

Tehnološko podprto izobraževanje – uporabnost in primernost sistemov za upravljanje e-izobraževanja

Tanja Arh¹, Vladislav Rajkovič², Borka Jerman Blažič¹

1 Institut "Jožef Stefan", Laboratorij za odprte sisteme in mreže, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-pošta: tanja@e5.ijs.si, borka@e5.ijs.si

2 Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva 55a, 4000 Kranj, Slovenija
e-pošta: vladislav.rajkovic@fov.uni-mb.si

V času, ko postaja razvoj človeških virov čedalje pomembnejši za nadaljnji razvoj sodobnih družb, se večajo potrebe po izobraževanju, usposabljanju in posodabljanju znanj. Vedno večje so tudi možnosti, ki jih na področju izobraževanja nudijo nove generacije izobraževalnih informacijskih tehnologij. Danes se na trgu pojavljajo številni sistemi za upravljanje e-izobraževanja (ang. Learning Management Systems), ki združujejo širok nabor funkcionalnosti, kar za izvajalce in financerje e-izobraževanja večkrat pomeni dilemo, kako izbrati najboljše in najbolj primerno tehnološko okolje za izvedbo izobraževalnega procesa za določeno ciljno skupino. Predlagani prototip večparametrskega odločitvenega modela za ugotavljanje kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja se naslanja na teoretična in praktična spoznanja v zvezi s kakovostjo teh sistemov in na zavest o nujnosti uporabe informacijske tehnologije tudi v izobraževalnem procesu.

Ključne besede: e-izobraževanje, sistem za upravljanje e-izobraževanja, uporabnost in primernost, sistemi za pomoč pri odločanju

Technology-Based Education – Usability and Applicability Of Learning Management Systems

Tanja Arh¹, Vladislav Rajkovič², Borka Jerman Blažič¹

1 Institut "Jožef Stefan", Laboratory for Open Systems and Networks, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: tanja@e5.ijs.si, borka@e5.ijs.si

2 University of Maribor, Faculty of Organizational Sciences, Kidričeva 55a, 4000 Kranj, Slovenia
e-mail: vladislav.rajkovic@fov.uni-mb.si,

In accordance with the fact that human resource development has been recognized as one of the most important elements for further development of modern societies, the current demands for new knowledge and skills has being constantly increased. Parallel to the wide range of possibilities offered by new generations of educational technologies, a number of Learning Management Systems (LMS) to support the e-learning have been developed and available at the market. Nevertheless customers are often faced with the dilemma how to choose the optimum technological environment for the implementation of education process for a definite target group. The proposed prototype of the multi-attribute decision making model for assessments the usability and applicability of Learning

Management Systems is based on the theoretical and practical expertise related to the quality assurance of these systems and to the high consciousness of the necessity to use information and telecommunication technology in educational process.

Key words: *e-learning, Learning Management System, usability and applicability, decision models*

1 Uvod

V zadnjih letih je z razvojem sodobnih in inovativnih orodij za prenos znanja na daljavo e-izobraževanje postalo priljubljena in učinkovita metoda dela na področju izobraževanja in usposabljanja tako za podjetja in organizacije kot za posameznike. Številne smernice in priporočila Evropske unije (»eLearning Action Plan«, »eLearning Initiative«, »eLearning Programme«), Združenih narodov in drugih pomembnih mednarodnih institucij, vedno več pozornosti namenjajo prav tej raziskovalni temi. Ključ za splošen dvig interesa za to področje lahko brez dvoma pripišemo razpoložljivosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja (ang. *Learning Management System – LMS*), ki so znani tudi pod imenom virtualno učno okolje (ang. *Virtual Learning Environment – VLE*) ali platforma za izobraževanje.

Sistemi za upravljanje e-izobraževanja predstavljajo informacijske rešitve, ki temeljijo na internetu in spletnih tehnologijah. V strokovni literaturi obstajajo številne definicije sistemov za upravljanje e-izobraževanja, ki imajo veliko skupnih značilnosti in elementov. Nodenot (2003) in Hall (2003) sisteme za upravljanje e-izobraževanja opredeljujeta kot jedro, ki povezuje informacijsko in telekomunikacijsko tehnologijo v e-izobraževanju. Sistemi predstavljajo ustrezne rešitve za upravljanje z učnimi procesi in vsebinami. Te rešitve so enostavne za upravljanje, integrirane, razširljive, zasnovane na internetu in omogočajo učenje komurkoli, kadarkoli in kjerkoli. Zagotavljajo »samopostrežni način« dela tako uporabnikom kot tudi administratorjem in upravljavcem vsebin. Keenoy in Papamarkos (2003) sisteme za upravljanje e-izobraževanja opredeljujeta kot sisteme, ki podpirajo ustvarjanje, shranjevanje in predstavljanje učnih vsebin na strukturiran način. Vendar pa vsi sistemi za upravljanje e-izobraževanja, zaradi različnih funkcionalnosti, ki jih omogočajo, niso primerni za vsako okolje in uporabnike. Tudi implementacija takih izobraževalnih sistemov vsekakor ni lahko delo, saj gre za izjemno kompleksne sisteme, ki vključujejo veliko organizacijskih, administrativnih in tehnoloških komponent (Moore & Kearsley, 1996; Carlson, 1998).

Vedno večje povpraševanje po dognanih sistemih e-izobraževanja je preusmerilo raziskave na tem področju iz utečenih raziskovalnih tem kot so tehnična infrastruktura in pedagoške inovacije, k študiju in analiziranju *uporabnosti in primernosti* najrazličnejših sistemov za upravljanje e-izobraževanja, primernih za različne ponudnike storitev e-izobraževanja, od univerz, izobraževalnih ustanov do podjetij in institucij v podporo vseživljenjskemu izobraževanju. Bistvena lastnost sistema za upravljanje e-izobraževanja kot uporabniškega vmesnika je podpora uporabniku pri izvajanju njegovih nalog. Za uresničevanje le-tega je ključnega pomena identifikacija ciljnega uporabnika in njegovih potreb po znanju. Natančno definirana strategija v smislu "kdo in kaj" postavlja osnovo za oceno: *ali sistem za upravljanje e-izobraževanja zagotavlja zadostno podporo za opravljanje nalog, ki vodijo do uresničevanja zastavljenih ciljev*. Šele ocena uporabnosti razkriva pravo vrednost sistema, njegov komunikacijski učinek in pričakovano korist za tako za lastnika kot uporabnika sistema. Evalvacijskih metod, ki so v vrednotenju uporabnosti in primernosti najbolj uporabne, je veliko. Izbira je odvisna od tega, kaj vrednotimo, katero programsko in računalniško opremo uporabljamo, katere uporabnike testiramo in kakšna so finančna sredstva, s katerimi razpolagamo.

V naslednjih poglavjih so bolj podrobno predstavljene nekatere metode namenjene ocenjevanju uporabnosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja. Predstavljen je prototip večkriterijskega odločitvenega modela za oceno kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja.

2 Osredotočenost na uporabnika sistema

Ob hitrem razvoju informacijsko-komunikacijskih tehnologij je začela naraščati odvisnost ljudi od računalnikov tudi na področju e-izobraževanja, čeprav so uporabnikove potrebe relativno pozno postale sistematični del načrtovanja celotnega izobraževalnega procesa. Šele v devetdesetih letih se je začel razvoj programskih orodij (tudi sistemov za upravljanje e-izobraževanja) po načelih uporabnosti in učinkovite interakcije med človekom in računalnikom (Arh et al, 2005). Vse od konca 80-ih let, ko je bila uporabniška prijaznost tesneje vključena v razvoj sistemov, so se pojavile številne metode za preverjanje uporabnosti in primernosti. Kategoriziramo jih lahko na različne načine (Nielsen, 1993): zbiranje mnenj uporabnikov (vprašalniki), hevristični pristop, metoda glasnega razmišljanja, test uporabnosti ipd. V okviru omenjenih metod lahko raziskovalci zbirajo le kvantitativne podatke o posameznem programskem orodju, kot na primer hitrost in natančnost s katerima uporabniki dosegajo zastavljene cilje (Caspar in Couper, 1997). Ti podatki so lahko kasneje v veliko pomoč pri ocenjevanju zmogljivosti tega orodja ali pa so osnova za primerjavo dveh podobnih sistemov (Nielsen, 1999). Metode potrebujejo različne vire (nekateri uporabljajo eksperte, druge uporabnike, tretje oboje ipd.), različna sredstva (od papirja in svinčnika do dragih specializiranih laboratorijev) in dosegajo različne ravni obdelave (obseg odkritih uporabnostnih problemov), zato so različno primerne za različne sisteme.

V nadaljevanju so na kratko predstavljene le nekatere izmed bolj pogosto uporabljenih metod za ocenjevanje uporabnosti in primernosti. Predstavljene metode ponujajo samo okviren nabor možnosti, ki jih ima ocenjevalec na voljo pri vrednotenju kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja.

2.1 Vprašalniki

Največja prednost vprašalnika je zajem velikega vzorca uporabnikov. Vprašalniki se uporabljajo zlasti za merjenje subjektivnega zadovoljstva. Tak primer vprašalnika je vprašalnik za ugotavljanje subjektivnega zadovoljstva uporabnika z različnimi vidiki interakcije med človekom in računalnikom (ang. *Questionnaire for User Interaction Satisfaction – QUIS*). Drug primer vprašalnika, s katerim lahko merimo uporabnost sistema za e-izobraževanje, je metoda SUMI (ang. *The Software Usability Measurement Inventory – SUMI*) (Kirakowski in Corbett, 1993). Orodje sestavlja natisnjen evalvacijski vprašalnik s 50 vprašanji, na katerega vprašani odgovarjajo tako, da izberejo ustrezen odgovor na tristopenjski lestvici (se strinjam, ne morem se odločiti, se ne strinjam). Vprašalnik je sestavljen tako, da meri učinkovitost, naklonjenost, uslužnost, nadzor in učljivost. SUMI je omenjen tudi v ISO standardu 9241 kot priznana metoda preverjanja uporabnikovega zadovoljstva.

2.2 Hevristično vrednotenje

Gre za najbolj neformalno metodo, ki zahteva majhno število ocenjevalcev (izvajalci so lahko odlični poznavalci sistema, eksperti v uporabnosti ali oboje), ki analizirajo uporabniški vmesnik in ga ovrednotijo v skladu z določenimi uporabnostnimi načeli (hevristikami). Pri tej metodologiji igrajo pomembno vlogo izkušnje ocenjevalcev, ki pozitivno vplivajo na rezultate vrednotenja. Posamezni ocenjevalec v povprečju odkrije 35 % uporabnostnih težav (Nielsen, 1994), vendar različni uporabniki odkrijejo različne napake, zato se rezultati metode bistveno izboljšajo z uporabo večjega števila ocenjevalcev. Hevristično vrednotenje omogoča odkrivanje tudi zelo zahtevnih uporabnostnih težav. Pomembno je to, da tudi slabši ocenjevalci odkrijejo zahtevnejše uporabnostne težave, to so tiste, ki jih odkrije le manjše število ocenjevalcev.

2.3 Testiranje uporabnosti

Uporabnost določenega sistema ali aplikacije lahko opredelimo kot stopnjo, do katere lahko uporabniki hitro, enostavno in učinkovito izrabljajo storitve določenega sistema za doseg zastavljenih ciljev (Dumas & Redish, 1999). Testiranje z uporabniki temelji na opazovanju uporabnika pri opravljanju nalog in izpolnjevanju določenih ciljev. Testiranje z uporabniki ponavlja poteka v več fazah: priprava, uvod in testiranje. V fazi priprave je potrebno preveriti delovanje računalnikov in povezav, preveriti teste, vprašalnike ipd. V uvodu vodja testiranja uporabnikom razloži namen testiranja, ki ga nato izvedemo v fazi testiranja. Ena izmed bistvenih razlik med testiranjem uporabnikov in heurističnimi metodami je pomoč opazovalca. Pri testiranju uporabnikov sme opazovalec odgovarjati samo na vprašanja, ki so povezana z zastavljenimi nalogami. Naloge so ponavadi pripravljene v obliki scenarijev in so opredeljene tako, da je cilj znan in dosegljiv v določenem časovnem okviru. Upabniki v fazi testiranja izpolnijo tudi vprašalnike, ki ocenjujejo njihove subjektivne občutke.

3 Večkriterijski odločitveni model

Metoda večkriterijskega odločanja (ang. *Multi-Attribute Decision Making*), s pomočjo katere je izdelan odločitveni model, je ena izmed metod za podporo odločanju. Odločitveni model temelji na izbranem seznamu kriterijev, parametrov, spremenljivk oz. dejavnikov, ki jih želimo v procesu odločanja zasledovati (Bohanec, Rajkovič, 1999). Teorija večkriterijskega odločanja nudi formalno osnovo izgradnji modela, kjer je ključni kriterij povezovanje ocen po posameznih parametrih v celotno oceno (Chankong, Haimes, 1983; Bohanec, Rajkovič, 1995).

Prispevek se ukvarja z odločitvenim modelom za oceno kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja. Model v veliki meri izpolnjuje dva, deloma izključujoča se kriterija: *univerzalnost* in *partikularnost*. Univerzalnost omogoča vrednotenje različnih sistemov za upravljanje e-izobraževanje na enoten način. V našem primeru je namreč zelo pomembno, da je lahko ocena sistema izdelana ne glede na lastništvo sistema, ciljne uporabnike in namen sistema. Izjemno težko je namreč razviti model, ki dovolj objektivno vrednoti kakovost in primernost sistema ne glede na to, ali gre za sistem, ki je razvit za akademsko raven ali gospodarstvo. Poseben izziv pri razvoju modela predstavlja integracija (upoštevanje) vseh gradnikov (kriterijev), ki jih sistem za upravljanje e-izobraževanja vsebuje. Kriterij partikularnosti pa po drugi strani zahteva, da se za vrednotenje sistemov za upravljanje e-izobraževanja uporabljajo vedno nova in nova merila in kriteriji za ocenjevanje. To je zlasti pomembno zato, ker se sistemi predstavljajo z vedno novimi funkcionalnostmi in nudijo nove možnosti komunikacije in interakcije.

Kot orodje za izdelavo modela je bil uporabljen program za večkriterijsko odločanje DEXi. Gre za lupino ekspertnega sistema za večkriterijsko odločanje, ki združuje »tradicionalno« večkriterijsko odločanje z nekaterimi elementi ekspertnih sistemov in strojnega učenja (Bohanec, Rajkovič, 1999). Na podlagi identificiranih kriterijev je bilo razvito drevo odločanja, ki omogoča izdelavo agregatne ocene posameznega sistema za upravljanje e-izobraževanja. Pri sami izgradnji modela in analizi vrednotenja je bil upoštevan predvsem vidik integracije sistemov za upravljanje z e-izobraževanjem z novimi orodji, ki slonijo na upravljanju z znanjem. Odločitveni proces je potekal v petih fazah (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003): *identifikacija problema*, *identifikacija kriterijev*, *definicija funkcij koristnosti*, *opis variant in vrednotenje in analiza variant*. Posamezne faze odločitvenega procesa so v nadaljevanju podrobno predstavljene.

3.1 Identifikacija, opis in strukturiranje kriterijev

V tem poglavju so opisani kriteriji, ki sestavljajo odločitveni model. Pri oblikovanju modela smo skušali zadostiti zahtevam, ki jih postavlja Bohanec in Rajkovič (1995). Tako je bilo pri izdelavi modela upoštevano načelo popolnosti (zajem vseh relevantnih kriterijev), strukturiranosti, neredundantnosti, ortogonalnosti in merljivosti kriterijev. Kriteriji so razdeljeni v tri temeljne sklope:

učno okolje študenta, sistem, tehnologija in standardi ter *mentorstvo in didaktika*. Ti trije sklopi sestavljajo ogrodje večkriterijskega modela. Kriteriji lahko zajamejo vrednosti »nizka«, »povprečna« ali »visoka«, izjema so le kriteriji, kjer vmesna vrednost ni mogoča. Pri vseh je zaloga vrednosti naraščajoča (nizka vrednost je slabša kot visoka).

Prvi sklop kriterijev je združen v kategorijo *učno okolje študenta*, ki ga sestavljajo štirje gradniki: *enostavnost uporabe, komunikacija, funkcionalnost okolja in pomoč*. Spletno podprta komunikacijska orodja in sodobne tehnologije zagotavljajo in spodbujajo kontinuirane procese komunikacije ter interakcije med mentorji/tutorji in udeleženci izobraževanja. Informacijska infrastruktura omogoča sinhrono in asinhrono komunikacijo, zato najboljši sistemi za upravljanje e-izobraževanja vključujejo obe vrsti komunikacije. *Asinhrona komunikacija* omogoča uporabniku prilagojeno časovno uporabo učnega gradiva. Skupnega sodelovanja udeležencev ni, izobraževalni proces pa se izvaja predvsem z branjem ali s predvajanjem video ali avdioposnetka. Sodelovanje z drugimi udeleženci v izobraževalnem procesu je omejeno na uporabo *interne e-pošte*, ki omogoča komunikacijo z izbranimi prejemniki sporočil v sistemu in je posebej primerna za individualne konzultacije študentov z mentorjem/tutorjem in *neposredne komunikacije* med posamezniki. Tudi *diskusijski forumi* so osrednje asinhrono komunikacijsko orodje, s katerimi mentor organizira delo študentov. *Sinhrono komunikacijo* lahko primerjamo s tradicionalnim izobraževanjem, ki ponuja neposredno izvajanje učnih gradiv v realnem času. *Klepatalnice* so tipičen primer sinhrono komunikacije.

Drugi sklop kriterijev je združen v kategorijo *sistem, tehnologija in standardi*. Ta kriterij vrednotimo s pomočjo kriterijev *tehnološka neodvisnost, varnost in zasebnost, licenciranje in gostovanje ter podpora standardom*. S kriterijem tehnološka neodvisnost ocenjujemo sistem za upravljanje e-izobraževanja z vidika njegove tehnološke dostopnosti, ki je predpogoj, da pravzaprav sploh lahko govorimo o uporabnosti in učinkovitosti sistema. Model je osredotočen na ocenjevanje programske neodvisnosti, hitrosti, grafične neodvisnosti in uporabe naprednih tehnologij. Pri programski neodvisnosti ocenjujemo predvsem odvisnost od uporabljene platforme, brskalnika (Mozilla 1.7, Netscape 6, Internet Explorer 6, ostali brskalniki) in dodatkov (ang. *plugin*). Tipičen problem, ki se na tem mestu največkrat pojavlja, je odvisnost sistema od posameznega brskalnika oziroma še konkretnije, odvisnost od posamezne (npr. najnovejše) verzije določenega brskalnika. Pri ocenjevanju odvisnosti od brskalnika so ključnega pomena podatki o uporabi brskalnikov pri ciljni skupini uporabnikov. Tako v okoljih, kjer lahko kontroliramo (določamo) uporabo posameznega brskalnika (npr. podjetje, šola ipd.), ta kriterij nima tolikšnega pomena kot sicer. Drugi kriterij se nanaša na odvisnost od hitrosti prenosa, kjer ocenjujemo povprečen čas, ki je potreben za prenos in prikaz strani. Hitrost prenosa je tesno povezana s pasovno širino uporabnikovega dostopa do interneta. Ponudniki e-izobraževanja v Sloveniji še vedno prevečkrat zanemarjajo dejstvo, da večina slovenskih uporabnikov interneta še vedno uporablja modemske dostop do interneta. Pri sistemih za upravljanje e-izobraževanja je to še toliko bolj pomembno, saj je potrebno upoštevati prisotnost različnih uporabnikov. Kriterij *varnost in zasebnost* je osredotočen na dva dela: *varnost in zasebnost uporabnika sistema* in *varnost in zasebnost sistema za upravljanje e-izobraževanja*. Varnost in zasebnost uporabnika mora biti v ospredju, zato mora sistem za upravljanje e-izobraževanja ohranjati komunikacijo in osebne podatke varne ter se izogibati nevarnostim in napadom uporabniških računalnikov. Najpomembnejše pri tem kriteriju je vzpostavitev SSL (Secure Socket Layer) protokola. Značilnost tega protokola je vzpostavitev varnega kanala med internetnim brskalnikom na strani uporabnika in strežnikom. Vsem podatkom, ki se izmenjujejo v tem varnem kanalu, je zagotovljena zaupnost, neokrnjenost in verodostojnost. Varnost in zasebnost sistema ocenjujemo s kriteriji overjanje (avtentikacija), avtorizacija, prijava in nadzor ter preverjanje vnosov. Pomembno je tudi upoštevanje *standardov e-izobraževanja* - standardov za profil opisa učečih se in standardov za opis učnih gradiv. Na tem nivoju standardi definirajo predvsem pričakovano obnašanje komponent programske opreme, ki je odgovorna za upravljanje z učnimi objekti v učnem okolju (Jerman-Blažič, Klobučar, 2005). Najpomembnejši so standard ADL SCORM, ki opredeljuje množico med seboj povezanih tehničnih specifikacij, zgrajenih na delu AICC, IMS in IEEE standardov za oblikovanje enotnega vsebinskega modela za e-izobraževanje, specifikacija IMS QTI, ki upošteva enostaven vnos

1 V Evropski uniji in Sloveniji še vedno okoli 70 % uporabnikov dostopa do interneta prek modema. V Evropski uniji uporablja ADSL 13 % uporabnikov v Sloveniji pa manj kot 4 %.

in prenos podatkov med aplikacijami na osnovi XML, specifikacija IMS LIP (informacijski paket učenca), ki olajša vnos in zajem učenčevih podatkov in standard AICC CMI, ki določa zahteve glede sledenja na spletu.

Tretji sklop kriterijev je združen v kategorijo *mentorstvo in didaktika*. Kakovost okolja mentorja/tutorja ocenjujemo s pomočjo kriterijev *razvoj učnih tečajev, spremljanje aktivnosti in preverjanje in znanja*. Pomembna podpora mentorju/tutorju v procesu izobraževanja je nedvomno spremljanje aktivnosti. V tem okviru smo se osredotočili na spremljanje študenta med učenjem in možnost prikaza napredka študenta, analizo števila prisotnosti analizo prijav ter časovno analizo.

Kriterij	Opis
Kakovost in primernost LMS	Ocenjujemo kakovost in primernost sistemov za upravljanje e-izobraževanja.
Učno okolje študenta	Kakovost učnega okolja.
Enostavnost uporabe	Enostavnost uporabe učnega okolja in učinkovito delo z izobraževalnim gradivom.
Iskanje po ključnih besedah	V katalogu lahko učno gradivo iščemo po ključnih besedah.
Iskanje po metapodatkih	Omogočeno je učinkovito iskanje po metapodatkih.
Navigacijska pot	Navigacijska pot po virtualnem učnem okolju in tečaju.
Tiskanje	Študent lahko natisne celotni tečaj ali samo posamezna učna gradiva.
Komunikacija	Možnost uporabe asinhronne in sinhronne komunikacije.
Asinhrona komunikacija	Asinhrona komunikacija omogoča uporabniku prilagajeno časovno uporabo gradiva.
Interna e-pošta	Vzpostavljen je sistem interne e-pošte.
Neposredno komuniciranje	V sistemu je možna neposredna komunikacija (instant messaging).
Diskusijski forum	Študent lahko uporablja različne forume za izmenjavo mnenj.
Sinhrona komunikacija	Sinhrona komunikacija ponuja neposredno izvajanje izobraževanja v realnem času.
Klepetalnica	Klepetalnica in avtomatsko obveščanje o novih članih in tistih, ki so klepetalnico zapustili.
Dnevnik (logfile) klepetalnice	Obstaja možnost statistike celotne klepetalnice (prijave in pogovori).
Audio - video konferenca	Možnost audio in video konference.
Funkcionalnost okolja	Možnost prilagoditve učnega okolja in uporaba dodatnih storitev.
Prilagodljivost učnega okolja	Učno okolje je konsistentno in omogoča ureditev okolja po meri.
Iskanje po izobraževalnih vozliščih	Možnost iskanja učnega gradiva po različnih izobraževalnih vozliščih in knjižnicah.
Zbirka orodij	Uporaba dodatnih orodij kot so: dostop do lokalne vsebine (CD-DVD), koledar, ipd.
Definicija zaznamkov	Možnost shranjevanja zaznamkov in njihovo posredovanje na lokalni računalnik.
Pomoč	Pomoč za delo s sistemom.
Sistem, tehnologija in standardi	Primernost tehnologije in uporaba standardov e-izobraževanja.
Tehnološka neodvisnost	Sistem z vidika njegove tehnološke dostopnosti.
Programska neodvisnost	Odvsnost od uporabljenih platforme in brskalnika.
Hitrost	Hitrost prenosa.
Grafična neodvisnost	Grafična neodvisnost (velikost zaslona, resolucija).
Napredne tehnologije	Smiselnost uporabe naprednih tehnologij.
Varnost in zasebnost	Varnost in zasebnost sistema in uporabnika.
Varnost in zasebnost uporabnika	Varnost in zasebnost uporabnika sistema (SSL).
Varnost in zasebnost sistema	Varnost in zasebnost sistema za upravljanje e-izobraževanja.
Overjanje	Overjanje (avtentikacija) kot pogoj za zagotavljanje zasebnosti.
Avtorizacija	Avtorizacija kot pogoj za zagotavljanje zasebnosti.
Prijava in nadzor	Prijava in nadzor kot pogoj za zagotavljanje varnosti.
Preverjanje vnosov	Preverjanje in beleženje vnosov kot pogoj za zagotavljanje varnosti.
Licenciranje in gostovanje	Možnost različnega licenciranja in gostovanja.
Podpora standardom	Podpora standardom e-izobraževanja.
ADL SCORM	Standard za opis učnih gradiv.
IMS QTM	Specifikacija, ki upošteva enostaven vnos in prenos podatkov na osnovi XML.
IMS LIP	IMS Learner Information Package (Informacijski paket učenca).
AICC CMI	AICC CMI standardi predpisujejo zahteve glede sledenja na spletu.
Mentorstvo in didaktika	Podpora mentorju pri pripravi materiala in spremljanju napredka študenta.
Razvoj učnih tečajev	Enostavnost in učinkovitost pri razvoju tečaja.
On-line HTML urejevalnik in syllabus	Obstaja on-line HTML urejevalnik tečaja in njegove strukture.
Uvažanje datotek	Možnost uvoza audio in video datotek v sistem.
Linking	Avtor lahko določi linke na druge spletne strani.
Spremljanje aktivnosti	Spremljanje dela in napredka študenta.
Analiza sodelovanja študenta	Analiza sodelovanja posameznega študenta.
Spremljanje študenta med učenjem	Spremljanje študenta med procesom učenja.
Prikaz napredka študenta	Statistični/grafični prikaz napredka študenta.
Analiza tečaja	Analiza posameznega tečaja.
Analiza števila obiskov	Mentor/tutor lahko vidi število obiskov za posamezni tečaj.
Analiza prijav	Mentor/tutor lahko vidi datum in čas prve in zadnje prijave študenta na tečaj.
Časovna analiza	Mentor/tutor lahko za vsakega študenta posebej vidi čas, ki ga je porabil za tečaj.
Preverjanje znanja	Različne možnosti preverjanja znanja.
On-line urejevalnik vprašanj	On-line urejevalnik za pripravo vprašanj.
Analiza vprašalnika	Avtomatska analiza (ocena) vprašalnikov.
Uvoz vprašalnikov iz drugih orodij	Možnost uvoza vprašalnikov iz drugih orodij.

Slika 1: Drevo kriterijev za oceno kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja.

3.3 Funkcija koristnosti

Poleg kriterijev tvorijo bazo znanja tudi funkcije koristnosti za vse izpeljane kriterije vse do korena drevesa, ki predstavlja končno oceno variant. To so pravila odločanja v vozlih drevesa, ki določajo vrednost vsakega atributa, ki ni list drevesa. Na osnovi medsebojne odvisnosti (součinkovanja) nižje ležečih kriterijev funkcija agregacije določa vrednost agregiranega atributa (Bohanec et al., 1997). Funkcija koristnosti mora biti vsebinsko ustrezna, torej mora dati večjo vrednost tisti varianti, ki je boljša, kar pomeni, da jo lahko izračunamo in s tem praktično uporabimo v procesu odločanja.

Največji pomen ima učno okolje študenta (41 %), sledita mu sistem, tehnologija in standardi (29 %) ter mentorstvo in didaktika (29 %). Kadar je učno okolje sistema neakovostno in slabo uporabno (ocena nizka), je tudi sistem za upravljanje e-izobraževanja neakovosten, ne glede na to, kakšna sta sistem, tehnologija in standardi ter mentorstvo in didaktika. Če sta neakovostna tako sistem, tehnologija in standardi ter mentorstvo in didaktika je sistem za upravljanje e-izobraževanja neakovosten ne glede na kakovost učnega okolja študenta (slika 2). To dokazuje, da morajo biti za kakovosten sistem za upravljanje e-izobraževanja kakovostni vsi trije vidiki.

Učno okolje študenta	Sistem, tehnologija in standardi	Mentorstvo in didaktika	Kakovost in primernost LMS
41,18%	29,41%	29,41%	
1 nizka	*	*	nizka
2 <=povprečna	<=povprečna	*	nizka
3 <=povprečna	*	<=povprečna	nizka
4 *	nizka	*	nizka
5 *	*	nizka	nizka
6 povprečna	visoka	visoka	povprečna
7 visoka	povprečna	povprečna	povprečna
8 visoka	>=povprečna	visoka	visoka
9 visoka	visoka	>=povprečna	visoka

Slika 2: Primer funkcije koristnosti za kriterij kakovost in primernost sistema za upravljanje e-izobraževanja

Na sliki 3 so prikazana kompleksna odločitvena pravila agregacije enostavnosti uporabe, komunikacije, funkcionalnosti okolja in pomoči v skupno oceno izpeljanega kriterija učno okolje študenta. Šesto pravilo odločanja preberemo takole: če sistem za upravljanje e-izobraževanja vsaj povprečno upošteva kriterij enostavnosti uporabe (ocena povprečno), kakovost komunikacije, funkcionalnosti okolja in pomoči pa je ustrezna (ocena visoko), je skupna ocena kriterija učno okolje študenta visoka.

Enostavnost uporabe	Komunikacija	Funkcionalnost okolja	Pomoč	Učno okolje študenta
39,29%	28,57%	21,43%	10,71%	
1 nizka	nizka	<=povprečna	*	nizka
2 nizka	nizka	*	nizka	nizka
3 nizka	<=povprečna	nizka	*	nizka
4 nizka	<=povprečna	<=povprečna	nizka	nizka
5 <=povprečna	nizka	nizka	nizka	nizka
6 >=povprečna	visoka	visoka	visoka	visoka
7 visoka	>=povprečna	>=povprečna	visoka	visoka
8 visoka	>=povprečna	visoka	*	visoka
9 visoka	visoka	*	visoka	visoka
10 visoka	visoka	>=povprečna	*	visoka

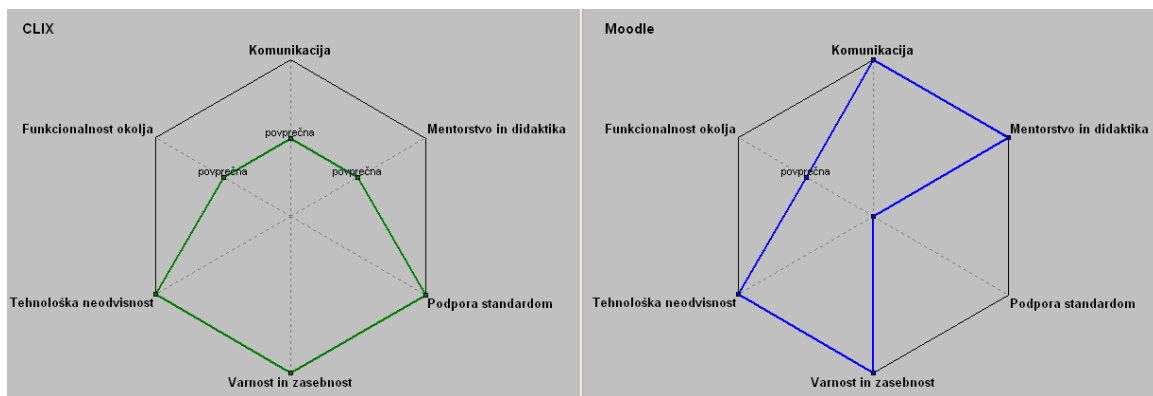
Slika 3: Primer funkcije koristnosti za izpeljani kriterij učno okolje študenta

3.4 Vrednotenje in analiza variant

Vrednotenje variant je postopek določanja končne ocene variant na osnovi njihovega opisa po osnovnih kriterijih. Vrednotenje poteka od spodaj navzgor, v skladu s strukturo kriterijev in funkcijami koristnosti. Varianta, ki dobi najvišjo oceno, je praviloma najboljša. Zaradi velikega števila kriterijev lahko pri vrednotenju vsakega od njih pride do napake, ki se kasneje odraža v končni oceni. Da bi se izognili napakam, je potrebno vsako varianto skrbno analizirati in odgovoriti na množico vprašanj kot npr. zakaj je končna ocena takšna, katere so prednosti in pomanjkljivosti posamezne variante, v čem se variante bistveno razlikujejo med seboj ipd. Z odgovori na vprašanja pridemo do celovite slike o variantah in s tem do bolj utemeljene in preverjene odločitve.

Odločitveni model je bil preizkušen na treh sistemih za upravljanje e-izobraževanja: Blackboard (www.blackboard.com), CLIX (www.im-c.de) in Moodle (www.moodle.org). Ker je model univerzalno uporaben, so izbrani sistemi za upravljanje e-izobraževanja različnih tipov oz. namenjeni različnim

ciljnim skupinam. Sistem za upravljanje e-izobraževanja BlackBoard uvrščamo med najbolj dodelane in kompleksne sisteme za upravljanje e-izobraževanja, ki se pojavljajo na tržišču. Sistem nudi izvrstne možnosti za komunikacijo (tako sinhrono kot asinhrono) znotraj učnega okolja. Sistem za upravljanje e-izobraževanja CLIX je zasnovan predvsem za velike korporacije, saj zagotavlja učinkovite, upravljive, povezane in razširljive, na internetu zasnovane učne rešitve. Moodle pa od ostalih dveh sistemov ločita predvsem dve pomembni značilnosti: brezplačnost in odprta koda. Predvsem brezplačnost zveni privlačno za šole in podjetja, ki jim vedno primanjkuje sredstev za uvajanje novih izobraževalnih tehnologij. Vendar pa sistem Moodle ponuja veliko več kot zgolj cenovno ugodnost, saj ga lahko v vseh pogledih primerjamo z dragimi komercialnimi rešitvami. Največja pomanjkljivost sistema je prav gotovo podpora standardom e-izobraževanja, kar je razvidno tudi s slike 4, ki prikazuje rezultate vrednotenja po posameznih kriterijih za sistema CLIX in Moodle.



Slika 4: Rezultati vrednotenja po posameznih kriterijih za sistema CLIX in Moodle

4 Razprava

Zaradi kompleksnosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja in velikega števila kriterijev je bilo bistvenega pomena, da z odločitvenim modelom lahko dobimo poleg končne ocene tudi podrobno parcialno analizo posameznih elementov, ki vplivajo na kakovost celotnega sistema za upravljanje e-izobraževanja. Na ta način lahko evidentiramo šibke točke in pomanjkljivosti sistema oziroma določimo, kako sistem izboljšati. Ocenimo lahko, kako bi izboljšava posameznih kriterijev vplivala na kakovost in bolj optimalno porazdelitev razpoložljivih virov. Izjemen pomen posameznih ocenjevanih kriterijev sistema oziroma njihova avtonomnost preprečuje, da bi povprečnost enega ali več kriterijev avtomatično pomenila povprečnost celotnega sistema. Na primer za sistem za upravljanje e-izobraževanja, ki je povprečen v vseh treh kriterijih (npr. hkrati povprečen v učnem okolju študenta, sistemu, tehnologiji in standardih ter metodiki in didaktiki), ne moremo reči, da je povprečen, saj je lahko še slabši, podpovprečen. Na drugi strani pa sistem, ki vsebuje zelo dobre tehnološke in standardizacijske rešitve ter je zelo kvaliteten tudi z vidika metodike in didaktike, ne more biti kakovosten, če ta sistem ne zagotavlja primerne učnega okolja študenta, ki je za uporabnike e-izobraževanja najbolj pomembno, saj ne izpolnjuje njihovih ciljev. Poleg tega pa obstajajo tudi izključujoči faktorji, ki morajo biti izpolnjeni, da sistem za upravljanje e-izobraževanja npr. z vidika varnosti in zasebnosti doseže določen nivo. Lahko se odpovemo prenosu preko varne SSL povezave, kar poveča hitrost delovanja (to je še posebej pomembno za tiste uporabnike, ki še vedno dostopajo do interneta preko modema) in s tem pozitivno vplivamo na uporabnost. Vendar pa tak sistem seveda ne izpolnjuje varnostnih zahtev, ki so pri e-izobraževanju vedno bolj pomembne (tudi v odločitvenem modelu imajo veliko težo).

4.1 Področja in možnosti praktične uporabe modela

Odločitveni model je zelo široko uporaben. Uporabimo ga lahko za analizo lastnega sistema za upravljanje e-izobraževanja, lahko predstavlja pomoč organizacijam, ki želijo doseči večjo učinkovitost e-izobraževanja (pomembnost posameznih kriterijev) ali ustvariti inovativno učno okolje. Različna področja uporabe dokazujejo, da je njegova aplikativna vrednost vsestranska.

Odločitveni model je uporaben za izvajalce in financerje e-izobraževanja in usposabljanja, ki so večkrat soočeni z dilemo izbrati najbolj primerno tehnološko okolje za izvedbo izobraževalnega procesa za določeno ciljno skupino. Uporaba odločitvenega modela je primerna skozi celoten proces izvajanja e-izobraževanja (**časovna analiza**): ob začetku (ocena izhodiščnega stanja in odločitev za sistem) ali po določenem času izvajanja e-izobraževanja. Namen te vrste ocenjevanja sistema je ugotavljanje prednosti in slabosti glede na čas izvajanja e-izobraževanja. Model lahko uporabimo tudi za primerjavo s konkurenčnimi sistemi. V tem primeru lahko analizo prednosti in slabosti razširimo še z analizo priložnosti in nevarnosti (analiza SWOT). V tem primeru lahko model uporabljamo tudi za izvajanje analiz **tipa »kaj-če«** (ang. *what-if analysis*). Uvedba novih funkcionalnosti sistema namreč vpliva na različne segmente tega sistema. S pomočjo analize »kaj-če« lahko ugotavljamo, kako te novosti vplivajo na posamezne segmente in na celoten sistem. Model omogoča tudi izvajanje **analize občutljivosti** (ang. *sensitivity analysis*), ki omogoča identifikacijo kriterijev, s katerimi lahko najučinkoviteje vplivamo na kakovost posameznih segmentov sistema ali kakovost celotnega sistema. Z njeno uporabo lahko ugotavljamo, za koliko se spremeni končna ali delna ocena, če se spremeni vrednost izbranega kriterija. Z modelom je možno izvajati tudi t.i. **hitre teste**, kjer se običajno uporabljajo hevristične in druge metode, ki so hitro izvedljive, poceni in dajejo relativno dobre rezultate (npr. računalniško podprte metode za analizo tehnoloških kriterijev). Ta pristop je zlasti primeren, ko za podrobnejšo oceno ni dovolj časa, sredstev in/ali virov. Rezultate modela lahko uporabljamo tudi v **agregatnih analizah**. Zaradi enostavnosti in možnosti hitrega izvajanja je mogoče model uporabiti za analizo večjega števila sistemov. Te ocene nato uporabimo v agregatnih analizah, ko analiziramo samo posamezne tipe sistemov za upravljanje e-izobraževanja, sisteme za določeno ciljno skupino ipd. V tem primeru lahko uporabimo zgolj del odločitvenega drevesa.

5 Zaključek

Tako teorija kot praksa se vse bolj osredotočata na interakcijo med človekom in računalnikom (ang. *Human-Computer Interaction – HCI*) tudi na področju e-izobraževanja. Še bolj konkretno na uporabnost in primernost sistemov za upravljanje e-izobraževanja. Pri tem izhajata predvsem iz ciljev okolja in uporabnikov. Vprašanje, ki se na tem mestu postavlja je, kako uspešno oziroma ali sploh, sistem za upravljanje e-izobraževanja omogoča učinkovito e-izobraževanja in njegovo spremljanje? Odgovor na to vprašanje ponuja večkriterijski odločitveni model, ki omogoča natančno vrednotenje kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja. Model glede na izjemno kompleksen nabor vseh funkcionalnosti, ki jih taki sistemi omogočajo, upošteva širok spekter različnih kriterijev, ki so združeni v tri temeljne sklope: učno okolje študenta, sistem, tehnologija in standardi ter mentorstvo in didaktika. Model omogoča izdelavo agregatne ocene, ki transparentno, prek jasno določenih funkcij koristnosti, vključuje posamezne ocenjevane kriterije.

Oceno, ki je pridobljena s pomočjo tega modela, je mogoče uporabiti v različne namene, predvsem pa je model primeren za izvajalce e-izobraževanja, ki so večkrat soočeni z dilemo kako izbrati najboljše in najbolj primerno tehnološko okolje za izvedbo izobraževalnega procesa za določeno ciljno skupino. Bistven prispevek predstavlja tudi izbira ustreznih kriterijev, definiranje relacij med njimi in končni rezultat – odločitveni model, ki omogoča celovito oceno kakovosti in primernosti sistemov za upravljanje e-izobraževanja.

6 Viri in literatura

- Arh, T., Debevc, M., Kocjan-Stjepanovič, T., Jerman-Blažič, B. (2005) Testiranje uporabniške prijaznosti na primeru izobraževalnega portala EducaNext, *Organizacija* **38**(4), str. 183 - 189.
- Bohanec M., Rajkovič V. (1995) Večparametrski odločitveni modeli, *Organizacija*, št. **28**(7), str. 427 - 438.
- Bohanec M., Rajkovič V. (1999) Multi-Attribute Decision Modeling: Industrial Applications of DEX, *Informatica*, št. **23**(4), str. 487 - 491.
- Bohanec, M., Zupan, B., Rajkovič, V. (1997) Hierarhični odločitveni problemi in njihova uporaba v zdravstvu. V: *Računalniška analiza medicinskih podatkov*, Zbornik, CADAM - Bled.
- Carlson, P. (1998) Advanced Educational Technologies – Promise and Puzzlement. *Journal of Universal Computer Science*, **4**(3), 210 - 215.
- Caspar, R. A., Couper, M. P. (1997) Using Keystroke Files to Assess Respondent Difficulties with an ACASI Instrument. *Proceedings of the American Statistical Association, Section on Survey Research Methods*. Alexandria: ASA, str. 239 - 244.
- Chankong V., Haimes Y. Y., (1983) *Multiobjective Decision Making: Theory and Methodology*. North-Holland.
- Dumas, J. S., & Redish, J. C. (1999) *A practical guide to usability testing*. Exeter: Intellect.
- Hall, B. (2003) *New Technology Definitions*. [URL: <http://www.brandonhall.com/public/glossary/index.htm>], 24. 6. 2005.
- Jereb E., Bohanec M., Rajkovič V. (2003) *Dexi*. Moderna organizacija Kranj.
- Jerman-Blažič, B., Klobučar, T. (2005) Privacy provision in e-learning standardized systems: status and improvements, *Computer standards & interfaces*, št. 27, str. 561 - 578.
- Keenoy, K., Papamarkos, G. (2003) *Learning Management Systems and Learning Object Repositories*, Birkbeck College, University of London.
- Kirakowski J, Corbett M. (1993) SUMI: The Software Usability Measurement Inventory, *British Journal of Educational Technology*, **24**(3), 210 - 212.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (1996) *Distance Education: A Systems View*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Nielsen J. (1994) *Usability inspection methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering*. Cambridge, MA: Academic.
- Nielsen, J. (1999) *Usability Metrics – How good Are You?*, ZDNet. [URL: www.zdnet.com], 28. 6. 2005.
- Nodenot, T. (2003) Knowledge Modelling of Co-operative Learning Situations: Towards a UML profile. *11th International Conference on Artificial Intelligence in Education, International AI-ED Society*, Sydney, Australia.

Tanja Arh je diplomirala leta 2003 na Fakulteti za organizacijske vede v Kranju na področju problematike projektnega managementa v državni upravi. Kot raziskovalka je zaposlena v Laboratoriju za odprte sisteme in mreže Instituta "Jožef Stefan", kjer se ukvarja z e-izobraževanjem, standardizacijo na področju e-izobraževanja ter sodobnimi in inovativnimi orodji za prenos znanja na daljavo. Ob delu nadaljuje s podiplomskim študijem Management informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede v Kranju, kjer trenutno pripravlja magistrsko nalogo s področja sistemov za upravljanje e-izobraževanja.

Vladislav Rajkovič je redni profesor na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru in sodelavec Odseka za inteligentne sisteme Instituta "Jožef Stefan". Njegovo področje so računalniški informacijski sistemi, s posebnim poudarkom na sistemih za podporo pri odločanju. Je soavtor večkriterijske odločitvene metodologije, ki sloni na lupini ekspertnega sistema Dex. Je član Programskega sveta programa »Računalniško opismenjevanje« in predstavnik Slovenije v »International Federation for Information Processing« za področje izobraževanja.

Borka Jerman-Blažič je vodja Laboratorija za odprte sisteme in mreže Instituta "Jožef Stefan" in redna profesorica na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani. Je članica in predsednica številnih mednarodnih odborov organizacij in združenj, kot so TERENA, ISOC, IETF, AACE, IEEE, predsednica slovenskega združenja za Internet – ISOC-SI ter predstavnica Slovenije v odborih CEN TC304 in ISO JTC1. Objavila je več kot 500 znanstvenih del, strokovnih študij in razprav v domačih in mednarodnih glasilih ter tri knjige, od katerih je eno založilo računalniško združenje Velike Britanije. Za svoje znanstvene dosežke je bila nagrajena z nagrado sklada Borisa Kidriča. Je stalni ekspert Evropske unije za področje informacijsko-komunikacijskih tehnologij in elektronskega poslovanja in aktivno sodeluje pri izvajanju programa Evropske unije "Človeku prijazna informacijska družba" ter v projektih in programih CEN.