

OKOLJE ZA KONSTRUKTIVISTIČNO SODELOVALNO UČENJE Z RABO INFRASTRUKTURE V OBLAKU ENVIRONMENT FOR CONSTRUCTIVIST COLLABORATIVE LEARNING USING INFRASTRUCTURE IN A CLOUD

ANDREJ BRODNIK,
MOJCA CIGLARIČ,
ANDREJ KREVI,
UNIVERZA
V LJUBLJANI,
FAKULTETA ZA
RAČUNALNIŠTVO
IN INFORMATIKO,

JOŽE RUGELJ,
UNIVERZA
V LJUBLJANI,
PEDAGOŠKA
FAKULTETA

POVZETEK

V prispevku je najprej predstavljen razvoj spletnega učnega okolja za konstruktivistično učenje v visokem šolstvu s poudarkom na poučevanju vsebin iz inženirstva in naravoslovja (engineering and science). Avtorji okolja so pri svojem delu upoštevali najnovejše ugotovitve pedagoškega raziskovanja in razpoložljivost novih tehnologij, da bi ustvarili uspešno in učinkovito okolje za učenje. Učna tehnologija oz. navidezni laboratorij je izvedena v obliki spletne storitve. Celotno več, navidezni laboratorij postane infrastruktura uporabna v oblaku – IaaS. V nadaljevanju predstavimo svoje izkušnje pri uporabi okolja v prvem letu praktične uporabe s približno 700 študenti v študiju računalništva in informatike.

Predstavitev vključuje tehnične značilnosti (npr. kako obremenjen je bil sistem) kot tudi vsebinske značilnosti. V zaključku podajamo praktičen primer rabe navidezne laboratorija od priprave laboratorijske vaje, rezervacije laboratorija s strani študenta do izvedbe naloge v laboratoriju in njenega ocenjevanja.

KLJUČNE BESEDE: KONSTRUKTIVISTIČNO
UČENJE, VIRTUALNI LABORATORIJ, IAAS, UČENJE
RAČUNALNIŠTVA IN INFORMATIKE.

UVOD

V zadnjem desetletju se je tako v Sloveniji kot v številnih drugih evropskih državah prišlo do velikih sprememb v visokošolskem izobraževanju. Skoraj 80% mladostnikov starih od 18 do 23 let je vpisanih v visokošolske študijske programe. Po drugi strani pa količina denarja v državnem proračunu namenjenega visokemu šolstvu in posledično število pedagoških delavcev in vseh ostalih virov ni sledila tej rasti števila študentov, kar je ogrozilo tako učinkovitost kot tudi kakovost izobraževanja.

Odgovorni v večini visokošolskih ustanov so tako prišli do zaključka, da lahko s pomočjo uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT) pri učenju in poučevanju, kar navadno imenujemo *e-učenje*, vsaj delno pripomore k rešitvi omenjenih problemov. E-učenje je za naš namen definirano kot uporaba vsakršnih novih tehnologij ali aplikacij za potrebe učenja ali podpore učencu. To je pomembno, ker lahko e-učenje bistveno vpliva na način učenja učencev, hitrost osvajanja veščin, preprostost učenja in na užitek pri učenju (Laurillard, 2005). Tako kompleksen sklop tehnologij bo imel kulturno, intelektualno, socialno in praktično vplival na izkušnjo učenja.

ABSTRACT

The paper presents a development of web-based learning environment for constructivist learning in higher education with an emphasis on learning process in science and engineering. In the development of successful and efficient learning environment were used novel ideas and paradigms of didactics and ICT. The learning environment includes a virtual laboratory, which is defined as a service. Indeed, the virtual laboratory becomes an infrastructure that can be used in a cloud – IaaS. The paper also presents our experience with the environment used in classes attended by over 700 students of Computer Science.

The presentation will include technical details of the environment (e.g. system load) as well as brief description of its use. The later will include complete development cycle of an assignment in the virtual laboratory.

KEY WORDS: CONSTRUCTIVISTIC LEARNING,
VIRTUAL LABORATORY, IAAS, LEARNING
OF COMPUTER SCIENCE.

K temu moramo prišteti še finančne posledice. Omrežja in dostop do spletnih virov ponuja alternativo prostorsko in časovno določenemu učenju, kar zmanjša potrebo po dragih prostorih in stroške dostopa do oddaljenih virov. Kljub vsemu pa učenci še vedno potrebujejo podporo ljudi, kar pomeni, da so pričakovane finančne koristi na račun stroškov naložb v nov sistem in stroškov učenja uporabe navadno precenjene. Iz teh razlogov Lauriard trdi, da znižanje stroškov ni zadosten argument za vpeljavo e-učenja. Tako se je bolje zavzemati za vlaganje v izboljšanje kakovosti kot pa za zmanjšanje stroškov.

Drugi razlog za povečanje zanimanja za e-učenje je usmerjen v skrb, da lokalni visokošolski zavodi ne morejo imeti monopola nad izvajanjem izobraževanja (Alexander, 2001). Konkurenca naj bi domnevno izvirala iz mednarodnih institucij visokega šolstva.

IKT in e-učenje sama ne moreta rešiti vseh omenjenih težav. Novi pristopi k učenju morajo vključevati prednosti osebnega stika in spletnega učenja na sinergijski način, in s tem ustvariti edinstveno učno izkušnjo skladno s kontekstom in namenom izobraževanja (Garrison, 2008). Ti pristopi se imenujejo mešano učenje (*blended learning*).

ZASNOVA

Znotraj učnega okolja, ki ga podpira LMS, smo uporabili pristop mešanega učenja, saj smo želeli ohraniti koristi osebnega stika in razredne interakcije pri poučevanju kot tudi koristi uporabe virtualnega učnega okolja (Lapuh Bele, 2007). Pri računalniških predmetih smo uporabili inovativne učne aktivnosti, ki temeljijo na konstruktivizmu (Nančovska Šerbec, 2009; Ben-Ari, 2001), in ki so bile oblikovane kot pilotni predmeti, saj večino udeležencev v projektu predstavljajo računalniški strokovnjaki.

Konstruktivizem je teorija učenja, ki trdi, da študenti sami konstruirajo svoje znanje in ne morejo zgolj prejeti in shranjevati znanja, ki jim ga posreduje učitelj. Po konstruktivistični učni teoriji morajo učenci znanje ponotranjiti (Learning Theories, 2009). V različnih fazah učnega procesa uporabljamo različne aktivne oblike pedagoškega dela, da bi spodbudili študente k personalizaciji znanja (Nančovska Šerbec, 2009). Ti lahko prilagodijo globino svojega učenja glede na svoje potrebe in zmožnosti zaradi odprte definicije nalog.

Pripravili smo tudi možnosti za vključitev študentov v aktivne oblike učenja preko novih oblik ocenjevanja, kot je na primer medsebojno ocenjevanje. Očitno je, da bodo aktivne oblike učenja in ocenjevanja vplivale na kakovost učenja v našem učnem okolju. Izobraževalno ocenjevanje je postopek ocenjevanja in dokumentiranja znanja, spretnosti, stališč in prepričanj. Spretnosti in sposobnosti za ocenjevanje so zelo zaželeno v visokem šolstvu (Assessment in Higher Education, 2009; Nančovska Šerbec, 2009).

Študent potrebuje priložnosti za formativno preverjanje in pridobivanje povratnih informacij za razvoj spretnosti in konceptov. Ker običajno ni dovolj priložnosti, da jih dobijo od zaposlenih, oblike sodelovalnega učenja zagotavljajo možnosti za dodatne povratne informacije. Medvrstniška ocena je proces, v katerem študenti izrazijo mnenje, in določijo stopnjo, vrednost ali kakovost izdelka ali nastopa drugih oseb v podobnem položaju, ki se navadno izvede med študenti v določenem razredu.

To predstavlja tudi pristop pri usposabljanju študentov, za zagotavljanje dragocenih povratnih informacij in predlogov za izboljšanje učinkovitosti. Sluijsmans (Sluijsmans, 1999) je opredelil številne prednosti pri medvrstniškem ocenjevanju. Nekaj najbolj pomembnih je, da lahko motivirajo študente, ter spodbujajo njihovo aktivno sodelovanje pri učenju, spodbujajo študente, da postanejo bolj samostojni pri učenju, signalizirajo študentom, da se njihove izkušnje vrednotijo in mnenja spoštujejo, in da študenti bolj poglobljeno razmišljajo o drugih rešitvah problemov, zbirajo točke in se naučijo konstruktivno kritizirati. Učitelji imajo pogosto težave pri vključevanju vrednotenja študentov v skupne dejavnosti. Težava ni le pri ocenjevanju ravni učenja, ki jih producira sam proces, temveč tudi pri določanju dejanske stopnje, do katere je posameznik dejavno sodeloval in prispeval k skupnemu delu.

Drug pomemben vidik učinkovitega učenja je socialna razsežnost učenja. Socialni konstruktivizem poudarja, kako pomen in razumevanje raste v medsebojnih interakcijah. Poudarek je na študentu kot aktivnem ustvarjalcu pomenov. Učitelj in vrstniki začnejo dialog s študentom, poskušajo razumeti pomen vsebine, ki se jo mora vsak posamezen študent naučiti, in pomagajo študentu, da izboljša svoje razumevanje.

Za tradicionalna izobraževalna okolja so pogosto značilni procesi, v katerih učitelj dodeli učne dejavnosti, ki jih običajno študent izvaja samostojno. Vendar s tem učni proces izgubi socialne razsežnosti. Tako ideja o spodbujanju sodelovalnega učenja kot situaciji, v kateri se dve ali več oseb skupaj uči ali poskuša nekaj skupaj naučiti, predstavlja sredstvo za krepitev te dimenzije z ustvarjanjem pogojev za posameznikov kognitivni razvoj, ki je posledica interakcije v skupini (Hansen, 1998).

V primeru sodelovalnega učenja, podprtega s storitvami računalniških omrežij, te strategije običajno izvajamo z dodeljevanjem nalog skupinam študentov, ki potem skupaj iščejo rešitev dane naloge (sodelovalno reševanje problemov) ali skupaj pišejo sestavek (skupinsko pisanje) na zastavljeno temo. Te strategije vključujejo različna orodja za komunikacije in sodelovanje, ki omogočajo učencem, da aktivno sodelujejo pri gradnji znanja ter izboljšujejo procese sodelovalnega pisanja in omogočajo njihovo spremljanje.

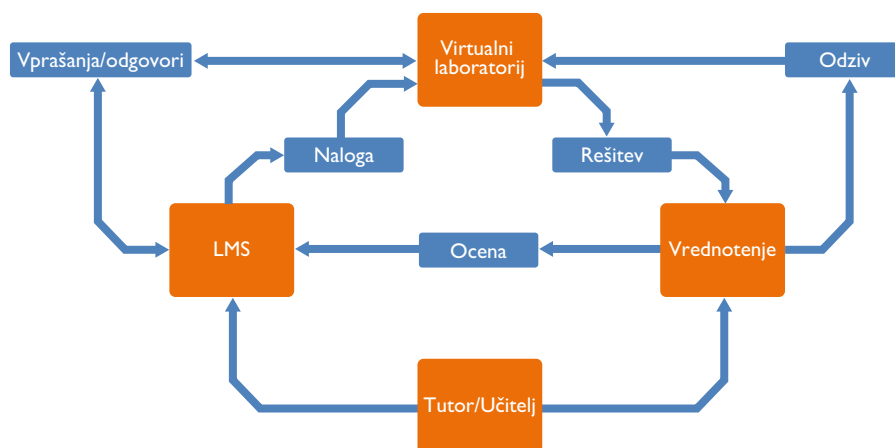
VIRTUALNI LABORATORIJ

Poseben izziv je implementacija zgoraj omenjenih konceptov v IKT podprtih učnih okoljih. Večina trenutno dostopnih z IKT podprtih učnih okolij je le zbirka bolj ali manj tradicionalnih učnih gradiv. Samo nekatera od njih so bila narejena na novo, večinoma pa so le digitalizirani učbeniki in druga učna gradiva. Študenti naj bi brali besedila, ki so v nekaterih primerih obogatena z ilustracijami ali z nekaj animacijami in video posnetki. Večina od njih pa temelji na tradicionalnem pristopu poučevanja z začetno razlago in z nekaj vajami v različnih oblikah po tem. Samo nekateri primeri vključujejo različne multimedijske motivacijske elemente.

Zato smo se odločili, da najprej opredelimo arhitekturo, ki bo omogočala souporabo različnih orodij in učnih okolij. To predstavlja inovativen pristop s konstruktivistično teorijo učenja v izhodišču.

Slika 1 prikazuje strukturo učnega okolja, ki je bil razvit v okviru projekta SAKE. Temelji na aktivnem učenju. Študenti so aktivni v problemsko naravnanih učenih aktivnostih. Zelo pomembno je, da opredelimo ustrezne probleme, ki niso preveč preprosti, da bi se študenti ob njih dolgočasili, in ne preveč zahtevni, da študenti ob njih ne bi obupali. Vygotsky ta koncept opredelil kot območje proksimalnega razvoja (zone of proximal development), ki je razlika med tem, kar lahko študent stori brez pomoči in tistim, kar lahko stori s pomočjo učitelja. Vygotsky je ugotovil, da študent sledi reševanju primerov in ob tem postopoma razvija sposobnost za izvajanje nekaterih nalog brez pomoči. Vloga izobraževanja je, da študentom ponudijo take »učne probleme«, ki so v coni proksimalnem razvoja in na ta način spodbuja in pospešuje njihovo individualno učenje.

Slika 1:
ARHITEKTURA
RABE
VIRTUALNEGA
LABORATORIJA.



V naši arhitekturi so problemi zastavljeni v standardnem učnem sistemu za upravljanje z učenjem - LMS (npr. Moodle). Po seznanitvi s problemom študente usmerimo v virtualni laboratorij, kjer lahko najdejo osnovno »raziskovalno infrastrukturo« z mnogimi orodji, potrebnimi za rešitev problema. Lahko se posvetuje tudi s *tutorjem*, ki nadzoruje dejavnosti v virtualni učilnici, in lahko da različne nasvete in priporočila.

Glavne naloge tutorja so: oblikovanje učnega načrta, ki določa časovni okvir, zahteve in aktivnosti pri učnem predmetu; oblikovanje kodeksa ravnanja pri predmetu; objavljane učnih ciljev in pričakovanj; spremljanje dela učencev in njihovega napredka; pomoč učencem, da skupaj napredujejo po pravi poti; spodbujanje komunikacije med udeleženci pri predmetu; aktivno sodelovanje, spodbujanje in vodenje interaktivnih razprav; priprava odgovorov na vprašanja, povratnih informacij in priporočil o poteku dejavnosti; ovrednotenje in analiza dela učencev.

Pomembna funkcija našega sistema je ocenjevanje. Izvedli smo funkcionalnosti, ki lahko podpirajo oba načina ocenjevanja, tako formativno ocenjevanje, ki daje študentu takojšnje povratne informacije in jih usmerja pri nadaljnjih učnih aktivnostih, kot tudi sumativno ocenjevanje ob koncu učne dejavnosti za merjenje doseganja učnih ciljev in za ugotavljanje končnih rezultatov učenja (Lapuh Bele, 2007).

Ker ni stalne prisotnosti tutorja in naj bi študenti številne dejavnosti izvajali sami, so povratne informacije v obliki formativne ocene njihovih dejavnosti ključnega pomena. Formativno in sumativno ocenjevanje je mogoče avtomatizirati in jih imple-

mentirati kot ekspertni sistem, ki je del posebne funkcionalnosti virtualnega laboratorija ali pa ga je mogoče zagotoviti s »človeškimi mentorji«. Očitno je, da rezultate formativnega ocenjevanja predstavimo študentov v virtualnem laboratoriju, medtem ko je rezultate sumativnega ocenjevanja treba poslati v LMS.

Omenili smo pomen socialnega vidika učenja in njegov pomen v konstruktivističnem učnem pristopu. V naši arhitekturi je vsaj del dejavnosti opredeljenih na tak način, da spodbujajo vzajemno učenje (angl. peer learning). Vzajemno učenje je oblika sodelovalnega učenja, ki poveča vrednost interakcije študent-študent in daje kot rezultat na različnih ugodnih rezultatov učenja. Za uresničitev prednosti vzajemnega učenja mora učitelj zagotoviti ustrezno »podporo«. Učno okolje mora podpirati sodelovalne dejavnosti s podporo komunikaciji in s pomočjo skupne rabe učnih virov. Zaradi tega smo razširili običajne forume v LMSjih z vključitvijo sodobnih družabnih omrežij, kot so Twitter, Facebook, itd.

Samo vzdrževanje fizičnih laboratorijev oziroma računalniških učilnic za praktične vaje zahteva veliko časa za namestitve in vzdrževanje, ni fleksibilno, težko sledi zahtevam za nove namestitve in posodobitve programske opreme, varnost je problematična, pogoste so težave zaradi okvar na strojni opremi, dostop v prostor in čas uporabe pa sta omejena z urnikom. Dodatne težave nastopijo pri predmetih, kjer učna vsebina zahteva, da ima učeči upravljalske pravice na učnem računalniku, saj se rado zgodi, da po nesreči spremeni nastavitve tako, da računalnik ni več ustrezno konfiguriran za naslednje uporabnike. Virtualizacija ponuja možno rešitev vseh teh izzivov, saj omogoča oddaljen dostop do virov brez omejitev časa in fizične prisotnosti (premik v prostoru in času), poenoteno vzdrževanje je bistveno lažje, okolje pa je nadzorovano, dosegljiv je višji varnostni nivo, lažje pa je tudi upravljanje z licencami programske opreme.

Naša definicija virtualnega laboratorija predpostavlja, da imamo dovolj zmogljivo strežniško infrastrukturo, na kateri poganjamo navidezne računalnike, ki jih potrebujejo učeči. Takšno infrastrukturo imenujemo tudi centralizirana virtualizacija – virtualni laboratorij je dejansko infrastruktura, ki se jo uporablja kot storitev. Govorimo lahko tudi o infrastrukturi kot storitvi v oblaku (*IaaS cloud*).

Z vidika uporabnika je sistem preprost za uporabo. V spletni učilnici izbere ustrezno povezavo, ki ga pripelje v rezervacijski sistem virtualnega laboratorija. Tu si izbere željeno vajo iz seznama vseh možnih vaj in izbere termin opravljanja vaje – če infrastruktura še ni popolnoma zasedena, lahko tudi takoj vstopi v vajo.

Vstop v vajo pomeni oddaljeni dostop do navideznega računalnika (ali večih računalnikov), ki se je medtem zagnal na virtualni infrastrukturi. V zelo kratkem času se požene sveža slika operacijskega sistema, ki ga je učitelj določil za izbrano vajo, in v sistem je nameščena ustrezna programska oprema, ki je potrebna za izvajanje vaje. Učenec nato po navodilih izvaja laboratorijsko vajo na navideznem računalniku na popolnoma enak način, kot če bi sedel v računalniški učilnici pred fizičnim računalnikom.

IZKUŠNJE PRI UPORABI

V poletnem semestru 2010 je FRI-jev virtualni laboratorij v okviru predmeta Računalniške komunikacije uporabljalo več kot 300 študentov. Tehnično je sistem deloval brez kakih izrazitih težav. Študentom smo ob začetku semestra in po zadnjem poletnem izpitnem roku v izpolnjevanje ponudili dve anketi.

Prvo anketo je izpolnilo 349 študentov, 307 fantov in 42 deklet, vpisanih v univerzitetni (164) in strokovni (185) program računalništva in informatike. 72% študentov je kot študijsko literaturo uporabljalo zapiske, ki so jih študentje pisali v wiki strani na spletni učilnici. Večina študentov (85,7%) se učijo sami, le 17% se jih pogosto uči skupaj s prijatelji, 49% pa to počne le občasno. Vidimo, da študentom manjka sodelovalnih spretnosti in jih je k sodelovanju potrebno močno motivirati. Pravtako le redko poiščejo dodatne razlage na spletu: le 52% jih občasno poišče kako literaturo na spletu, medtem ko 3% sploh nikoli ne počnejo tega. Sklepamo lahko, da študenti niso vajeni prevzemati aktivne vloge pri učenju in da še nimajo izkušenj s konstruktivističnim učenjem. Zato bo potrebno pri nadaljnji izvedbi predmeta več pozornosti posvetiti privajanju na sodobne oblike učenja.

Študenti so lahko svoja vprašanja pošiljali učiteljem ali asistentom po elektronski pošti ali pa prek forumov na fakultetni spletni učilnici in večinoma so dobili odgovor v enem dnevu, pogosto že v uri ali dveh. Kljub temu se kar 21% študentov strinja ali močno strinja s trditvijo, da bi postavili več vprašanj, če bi jih lahko postavljali na Facebooku, 26% na Skypu in 9% na Twitterju. Za učitelja so ti odgovori močan opomin, da si ne more privoščiti ignoriranja sodobnih tehnologij in sredsev komuniciranja, temveč naj jih raje vključi v svoj način poučevanja.

V virtualnem laboratoriju bilo prijavljenih 317 študentov. Za izpolnitev svojih obveznosti so morali v virtualnem laboratoriju izvesti dve nalogi, eno z eno rezervacijo in eno s tremi rezervacijami. Ocena trajanja naloge je 60 minut, vendar pa so lahko študenti rezervacijo podaljšali na največ 2 uri. Dejansko trajanje rezervacij lahko vidimo v Tabeli 1. Rezervacije, krajše od 25 minut, lahko v veliki večini označimo kot poskus in preiskovanje terena pred zaresnim reševanjem naloge.

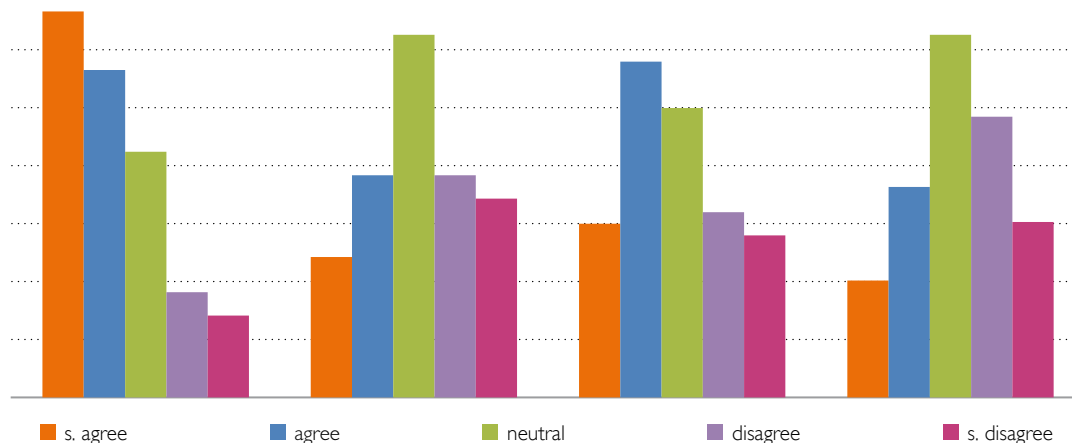
Ostale pa predstavljajo bolj ali manj spretno reševanje zadanih nalog. Glede na predstavljena števila je časovni okvir vaje primerno zasnovan.

Tabela 1:
PREGLED
TRAJANJA
REZERVACIJ.

Trajanje	Število rezervacij
0 minut	249
1-25 minut	627
26-50 minut	654
51-75 minut	1130
76-100 minut	131
101-125 minut	49

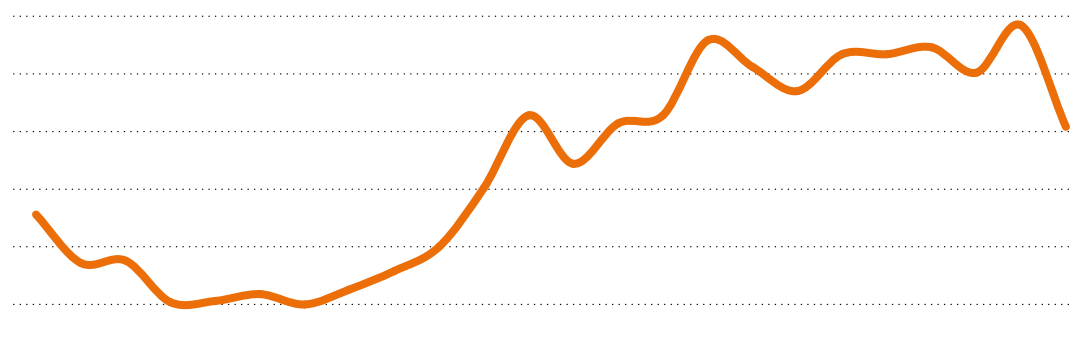
Slika 2 prikazuje mnenja študentov o sami izvedbi predmeta. Študenti so morali oceniti štiri trditve: da jim je bila izvedba predmeta všeč, da jim je klasična izvedba bolj všeč, da je novi način težji kot klasični in da so se po novem naučili več kot po klasičnem načinu. Možni odgovori so bili povsod enaki: lahko so se strinjali ali močno strinjali, lahko so bili nevtralni, lahko so izrazili nestrinjanje ali močno nestrinjanje.

Slika 2
PREGLED MNENJ
ŠTUDENTOV O
SAMI IZVEDBI
PREDMETA.



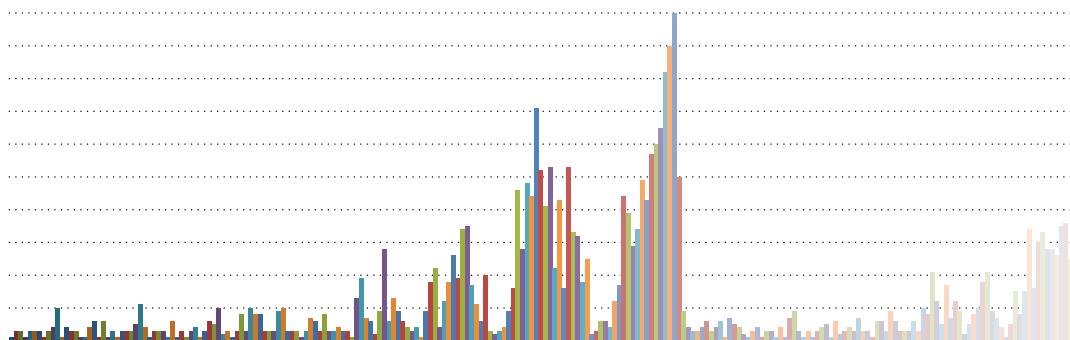
Slika 3 pa prikazuje ure v dnevu glede na to, kako so bile priljubljene pri študentih. Prikazano je skupno število rezervacij v vsem opazovanem obdobju v določeni uri dneva. Vidimo, da so daleč najboljši termini od 15. Ure pa nekje do polnoči, do 3 ure zjutraj aktivnost skoraj popolnoma upade, 6-7h je edina ura, ko v celotnem obdobju ni bilo niti ene rezervacije, dopoldan pa število počasi narašča do vročega termina 15. ure. Dopoldanske ure, ki so za pedagoški proces najbolj priljubljene pri učiteljih, študentom sploh ne ustrezajo in tudi na tem mestu smo z uvedbo virtualnega laboratorija izpolnili dve zahtevi. Učitelji namreč lahko odgovarjajo na študentska vprašanja dopoldan, študentje pa lahko virtualni laboratorij preizkušajo tudi sredi noči, če to želijo. Fizična prisotnost ob istem času in na istem kraju ni več potrebna.

Slika 3:
SKUPNO ŠTEVILO
REZERVACIJ V
VIRTUALNEM
LABORATORIJU
GLEDE NA URO
DNEVA: ŠTUDENTI
IMAJO RADI
VEČERE!



Slika 4 prikazuje časovno dinamiko uporabe virtualnega laboratorija po dnevih. Po dveh tednih je bil rok za večino študentov, manjša skupina pa je imela rok podaljšan še za en tede. Vidimo lahko, da je obakrat največja obremenitev sistema ravno tik pred rokom za oddajo.

Slika 4:
SKUPNO ŠTEVILO
REZERVACIJ
V VIRTUALNEM
LABORATORIJU
NA POSAMEZNI
DAN: ŠTUDENTI
DELAJO TIK PRED
ROKOM!



Kvalitativni odziv študentov na izvedbo predmeta je bil mešan. Prevladuje občutje, da so bile naloge težke in da jih novi pristopi k učenju zmedejo. Po končanem izpitnem obdobju je sicer odziv rahlo bolj pozitiven. 62% študentov se strinja (28%) ali močno strinja (34%) s trditvijo, da jim je bila izvedba predmeta všeč. Obenem jih 31% meni, da je klasični način izvajanja predmeta vendarle boljši, medtem ko se jih 37% s tem ne strinja (ostalih 31% je zavzelo nevtrarno stališče). 44% študentov meni, da je novi način težji in dolgotrajnejši, 30% pa se jih s tem ne strinja. Zanimivo je, da se večina študentov ni opredelila za klasični način poučevanja, kljub temu da v povprečju ne mislijo, da so se v virtualnem laboratoriju naučili več kot bi se v klasičnem. 29% študentov misli, da so se naučili več, 39% pa misli, da se niso naučili nič več kot na klasičen način. Čeprav so ti rezultati na prvi pogled videti protislovni, verjamemo da odpor do novih načinov deloma izvira iz privajanja na aktivno vlogo v življenju in učenju.

V prvih izpitnih rokih smo na vseh izpitih študentom zastavili eno nalogo iz ožjega področja vsebine, ki so jo študenti obravnavali na vajah v virtualnem laboratoriju. Pričakovali smo, da bo analiza pokazala, da imajo študenti, ki so opravljali virtualni laboratorij, več točk iz teh vsebin kot študentje, ki niso delali virtualnem laboratoriju. Na izpitih pa se je pokazalo, da so povprečne ocene obeh skupin popolnoma enake. Ob kasnejšem iskanju razlage tega dejstva smo prišli do ugotovitve, da se na drugačen način pridobljeno znanje tudi kaže na drugačen način. Vsebinske vtisne za dalj časa, ostane pa tudi v obliki iznajdljivosti in spretnosti pri reševanju problemov in ne toliko v obliki memoriranja nekih dejstev. Klasični izpiti za ocenjevanje deklarativnega znanja so tako manj primerni, zato bomo morali v prihodnosti več pozornosti posvetiti tudi novim načinom preverjanja in ocenjevanja znanja, saj je pridobljeno znanje drugače strukturirano in drugače zapomnjeno.

ZAKLJUČEK

V članku je predstavljena spletna arhitektura, ki podpira konstruktivistično sodelovalno učno okolje s posebnim poudarkom učenja naravoslovnih in inženirskih disciplin. Arhitektura sestoji iz osrednjega iz večih gradnikov kot so LMS, družabna omrežja in predvsem virtualni laboratorij. Slednjega uporabljamo kot infrastrukturo in je implementiran kot storitev – IaaS.

Laboratorij vključuje orodja za ocenjevanje učenčevega dela, ki je lahko formativno ali sumativno. Poleg tega je v laboratoriju predvidena neprestana prisotnost tutorja, ki ni nujno samo v človeški obliki.

Nadaljnje delo na arhitekturi gre v treh smereh. Najprej je potrebno v laboratorij še bolje vtakati vlogo tutorja ter vse skupaj tesneje povezati z LMS in drugimi gradniki sistema. Naslednja smer razvoja je dodelava laboratorija za druge učne vsebine. Na koncu a ne nazadnje je širša raba infrastrukture. Nekaj izkušenj je že tudi na tem področju, saj ga uporabljamo pri izvedbi krožkov računalništva in informatike po srednjih šolah.

VIRI

Alexander, S. (2001): E-learning developments and experiences, *Education + Training*, 43 (4/5), 240 - 248

Assessment in Higher Education, <http://ahe.cqu.edu.au/> (17. 5. 2009).

Ben-Ari, M. (2001): Constructivism in Computer Science Education. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20 (1), 45-73.

Garrison, D.R., Vaughan, N.D. (2008): *Blended Learning in Higher Education*, San Francisco, Jossey-Bass.

Hansen, T., Dirckinck-Holmfeld, L., Lewis, R. and Rugelj, J. (1998): Using telematics for collaborative knowledge construction, in Dillenbourg, P. (ed.): *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*, Pergamon - Elsevier Science.

Lapuh Bele, J.; Rugelj, J. (2007): Blended learning - an opportunity to take the best of both worlds, *Int. j.: emerg. technol. learn.*, 2 (3), 71-75.

Lapuh Bele, J., Rugelj, J. (2007): Providing feedback in web-based learning. V: AUER, Michael E. (ur.). 10th International Conference, ICL 2007. ePortfolio and quality in e-learning. Wien: International Association of Online Engineering.

Laurillard, D. (2005): E-Learning in Higher Education, in *Changing Higher Education: The Development of Learning and Teaching*, Paul Ashwin (ed), RoutledgeFalmer.

Learning Theories. Wikibooks, http://en.wikibooks.org/wiki/Learning_Theories (14. 5. 2009)

Nančovska Šerbec, I., Strnad, M., Rugelj, J. (2009): Active learning in computer science courses in higher education. V: KINSHUK (ur.). *Proceedings of the IADIS international conference on Cognition and exploratory learning in digital age (CELDA 2009)*. Roma: International Association for Development of the Information Society, IADIS, 538-540.

Nančovska Šerbec, I., Strnad, M., Rugelj, J. (2009): Assessment of active forms of learning in the higher education. In: AUER, Michael E. (ed.). *ICL2009. The Challenges of Life Long Learning*. Wien: International Association of Online Engineering; Kassel: University Press, 489-496.

Nančovska Šerbec, I., Strnad, M., Rugelj, J. (2009): Students' attitude to active forms of e-learning, In: M. Činčin-Šain, (ed.). *Proceedings Rijeka: MIPRO*, 100-103.

Sluijsmans, D., Dochy, F., & Moerkerke, G. (1999): Creating a learning environment by using self-, peer- and co-assessment. *Learning Environments Research* 1, 293-319.