idr., 1998; IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998; Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433, 1994).



Slika 1: Lastnosti dokumenta SZPO

Dokument specifikacij mora ustrezati lastnosti *pravilnosti*. Produkt v razvoju naj bi upošteval vsako zahtevo, navedeno v dokumentu SZPO. Napisan mora biti *nedvoumno*, tako da ima lahko ena podana zahteva samo eno možno interpretacijo. Ker je dokument SZPO pomemben skozi ves življenjski cikel programskega produkta – od analize in načrtovanja pa vse do preverjanja, testiranja in usposabljanja –, je pomembno, da je napisan nedvoumno in razumljivo za vse potencialne uporabnike, ne le za avtorje dokumenta. Če se srečamo s primerom, pri katerem

je mogoča razlaga na več načinov, je treba zahtevo dodatno definirati in izraze, ki imajo dvoumen pomen, posebej razložiti v slovarju dokumenta. Pogosto se zgodi, da uporabniki SZPO nimajo enakega predznanja, zato je pomembno, da so specifikacije zapisane v naravnem jeziku. Naslednja lastnost, ki jo mora izpolnjevati dober SZPO, je *popolnost* dokumenta. Dokument je popoln, kadar vsebuje vse pomembne zahteve, ki se nanašajo na funkcionalnosti, zmogljivosti, oblikovne omejitve ali zunanje vmesnike, definicije odgovorov produkta na vse identi-

ficirane vhodne podatke vseh situacij, označbe vseh tabel, slik ter diagramov ter definicije vseh izrazov in merskih enot. Če je kje v okviru dokumenta uporabljena oznaka »potrebno definirati«,⁵ potem v večini primerov SZPO ni popoln. Pojavi pa se lahko situacija, pri kateri je mogoče tudi v popolnem dokumentu SZPO uporabiti oznako »potrebno definirati«. V tem primeru mora biti oznaka opremljena z opisom stanja, ki je pripeljal do nedefiniranosti, in dopolnilom, ki pojasnjuje postopek definiranja zahteve, kdo je odgovoren ter pripadajoči časovni rok za definiranje (Belfo, 2012; IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998).

Priporočljivo je, da je SZPO notranje *konsistenten*, kar pomeni, da zahteve, zapisane v dokumentu, med seboj niso nasprotujoče. Pogosto prihaja do konfliktov pri opredelitvi karakteristik objektov iz realnega okolja. Do logičnih ali začasnih konfliktov prihaja tudi pri definiranju akcij. Tako lahko pride do primera, da dve ali več zahtev opisujejo enak objekt iz realnega okolja, a zanj uporabljajo različne izraze. Te lahko razrešimo z uporabo standardne terminologije in definicij. Dokument SZPO zadošča lastnosti *razvrstitve* glede na pomembnost in/ali stabilnost, če ima vsaka zahteva identifikator, ki ustrezno označuje pomembnost oziroma stabilnost zahteve. Tipično vse zahteve v dokumentu niso enako pomembne. Zahteve lahko na podlagi pomembnosti v grobem razdelimo na bistvene, pogojne in opsijske. Dokument SZPO ustreza lastnosti *preverljivosti*, če je preverljiva vsaka zahteva, zapisana v dokumentu. Zahteve veljajo za preverljive, če obstaja proces, s katerim lahko oseba oziroma naprava preveri, ali produkt izpolnjuje posamezno zahtevo. Če lastnost povežemo z lastnostjo nedvoumnosti, v splošnem velja, da vsaka zahteva, ki je dvoumna, ni preverljiva (Belfo, 2012; IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998).

SZPO zadošča lastnosti *spremenljivosti*, če sta struktura in stil dokumenta takšni, da lahko vsako spremembo zahtev izvedemo enostavno in konsistentno. Pri tem se ohranita struktura in stil dokumenta. Dokument je lažje spremenljiv, če ima SZPO usklajeno in enostavno strukturo s kazalom, se izogiba redundanci in ima zahteve predstavljene ločeno od drugih. Zadnja izmed lastnosti dobrega SZPO

je *sledljivost*. Dokument je sledljiv, če je izvor vsake zahteve jasen in omogoča sklicevanje vsake zahteve v nadaljnjem razvoju. Priporočila se sledljivost nazaj, kar pomeni sledljivost do prejšnjih korakov v razvoju, in sledljivost naprej, kar pomeni sledljivost do vseh dokumentov, ustvarjenih na podlagi SZPO (Belfo, 2012; IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998).

4.2 Struktura dokumenta SZPO

Struktura dokumenta specifikacije zahtev programske opreme je bila že natančno raziskana in preučena ter opisana v številnih delih. Okvirna poglavja v svojih priporočilih in standardih predlagajo posamezne organizacije, ki se ukvarjajo s vsebino dokumenta SZPO (ESA Board for Software Standardisation and Control, 1991; IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998; Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433, 1994; NASA, 2009). Kljub vsem priporočilom in navodilom pa struktura dokumenta ni natančno predpisana in s tem strogo začrtana. Dokument si tako lahko vsak oblikuje glede na svoje želje in potrebe, pri čemer je pomembno, da je dokument zasnovan tako, da je bralcem v pomoč in ne v oviro.

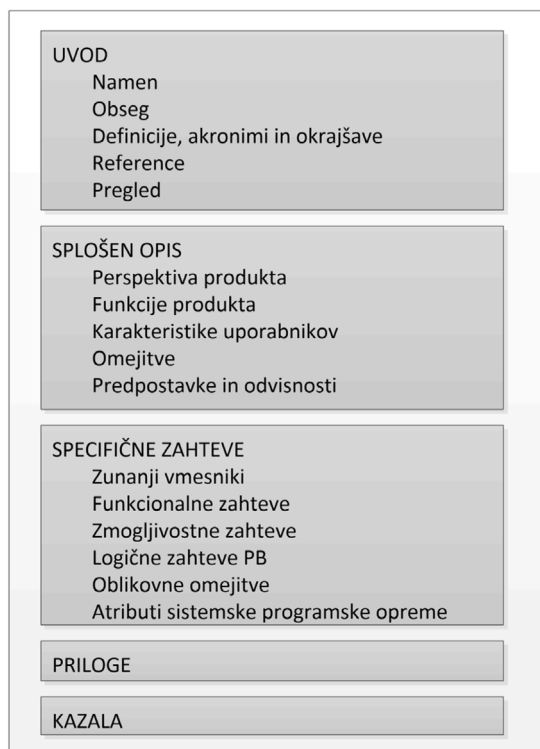
Kljub omenjeni svobodi je pri izdelavi dokumenta SZPO priporočljivo upoštevati posamezne standarde, priporočila in dobre prakse. Te avtorjem ponujajo številna praktična priporočila, nasvete in predloge strukture dokumenta SZPO. Dodajajo tudi sezname konkretnih poglavij, za katera je priporočljivo, da jih vsebuje dobro oblikovan dokument SZPO. V rokah avtorjev tako ostane predvsem oblika in struktura posameznih podpoglavij, prav tako pa tudi predstavitev in oblikovanje posameznih zahtev. Te lahko avtorji predstavijo s pomočjo besedila, grafične podobe ali kako drugače, primerno vsebini (NASA, 2009).

Med pregledom literature smo identificirali tri vire, ki natančneje prikazujejo predlagano vsebino dokumenta SZPO v obliki poglavij in podpoglavij. Prvi je nastal v okviru organizacije NASA (NASA, 2009), drugi v okviru organizacije US DoD (Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433, 1994), tretji pa v okviru organizacije IEEE (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998). Če primerjamo pregledana priporočila, ugotovimo, da vključu-

⁵ TBD – »to be determined«

jejo podobna poglavja z razliko pri razporeditvi glavnih poglavij. Vsi predlagajo, da naj bo v dokumentu osrednje poglavje namenjeno zahtevam ter naj vsebuje podpoglavja, oblikovana glede na vrsto zahtev. Vsi predlagajo še vključitev splošnih informacij ter splošen opis dokumenta. Glede na pregledano literaturo smo ugotovili, da večina avtorjev, med drugimi tudi standard za programsko inženirstvo ESA, kot referenco za izdelavo dokumenta SZPO uporablja standard IEEE (Belfo, 2012; Davis idr., 1993; ESA Board for Software Standardisation and Control, 1991).

Tako smo se odločili, da predstavimo strukturo dokumenta, ki ga predstavlja organizacija IEEE. V dokumentu natančneje opisujejo priporočene prakse, navodila in predloge za izdelavo dokumenta specifikacije zahtev programske opreme. Prva verzija dokumenta je bila izdana leta 1984, danes pa IEEE 830 vključuje standard ISO/IEC/IEEE 29148 (Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, 2011). Omenjeni standard opisuje inženiring zahtev v okviru življenjskega cikla in tako vključuje tudi poglavje o oblikovanju in sestavi dokumenta SZPO. Standard IEEE je zelo vpliven



Slika 2: Primer strukture poglavij dokumenta SZPO po priporočilih IEEE (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998)

na omenjenem področju, saj gre za zapise neodvisne organizacije, ki želi pokriti čim več možnih področij in domen, prav tako pa gre za zelo berljiv, jedrnat in razumljiv dokument (Giakoumakis & Xylomenos, 1996).

Slika 2 prikazuje okvirno strukturo dokumenta SZPO glede na priporočila organizacije IEEE. Sama struktura ni prilagojena mobilnim aplikacijam, temveč gre za splošno oblikovana priporočila ter navodila. Glede na pridobljene izkušnje lahko trdimo, da se dokument SZPO za mobilne aplikacije razlikuje od dokumenta SZPO za tradicionalne programske produkte. Razlike se pojavijo predvsem pri poglavju *Specifične zahteve*. Zaradi tega se bomo osredinili predvsem na strukturo omenjenega poglavja. Poglavje o specifičnih zahtevah prikazuje zahteve za produkt, razgrajene do stopnje, ki omogoča razvijalcem načrtovanje produkta z določenimi lastnostmi, prav tako pa ponuja temelje testerjem, da produkt lahko preizkusijo glede na zapisane lastnosti. Navadno je v okviru dokumenta definiranih več skupin zahtev, osredinjenih na zunanje vmesnike, funkcionalnosti, zmogljivosti, logične zahteve podatkovne baze, oblikovne omejitve in systemske attribute. Pri tem so v okviru specifikacij zunanjih vmesnikov predstavljeni podrobni opisi vseh vhodov v produkt in izhodov iz produkta. Funkcionalne zahteve definirajo akcije, ki jih izvaja produkt, zahteve zmogljivosti pa specificirajo dinamične in statične numerične zahteve v povezavi s produktom ter pri sodelovanju uporabnika s produktom. Logične zahteve podatkovne baze specificirajo logične zahteve za vse informacije, ki se hranijo v podatkovni bazi. V okviru specifičnih zahtev so navedene tudi oblikovne omejitve, ki so lahko posledica splošno sprejetih standardov oziroma dobrih praks ali pa posledica notranje oblikovanih stilnih vodičev. Med omejitve spadajo tudi omejitve strojne in programske opreme ter drugih virov, povezanih z mobilnimi telefoni. Zadnji so med specifičnimi zahtevami navedeni tudi systemski atributi, med katere spadajo zahteve, povezane z zanesljivostjo, razpoložljivostjo, varnostjo, vzdrževanjem in prenosljivostjo (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998; Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, 2011).

Za vsak nekoliko zahtevnejši in obsežnejši produkt bo seznam zahtev zelo dolg in obsežen. V ta namen je priporočeno, da se zahteve po temeljitem

razmisleku organizirajo in razporedijo v kategorije, ki so najbolj smiselne in preproste za razumevanje. Ne obstaja namreč razdelitev, ki bi globalno ustrezala vsem sistemom, zato je pomembno, da se zahteve razporedijo specifično glede na produkt razvoja (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998; Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, 2011).

5 PRILAGODITEV DOKUMENTA SZPO ZA MOBILNE APLIKACIJE

Splošne lastnosti dokumenta SZPO, ki veljajo tudi pri izdelavi dokumenta za mobilne aplikacije, smo že predstavili. Zdaj pa se bomo osredinili na prilagoditve dokumenta za mobilne aplikacije. Predstavili bomo dele dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, ki se nekoliko razlikujejo od dokumentov SZPO za tradicionalno programsko opremo, predvsem glede na tehnološke razlike ter lastnosti mobilnih telefonov. Pregled prilagoditev smo pripravili na podlagi pregleda literature ter praktičnih primerov, kar smo kasneje dopolnili s svojimi izkušnjami, pridobljenimi pri pripravi dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, razvite v okviru raziskovalno-razvojnega projekta. Najprej bomo predstavili, kako se razlikujejo mobilne tehnologije in mobilne naprave in na kaj moramo paziti pri razvoju za mobilno okolje. Sledil bo povzetek praktičnih primerov dokumentov SZPO za mobilne aplikacije. Pri tem bomo identificirali posamezne razlike in prilagoditve dokumenta SZPO, nastale na podlagi specifičnih lastnosti mobilnih aplikacij. V zadnjem razdelku sledi predstavitev praktičnega primera izdelave dokumenta SZPO z poudarkom na pridobljenih praktičnih izkušnjah.

5.1 Specifične lastnosti mobilnih telefonov

Tradicionalna programska oprema nas obkroža že kar nekaj časa, medtem ko so programski produkti in aplikacije, namenjeni mobilnim telefonom, med nami zadnjih nekaj let. Zavedati se moramo, da se mobilni telefoni po nekaterih lastnostnih bistveno razlikujejo od osebni računalnikov. To moramo upoštevati pri razvoju programskih produktov za mobilno okolje. Posebno je pomembno, da pri razvoju upoštevamo specifične lastnosti mobilnih telefonov, saj bomo le tako lahko izoblikovali uspešen in prilagojen mobilni programski produkt. Če povzamemo eno izmed definicij, ki pravi, da obstaja več tipov mobilnih tele-

fonov in da mednje lahko uvrstimo običajne mobilne telefone, mobilne telefone, ki omogočajo prenos podatkov, mobilne telefone s podporo protokolu WAP⁶ in pametne mobilne telefone (Hribar, 2001), ki so danes najbolj razširjeni. Pametni mobilni telefon je mobilna naprava, ki ima tipkovnico QUERTY in/ali tipkovnico na dotik ter za neodvisne aplikacije odprt operacijski sistem, kot npr. Android, iOS, Windows Phone in BlackBerry (Garner, 2011). Prav pametni mobilni telefoni so torej tisti, ki omogočajo namestitve in uporabo različnih mobilnih aplikacij, zato je pomembno, da se pri razvoju aplikacij osredinimo na njihove specifične lastnosti, kot so npr. mobilna podatkovna povezava, GPS in Bluetooth, ter lastnosti, povezane z zasloni, občutljivimi na dotik, in jih upoštevamo.

Literatura navaja številne lastnosti mobilnih tehnologij in mobilnih naprav, ki vplivajo na razvoj programskih produktov v mobilni domeni. Te lastnosti imajo pomemben vpliv tudi pri izdelavi dokumenta SZPO in predhodnih korakih zbiranja zahtev. Če povzamemo le nekaj najbolj pogostih, ki jih navajajo avtorji, so to izzivi, povezani z lastnostmi povezovanja mobilnih aplikacij z drugimi aplikacijami, omejitve virov, veliko število dostopnih različnih mobilnih telefonov in zanje prilagojeni uporabniški vmesnik. Ta je tesno povezan s fizičnimi dimenzijami mobilnih telefonov in ločljivostjo zaslona. Specifične lastnosti so povezane tudi z načinom vnosa podatkov prek zaslona na dotik, varnostnimi omejitvami ter tudi z novimi družinami tako strojne kot tudi programske opreme, uporabljene pri razvoju mobilnih aplikacij (Kirubakaran & Karthikeyani, 2013; Satyanarayanan, 1996; Wasserman, 2010). Podobne lastnosti navajajo tudi drugi avtorji, npr. Economou idr. (2008). Kot še dodajajo, moramo biti pri izdelavi dokumenta SZPO pozorni na mobilni kontekst, načrtovanje aplikacij za prenosljivost, načrtovanje za uporabnike s širokim spektrom znanj in izkušenj, omejitve vhodnih in izhodnih poti ter še posebno na zbiranje informacij s pomočjo senzorjev na mobilnih telefonih. Vse to so lastnosti, na katere moramo paziti tudi pri koraku zbiranja in zapisa zahtev za mobilne aplikacije. Zahteve, kot so različne resolucije zaslonov, zmogljivostne omejitve in zahteve, pasovna širina idr., so v dokumentih SZPO za mobilne aplikacije obvezni ele-

⁶ Wireless Application Protocol

menti. Namreč, če zahtev ne prilagodimo omenjenim lastnostim in tega ustrezno ne zabeležimo, se lahko kar hitro zgodi, da končni produkt ne bo predstavljal zaključene celote, namenjene mobilnemu okolju.

5.2 Pregled praktičnih primerov SZPO za mobilne aplikacije

Po pregledu literature v obliki člankov in drugih dostopnih del smo na svetovnem spletu poiskali prosto dostopne dokumente SZPO, oblikovane v okviru razvoja mobilnih aplikacij. Ker je dokument SZPO pri izdelavi produkta praviloma poslovna skrivnost, je bilo na spletu prisotnih le nekaj omejenih primerov dokumentov. Dokumente smo sistematično pregledali in se pri tem osredinili predvsem na:

- *dopolnitve obstoječih standardnih poglavij* in v njih poiskali zahteve ter lastnosti, povezane z mobilnimi aplikacijami,
- *dodatna poglavja* v okviru dokumenta, ki obravnavajo tematiko, specifično za mobilne aplikacije.

Vsi pregledani dokumenti SZPO so bili oblikovani v skladu s priporočili IEEE 830, pri čemer upoštevajo predlagano strukturo in lastnosti, ki jih predlaga dokumentacija. Najprej smo se osredinili na *dopolnitve v okviru obstoječih standardnih poglavij*. Poglavje *Uvod* v dokumentih nima posebnih dopolnitev, vezanih na mobilne aplikacije oziroma mobilne tehnologije. Razlike pa so kar hitro vidne že v naslednjem poglavju, *Splošni opis*, in pripadajočih podpoglavjih. V podpoglavju *Perspektiva produkta* so v vseh dokumentih poudarili, da gre za razvoj mobilne aplikacije, ki je bila običajno povezana s storitvami drugih sistemov in rešitev. V istem podpoglavju so v nekaterih dokumentih dodali dodatno podpoglavje *Operacijsko okolje*, v katerem so navedli tip operacijskega sistema, za katerega bo razvita aplikacija (npr. Android, iOS ali Windows Phone), ter dodali tudi najnižjo verzijo operacijskega sistema, podprto v okviru projekta. V nekaterih dokumentih je bila navedena tudi referenčna naprava, za katero je mobilna aplikacija optimizirana.

Največ razlik in dopolnitev v primerjavi z dokumenti SZPO tradicionalne programske opreme je opaziti v poglavju *Specifične zahteve*. Če se znova najprej osredinimo na *dopolnitve v okviru obstoječih standardnih poglavij*, opazimo tudi specializacijo posameznih podpoglavij za domeno mobilnih aplikacij. Razlika je opazna že v podpoglavju *Zunanji vmesniki*. V okviru omenjenega poglavja so med drugim navedene tudi zahteve za uporabniški vmesnik, kar je

dopolnitev v primerjavi z dokumenti SZPO za tradicionalno programsko opremo. Pri tem v enem izmed pregledanih dokumentov dodajajo še opis posameznih lastnosti oblikovanja, specifičnih za posamezno platformo. Podobne podatke včasih zasledimo v okviru poglavja *Splošni opis* v podpoglavju *Omejitve*, v katerem lahko zasledimo tudi seznam odstopanj pri realizaciji rešitve na različnih platformah. Predvsem uporabniški vmesniki so običajno realizirani in prikazani nekoliko različno, v skladu z dobrimi praksami in stilnimi vodiči razvoja v okviru posameznega operacijskega sistema. V okviru specifičnih zahtev so v vseh pregledanih dokumentih SZPO *dodali dodatne zahteve*, specifične za mobilne telefone oziroma mobilne aplikacije. Dodali so zahteve, povezane s tehnologijami, ki jih uporabljajo mobilni telefoni, kot npr. GPS in Bluetooth. V zahteve so vpletli še hitrost mobilnega prenosa podatkov, prav tako pa so se dotaknili tudi velikosti zaslonov in s tem povezanih področij, predvsem z oblikovnega vidika in preglednosti.

5.3 Študija primera izdelave dokumenta SZPO za mobilno aplikacijo

V okviru raziskovalno-razvojnega projekta razvijamo produkt, pri katerem sodelujejo strokovnjaki z različnih področij: kineziologije, psihologije, medicine in informatike. Gre za rešitev, ki uporabnike spodbuja k bolj zdravemu, manj stresnemu in čim bolj aktivnemu življenju. Projekt predstavlja celovito skupino produktov, ki je sestavljena iz portalne rešitve in mobilnih aplikacij. Prav pri razvoju le-teh aktivno sodelujemo in tako pripomoremo k ustvarjanju mobilnih aplikacij za različne mobilne platforme, Android, iOS in BlackBerry.

Na začetku razvoja smo se kaj kmalu srečali z izzivom zbiranja in zapisa zahtev ter oblikovanja dokumenta SZPO za mobilne aplikacije. Zavedali smo se, da bo dokument SZPO za mobilne aplikacije nekoliko drugačen, dopolnjen in prilagojen glede na že znane dokumente SZPO, oblikovane za tradicionalno programsko opremo. Izziv nas je spodbudil, da smo se lotili *pregleda literature*, ki obravnava izdelavo dokumenta zahtev za mobilne aplikacije. Pri pregledu literature in praktičnih primerov smo bili pozorni na priporočila in dobre prakse, prav tako pa tudi na dopolnitve obstoječih poglavij ter dodatna poglavja v dokumentu, potrebna za popolno definiranje zahtev za uspešen razvoj mobilnih aplikacij.

Ko smo se seznanili z dobrimi praksami oblikovanja dokumentov SZPO za mobilne aplikacije, smo začeli z zbiranjem zahtev in oblikovanjem pripadajočega dokumenta. Pri oblikovanju zahtev so sodelovali tako strokovnjaki kineziologije, medicine in psihologije, ki so skrbeli za vsebinsko področje, kot tudi strokovnjaki s področja informatike, ki so skrbeli za tehnične zahteve. Oblikovanje ter izdelava dokumenta SZPO je potekala po več korakih.

- Postavili smo okvirno strukturo dokumenta, in sicer na podlagi dobrih praks, predstavljenih v standardih IEEE 830 in ISO/IEC/IEEE 29148.
- Vpeljali smo dodatna poglavja oziroma dopolnili obstoječa s specifičnimi podatki ali zahtevami za mobilne aplikacije. Poglavja smo glede na pregledane praktične primere in lastne praktične izkušnje ustrezno dodali oziroma razširili.
- Začeli smo z dodajanjem vsebine v dokument SZPO, pri čemer smo zajeli vse potrebne zahteve z različnih področij. Pri razvoju so sodelovali tudi razvijalci, ki so na podlagi preteklih izkušenj z razvojem mobilnih aplikacij predlagali nekatere dopolnitve, ki poskrbijo, da ne pride do podvajanja truda in spreminjanja že razvitih funkcionalnosti. Dokument smo sproti pregledovali in po potrebi dopolnjevali.
- Dokument SZPO je pregledal in potrdil projektni svet.

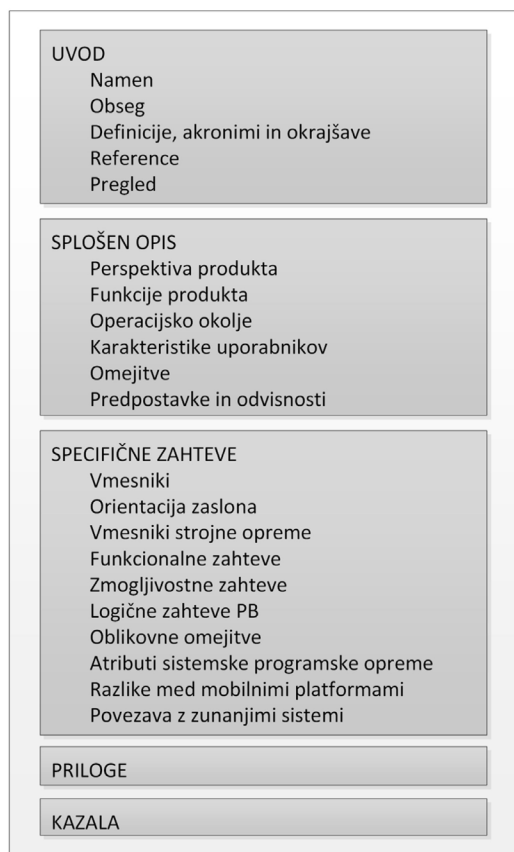
Če povzamemo *dopolnitve obstoječih* po standardu oblikovanih *poglavij* s podatki, vezanimi na lastnosti mobilnih aplikaciji, smo v okviru SZPO za aplikacijo v razvoju dodali:

- v poglavju *Splošni opis* smo v podpoglavju *Perspektiva produkta* navedli, da gre za razvoj mobilne aplikacije in ustrezno predstavili namen in način sodelovanja s storitvami v oblaku, portalno rešitvijo in podprtimi zunanji vmesniki; v podpoglavju *Omejitve* smo navedli najnižjo podprto verzijo operacijskega sistema in nekatere dodatne omejitve, vezane na lastnosti mobilnih telefonov: določili smo najmanjšo podprto ločljivost zaslona, ločljivost zaslona, optimizirano za aplikacijo v razvoju, priporočljivo pasovno širino za optimalen prenos multimedijskih vsebin in izvedbo sinhronizacije ter delovanje vmesnikov GPS in Bluetooth, ki omogočata pridobivanje podatkov;
- v poglavju *Specifične zahteve* smo v okviru podpoglavja *Vmesniki* pri uporabniških vmesnikih predstavili zaslonske maske, prilagojene za mobilne

telefone (t. i. StoryBoard), predvsem z vidika enostavnosti in preglednosti, dodali pa smo tudi zahtevo za orientacijo zaslona.

Če povzamemo še *dodana poglavja* v dokumentu SZPO, ki dopolnjujejo predlagano strukturo, lahko rečemo, da smo v dokument SZPO dodali:

- v poglavju *Splošni opis* smo dodali poglavje *Operacijsko okolje*, v katerem smo podrobneje navedli, za katere operacijske sisteme bo mobilna aplikacija razvita in na voljo;
- v poglavju *Specifične zahteve* smo dodali poglavje *Razlike med mobilnimi platformami*, ki je služilo kot temelj, da smo lahko na podlagi le enega dokumenta SZPO mobilno aplikacijo razvili za več različnih platform; na podlagi izkušenj z razvojem za različne platforme smo namreč ugotovili, da zaradi dobrih praks in načina razvoja posameznih platform lahko prihaja do manjših odstopanj pri realizaciji posameznih funkcionalnosti; razlike smo v poglavju razdelili v tri skupine, in sicer na razlike v izgledu, izvajanju in sočasnosti;



Slika 3: Struktura dokumenta SZPO za mobilne aplikacije

- v poglavju *Specifične zahteve* smo dodali nekatere zahteve, vezane na lastnosti mobilnih aplikacij in tehnologij. V podpoglavju *Zmogljivostne zahteve* smo podali zahtevo, povezano z mobilnim prenosom podatkov, ki omogoča optimalno delovanje produkta. V okviru podpoglavja *Vmesniki* smo dodali sekcijo *Orientacija zaslona*, v kateri smo navedli, v katerih primerih je ležeča orientacija zaslona omogočena in v katerih ne. V okviru podpoglavja *Vmesniki* smo dodali še opis vmesnikov strojne opreme, v katerem smo opisali delovanje strojnih gumbov v okviru aplikacije v skladu z dobrimi praksami funkcionalnosti posameznih gumbov, ter opis komunikacijskih vmesnikov, na podlagi katerih aplikacija sodeluje z zunanjimi napravami. Dodali smo še podpoglavje *Povezava z zunanjimi sistemi*, v katerem smo opisali sodelovanje mobilne aplikacije z zunanjimi sistemi.

Strukturo dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, ki smo jo oblikovali, natančneje prikazuje slika 3. Struktura temelji na priporočilih standarda IEEE 830, dodana pa so poglavja, identificirana na podlagi pregledane literature, praktičnih primerov in praktičnih izkušenj v domeni razvoja mobilnih aplikacij.

6 SKLEP

Glede na preučeno literaturo, praktične primere ter izkušnje, pridobljene pri izdelavi dokumenta SZPO za mobilne aplikacije, lahko z gotovostjo ugotovimo, da se dokument specifikacije zahtev za mobilne aplikacije nekoliko razlikuje od dokumenta specifikacije zahtev za tradicionalne programske produkte. Razlika se pojavi že v začetnih poglavjih splošnega opisa, v katerih je treba poudariti, da gre za razvoj mobilne rešitve, dodati pa še mobilne platforme, za katere razvijamo aplikacijo. Priporočeno je zapisati tudi omejitve, povezane s tehnologijami, kot sta GPS in Bluetooth, ki sta pomembni tehnologiji mobilnih telefonov, ter omejitve, povezane z velikostjo in ločljivostjo zaslona mobilnega telefona ter z drugimi viri.

Še več razlik se pojavi pri definiranju specifičnih zahtev, npr. pri zahtevah zmogljivosti. Tam je smiselno dodati zahteve, povezane z mobilnim prenosom podatkov, in zahteve, povezane z uporabniškimi vmesniki. Pri zadnjih je treba pri oblikovanju upoštevati omejeno velikost in ločljivost zaslona, prav tako pa določiti tudi podporo različnim orientacijam zaslona pri določenih funkcionalnostih. Če aplikacijo razvijamo za več mobilnih platform, je

priporočljivo predstaviti tudi dopustne in potrebne razlike med platformami, predvsem zaradi specifik posameznih mobilnih operacijskih sistemov.

Če povzamemo, lahko na podlagi praktičnih izkušenj in pregledane literature ugotovimo, da se v dokumentih SZPO za mobilne aplikacije pojavljajo nekateri elementi in poglavja, ki jih ne zasledimo v dokumentih SZPO za tradicionalne programske produkte. Predlagamo, da je za doseganje dobrih praks v dokument SZPO za mobilne aplikacije primerno vključiti:

- pojasnilo, da gre za razvoj mobilne aplikacije, ter dodatne morebitne povezave z drugimi sistemi ali rešitvami,
- omejitve, povezane s platformo razvojnega produkta, v okviru programskih jezikov ter dobrih praks,
- navedene omejitve delovanja funkcionalnosti za množico dostopnih mobilnih telefonov in operacijskih sistemov,
- omejitve in zahteve, povezane z omejenimi viri pomnilnika, energije, spomina in drugih omejenih elementov,
- morebitne zahteve in omejitve, povezane s souporabo virov,
- zahteve, povezane z mobilnimi omrežji ter internetnimi povezavami,
- zahteve in omejitve, povezane z grafičnim uporabniškim vmesnikom, ki ga določajo fizična velikost zaslona in njegova ločljivost, prav tako pa tudi dobre prakse in izoblikovani stilni vodiči,
- zahteve, povezane z vnosom podatkov prek zaslona na dotik, in
- zahteve, povezave s senzorji mobilnih telefonov, ki zajemajo podatke.

Dobro napisan dokument SZPO je trdna podlaga za nadaljnji razvoj ter aktivnosti v življenjskem ciklu razvojnega produkta. Zaradi tega je pomembno, da si za zbiranje zahtev vzamemo dovolj časa in dokument oblikujemo po tehtnem premisleku, v skladu s priporočili in dobrimi praksami. Le tako bomo kot rezultat zbiranja zahtev dobili produkt, ki bo skozi ves razvojni cikel v pomoč, hkrati pa bo pomagal najti odgovore na vprašanja, ki se bodo morda pojavila pri nadaljnjem razvoju.

ZAHVALA

Študija je nastala v okviru programa usposabljanja mladih raziskovalcev, ki ga izvaja Javna agen-

cija za raziskovalno dejavnost RS. V članku so med drugim uporabljeni tudi nekateri rezultati projekta, izvedenega v okviru Razvojnega centra IKT Savinja Žalec. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov za obdobje 2007–2013 v okviru izvajanja prve razvojne prioritete Konkurenčnost podjetij in raziskovalna odličnost, prednostne usmeritve Izboljšanje konkurenčnih sposobnosti podjetij in raziskovalna odličnost.

VIRI IN LITERATURA

- [1] Belfo, F. (2012). People, Organizational and Technological Dimensions of Software Requirements Specification. *Procedia Technology*, 5(0), 310–318. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.034.
- [2] Boehm, B. W. (1984). Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications. *Software, IEEE*. doi:10.1109/MS.1984.233702.
- [3] Davis, A., Overmyer, S., Jordan, K., Caruso, J., Dandashi, F., Dinh, A., ... Theofanos, M. (1993). Identifying and measuring quality in a software requirements specification. *Software Metrics Symposium, 1993. Proceedings., First International*. doi:10.1109/METRIC.1993.263792.
- [4] Doherty, G., McKnight, J. & Luz, S. (2010). Fieldwork for requirements: Frameworks for mobile healthcare applications. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(10), 760–776. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2010.06.005.
- [5] Economou, D., Gavalas, D., Kenteris, M. & Tsekouras, G. E. (2008). Cultural applications for mobile devices: Issues and requirements for authoring tools and development platforms. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, 12(3), 18–33. doi:10.1145/1462141.1462145.
- [6] ESA Board for Software Standardisation and Control. (1991). ESA Software Engineering Standards. Prentice-Hall International. Dostopno na ftp://ftp.estec.esa.nl/pub/wm/anonymo-us/wme/bssc/PSS050.pdf (1. 8. 2013).
- [7] Finkelstein, A. & Savigni, A. (2001). A Framework for Requirements Engineering for Context-Aware Services. In *1st International Workshop From Software Requirements to Architectures*.
- [8] Garner, R. (2011). *Mobile Payments: The importance of trust and familiarity and the need for co-operation* (str. 1–12).
- [9] Gartner. (2012). Gartner Says Worldwide Sales of Mobile Phones Declined 3 Percent in Third Quarter of 2012; Smartphone Sales Increased 47 Percent. Dostopno na http://www.gartner.com/newsroom/id/2237315 (19. 2. 2013).
- [10] Giakoumakis, E. A. & Xylomenos, G. (1996). Evaluation and selection criteria for software requirements specification standards. *Software Engineering Journal*.
- [11] Gil, D., Andersson, J., Milrad, M. & Sollervall, H. (2012). Towards a Decentralized and Self-Adaptive System for M-Learning Applications. *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*. doi:10.1109/WMUTE.2012.37.
- [12] Hammer, T. F., Huffman, L. L. & Rosenberg, L. H. (1998). Doing Requirements Right the First Time. Dostopno na http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/1998/199812/199812-Hammer.pdf.
- [13] Hofmann, H. F. & Lehner, F. (2001). Requirements engineering as a success factor in software projects. *Software, IEEE*. doi:10.1109/MS.2001.936219.
- [14] Hribar, U. (2001). Tehnologije za mobilno poslovanje. V *Dnevi slovenske informatike*.
- [15] IEEE Computer Society. (1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications* (str. 39).
- [16] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. (1998). *IEEE Std 830-1998*. doi:10.1109/IEEE-STD.1998.88286.
- [17] IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. (1990). *IEEE Std 610.12-1990*. doi:10.1109/IEEE-STD.1990.101064.
- [18] ITU. (2013). The World in 2013 - ICT Facts and Figures. Dostopno na http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2013.pdf (22. 7. 2013).
- [19] Kamaruddin, K. A., Yusop, N. S. M. & Ali, M. A. M. (2011). Using activity theory in analyzing requirements for mobile phone application. *Software Engineering (MySEC), 2011 5th Malaysian Conference in*. doi:10.1109/MySEC.2011.6140636.
- [20] Kirubakaran, B. & Karthikeyani, V. (2013). Mobile application testing – Challenges and solution approach through automation. *2013 International Conference on Pattern Recognition, Informatics and Mobile Engineering*, 79–84. doi:10.1109/ICPRIME.2013.6496451.
- [21] Maccari, A. (1999). The challenges of requirements engineering in mobile telephones industry. *Database and Expert Systems Applications, 1999. Proceedings. Tenth International Workshop on*. doi:10.1109/DEXA.1999.795189.
- [22] MobiThinking. (2012). Global mobile statistics 2012 Part A: Mobile subscribers; handset market share; mobile operators. Dostopno na http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a/#subscribers (19. 2. 2013).
- [23] NASA. (2009). NASA Software Engineering Requirements. Dostopno na August 01, 2013, from http://nodis3.gsfc.nasa.gov/npg_img/N_PR_7150_002A/N_PR_7150_002A_.pdf.
- [24] Portio Research. (2012). Your Portio Research Mobile Factbook 2012. Dostopno na http://www.portioresearch.com/en/free-mobile-factbook.aspx (19. 2. 2013).
- [25] Rational. (1998). Rational Unified Process, Best Practices for Software Development Teams. Dostopno na http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf (1. 8. 2013).
- [26] Salazar, M. G., Mitre, H. A., Olalde, C. L. & Sanchez, J. L. G. (2012). Proposal of Game Design Document from software engineering requirements perspective. *Computer Games (CGAMES), 2012 17th International Conference on*. doi:10.1109/CGames.2012.6314556.
- [27] Satyanarayanan, M. (1996). Fundamental challenges in mobile computing. *Proceedings of the fifteenth annual ACM symposium on Principles of distributed computing – PODC '96*, 1–7. doi:10.1145/248052.24805.
- [28] Software development and documentation, DoD Military Standard MIL-STD-498. (1994). Washington, DC, USA: US Department of Defence.
- [29] Software requirements specification DID, DoD Military Standard DI-IPSC-81433. (1994). Washington, DC, USA: US Department of Defence.
- [30] Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering. (2011). *ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)*. doi:10.1109/IEEESTD.2011.6146379.
- [31] The New York Times. (2011). One Million Mobile Apps, and Counting at a Fast Pace. Dostopno na http://www.nytimes.com/2011/12/12/technology/one-million-apps-and-counting.html (19. 2. 2013).

- [32] Wasserman, A. I. (2010). Software engineering issues for mobile application development. *Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research – FOSER '10*, 397. doi:10.1145/1882362.1882443.
- [33] Whitfield, K. (2013). Fast growth of apps user base in booming Asia Pacific market. *Portio Research*. Dostopno na <http://www.portioresearch.com/en/blog/2013/fast-growth-of-apps-user-base-in-booming-asia-pacific-market.aspx> (22. 7. 2013).

■

Tina Schweighofer je mlada raziskovalka na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, kjer je leta 2012 magistrirala in si pridobila strokovni naziv magistrica inženirka informatike in tehnologij komuniciranja. Trenutno je doktorska študentka bolonjskega doktorskega študija Računalništvo in informatika. Njeno raziskovalno delo obsega mobilne tehnologije, razvoj mobilnih aplikacij ter pripadajoče postopke testiranja, dokumentiranje razvoja mobilnih aplikacij, prav tako pa tudi razvojni cikel mobilnih aplikacij s pristopom programskih produktivnih linij.

■

Marjan Heričko je redni profesor za informatiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, kjer je nosilec več predmetov, ki so v pristojnosti Inštituta za informatiko. Je namestnik predstojnika inštituta ter vodja laboratorija za informacijske sisteme. Doktoriral je leta 1998 na Univerzi v Mariboru na področju zagotavljanja kakovosti objektno orientiranega razvoja programske opreme. Njegovo raziskovalno delo zajema vsa področja razvoja sodobnih informacijskih rešitev in storitev s poudarkom na naprednih pristopih k modeliranju in načrtovanju informacijskih sistemov, načrtovalskih vzorcih in metrikah.

Učenje in računalnik med včeraj in jutri

Vanda Rebolj, Kamnik
vanda.rebolj@gmail.com

Izvleček

Okvir prispevka je uporaba informacijske tehnologije v izobraževanju. Predstavljamo nekatere globalne spremembe, ki so nastale pod njenim vplivom. Zlasti nas zanimajo didaktični napredek, vsebina uporabe računalnikov in nove oblike pridobivanja znanja. Izpostavljamo splošni napredek v formalnem izobraževanju in kognitivne spremembe pri učencu glede na predinformacijsko obdobje. Ker je pri nas malo raziskav, so pretežno uporabljeni izsledki tujih raziskav in tuje izkušnje. Učence obravnavamo v treh starostnih skupinah: malčki, šolarji in adolescenti, ki se pripravljajo na kariero in položaj v informacijski družbi. Želimo prikazati, da so učinki informacijske tehnologije konceptualni in globoki. Želimo razlikovati prave in napačne poti do boljše šole in do bolj učinkovitega računalniško podprtega pouka v prihodnje.

Ključne besede: didaktika, digitalno učenje, formalno izobraževanje, informacijska družba, informacijska tehnologija, kognitivni razvoj.

Abstract

Learning and the Computer Between Yesterday and Tomorrow

The scope of the work is using information technology in education. In this paper we present some global changes caused by IT. We are particularly interested in the didactic progress, the contents where the computer is used and the new forms of teaching and learning in formal education. We present the general trends as well the cognitive effects upon students. Since there is little related work on this topic in Slovenia we rely mostly on studies from other European countries and the USA. Learners are discussed by three age groups: preschoolers, school-aged children and adolescents who are preparing for their place in information society. We wish to demonstrate that the effects of IT are conceptual and deep. We distinguish between the proper and the wrong ways to better formal education and to more efficient computer-supported learning in the future.

Key words: didactics, digital learning, formal education, information society, information technology, cognitive improvement.

1 UVOD

Začetek uvajanja računalništva v slovenske šole sega v sedemdeseta leta prejšnjega stoletja. Takrat so na gimnazijah s temi vsebinami posodobili program, ki je bil prednostno namenjen pripravi dijaka na študij. Pred dvema desetletjema so začeli uvajati računalnik v vse šole s projektom Računalniško opismenjevanje. Kot kažejo nekatere primerjalne analize evropskih držav, so bila vlaganja v opremo šol glede na druge države nadpovprečna. V učni proces pa so računalnik brez prave podpore uvajali predvsem posamezni učitelji. Zanimajo nas odgovori na vprašanja, kje smo in kakšni so učinki teh vlaganj. Potrebujemo ugotovitve, kaj drži in kje smo se zmotili pri uvajanju računalnika v izobraževalni proces. V nadaljevanju tega prispevka bomo izraz računalnik uporabljali v več pomenih: kot napravo, kot vrsto učne tehnologije in kot učno okolje.

Obdobje je dovolj dolgo, da lahko ocenimo, kako je na učenčevi strani. Ali računalnik spreminja učenca in ali nekdanja opredelitev znanja še velja. Vemo, da so potrebe po znanju v informacijski družbi dru-

gačne. Padlo je načelo več znaš, več veljaš. Bolj pomembna je usposobljenost za učenje, za graditev kariere ter za sobivanje v globalni skupnosti. Več dinamičnih procesov se brez podrobnih analiz medsebojno zamegljuje. Raziskovalci omenjajo nova znanja, ki jih ni mogoče pridobiti brez informacijske tehnologije. Torej je ta nujna za učenje. Tudi tehnologija za mlade uporabnike napreduje in se spreminja po njihovih psiholoških in ergonomskih potrebah. Kar je bilo nekoč okorno, postaja naravno.

O uporabi računalnika v izobraževalnem procesu vemo malo. Smo učni proces izboljšali ali smo ga samo tehnično posodobili? Kaj računalnik učenec daje in kaj jemlje? Informacijska tehnologija se je s področja zabave preselila v »resno« življenje, v izobraževanje in delo, zato bi se morali predvsem ukvarjati z vsebino, to je kaj posredovati in kako. Ali to uresničujemo? Obetavni novosti se zdita virtualizacija in interaktivnost, vendar je njuna didaktična uporabnost premalo raziskana.

V članku so povzeti nekateri izsledki raziskav, eksperimentov, opazovanj in izkušenj ter stališč o pedagoških vidikih in vsebini uporabe računalnika pri učenju slovenskih in tujih avtorjev ter avtoričinega dolgoletnega delovanja na področju informatizacije različnih šol. Iz njih bomo izluščili tisto, kar velja in je hkrati pomembno za prihodnji razvoj. Raziskava za potrebe tega članka ni bila izvedena. Avtorica se zaveda, da za sklepanje uporablja ohlapne podlage, a zanesljivejših ni, obstaja pa potreba, da vendarle odgovorimo na nekatera vprašanja.

1.1 Današnja vloga informacijske tehnologije pri učenju

Psiholog Marc Prensky (Prensky, 2001) razvršča uporabnike računalnikov na digitalne domorodce (digital natives) in digitalne priseljence (digital immigrants). Prvi so se rodili v digitalno ero in v formirano informacijsko družbo, drugi so se ji morali priučiti, kar jim je bolj ali manj uspelo. »Digitalni domorodci« poznajo samo digitalni koncept obdelave podatkov, zato jim starega ni treba »odvajati«, da bi usvojili novega. V tistem prerivanju med njimi gre za nadzor v družbi, ki skrbi priseljence, vajene, da imajo starejši večji vpliv. Od nove generacije kljub pomanjkanju izkušenj pričakujemo veliko. Po Gelstonu (Gelston, 2008) zlasti inovativnost in sveže modele reševanja problemov, kar jo dodatno obremenjuje. Pri transformiranju generacij je pomembna zlasti naprednejša informacijska tehnologija, saj so manj razvite računalnike, kot so bili Spectrum, Commodore in prvi osebni računalniki, uporabljali že prej, a z majhnim učinkom. Pospešek je pomenila razširitev interneta v splošno rabo, pri nas na prelomu tisočletja. Tako imenovana starejša generacija se od mlajše razlikuje tudi po pojmovanju računalnika. Za starejšo je predvsem pomočnik, ki olajša delovne rutine, za mlajšo je del njenega bivanja.

Čeprav so starejše generacije uporabnikov računalnika do neke mere usvojile računalniški koncept razmišljanja, njihova vloga v odnosu do mladih uporabnikov še ni normalizirana. Dajejo in odtegujejo hkrati. Otrokom za igrače kupujejo tablice, nato pa jim omejujejo čas igranja. Hvalijo, če otrok kaj stori s knjigo namesto z računalnikom ali se igra s klasično igračo. V njih tli nezaupanje in včasih prepričanje, da preveč tehnologije škodi otroku. Nevrotični odnos do digitalne tehnologije oblikujejo sinergija neznanja, nezaupanja in lastne negotovosti ter strahu

pred izgubo nadzora. Spomnimo, da je nevrotičnost spremljala tudi predhodne tehnološke novosti. Film naj ni bil pogrošen. Televizija naj bi kvarila vid in vzbujala nasilno vedenje, zato je bil televizor nadzorovan v dnevni sobi ali spalnici staršev in ponekod zaklenjen v omari. Video igrice naj bi otroke zasvojile in jim privzgjajale agresivno vedenje. S tem ne zanikamo potrebe po smiselnem omejevanju otrokovih dejavnosti, če v kako smer, pa naj gre za nogomet, računalnik ali pohajanje, porabi preveč energije in se zato razvija neuravnoteženo.

Katere spremembe je računalniška tehnologija že prinesla v izobraževanje? Kellner (Kellner, 2007: 1) omenja računalniško pismenost in računalniško kulturo. Prepoznava ju v nastajanju digitalnih besedil, zbiranju informacij, vizualizaciji in računalniških igrah. Pomembne so mu nove oblike komunikacije. Drži, da se razvijajo nove oblike učenja, zlasti sodelovalnega (Mori, 2004: 32). Prepoznavanje sodelovanja med učečimi je novost, saj je prvotno e-učenje veljalo za samotno dejavnost, pomanjkanje socialnih stikov pa za učno oviro. Med prednosti spadajo še spodbujanje ustvarjalnosti, brisanje meje med krajem, prostorom in časom za učenje, zlivanje učenja in igre ter vzajemno prevzemanje njihovih vlog. Igrivost, trajajoča vse življenje in dovoljena tudi v šoli, je po mnenju nekaterih raziskovalcev lastnost karierno uspešnih ljudi. Računalnik jo obilno omogoča.

Za pedagogiko je pomembno spoznanje, da tudi pri učenju »s strojem« vzporedno s kognitivnimi potekajo afektivni procesi, kot so čustveni ali razpoloženski. Ti med učenjem vplivajo na kognitivne, vendar ne tako, da se jezen ali žalosten učenec ne bi mogel učiti, vesel pa zlahka. Vplivajo na motivacijo za učenje ali na interpretacijo informacij. Kognitivni procesi potekajo bolj zvezno, afektivni nihajo, lahko tudi naglo. Digitalna učna okolja moramo načrtovati premišljeno v skladu s pedagoško in psihološko stroko. Učenci potrebujejo dovolj navodil, trening pripadajočih veščin, prave zvočne in barvne efekte, premišljeno izbrane vsebine, izogibati se moramo izvorom frustracij, kot so iritirajoče učno okolje, okorna navigacija ali pomanjkanje pomoči v težavah. Informacijska tehnologija ima moč nad učnimi »dinozavri« (Michell, 2004), to je zaradi zastarelosti nepotrebnimi vsebinami, ki se pojavljajo hitreje, kot lahko obnavljamo tiskane vire znanja. Učenec lahko na spletu najde sodobnejše, staro pa ne škodi, ker je do tega lahko kritičen.

Za proučevanje učenja in interpretacijo znanja v digitalnem okolju smo med teorijami najpogosteje poudarjali konstruktivistične. Učenčeva struktura iz temeljnih znanj ter veščin raste v obsežnejšo, hkrati pa postaja vse bolj kompleksna. Glede na pedagoške teorije postaja digitalno učenje pretežno behavioristično. Na učence ima namreč znaten vpliv digitalno okolje, v katerem uporabljamo podkrepljevanje, pri tem pa se spreminjajo osebnostno in vedenjsko (Žerovnik, 2010: 6–10). Moč podkrepljevanja je v samih napravah, pa tudi v ustrezno izbranih vsebinah in njihovih aplikacijah.

V nadaljevanju predstavljamo nekatera spoznanja o učenju z računalnikom v malčkovem svetu, v obdobju intenzivnega šolanja mlade generacije in v času, ko mlade na različne organizirane načine pripravljajo na ekonomsko samostojnost.

2 RAČUNALNIK V NARAVNEM MALČKOVEM SVETU

Ko primerjamo izsledke raziskav v zadnjem desetletju, lahko opazimo, da z novejšimi večkrat ovržejo, popravijo ali dopolnijo starejše. Tako je American Academy of Pediatrics, ki objavlja strokovne članke na aktualne teme o otroškem zdravju, leta 1999 staršem odsvetovala televizijo, saj naj bi bila za razvoj možganov nujna komunikacija z ljudmi. Danes vemo, da so najbolj učinkoviti interaktivni mediji, ki sprožijo kognitivne procese, pomembne za učenje. Ta akademija je svoje stališče leta 2011 ublažila, tako da tolerirajo zaslonske tehnologije, ne pa tudi interaktivnih programov. Dvome sejejo tudi nekatere knjige, kot je *Ogroženi um – zakaj otroci ne mislijo* (Endangered Minds – Why Children Don't Think) izobraževalne psihologinje Jane M. Healy.

Že dveletniki lahko uporabljajo miško in razumejo njeno povezavo s kazalnikom. Zaslon na dotik omogoča, podobno kot ropotuljica, neposredno povezavo med *storim in se zgodi*. Nekateri to imenujejo naravni način uporabe. Preskusili smo desetmesečnega dojenčka, vajenega tablice, kar so med drugim dokazovale sledi njegovih zob na ovitku. Tablice ni znal pravilno položiti na podlago in odpreti, a na odprti tablici je med številnimi ikonami vedno našel in s členkom prsta vključil »mau«, svojo najljubšo risanko o mucih, za tem pa še gumb za predvajanje. Po dejanju je zmagoslavno pogledoval okrog.

Motimo se, kadar simbolizacijo in virtualizacijo realnosti uvrščamo na višje kognitivne ravni, ki jih

razvijejo starejši otroci. Simboli, namišljeni junaki in različno ponazorjen realni svet, drugačen od vidnih zaznav, so za otroka naravni. Otrok, ki še ne govori, zna pokazati, da je žejen, tako da roko kozarec nese k ustom. Spopada se z blazino kot namišljenim levom, premika kamne kot avtomobile ali mečka virtualne muhe na zaslonu tablice. Vsekakor je to spoznanje, ki bi lahko vplivalo na zasnovo zgodnjega učenja. Proizvajalci tehnologije na dotik koristno uporabljajo spoznanje, da so roke »možganski podaljšek«, ki lahko dopolnijo miselno »ustvarjanje realnosti« (Bruner, 1991).

Odrasle zanima tudi vrednost igre z računalnikom. Ali na primer otrok manj pridobi, če se na plaži igra s tablico, namesto da bi gradil peščene gradove? Tega ne moremo niti zanikati niti potrditi. Psihologi večinoma pravijo, da gre za nepotrebno skrb, saj obstaja tudi brez računalnikov veliko nekoristnih naprav in dejavnosti, ob uravnoteženih aktivnostih, s katerimi dopolnimo, kar otroku manjka, pa njegov razvoj poteka normalno.

Malčki v zaslon običajno zrejo kot v transu. Ali so ob tem miselno aktivni ali pa je kognicija blokirana tako kot telo? Psiholog Anderson (Anderson, 2001) je v ta namen izvedel eksperiment. Malčkom, starim od šest mesecev do treh let, je spremenil poznane risanke. Zamenjal je vrstni red nekaterih prizorov, nekatere je predvajal nazaj, del besedila pa zamenjal. Spremembo so zaznali starejši od enega leta. Bili so nemirni in nezadovoljni ali so prenehali gledati. Sklepal je, da otroci, starejši od enega leta, dogajanje na zaslonu spremljajo aktivno, čeprav fizično mirujejo. Gre bolj za zatopljenost in močno koncentracijo. To domnevo potrjujejo tudi opažanja, da imajo nekateri računalniško veščiji otroci težave s koncentracijo ob knjigi ali razlagi, kar bi lahko bila negativna posledica uporabe računalnika.

Eksperimentalno so tudi ugotavljali, ali malčki virtualni svet povezujejo z realnim in ali so v realnost sposobni prenesti informacije, pridobljene v virtualnem svetu. Potrdimo lahko le tiste, ki jih predhodno vsaj nekoliko poznajo iz realnega sveta. Če iz realnega sveta vedo, da kače in ose pikajo, iz digitalnega pa izvedo, da pikajo tudi čebele in komarji, bodo pikajoče živali našteali skupaj. Če iz realnega sveta nimajo informacij, virtualnih v realni svet ne znajo prenesti ali pa jih prenesejo narobe: »Pikajo živalice, ki sedijo na rumenih rožah.«

Malčki so sposobni obdelave informacij, ki nadgrajujejo predhodno znane. Dokaz, da malčki pro-

cesirajo podatke, je med drugim dejstvo, da za obdelavo potrebujejo čas, zato je treba po postavitvi vprašanja napraviti premor vsaj pet sekund, da se izteče procesiranje. Če ni na voljo časa za procesiranje, so odgovori napačni ali pa otrok na vprašanje reagira odklonilno.

Za učenje je zanimivo vprašanje, ali malčki dojemajo virtualni prostor enako kot fizični ali kot poseben prostor ali pa ju ne razlikujejo. Med eksperimentom so malčki najprej v fizičnem prostoru od osebe, ki so jo videli skozi odprtino v steni, dobili navodila, kako naj poiščejo skrito igračo. Našli so jo brez težav. Ko pa jim je kasneje napotke dala oseba na zaslonu, so jih razumeli le nekateri, zato je bilo iskanje neuspešno. V naslednjem poskusu je oseba na zaslonu z otroki nekaj časa kramljala, nato pa je dala še navodila za iskanje igrače. V tem primeru je bil uspeh podoben kot v fizičnem prostoru. Raziskovalec je sklepal, da oseba z zaslonu med pogovorom »vstopi« v malčkov prostor. Po drugi razlagi pa je razumevanje navodil bolj povezano z odnosom malčka do posrednika informacij kot s prostorom. Malčki se več naučijo od pozitivnih, čustveno toplih oseb ali bitij in junakov, ki jim bolj zaupajo in jih imajo radi. To ni novost. Že dolgo vemo, da se več naučijo od Kekca kot od Pehte ali Bedanca.

Za starše je pomembno, da so računalniški programi izobraževalni, otroci pa imajo radi vse, kar je zabavno. Dovolj je, da se malčki naučijo uporabljati računalnik kot orodje, dostopati do podatkov in jih procesirati. Po opažanju učiteljev so nekateri programi izrazito koristni pri začetnem učenju, na primer pri opismenjevanju. Otroke veseli, če lahko s prstom po zaslonu rišejo črke. Za to ni treba biti več uporabe pisala, ki ovira motorično manj razvite, pisanje je igrivo, kar dvigne motivacijo in pospeši učenje. Podoben učinek imajo nekateri drugi programi za temeljno dojetje učne vsebine (Škabar, 2010: 790) in programi, ki prikazujejo procese, na primer simulacije narave, kot je razvoj plodu na drevesu. Možnost digitalnega upodabljanja procesov je pred tiskanimi gradivi pomembna prednost.

Za študijske potrebe smo opazovali so tri skupine štiri- in petletnih otrok iz vrtcev, ki so obiskali muzej, v katerem so nameščeni zasloni na dotik z interaktivnimi programi (Resnik, 2011: 6–8). V vseh prostorih so otroci najprej oprezovali za temi zasloni in se privalovali pred njimi. Šele nato so si ogledali del eksponatov, ki so jih pritegnili. Prikaze na zaslonu so si enako

ali bolje zapomnili kot fizične eksponate, najmanj pa so si zapomnili slike in risbe po stenah, ki jih kljub barvitosti skoraj niso zanimale. Bolje so si zapomnili tudi tisto, kar se jih je v pripovedi kustosa čustveno dotaknilo, na primer simulacije obzidja okrog gradov za skrivanje ljudi pred Turki, čeprav o turških vpadih niso vedeli ničesar.

Današnji malčki se marsičesa naučijo prej kot njihovi predhodniki. Dvomom, ali je smiselno pomikati učenje nekaterih vsebin na zgodnejši čas, ne moremo pritruditi. Znanje ima na otroka ugoden motivacijski učinek, zlasti če otrok uživa med učenjem, ki je zanj naravno. Vpliva na samozavest ter na splošni osebnostni razvoj. Malček tako v dobo, namenjeno šolanju, vstopi z bogatejšo podlago, bogatejši pa jo tudi konča.

3 VLOGA INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE V UČNEM PROCESU MED OBVEZNIŠKIM ŠOLANJEM

Z računalnikom med formalnim osnovnim in srednjim šolanjem učenec pridobiva znanje na različne načine. Nadzorovano, ko mu učno pot pripravi učitelj, ali nenadzorovano (s samostojnim učenjem), ko učitelj predvsem posreduje napotke, kaj naj se učenec nauči, a brez vnaprej pripravljenega gradiva ali podrobnih napotkov, kje naj učenec najde učno vsebino. Spomladi leta 2013 so anketirali naključni vzorec učiteljev o računalniku kot posredniku znanja in rezultate omenili v referatu na EDUvision (Sabina Narič). Na vprašanje, koliko znanja iz obveznih učnih vsebin učenci pridobijo s samostojnim učenjem, so dobili odgovore, da okoli petino, a so bili med učitelji in med predmeti velike razlike (geografija 35 %, matematika 2 %). Nekateri učitelji v prepričanju, da morajo nadzorovati učenje, učencem ne dajo priložnosti, da bi se učili samostojno. Delež samostojnega učenja se povečuje s starostjo učenca in s časom, ki ga učenec preživi ob zasloni tehnologiji, trdijo v isti anketi. Vendar naj ne bi preseglo tretjine učne vsebine.

Če povzamemo izsledke raziskav o vlogi računalnika pri učenju, ugotavljamo, da računalnik lahko sproži nekatere duševne procese, kot so motiviranje, interesi ali odkrivanje povezav med dejstvi in dogodki. Omogoča učenje za znanja, ki jih brez nje ga ne bi bilo. Učenje lahko pospeši in olajša, ima pa tudi nekatere druge socialne in psihološke prednosti, ki pa ne nastopijo samodejno in niso uresničljive pri vseh učnih vsebinah. Učitelji morajo vedeti, kaj

»računalnik zmore«, in didaktično ustrezno izkoristiti njegove prednosti, a ne smejo opustiti klasičnih metod in načel poučevanja (Škabar, 2010: 790). Učitelj naj pripravlja pouk tako, da najprej postavi cilje pouka, nato pa naj izbira računalniške programe, s katerimi bi jih dosegel, in ne obratno (Mori, 2004: 32). Druga skupina vprašanij je obrnjena k učencu: Naj ga v digitalni svet kar spustimo ali naj ga pripravljamo?

Precej zanesljivo lahko odgovorimo na vprašanje, ali uporaba računalnika vpliva na otrokove intelektualne sposobnosti. Teze, da imajo otroci, ki redno uporabljajo računalnik, višje sposobnosti, raziskave niso potrdile. Lahko pa vzbujajo tak vtis zaradi nekaterih spretnosti. To so ugotavljali slovenski učitelji na podlagi opazovanja v letih 2007 do 2009. Boljše rezultate učenci dosegajo zaradi predelave večje količine informacij. Hkrati pa je kognitivni proces bolj obremenjen. Obremenjujoče je procesiranje informacij, ki poteka od sprejema iz okolja naprej, sledijo pozornost, miselna predelava, hramba v spomin, oblikovanje osebnega odnosa do njih in končno udejanjanje (Schunk & Usher, 2012: 1). Nekatere od njih učenec uporabi v procesu učenja, a ne vseh, zato je veliko izmeta. Tudi pri tem lahko uporablja računalnik, če ga dovolj obvlada.

Ni zagotovila, da so podatki in informacije s spleta resnične. Med nepomembnimi in netočnimi informacijami se lahko skrijejo pomembne in uporabne. Ko se otrok povsem opismeni in je računalniško vešč, težava naraste. Presenetila nas je že v prvih letih uporabe računalnika, na primer pri raziskovalnih nalogah, v katerih so se pojavljale dvomljive ali neznanstvene trditve. Za filtriranje informacij po pomenu in pravilnosti potrebujemo veliko znanja in razgledanost, ki je šolarji še nimajo. Šola lahko privzgaja kritičnost do informacij s spleta in jih nauči tehnik filtriranja. Na izhodiščno vprašanje, ali naj učenca brez pomoči spustimo v računalniški svet, moramo torej odgovoriti negativno.

Prednost informacijske tehnologije za kognicijo učencev, ki jo navajajo raziskovalci, je v novih ravnih kognicije. Kognitivni procesi v klasičnem okolju potekajo večinoma enoplastno. V digitalnem okolju učenec lahko informacije hitreje posploši, dobi globalno sliko o nekem pojavu ali strne fragmente v celovito podobo procesa. S tem se vzpostavi metaraven, kar je pomembna prednost. Tako kot za malčke tudi za to starost tuji raziskovalci, pa tudi slovenski učitelji, menijo, da zmorejo učenci reševati naloge, ki

presegajo njihov proksimalni (fiziološki) razvoj. A še bolj drži, da bo treba zaradi novih tehnologij redefinirati otrokov proksimalni status.

Ali se lahko učenec z računalnikom uči le nekatere vsebine ali vsake? Kako je z učenjem veščin in tistih znanj, ki zahtevajo telesno aktivnost? Raziskave za vsa starostna obdobja potrjujejo, da se otrok z računalnikom lahko uči stvari, o katerih že ima nekatera znanja, na katerih gradi. Učitelj naj osnovna znanja posreduje klasično, nadgradnjo pa lahko tudi digitalno. Ali obratno: učenec spozna digitalni model, nato ga klasično preskusi, kar je pod imenom »obrnjeno učenje« ena izmed didaktičnih novosti zadnjih let. Kaže nekatere prednosti, ki jih bo treba raziskovalno ovrednotiti. Telesne veščine in praktično znanje je ob nekaterih izjemah treba učiti klasično. Obnesli pa so se na primer treningi javnega nastopanja pred virtualno osebo, zlasti na začetku, ko nastopajočemu primanjkuje samozavesti.

Na vprašanje, koliko digitalnega učencu ponuditi in koliko odtegovati, če je to sploh potrebno, bi odgovorili, če bi vedeli, ali računalnik lahko škodi in kako. Za šole je neodgovorjeno vprašanje, ali je nujno, da ima vsak učenec svoj računalnik na šolski klopi. Starši dobrohotno kupujejo opremo, nato pa otroku odmerjajo čas uporabe, kar povzroča konflikte v družini. Na šole s strokovno pravilnimi in z zavajajočimi argumenti pritiska računalniška industrija, saj gre za velik posel. Za zdaj ne kaže, da bi učenec stalno potreboval računalnik, potreben pa je dostop po potrebi. Dostop do računalnika učenec potrebuje tudi doma – za učenje, druženje in zabavo. Kar ob računalniku izgublja, mu družina lahko nadomesti drugače.

Kljub nedvomnim prednostim računalnika v šoli ne bi smeli precenjevati. V raziskavi (Bright, 2011) so ugotavljali učni izkoristek, ko učenec med poukom dobi nalogo, pri kateri naj uporabi računalnik. Koliko oken, ki jih odpre, je produktivnih? Učenec je v opazovanem času povprečno odprl 65 oken, od tega jih je bilo 40 neproduktivnih. Nekateri so brez ciljno brskali po internetu ali pregledovali svojo pošto. Zanimivo je, da tisti, ki so delali neproduktivno, niso imeli statistično pomembno nižjih ocen. O razlogih bi lahko ugibali. Morda so dobili za učne cilje manj pomembne naloge ali pa so učitelji iste vsebine dodatno obdelali še klasično – oboje kaže na nezaupanje učiteljev. Pri bolj nadzorovanem računalniškem učenju bi bila produktivnost lahko večja, a računalnik bi

izgubil prednosti pred tiskanim gradivom. Zagotovo računalniška tehnologija sama po sebi ne prinaša učnega uspeha, izobraževalni programi pa niso vedno kakovostni. Računalnik učenca ovira (Healy, 2013) če ni poskrbljeno za znanja, ki jih ne pridobi z računalnikom.

Raziskovalci spremljajo tudi slabosti samostojnega učenja z informacijsko tehnologijo, pri nas pa smo jih z enakimi vprašalniki odkrivali s periodičnim anketiranjem učiteljev. Primerjajmo spoznanja v obdobju desetih let. Na univerzi IOWA (Andersen, 2001) so navedli te slabosti, ki se ujemajo z opažanji naših učiteljev: 1) pri računalniškem učenju zaostajajo manj motivirani učenci in učenci s slabšo klasično učno izkušnjo, 2) ovira jih občutek, da ni na voljo stalne pomoči, 3) frustrirajoči sta slaba tehnična oprema in pomanjkljivo računalniško znanje, 4) učna vsebina, ki jo lahko podajajo računalniško, je omejena, digitalne simulacije pa niso didaktično enakovredne realnim eksperimentom.

Deset let kasneje, leta 2011 (AER, 2011), v ameriškem okolju učitelji navajajo moteče posameznosti, ne več vsesplošnih slabosti učne informacijske tehnologije. Učenci imajo manj možnosti za izmenjavo idej in za učenje od drugih, za nekatere učne aktivnosti pa so nujni osebni stiki. Spletna komunikacija je manj spontana in iskrena. Več je napak pri procesiranju informacij. Ker ni učitelja, ni njegovih takojšnjih »pospeškov«. Še vedno so učenci med učenjem nekoliko negotovi in manj smeli. Pogoji za računalniško učenje (e-gradiva, knjižnice, razpoložljivost tehnologije) ne dohajajo potreb, kar vpliva na kakovost učenja. Zaradi pomanjkanja znanstvenega raziskovanja nove didaktike ni mogoče izvajati kakovostno.

Opažanja naših učiteljev, učencev in študentov so podobna. Redkeje kot v ameriškem okolju naši študenti tarnajo nad osamljenostjo in pomanjkanjem pomoči. Morda je to posledica znatnih vlaganj v usposabljanje mentorjev in tutorjev ter večje pozornosti umetnim (simuliranim) socialnim stikom in emocionalnim elementom pri načrtovanju učnega okolja in splošni skrbi za humanoidnost elektronskega učnega okolja, ki smo jo poudarjali teoretsko in v praksi od prvih vzorčnih šol dalje (Rebolj, 2010: 6). Predavatelji naših višjih šol opažajo, da študenti slabše razvijejo analitično. Novosti vedno kaj pridobljenega odnesejo. Če primerjamo raziskave, je njihov »paket slabosti« z različnih predelov sveta skoraj

identičen, a tudi obvladljiv s pedagoškimi in organizacijskimi »protiukrepi«.

Starše skrbi, da bi računalnik otroka zasvojil. Psihologi, ki so raziskovali to možnost, odgovarjajo, da je računalniška zasvojenost redka, čeprav računalnik kot motivator zmaguje nad drugim otrokovim svetom. Odtegotvanje tehnologije zato, da mladih ne bi zasvojila, je pretiran ukrep. Znaki zasvojenosti so zanemarjanje obveznosti in družbe, nezmožnost prekinitve dela na računalniku, ko poteče določeni čas, in osebne spremembe. S posebnimi ukrepi, med katerimi so druge aktivnosti in kot skrajnost odtegotvanje z omejevanjem časa in dostopa k računalniku, jo odpravimo. Strokovnjaki večinoma menijo, da je ne smemo enačiti z zasvojenostjo s trdo drogo. Otrok, ki zgodaj opravljajo svoje naloge z računalnikom, ta praviloma ne zasvoji (Žorž, 2012).

4 INFORMACIJSKA TEHNOLOGIJA MED UČENJEM V ČASU PRIPRAVE NA EKONOMSKO IN SOCIALNO SAMOSTOJNOST

Zaradi raznolikih oblik izobraževanja in časovne neomejenosti učenja se bomo v tem poglavju osredinili na njun kratkoročni in dolgoročni pomen. Zajemamo tudi mlade, ki se pripravljajo na odraslost, zato ne gre le za izobraževanje odraslih. Pri nas je računalnik resneje vstopil v izobraževanje zrelih mladih in odraslih okoli leta 1994, in sicer najprej kot podpora študiju na daljavo. Prevzemali smo izkušnje in velika pričakovanja z ameriških kolidžev, ki so uporabljali enovito učno programje (platformo). Učencu ali študentu ne bo več treba v šolo, človeški faktor, ki ga v podajanje učne vsebine in ocenjevanje znanja vnašajo učitelji, bo zmanjšan, šolski okoliš pa ne bo imel več geografskih omejitev. Po letu 2004 so ameriški organizacijski model šole na lastnih ali na odprtokodnih platformah povzele tudi nekatere slovenske šole.

Danes ima elemente učenja na daljavo ob podpori računalnikov ob drugem elektronskem šolskem servisu večina srednjih in višjih šol, čeprav ne tržijo študija na daljavo. Razvoj je intenzivnejši v zasebnem šolstvu, v katerem šole tako uresničujejo kapitalne interese. Tiste, ki ga izvajajo, pa se odločajo za kombinacijo klasičnega in e-študija. V zadnjem času zasebne šole postopoma razvijajo nove storitve, kot je učno programje v oblaku, vendar pri nas še nismo našli primera prakse, ki bi jo lahko predstavili. Nekateri razvijalci programov ponujajo posebno pro-

gramsko podporo mobilnemu učenju za pametne telefone in tablice ter organiziranost vsebine v obliki učenega drevesa, ki je priročnejša za majhne zaslone in za upravljanje z dotikom.

Didaktično in organizacijsko digitalno učenje v našem višjem in visokem strokovnem šolstvu ter v zadnjih letnikih srednjih šol razmeroma dobro poznamo. Šole morajo učni proces zaradi predpisov obvezno evalvirati, pri tem pa sodelujejo tudi študenti. Učni proces poteka bolj ciljno naravnano kot prva leta, čeprav je manj nadzorovan. Bliže je samostojnemu delu, kar zahteva večjo odgovornost učečega in je bliže opredelitvi študija kot učne oblike. Učenci, ki so večinoma računalniško vešči, ob primernem mentorstvu ustrezno napredujejo. V zadnjih štirih letih ni bilo večjega zapleta pri tovrstnem šolanju, ocene študentov, ki so nad 3,5 na petstopenjski lestvici, veljajo za dobre. Zaradi višje računalniške opismenjenosti in poznavanja didaktičnih posebnosti v e-okolju se skrajšuje uvajanje učnega kadra. Pri načrtovanju okolja za študij vsak s svojimi znanji sodelujejo psiholog, učitelji, programer in šolski menedžment, ki odobri sredstva. Prerasli smo neprijetne primere, ko je načrtovalca direktor napotil k programerju, on sam in učitelji niso želeli sodelovati, so pa kritizirali vsebino in ceno končnega izdelka.

Celovite platforme kot digitalne različice fizične šole ne uporabljamo več. Najpogosteje šole naročijo programje za posamezne funkcije šole, npr. za posamezne predmete, za delo z elektronskimi gradivi in za komunikacijo skupin, kar kasneje glede na sredstva širijo in posodabljaajo. S tem si zasebna šola, ki sledi ciljem kapitala in ni javni servis, kljub začetnim investicijam v programje zmanjša stroške in razširi šolski okoliš. Povezav med šolami skoraj ni, zato vsaka začenja od začetka, prav tako ni izmenjave programja. To vpliva na razvoj te didaktične oblike in na stroške. Danes še ne vemo, ali so bodo izkazali kot didaktično upravičeni oz. ekonomični šolski laboratoriji, v katerih bi simulirali poskuse, ki smo jih doslej izvajali fizično. Prve laboratorijske simulacije, in sicer nevarnih poskusov iz kemije, so pri nas za računalnik izdelali na pobudo fakultete za kemijo že leta 1995, vendar se niso razširile s šol, ki so jih razvile (Capuder & Kušar, 2010). Virtualne laboratorije so kasneje razvili na nekaterih visokih šolah, na primer na fakulteti za računalništvo in informatiko. Pred leti smo razpravljali, ali morajo inženirji informatike znati ročno spajkati ali pa je dovolj, da se s tem

seznanijo v virtualnem laboratoriju. Čas je pokazal na prvo ob ugotovitvi, da se klasičnemu pouku tudi v terciarnem izobraževanju ne moremo izogniti. Program za šolski poskus ali vajo je zahteven in drag, praviloma pa le digitalni približek fizičnega, rešitve obetajo izobraževalne storitve v oblaku.

Počasi poteka zamenjava učbenikov z vodniki, v katerih učna vsebina ni podana. Učeči na šoli dobi načrt učne poti med spletnimi povezavami in nadpovezavami, ki lahko vključuje tudi tiskana dela, šola pa ga redno posodablja. Čeprav nekatere šole že uporabljajo take »učbenike«, pa še ni bilo evalvacije, ki bi dala splošno veljavne ugotovitve.

Tudi v terciarnem izobraževanju je za študij na daljavo obetavna novost »obrnjeno učenje«, ki je tam doma že dolgo, a je z računalnikom dobila nove možnosti. Učenci imajo spletna gradiva ali vodnike, vsebino pa preštudirajo vnaprej. V živo pa iz znanih tem rešujejo probleme, pridobivajo praktična znanja in jih poglobljajo. S tem se skrajša tudi priprava na izpit, ker tak pouk vsebuje več utrjevanja. S tem ni mogoče odpravljati ključnih slabosti šole, didaktični »donos« pa bi bilo treba raziskovalno izmeriti.

V praksi se lahko pokažejo vrzeli, ki jih pri načrtovanju učenja z računalnikom ne predvidimo. Študenti na primer opozarjajo, da zaradi vzpostavljanja poklicnih priložnosti potrebujejo žive stike s svojo dejavnostjo. Kljub temu da se bodoči iskalci zaposlitve mrežijo v različnih velikih skupnostih, ne pridobijo veččin, pomembnih za zaposlovanje. Ko diplomirajo, pa za nadomestitev primanjkljaja ni možnosti. Uvajanje računalnika v izobraževalni proces, ko se človek pripravlja na ekonomsko osamosvojitve ali na novo karierno pot ter na pozicioniranje v družbi, mora potekati preudarno in ob rednih procesnih evalvacijah, katerih ugotovitve je treba sproti vnašati vanj.

5 SKLEP

V uvodu smo si zastavili nekatera vprašanja o učinkih in pomenu uvajanja informacijske tehnologije v izobraževanje. Ugotavljamo, da je danes šola didaktično drugačna. V informacijski družbi so nekatere nove potrebe po znanju, teoretski in praktični temelji tega znanja pa se spreminjajo. V nuji, da odgovorimo na nekatera vprašanja, se moramo zateči k ohlapnostim, saj znanstvenega raziskovanja skoraj nimamo, kreiranje učnega procesa z računalnikom pa je še prepuščeno učiteljevemu entuziazmu z malo možnostmi, da ga posreduje drugim. Nekoliko več

vemo o terciarnem izobraževanju, v katerem imajo večjo iniciativo zasebni sektor in kapitalski interesi, javno objavljene interne in eksterne evalvacije pa zahtevajo predpisi.

Računalnik v izobraževalnem procesu je nujen, saj brez njega nekaterih znanj ne moremo pridobiti ali pa sta njihova količina in kakovost omejena. Pomembno spodbuja višje kognitivne procese pri mlajših otrocih, kot sta abstrakcija in metakognicija ali simbolizacija. Omogoča zgodnejše učenje nekaterih vsebin in reševanje kompleksnejših problemov, kot jih predvideva danes veljavni proksimalni status otroka. Na koncu verige šolanja, pa tudi v odraslosti, učenec več zna in rešuje zahtevnejše probleme.

Pri didaktičnem delu z malčki, učenci in mlajšimi dijaki bi bilo treba razširiti ali povezati fizični in digitalni svet upoštevajoč pri tem zakonitosti kognicije. Nepoznani del kognicije v virtualnem svetu je treba intenzivno raziskovati naprej. Ob uporabi računalnika v učnem procesu je treba tudi informacijsko usposabljanje učence, ne pa jih prepustiti, naj se znajdejo sami. Šole bi morale delati s starši, da bi vedeli, katere pomanjkljivosti res prinaša računalnik in kako jih nadomeščajo v okviru domače vzgoje. S tem sprostimo nevrose in konflikte med otroci, starši in tehnologijo in odpravljamo napačne predstave o njeni škodljivosti.

Čeprav so bili nekateri projekti uspešni, na primer E-šolstvo, bi morale še naprej biti sistemsko poskrbljeno, da bi izsledke znanstvenih raziskav vnašali v šolsko prakso. Če se bo izboljšalo njihovo znanje, se bo izboljšala presoja pri izbiri učnih programov. Skrb sistema za javno šolstvo je nasploh na tem področju zelo pomanjkljiva oziroma komaj zaznavna. Podobno ekonomične kot v drugih dejavnostih bi bile izobraževalne storitve v oblaku, pri čemer bi moral javni sistem prehiteti njihovo komercializacijo.

Šola ne bi smela opuščati pouka v živo, ker niso razvidne možnosti, da bo ta pouk v celoti elektronsko nadomestljiv. Učenec ne potrebuje vedno računalnika, a naj mu bo doma in v šoli dostopen po potrebi.

LITERATURA

- [1] Andersen, D. (2001). Research Iowa State University and Massachusetts University. Pridobljeno na <http://www.dso.iastate.edu/asc/academic/elearner/advantage.html>.
- [2] Bruner, J. (1993). *The Narrative Construction of Reality*. Chicago. University of Chicago Press.
- [3] Bright, N. (2011). Does using a computer in class affect your learning? World.edu; http://world_edu-wp-content-uploads-2011-07-children_using_computers_in_classroom_700-02217428_jpg.mht.
- [4] Capuder, R., Kušar, V., Vrtačnik, M. (1996). Nevarna kemija na računalniku, ŠCRM Kamnik. Str. 21–44.
- [5] Gelston, S. (2008). Gen Y, Gen.X and the Baby boomers: work place generation wars; <http://www.cio.com/article/178050/Gen-YGen-X-and-The-Baby-Boomers-Workplace-Generation-Wars?page%201&taxonomyId=31>.
- [6] Healy, M. J. (2013). How to correct negative learning influences, video predavanje; <http://www.youtube.com/watch?v=6ChfQgtkTVA>.
- [7] Kellner, D. (2007). Novi mediji in nove pismenosti: rekonstrukcija vzgojno-izobraževalnega dela za novo tisočletje. Vzgoja in izobraževanje, št. 38, str. 1.
- [8] Mitchell, S. (2004). <http://www.blurtit.com/q2931535.html>; odgovor na vprašanje What are importance of Computer studies in Primary School.
- [9] Mori, I. (2004). Učenje in poučevanje z računalnikom na razredni stopnji osnovne šole. Razredni pouk, št. 7, letnik 1, str. 32.
- [10] Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants; <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>.
- [11] Rebolj, V. (2010). Pomen humanoidnosti e-okolja za učenje. Dnevi slovenske informatike, Ljubljana 2010, str. 6.
- [12] Schunk, H., Usher, L. (2012). Social and cognitive theory and motivation, *The Oxford Handbook of Human Motivation*, Oxford University Press. New York. Str. 1.
- [13] Škabar, B. (2010). Uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije v prvem triletju osnovne šole. Zbornik 7. festivala raziskovanja ekonomije in managementa, 2.–3. december 2010, str. 790.
- [14] Resnik, M. (2013). Načrtno opazovanje predšolskih otrok, vrtec A. Medved in Zarja, med obiskom Medobčinskega muzeja, Poročilo o opazovanju za potrebe priprave diplomske naloge M. Resnik, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- [15] Žerovnik, A., Rugelj, J. (mentor), (2010). Celostni model računalniških predmetov, s poudarkom na konstruktivizmu, projektne in kolaborativnem delu, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Magistrska naloga, str. 6–20.
- [16] Žorž, B. (2012). Educa Berlin, <http://www.eizobrazevanje.net/bili-smo-na-sejmu-online-educa-berlin-2012/>. Svetovalnica Tabor, Zavod za pomoč otrokom, mladostnikom in družinam v stiski, Dornberk.

Vanda Rebolj je diplomirala iz matematike s fiziko, iz pedagogike, iz katere ima tudi znanstveni magisterij, iz andragogike in iz poslovnih ved. Prva znanja iz računalništva je pridobivala v IBM-ovi šoli, kasneje pa redno na drugih izobraževanjih. Prva leta kariere je poučevala, nato pa je delovala kot ravnateljica osnovne in višje šole ter direktorica šolskega centra. V okviru znanstvenega dela je raziskovala nadarjeno populacijo, motivacijo odraslih za izobraževanje in ter didaktične probleme učenja z računalnikom, ki se jim posveča zadnjih dvajset let. Zadnja leta je predavateljica komuniciranja in vodenja ter človeških virov v terciarnem izobraževanju. Sodeluje pri projektih uvajanja e-študija v višjem in visokem šolstvu in pri razvoju didaktike učenja z računalnikom. Na to temo je napisala več člankov, priročnikov in drugih publikacij.

Model sporočilnih poti v sistemu reflektivne prakse za spodbujanje sinergije med pedagoškim in poslovnim okoljem

¹Branka Balantič, ²Branka Jarc Kovačič, ³Zvone Balantič

^{1,2}ŠC Kranj, Višja strokovna šola, Kidričeva cesta 55, 4000 Kranj

³Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, 4000 Kranj

branka.balantic@guest.arnes.si; branka.jarc-kovacic@guest.arnes.si; zvone.balantic@fov.uni-mb.si

Izvleček

Namen prispevka je doseči čim bolj optimalno okolje, ki dopušča spodbujanje in multipliciranje pravih sinergijskih učinkov, ki izhajajo iz praktičnih izkušenj. Praktično izobraževanje je temelj pridobivanja strokovnih kompetenc, ki jih je treba zgraditi in nadgraditi v procesu izobraževanja.

Cilj reflektivne prakse je v pedagoško okolje posredovati najboljše in najbolj učinkovite izkušnje delovnih okolij. Oblikovali smo model sporočilnih poti v okviru regulacijske zanke sistema reflektivne prakse za spodbujanje sinergije med pedagoškim in poslovnim okoljem. Sistem učinkovito deluje ob kakovostni organizacijski strukturi, ki poudarja ključne značilnosti izkustvenega učenja.

Proučili smo odzivnost modela in prikazali koristnost pri izvedbi praktičnega izobraževanja. Osredinili smo se na organizatorja praktičnega izobraževanja. Z analizo in sintezo smo proučili posamezne člene celotnega sistema PRI in oblikovali celovita mnenja o reflektivni praksi.

Oblikovali smo nabor pozitivnih in negativnih izkušenj študentov na praktičnem izobraževanju. Izpostavili smo povezljivost med praktičnim in teoretičnim delom izobraževanja. Združili smo posamezna sugeriranja in ugotovitve ter sestavili sinergijsko lupino izboljšav praktičnega izobraževanja.

Ključne besede: reflektivna praksa, regulacijski krog, sinergija, izobraževanje, poslovno okolje.

Abstract

Communication Pathways Model in a Reflective Practice System for Synergy Promotion Between the Educational and Business Environment

The goal of real reflective practice is to achieve the best and most effective working environment which enhances synergy effects derived from practical experiences. Practical education is crucial for the acquisition of professional skills which need to be further developed within the educational process.

The aim of reflective practice is to deliver the best experiences from the working environment into the teaching environment. The communication pathways model was built as part of a reflective practice regulation loop between the teaching and business environment. This system is efficient if applied to a well-functioning organisational structure which promotes the key features of learning through experience.

The response of the model was evaluated and its benefits for practical education were demonstrated. Emphasis was put on the practical education organiser. The individual components of the whole practical education system were carefully studied and integrated into a set of opinions.

We compiled a collection of positive and negative experiences from students involved in practical education, bringing the issue of connectivity between the practical and theoretical part of education into focus. The individual suggestions and findings were then merged into a synergy shell of practical education.

Key words: reflective practice, synergy, education, business environment.

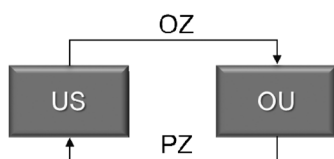
1 UVOD

Najbolj preprosto bi reflektivno prakso razložili kot učenje iz izkušenj (Hickson, 2011). Če pomislimo, prav to človek dejansko počne že od nekdaj. Argyris in Schön (1996) ter Me-

zirow (1990) so postavili temelje reflektivni praksi. Brookfield (1994) se je osredinil na kritično učenje in poučevanje kritičnega z vidika vzgoje odraslih. To je utemeljeval s tem,

da je treba upoštevati čustveno razsežnost učenja. Podobno je razmišljal tudi Schön (1994), ki je razširil svoje raziskave o strokovnem izobraževanju in poudaril obstoj razlike med refleksijo z ukrepi in refleksijo z razmislekom o ukrepih.

V krog začrtanih informacijskih tokov znotraj izobraževalnega sistema vstopa izkušnja študentov, ki prihaja iz praktičnega okolja. V informacijskem sistemu si želimo, da bi delo potekalo povezano in stalno, zato je treba poskrbeti za sklenjen regulacijski krog (slika 1), ki je razpet med upravnim sistemom (US) in objektom upravljanja (OU). Od US pa do OU informacija potuje po osnovni zvezi (OZ) in se vrača po povratni zvezi (PZ) (Balantič, Z., Flezar, Balantič, B., 2005 a, 2005 b).



Slika 1: Regulacijski krog komunikacije med upravnim sistemom in objektom upravljanja

Osnovna informacija, ki jo generira US (izobraževalni sistem v šoli) je namenjena OU (študent v sistemu praktičnega izobraževanja). Temeljna informacija potuje po OZ, za katero skrbijo strokovni aktivni, predavatelji in izobraževalni proces. Glavni nosilec informacij v obliki trenutnih kompetenc je študent, napoten na prakso. Omenjeni študent potrebuje praktične izzive, da bo v svoji rasti utrdil kompetence. Za povratno zanko je potrebna strukturna sprememba in stalno prizadevanje. Če želimo, da povratna informacija, ki jo v izobraževalni sistem prinaša študent iz praktičnega izobraževanja, doseže svoj cilj, je treba zagotoviti povezljivost in nadgradnjo znanja in kompetenc, iz US. PZ ni samoumevna, pač pa jo je treba vzpostaviti in poskrbeti za njeno zmogljivost in usmerjenost. Prenos znanja je vpet v dinamični regulacijski cikel, v katerem sodelujeta izobraževalni sistem in sistem praktičnega izobraževanja.

V regulacijskem krogu mora veljati zaupanje in prepričanje, da bodo vse povratne informacije korektno obdelane in vgrajene v izboljšane komunikacijske procese (Liaskos, Diomidus, 2002; Balantič Z., 2002, Balantič Z., 2005).

Hotenja in cilje reflektivne prakse moramo posodobiti in jih umestiti v urejen krog sporočilnih poti z namenom, da spodbudimo sinergijo med pedagoškim in poslovnim okoljem. Sodobno delov-

no okolje je bolj kompleksno kot okolje, ki smo ga poznali pred leti ali desetletji. Zaradi obilice novih znanj včasih za praktične aplikacije preostaja premalo časa, sredstev, prostora ali celo volje. Mnogo današnjih poslovnih dejavnosti se seli v imaginarno okolje. Res je, da v tem okolju tečejo najbolj donosni posli sedanjega časa, vendar dejansko še vedno živimo v realnem svetu z izrazito materialnimi lastnostmi. Prevozna sredstva, medicinski posegi, elektroenergetski sistem, jeklarstvo, kmetijstvo, gradbeništvo itd. so del materialnega sveta, v katerem je še kako navzoča realna tehnologija z vsemi pripadajočimi znanji in kompetencami. Brez znanja lahko kaj hitro postanemo sodobni sužnji tehnološko vse bolj razvitega sveta. Če želimo postati in ostati tvoren in kompetenten del večjega globalnega sistema, bomo morali spremeniti odnos do znanja.

Sodelovanje z gospodarstvom in podjetniškim okoljem je postalo pogost imperativ za študijske programe in za vse izvajalce znotraj teh zavodov. Temeljna značilnost danes že prenovljenih višješolskih študijskih programov je učenje na praktičnih problemih, zato so študenti vključeni v praktično in raziskovalno delo tako znotraj šole/zavoda, kakor v podjetjih. S tem se ustvarjajo pogoji za prenos znanja iz šole v podjetniško okolje, izboljšujejo pa se tudi zaposlitvene možnosti diplomantov (Balantič, B., Jarc-Kovačič, B., Balantič, Z., 2011).

Trenutno v našem izobraževalnem sistemu zelo težko definiramo razliko med visokošolskimi (VS) in univerzitetnimi (UN) programi. Časovno obdobje izvedbe obeh programov je enako (3 leta študija oz. 180 kreditnih točk). Z uspešno opravljeno splošno matura na srednji stopnji izobraževanja se kandidati lahko vpišejo na visokošolski ali univerzitetni program, z uspešno opravljenim zaključnim izpitom pa kandidati lahko vstopijo le na visokošolski študij. Pot je načelno začrtana že z ustreznim srednješolskim zaključkom – poudarek na teoretičnih vsebinah (matura) in programi s poudarki na praktičnih vsebinah (zaključni izpit).

Za razliko od obeh prvostopenjskih bolonjskih študijev (VS in UN) je višješolski program (VŠ) precej bolj jasno profiliran kot praktični program. Že v samem začetku oblikovanja višješolskih programov je bil jasno izražen delež praktičnega izobraževanja (PRI). Danes so ti programi znani po tem, da prinašajo velik delež refleksije iz poslovnih in delovnih okolij, v katerih poteka višješolsko izobraževanje.

Določen višješolski program se izvaja s prepletanjem teoretičnih in praktičnih vsebin. Že teoretični deli izobraževanja se močno razlikujejo glede na posamezne programe, toda ko pogledamo na praktično področje, se pokaže res velika raznolikost. Pestrost posameznih poklicev je velika, posebno če pomislimo na izvedbo posameznih programov znotraj izobraževalnih ustanov. Univerzalne formulacije za vključevanje znanja v študentove kompetence ni, posebno če v zaposlitvenem okolju najdemo visoko stopnjo specifičnosti. Rešitev je povsem logična – v zagotavljanju kompetentnosti za omenjene specifičnosti. Do ustreznih kompetenc pa ne vodi ena univerzalna pot oz. togi programi, pač pa velika fleksibilnost in prilagodljivost posameznih programov. Poklicno in strokovno profiliranje zagotovimo z univerzalnim delom posameznega programa, fleksibilnost pa s kakovostno izvedenim praktičnim izobraževanjem. Seveda se cikel s tem ne zaključi, pač pa se na tej točki postavlja pravo izhodišče za bogato razpršenost refleksije znanja.

Študenti, ki absolvirajo določen del znanj iz posameznih programov, se v okviru PRI vključijo v individualna praktična izobraževanja, ki potekajo v izbranih in pogodbeno dogovorjenih poslovnih in delovnih okoljih. Izobraževalnemu sistemu je nesmiselno naložiti breme najsodobnejše opremljenosti, pri čemer amortizacija povzroči ogromne tekoče stroške. Izobraževalni sistem mora slediti sodobnim trendom razvoja tehnologije in mora biti tudi ustrezno servisiran, toda ne za vse veje poslovnih sistemov enako poglobljeno. Za zagotavljanje splošnih kompetenc posameznih programov moramo zagotoviti ustrezno tehnološko opremljenost izobraževalnih ustanov in strokovno usposobljene kadre, ki lahko izvajajo posamezne programe. Te programe je treba regijsko oplemenititi z refleksijo prakse iz organizacij posamezne regije. Glavni in nepogrešljivi nosilci te bogatitve pa so študenti, organizacije in mentorji v šolah in organizacijah. Reflektivna praksa je torej odsev izkušenj v obliki informacijskih tokov, ki jih usmerjamo v izobraževalni sistem s pomočjo prakse in posameznih študentov in mentorjev, ki se izpopolnjujejo na najsodobnejših strojih in napravah in so na razpolago v dani regiji. Reflektivna praksa ima lahko velik pomen tudi v spremljanju in razvoju kadrov, ki jih delodajalec želi zaposliti. Brez vlaganja v kadre ni razvoja, saj organizaciji brez ustreznih kadrov ne pomaga niti najsodobnejša tehnologija.

Pravo pot razumemo v vzgoji perspektivnega in kompetentnega študenta, ki del znanja absolvira tudi v sistemu praktičnega izobraževanja. V tem regulacijskem krogu ima informacija v reflektivni praksi izjemen pomen, saj s povratnimi zvezami bogati celotni formalni del izbranega programa, v katerem sodeluje posamezni študent. Problem je le v organiziranju in prilagajanju izobraževalnega programa izkušnjam in potrebam iz delovnih okolij.

2 MATERIALI IN METODE

V sistemu izvajanja praktičnega izobraževanja gre za tripartitni odnos, v katerem sodelujejo:

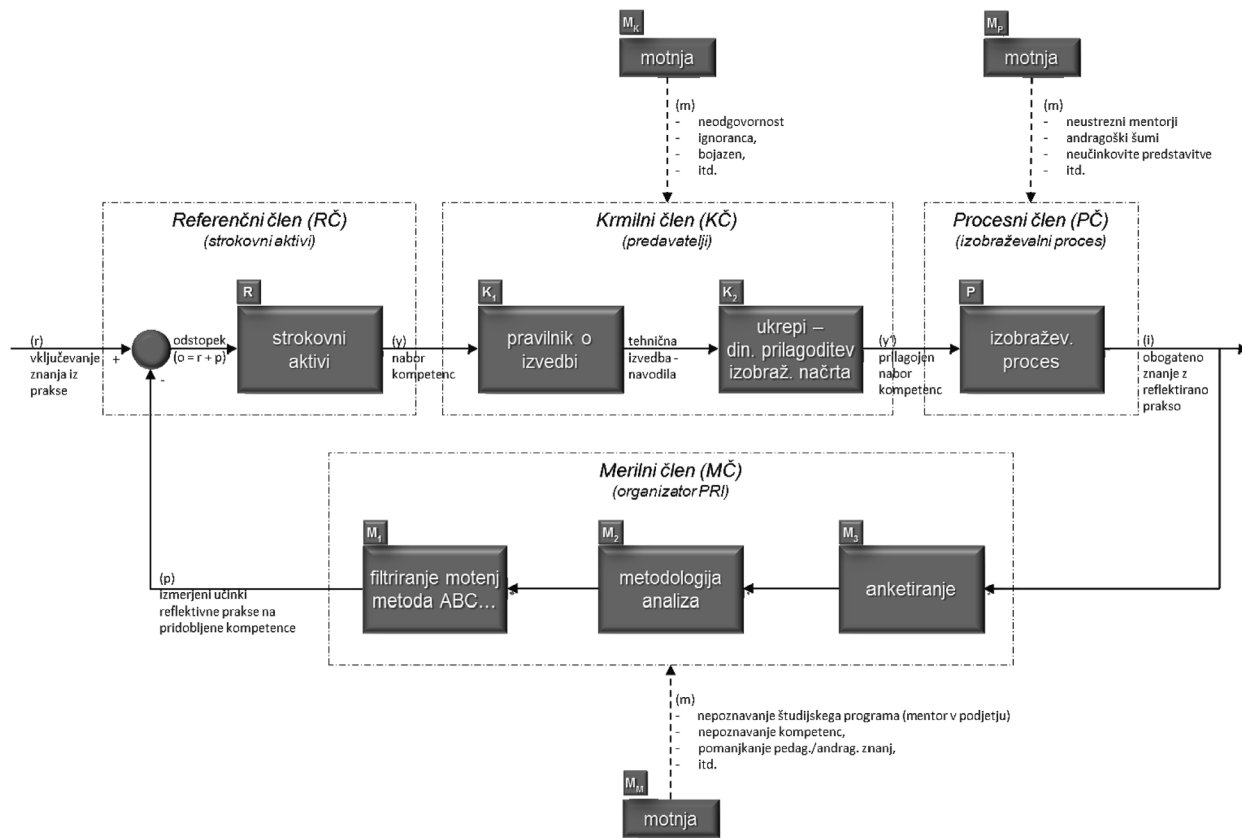
- študent s specifičnimi znanji, izkušnjami in osebnostnimi lastnostmi,
- podjetja oz. različne organizacije z realnimi delovnimi okolji in ustrezno usposobljenimi mentorji ter
- šola (org. praktičnega izobraževanja, predavatelji, vodstvo šole).

Povezujejo jih postopki organiziranja, sporočilne poti, izvajanje, spremljanje, ocenjevanje in vrednotenje praktičnega izobraževanja z vso pripadajočo dokumentacijo.

Praktično izobraževanje je ena najpomembnejših sestavin višješolskih študijskih programov, katere namen je spoznati realna delovna okolja bodočih inženirjev mehatronike, informatike in elektroenergetike.

Praktično izobraževanje se izvaja v podjetjih in organizacijah, katerih področje dela je vezano na program. Podjetje študentu dodeli mentorja, ki ima vsaj VI. stopnjo izobrazbe in izkušnje s področja programa. Podjetje svojo pripravljenost za sodelovanje potrdi z izjavo o izvajanju praktičnega izobraževanja in se s tem vključi v mrežo podjetij, ki sodelujejo s šolo. Zato sklenejo dogovor o sodelovanju, v katerem s pogodbo o praktičnem izobraževanju opredelijo medsebojne obveznosti študenta, podjetja in šole.

Regulacijska sposobnost informacijskega sistema na področju sooblikovanja reflektivne prakse za spodbujanje sinergije med pedagoškim in poslovnim okoljem je kompleksna. Razvili smo model sporočilnih poti v sistemu sooblikovanja reflektivne prakse. Na podlagi modela smo se osredinili na vrednotenje povratnega signala, ki potuje skozi merilni člen regulacijske zanke (slika 2).



Slika 2: Konkretizacija sporočilnih poti v sistemu sooblikovanja reflektivne prakse

Za obravnavanje podatkov je potreben referenčni člen (RČ), ki primerja podatke o resničnem poteku procesa z zahtevami za njegov potek. V primeru odstopanj od zahtev mora sprožiti potrebne spremembe v delovanju. V referenčnem členu so zapisane zahteve za delovanje sistema. V sporočilni poti sledi t. i. krmilni člen (KČ), ki krmili procesni člen (PČ) in tako ustrezno modulira (spreminja) signal oz. informacijo. Krmilni člen krmili informacijski tok v procesnem členu in s tem omogoča in hkrati regulira opravljanje posamezne delne funkcije. Pomnilnik mora biti dovolj neposredno povezan z merilnim členom (MČ), lahko pa je celo njegov sestavni del. Merilni člen zbira podatke o resničnem (dejanskem) poteku procesa in ugotavlja, kakšen je izhod iz procesnega člena – neposredno uravnavanje –, ter kakšno je delovanje procesnega člena – posredno uravnavanje. Podatke, ki jih zbere merilni člen, je treba urediti, razvrstiti in primerjati v referenčnem členu.

Vseskozi se v sistemu lahko pojavljajo motnje, ki delujejo na vse člene regulacijskega kroga, najpogosteje pa delujejo na procesni, krmilni in tudi na merilni člen.

Motnje (vplivi iz okolja) povzročajo, da sistem ne deluje tako, kot je zahtevano s smotrom delovanja. Izhodna veličina (i) se ne ujema z zahtevami oz. procesni člen ne deluje v skladu z zahtevanim alternativnim predpisom za delovanje. Sistem naj ima sposobnost nevtraliziranja vpliva motenj (če so v pomnilniku vsebovana vsa odstopanja od zahtevanega delovanja).

Del metodologije v okviru merilnega člena zahteva izvedbo anketiranja. Uporabljeni so bili anketni vprašalniki, razdeljeni na tri sklope vprašanj.

- Pridobitev in poznavanje podjetja, v katerem je študent opravljal praktično izobraževanje.
- Ocena stopnje znanj, izkušenj oz. kompetenc, pridobljenih na praktičnem izobraževanju, ter opredelitev znanj, ki so jih študenti dobili v šoli in so jih lahko koristno uporabili na praktičnem izobraževanju, oz. znanj, ki bi jih še potrebovali za uspešno opravljanje praktičnega izobraževanja.
- Opredelitev pozitivnih in slabih izkušenj študentov na praktičnem izobraževanju ter njihovih predlogov za izboljšanje organizacije in izvedbe praktičnega izobraževanja v šoli in v organizaciji.

Študenti so anketni vprašalnik izpolnili prek spletne aplikacije po zaključenem praktičnem izobraževanju v podjetju.

3 REZULTATI IN ANALIZA

Namen raziskave je bil oblikovati in proučiti ustrežno odzivnost modela sporočilnih poti v sistemu reflektivne prakse. Glede na novo oblikovani model smo si zastavili nalogo, da ugotovimo oceno koristnosti pri izvajanju praktičnega izobraževanja z organizacijami in podjetji. Zanimala nas je tudi lastnost in spretnost, ki so jo mentorji opazili pri študentih med praktičnim izobraževanjem.

Obravnavo reflektivne prakse smo omejili na področje izvedbe nekaterih programov, katerih izvedba poteka v ŠC Kranj, Višja strokovna šola (VŠŠ). Proučevanje sinergijskih učinkov smo opravili v okviru praktičnega izobraževanja, ki se izvaja v podjetjih in ustanovah oz. njihovih oddelkih, katerih področje dela obsega vsebine višješolskih strokovnih programov mehatronika, informatika in elektroenergetika. Praktično izobraževanje poteka pod vodstvom organizatorja praktičnega izobraževanja na šoli, mentorjev na šoli in mentorjev v izbranih podjetjih. Študent v okviru pridobljene Erasmusove univerzitetne listine lahko opravlja praktično izobraževanje tudi v podjetjih v tujini.

Anketa je vsebovala večje število vprašanj, ki so bila vezana na prvi in drugi letnik treh različnih programov mehatronika (MEH), informatika (INF) in elektroenergetika (ENE). V anketi so sodelovali tako študenti kot mentorji.

Rezultati analize anket so pokazali, da si v več kot 90 odstotkih primerov študenti uredijo praktično izobraževanje sami, od tega jih petina celo ni pozna-

la organizacije, tretjina jih je imela nekaj informacij o organizaciji, skoraj polovica študentov pa je organizacijo dobro poznala.

Rezultati iz šolskega leta 2011/12 kažejo, da so študenti rednega in izrednega študija opravljali praktično izobraževanje v 124 podjetjih. Večina organizacij je na praktično izobraževanje sprejela po enega študenta, 21 podjetij pa je sprejelo dva ali več študentov. Od skupaj 124 podjetij je VŠŠ z 32 podjetji prvič podpisala pogodbo o izvajanju praktičnega izobraževanja oz. dogovor o sodelovanju.

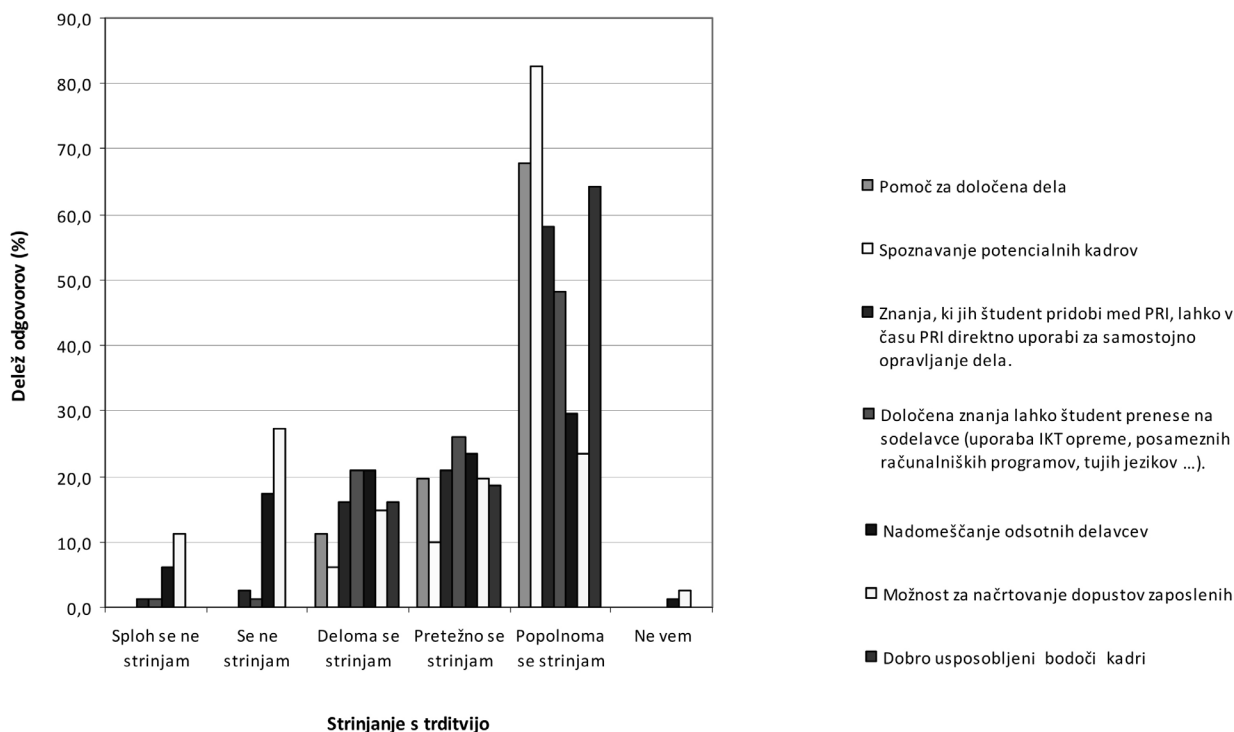
V mrežo podjetij, s katerimi sodeluje VŠŠ pri izvajanju praktičnega izobraževanja študentov, je do danes tako vključenih že več kot tristo organizacij in podjetij (tabela 1).

Če hočemo zagotoviti nemoteno delo in učinkovito izvedbo reflektivne prakse je treba uskladiti delo neštetihi členov v predstavljeni povezavi. V šolskem letu 2011/12 so študenti opravljali praktično izobraževanje pod mentorstvom 143 mentorjev.

Ko govorimo o reflektivni praksi kot temeljni sinergiji med pedagoškim in poslovnim okoljem, je smiselno opozoriti na mnenje mentorjev, ki so razmišljali o koristih praktičnega izobraževanja za podjetje (tabela 1).

Tabela 1: Število novo podpisanih dogovorov o izvajanju PRI z organizacijami in podjetji

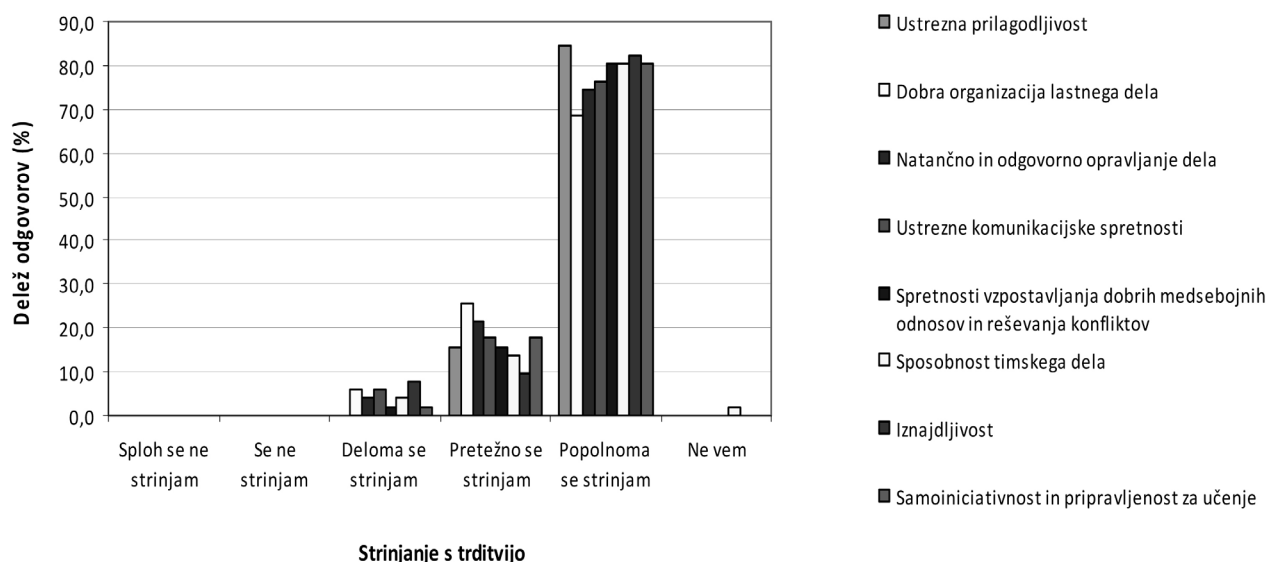
Program	MEH	INF	ENE	Skupaj
Št. dogovorov od 2005/06 do 2008/09	138	15	0	153
Št. dogovorov v 2009/10	38	24	0	62
Št. dogovorov v 2010/11	25	27	0	52
Št. dogovorov v 2011/12	16	17	3	33
Skupaj	217	83	3	303



Slika 3: Mnenje mentorjev o koristih praktičnega izobraževanja za podjetje (1. letnik, MEH + INF + ENE)

O sodelovanju s šolo mentorji menijo, da je ustrezno in primerno. Zadovoljstvo mnogokrat izrazijo s pohvalami na račun zgledega sodelovanja med

šolo in podjetjem z namenom spoznavanja, izmenjave izkušenj in pogovora o praktičnem izobraževanju.



Slika 4: Lastnosti in spretnosti študentov, ki so jih opazili mentorji med praktičnim izobraževanjem (2. letnik, MEH + INF)

Ker je sodelovanje obojestransko, lahko govorimo o koristnosti, saj študent dobi dober vpogled v delo podjetja in obratno. Pri tem obojestranskem spoznavanju lahko govorimo o zanimivih lastnostih in spretnostih študenta (sliki 3 in 4).

4 RAZPRAVA IN SKLEP

Velika večina vprašanj in odgovorov govori o posameznih mnenjih vseh subjektov, ki se vključujejo v izobraževalni sistem VŠ (študenti in mentorji).

Če izdvojimo še eno konkretno analizo študentov mehatronike od znanj, ki so jih študenti pridobili v šoli in so jih lahko koristno uporabili na praktičnem izobraževanju, študenti prvega letnika izpostavljajo znanja iz osnov strojništva in meritev, študenti drugega letnika pa znanja iz robotskih področij, računalniško podprtih tehnologij in programiranja v avtomatiki. Od znanj, ki bi jih še dodatno potrebovali za uspešno opravljanje praktičnega izobraževanja, tako študenti prvega in drugega letnika izpostavljajo znanja iz programiranja in praktična znanja.

Podobni odgovori se pojavljajo tudi na drugih dveh programih. Vsem je skupna ugotovitev ta, da študentom primanjkuje praktičnih znanj pred odhodom na praktično izobraževanje. Ko se študenti vrnejo s praktičnega izobraževanja, se razmerje posameznih trditev spremeni v korist praktičnih znanj. V raziskavi trenutno ni zajeta morebitna implikacija reflektivne prakse, ki bi glede na potrebe in želje zanesljivo izboljšala raven kompetenc kasnejših diplomantov.

Pri tem so cilji praktičnega izobraževanja študentov:

- **Sinteza znanj**

Študent je sposoben sinteze znanj, pridobljenih v šoli v okviru različnih predmetnih področij, z uporabo teoretično pridobljenih znanj pri reševanju inženirskega problema v podjetju, v katerem opravlja praktično izobraževanje.

- **Znanje in razumevanje**

Študent je sposoben povezati teoretična in praktična znanja, ki jih je pridobil pri različnih predmetih med študijem, v osnovo za reševanje inženirskega problema na posameznih strokovnih področjih. Pozna načine reševanja posameznega problema, obvlada tehnološko-tehnične parametre posameznih strojev in naprav in organizacijo dela, na katerih temelji proces ali tehnologija.

- **Uporaba**

Teoretično znanje, pridobljeno v času študija, zna študent povezati s praktičnim, kar mu omogoča sodoben pristop pri reševanju inženirskih problemov.

- **Refleksija**

Študent je sposoben kritične analize in primerjave različnih izkustvenih reševanj problema, ki ga je sposoben razrešiti na podlagi sinteze pridobljenih znanj v času študija.

- **Prenosljive spretnosti**

Praktično izobraževanje pomeni sintezo večine predmetov specifičnega tehniškega področja od temeljnih znanj do specialnih znanj pri reševanju izbranih problemov v praksi.

Končni cilj praktičnega izobraževanja je sooblikovanje splošnih in poklicno specifičnih kompetenc inženirja mehatronike/informatike/elektroenergetike, ki bo sposoben izpolniti specifične zahteve trga dela, podjetjem pa dati možnost, da si poiščejo in izoblikujejo svoje bodoče kadre.

Mnogo člankov izpodbija domnevo, da je učenje le proces zavestnega obvladovanja. Učinkovitost učenja je treba graditi na dogodkovnem učenju in na pridobivanju praktičnih izkušenj. Učenje mora biti doživljajsko, saj je določeno izkušnjo treba doživeti in se orientirati znotraj problematike ter tudi najti rešitev in jo realizirati.

Študenta je treba spodbujati k aktivnemu učenju in razmišljanju o preteklih izkušnjah posameznika ali celega tima. Ko govorimo o timu strokovnjakov, lahko izkušnje prenesemo na tim študentov, ki sodelujejo v izobraževalnem procesu potem, ko so se vrnili s praktičnega izobraževanja. Izkušnje posameznikov so lahko dragocena dodana vrednost pri reševanju zastavljenih realnih problemov v okviru klasičnih in določenih izobraževalnih programov. Sooblikovanje reflektivne prakse v pedagoškem in poslovnem okolju je sinergijsko in spodbuja ustvarjalnost. Študenti so glede svojega dela različno motivirani in zainteresirani, tako da lahko govorimo o ključnih tipih razmišljanja, nereflektivno (premalo jasnega ozadja in krhki dokazi in izkušnje), reflektivno (uporaba analize in vrednotenje) in kritično reflektivno (dodana vrednost glede na načrtovane modele razmišljanja). Reflektivna praksa ali še boljše kritična reflektivna praksa se kaže kot najbolj učinkovita pri razvoju strategij vodenja in izobraževanja, kar vodi v učinkovit razvoj menedžerjev in strokovnjakov s posameznih delovnih področij.

Pri oblikovanju učinkovitega modela informacijskih poti pri dogodkovnem učenju je treba poskrbeti za najvišjo raven povezljivosti med praktičnim in teoretičnim delom izobraževanja. V regulacijskem krogu ima vedno ključno vlogo povratna zveza, pri kateri vključujemo izmerjene učinke reflektivne prakse na pridobljene kompetence študentov. Ključno vlogo v merilnem členu (slika 2) opravi organizator praktičnega izobraževanja, ki pripravi dokumente za uspešno izvedbo praktičnega izobraževanja (izdelava priročnika Praktično izobraževanje študentov v delovnem procesu), sodeluje pri organizaciji in izvedbi uvodnega dne za študente prvih letnikov vseh programov, informira študente o poteku praktičnega izobraževanja pred napotitvijo na praktično izobraževanje (obveščanje, priprava, navodila, obrazci), pomaga in svetuje študentom pri iskanju učnih mest za opravljanje praktičnega izobraževanja, spremlja ponudbe organizacij in podjetij za opravljanje praktičnega izobraževanja ter obvešča študente o njih. Organizator praktičnega izobraževanja vodi seznam organizacij in podjetij, v katerih lahko študenti opravljajo praktično izobraževanje, napoti, spremlja, nadzira in evidentira študente med praktičnim izobraževanjem, skrbi za administrativno podporo organiziranja, izvedbe in spremljanja praktičnega izobraževanja, svetuje študentom pri vseh postopkih praktičnega izobraževanja (izpolnjevanje dokumentacije, prijava na izpit ipd.), skrbi za informacijsko podporo za uspešno izvajanje praktičnega izobraževanja, spodbuja študente k opravljanju praktičnega izobraževanja v tujini v okviru razširjene univerzitetne listine Erasmus, spremlja izvajanje praktičnega izobraževanja (obiski študentov v podjetjih), ocenjuje znanja študentov, pridobljeno v okviru praktičnega izobraževanja, sodeluje z Gospodarsko zbornico Slovenije, Obrtno podjetniško zbornico Slovenije, informira delodajalce o potrebnih postopkih v zvezi z verifikacijo učnih mest pri Gospodarski zbornici Slovenije, sodeluje z Inšpektoratom RS za delo pri pridobivanju aktualnih informacij, vezanih na izvajanje praktičnega izobraževanja študentov (obveznosti delodajalca, zavarovanja študentov ipd.), spremlja novosti na področju varnega delovnega okolja, sodeluje pri promociji VSŠ in pripravljala še celo vrsto postopkovnih poti (strokovni posveti, strokovni seminarji, strokovna predavanja, priprava razpisnih dokumentacij, usmerjanje delodajalcev v natančno doseganje zastavljenih ciljev). Če hočemo,

da je zastavljeni cilj reflektivne prakse dosežen, je k projektu treba pristopati metodološko, rezultate raziskav pa je treba analizirati z uporabo statističnih metod.

Reflektivna praksa jasno pospešuje angažiranost v procesu kritičnega in ustvarjalnega mišljenja. Za tak način razmišljanja je značilno sodelovanje, proučevanje alternativ, različnost pogledov na isto problematiko. S tem zagotavljamo povezanost teoretičnih znanj s praktičnimi izkušnjami, pridobljenimi z reševanjem dejanskih problemov iz delovnih in poslovnih okolij.

Reflektivna praksa mora delovati kot sinergija med poslovnim okoljem in začrtanim programom, ki poteka v pedagoškem okolju. Neprekinjeno delovanje refleksije ima končno tudi učinek poglobljenega in izkustvenega učenja v aktualnih okoljih z najsodobnejšo opremo. Reflektivna praksa ima lahko tudi zelo pozitivne učinke na izbor kadra, saj bi poslovno okolje lahko načrtno usmerjalo in že v času formalnega izobraževanja profiliralo prihajajočo in osveženo kadrovske strukturo.

V tem trenutku omenjeno razmišljanje še išče svojo pot, kar dokazujejo rezultati analize anket, pri čemer ugotavljamo, da velika večina študentov sama ureja praktično izobraževanje. Nadaljnji koraki raziskav teh relacij bi lahko nekoliko bolje opredelili tudi pobudo, na podlagi katere so študenti urejali praktično izobraževanje. S prenosom pobude o izvedbi praktičnega izobraževanja na stran poslovnega okolja pa je treba razmišljati tudi o prilagoditvi programov. V programe je treba formalno vključiti razpravljalni način izobraževanja s študiranjem primerov iz prakse. Tak način dela najbolj pristoji reflektivni praksi v timski sestavi skupin, ki lahko izpopolnjuje znanja in se dejansko profilira kot sinergija med pedagoškim in poslovnim okoljem.

LITERATURA

- [1] Argyris, C. and Schön, D. (1996). *Organisational learning II. Theory, method and practice*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- [2] Balantič, Z. (2002). *The man - work - efficiency electronic publication and multimedia supported study*, Current trends in commodity science. Poznan.
- [3] Balantič, Z. (2005). *The Analysis of Virtual Medical Events with Synergetic Influences on the Patients, Synergy of Methodologies*, 24th International Conference on Organizational Science Development Slovenia. Portoroz.
- [4] Balantič, Z., Fležar, M., Balantič, B. (2005a). *Interactive multimedia learning environment (IMLE) for patients' understanding of respiratory system*. WSEAS transactions on communications. 921–928, Athens, New Jersey.

- [5] Balantič, Z., Fležar, M., Balantič, B. (2005b). Interactive multimedia support (IMS) for pulmonary patient education, 9th WSEAS International CSCC Multiconference, (N. E. Mastorakis). Athens.
- [6] Balantič, B., Jarc-Kovačič, B., Balantič, Z. (2011). Razvoj strategij za kakovostno izvedbo višješolskega izobraževanja. Education in information society. *Moderna organizacija, Letn. 44, št. 3*, A104–A110, Kranj.
- [7] Brookfield, S. (1994). Tales from the dark side: a phenomenography of adult critical reflection. *International Journal of Lifelong Education*. 13(5): 203–216, Taylor & Francis Online.
- [8] Hickson, H. (2011). Critical reflection: reflecting on learning to be reflective. *Reflective Practice*. Volume 12, Issue 6, 829–839.
- [9] Jarc-Kovačič, B., Balantič, B. (2012). *Poročilo o poteku praktičnega izobraževanja študentov v delovnem procesu za študijsko leto 2011/2012*, ŠC Kranj.
- [10] Liaskos, J, Diomidus, M. (2002). Multimedia technologies in education, *Stud Health Technol Inform*. 65:359–372.
- [11] Mezirow, J. (1990). How critical reflection triggers transformative learning. V *Fostering critical reflection in adulthood: A guide to transformative and emancipatory learning*, San Francisco: Jossey-Bass.
- [12] Schön, D. (1994). *Teaching artistry through reflection-in-action. New thinking in organizational behaviour*. 235–249, Oxford: Butterworth-Heinemann.

■

Branka Balantič je diplomirala na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru in je predavateljica na Višji strokovni šoli ŠC Kranj. Njeno strokovno področje se navezuje na poslovno komuniciranje in vodenje, ekonomiko podjetja, zadnja leta je tudi organizatorica praktičnega izobraževanja študentov.

■

Branka Jarc Kovačič je magistrirala na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Na Višji strokovni šoli ŠC Kranj kot predavateljica pokriva strokovna področja trajnostni razvoj, varovanje okolja in varstvo pri delu ter varnost in zdravje pri delu. Je tudi organizatorica praktičnega izobraževanja študentov. Na ŠC Kranj v okviru kampanje Pozor(!) ni za okolje koordinira delo EKOfrendov.

■

Zvone Balantič je doktoriral na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Je redni profesor na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru in nosilec predmetov na dodiplomskih in podiplomskih študijskih programih. Je predstojnik katedre za poslovne in delovne sisteme, predstojnik laboratorija za ergonomijo in skrbnik izobraževalnih programov poslovnih in delovnih sistemov. Njegovo znanstveno in strokovno delo je osredinjeno na področje humanizacije dela in ergonomije in je povezano z razvojem interaktivnih struktur, ki so namenjene pretoku informacij med zdravstvenim osebjem in bolniki na področju pulmologije in kardiologije.

Iz Islovarja

Islovar www.islovar.org je spletni terminološki slovar informatike, ki danes vsebuje več 6.900 slovenskih izrazov z angleško ustreznico in razlago. V reviji *Uporabna informatika* zadnja leta redno objavljamo izbor vsebine iz tega slovarja, da bi bralce revije spodbudili k obisku in tudi k prispevanju vsebine. Tokrat vam predstavljamo izraze iz zbirke »odločanje«.

alternativa -e ž (*angl. alternative*)

ena od dveh izbir, ki so na voljo pri odločanju;
prim. varianta (1)

drevó parámetrov -éša -- s (*angl. tree of attributes, tree of objectives, concept tree*)

povezan aciklični graf, ki prikazuje medsebojni vpliv parametrov oziroma odvisnosti med njimi

ekspêrtni sistém -ega -a m (*angl. expert system*)

informatijski sistem, ki temelji na bazi znanja in je namenjen reševanju specifičnih problemov

fúncija koristnosti -e -- ž (*angl. utility function*)

preslikava vrednosti variante oziroma njenih parametrov v oceno zadovoljstva, zaželenosti, primernosti, ustreznosti ciljem

korítnost -i ž (*angl. utility*)

mera zadovoljstva, zaželenosti, primernosti, ustreznosti ciljem

odlóčanje -a ž (*angl. decision-making*)

proces izbire variante, ki najbolj ustreza ciljem

odločítev -tve ž (*angl. decision*)

izbira ene od variant

odločítvena analíza -e -e ž (*angl. decision analysis*)

1. metode in tehnike za reševanje odločitvenih problemov
2. področje odločitvene znanosti, ki združuje teoretična in praktična spoznanja

odločítvena znánost -e -i ž (*angl. decision sciences, decision science*)

interdisciplinarno področje, ki išče odgovore na vprašanja: kaj je racionalno odločanje, kako se ljudje dejansko odločajo in kako ljudem lahko pomagamo, da se odločajo lažje in bolje

odločítveni atribút -ega -a m (*angl. decision attribute*)

odločitveni parameter, ki ima definirano mersko lestvico in ga lahko merimo

odločítveni kritêrij -ega -a m (*angl. decision criterion*)

odločitveni atribut, na osnovi katerega se vrednotijo, presojujejo in izbirajo alternative glede na cilje odločevalca

odločítveni parámeter -ega -tra m (*angl. performance variable, performance features*)

spremenljivka, lastnost alternative, ki lahko vpliva na oceno njene kakovosti ali zaželenosti

odločítveni problém -ega -a m (*angl. decision problem*)

problem, ki nastopi, ko se je treba odločiti

odločítveni sistémi -ih -ov m (*angl. decision systems*)

računalniški programi in tehnologije (2), ki so sposobni izvajati predvsem rutinske odločitve in nadzorovati ter krmiliti procese

odločitveno drevó -ega -ésa s (*angl. decision tree*)

1. model za podporo odločanja, ki predstavi mogoče alternative, dogodke, stanja, njihove verjetnosti in posledice izbire alternativ
2. napovedni model, ki na osnovi lastnosti primera določi pot od korena do enega izmed listov drevesa in s tem napove ciljno lastnost primera

odločitveno pravílo -ega -a s (*angl. decision rule*)

napovedni model v obliki »če pogoj, potem napoved«, ki napove ciljno lastnost primera, če je pogoj izpolnjen

podpóra odlóčanju -e -- ž (*angl. decision support*)

del odločitvene znanosti, ki se ukvarja z vprašanjem, kako človeku pomagati pri odločanju

preferénca -e ž (*angl. preference*)

odnos med alternativama, ki pove, kateri alternativni daje odločevalec prednost

procés odlóčanja -a -- m (*angl. decision making process*)

proces (3) izbire ali rangiranja variant

sistém za podpóro odlóčanju -a -- -- -- m

(*angl. decision support system, krat. DSS*)
interaktivni računalniški program, ki pomaga odločevalcem pri uporabi podatkov in modelov za spoznavanje in reševanje odločitvenih problemov

skupínsko odlóčanje -ega -a s (*angl. group decision making*)

odločanje, pri katerem sodeluje več posameznikov ali skupin z različnimi, lahko tudi nasprotnimi cilji in interesi

variánta -e ž (*angl. 1.variant, 2.variant, version*)

1. ena od različnih izbir, ki so na voljo pri odločanju; prim. alternativa
2. prva in vsaka nadaljnja popravljena ali nadgrajena izdaja programske, strojne opreme; sin. verzija, različica

vèčparamétrsko odlóčanje -ega -a s (*angl. multi-attribute decision-making, multicriteria decision-making, multi-objective decision-making*)

odločanje, pri katerem se upošteva več parametrov, atributov oziroma kriterijev, ki opisujejo posamezne lastnosti variant

Izbor pripravljala in urejala Katarina Puc
s sodelavci Islovarja

Pristopna izjava

za članstvo v Slovenskem društvu INFORMATIKA

Pravne osebe izpolnijo samo drugi del razpredelnice

Ime in priimek	
Datum rojstva	
Stopnja izobrazbe	srednja, višja, visoka
Naziv	prof., doc., spec., mag., dr.
Domači naslov	
Poštna št. in kraj	
Ulica in hišna številka	
Telefon (stacionarni/mobilni)	

Zaposlitev člana oz. člana - pravna oseba

Podjetje, organizacija	
Kontaktna oseba	
Davčna številka	
Poštna št. in kraj	
Ulica in hišna številka**	
Telefon	
Faks	
E-pošta	

Zanimajo me naslednja področja/sekcije*

- jezik
- informacijski sistemi
- operacijske raziskave
- seniorji
- zgodovina informatike
- poslovna informatika
- poslovne storitve
- informacijske storitve
- komunikacije in omrežja
- softver
- hardver
- upravná informatika
- geoinformatika
- izobraževanje

podpis

kraj, datum

Pošto društva želim prejemati na domači naslov / v službo.

Članarina znaša: 18,00 € - redna

7,20 € - za dodiplomske študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

120,00 € - za pravne osebe

Članarino, ki vključuje glasilo društva – revijo **Uporabna informatika**, bom poravnal sam / jo bo poravnal delodajalec.

DDV je vključen v članarino.



Naročilnica

 na revijo UPORABNA INFORMATIKA

Naročnina znaša: 35,00 € za fizične osebe

85,00 € za pravne osebe – prvi izvod

60,00 € za pravne osebe – vsak naslednji izvod

15,00 € za študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

DDV je vključen v naročnino.

ime in priimek ali naziv pravne osebe in ime kontaktne osebe

davčna številka, transakcijski račun

naslov plačnika

naslov, na katerega želite prejemati revijo (če je drugačen od naslova plačnika)

telefon/telefaks

elektronska pošta

Podpis

Datum

Znanstveni prispevki

Neli Blagus, Lovro Šubelj, Aljaž Zrnec, Marko Janković, Marko Bajec
OHRANJANJE LASTNOSTI PRI ZMANJŠEVANJU DRUŽBENIH OMREŽIJ

Ambrož Stropnik, Milan Zorman
SISTEM ZA AVTOMATSKO GRADNJO BAZE ZNANJA IZ SPLETNIH MEST

Tadej Košljar, Vladislav Rajkovič
PRIMERJALNA UPORABA METOD DEX IN AHP V PROCESU ODLOČANJA

Strokovni prispevki

Tina Schweighofer, Marjan Heričko
DOKUMENTIRANJE ZAHTEV PRI RAZVOJU MOBILNIH APLIKACIJ

Vanda Rebolj
UČENJE IN RAČUNALNIK MED VČERAJ IN JUTRI

Branka Balantič, Branka Jarc Kovačič, Zvone Balantič
MODEL SPOROČILNIH POTI V SISTEMU REFLEKTIVNE PRAKSE
ZA SPODBUJANJE SINERGIJE MED PEDAGOŠKIM IN POSLOVNIM OKOLJEM

Informacije

IZ ISLOVARJA

ISSN 1318-1882



9 771318 188001