

SVEUČILIŠTE U SPLITU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**PRISTUP OBLIKOVANJU EKSPERIMENTA ZA
VREDNOVANJE SUSTAVA E – UČENJA**

Ivana Tokić

Diplomski studij: Matematika i informatika

Mentor:

prof.dr.sc. Slavomir Stankov

Neposredni voditelj:

dr.sc. Ani Grubišić

Split, prosinac 2012.

Sadržaj

1	UVOD	1
2	SUSTAVI E-UČENJA	3
2.1	INTELIGENTNI TUTORSKI SUSTAVI.....	4
2.2	SUSTAV ZA UPRAVLJANJE UČENJEM.....	6
2.2.1	Sustav za upravljanje sadržajem učenja	7
2.3	SUSTAV MOODLE.....	9
3	VREDNOVANJE SUSTAVA E-UČENJA	12
3.1	VRSTE VREDNOVANJA.....	13
3.1.1	Formativno vrednovanje	14
3.1.2	Sumativno vrednovanje.....	15
3.1.3	Unutarnje vrednovanje	16
3.1.4	Vanjsko vrednovanje.....	19
3.2	SEDAM NAČELA VREDNOVANJA	20
3.3	METODE VREDNOVANJA.....	24
4	OBLIKOVANJE ISTRAŽIVANJA.....	28
4.1	EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA	29
4.2	KVAZI – EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA.....	32
4.3	ISPITIVANJE STATISTIČKE ZNAČAJNOSTI	34
5	PRISTUP VLASTITOM ISTRAŽIVANJU	37
5.1	OPIS PROVOĐENJA EKSPERIMENTA.....	37
5.2	ANALIZA REZULTATA	38
5.2.1	Analiza rezultata studenata Prirodoslovno – matematičkog fakulteta	39
5.2.2	Analiza rezultata studenata Filozofskog fakulteta	40
5.2.3	Veličina učinka.....	41
5.3	KOMENTAR REZULTATA	42
6	ZAKLJUČAK	43
7	LITERATURA.....	45
8	PRILOZI.....	47
8.1	Prilog A – Inicijalni test.....	48
8.2	Prilog B – Međutest	50
8.3	Prilog C – Završni test	51
8.4	Prilog D – Anketa o mišljenju	54

1 UVOD

U posljednje vrijeme se sve češće susrećemo s pojmom e – učenje. *E – učenje* je nova paradigma učenja uz pomoć različitih uređaja koji se temelje na elektroničkoj tehnologiji [Stankov, 2010.], a odnosi se na dostavljanje sadržaja učenicima putem svih vrsta elektroničkih medija, uključujući računala, Internet, emitiranje putem satelita, audio i video vrpce, interaktivnu televiziju, CD – ROM – ove ili DVD – ove i slično. Sustavi e-učenja su računalni sustavi koji ostvaruju e – učenje.

Inteligentni tutorski sustav (ITS) je sustav e-učenja namijenjen potpori i poboljšanju procesa učenja i poučavanja u odabranom područnom znanju, poštujući individualnost onoga tko uči i tko poučava. Uvažavanje individualnosti onoga tko uči je zapravo poučavanje po modelu jedan – na – jedan (eng. One – to – one tutoring) koje je dokazano uspješno i smatra se najučinkovitijim načinom odvijanja nastavnog procesa [Stankov, 2010.], za razliku od tradicionalnog poučavanja u razredu gdje na jednog nastavnika dolazi oko 20 – 30 učenika. Korištenjem tutorskog sustava umjesto „živog“ nastavnika izlazi se u susret ponajprije učeniku jer se on ne boji pokazati svoje neznanje, kao što je to slučaj kod tradicionalnog poučavanja.

Premda inteligentni tutorski sustavi još uvijek nisu dostigli učinkovitost tradicionalnog poučavanja, stručnjaci tog područja smatraju kako suvremeno doba, u kojem je informacijska i komunikacijska tehnologija sveprisutna i lako dostupna, obećava značajno povećanje njihove učinkovitosti.

Danas je velika pažnja usmjerena na primjenu sustava e – učenja za upravljanje učenjem (eng. Learning Management System, LMS). Sustav za upravljanje učenjem predstavlja programsku podršku koja globalno omogućava potpuno administriranje procesa učenja i poučavanja. LMS obavlja registraciju učenika, omogućava slijed tečajeva u katalogu tečajeva, opis podataka o učeniku, te omogućava izvještavanje o obavljenom. [Stankov, 2009.]

Svrha ovog rada je prikazati razlike između tradicionalnog poučavanja i poučavanja korištenjem sustava e – učenja. Kako bismo dobili konkretne rezultate o tome koji način poučavanja će se pokazati boljim, proveli smo eksperiment u kojem su sudjelovali studenti treće godine preddiplomskih studija dvaju fakulteta: Prirodoslovno – matematičkog i Filozofskog fakulteta. Dalje slijedi opis rada po poglavljima.

U prvom poglavlju kratko objašnjavamo arhitekturu inteligentnih tutorskih sustava i sustava za upravljanje učenjem, te opisujemo sustav Moodle (*Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment*) na kojem je provedeno istraživanje opisano u ovom radu.

U drugom poglavlju se nalazi pregled vrsta, načela i metoda vrednovanja sustava e – učenja. *Vrednovanje* je područje obrazovanja koje se odnosi na ulaganje sistematičnog napora da se sakupe i interpretiraju informacije koje se odnose na obrazovne vrijednosti i metode poučavanja. [Inoue, 2001.]

U trećem poglavlju smo istraživanja, obzirom na njihovo oblikovanje, podijelili u dvije kategorije: eksperimentalna i kvazi – eksperimentalna istraživanja. Temeljna razlika među tim kategorijama je u načinu na koji se ispitanici dijele u eksperimentalnu i kontrolnu grupu. Naime, kod eksperimentalnih istraživanja takva podjela se vrši slučajnim odabirom, dok se kod kvazi – eksperimentalnih istraživanja prate veze koje postoje među ispitanicima. Također, u tom poglavlju je opisan i način na koji se ispituju razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe, odnosno ispitivanje statističke značajnosti.

U posljednjem, četvrtom poglavlju, opisano je provedeno istraživanje, uključujući i rezultate ispitivanja statističke značajnosti korištenjem t – testa, te veličina učinka za studente Prirodoslovno – matematičkog fakulteta.

2 SUSTAVI E-UČENJA

E – učenje uključuje brojne strategije učenja i poučavanja kao i elektronička sredstva i uređaje što podupiru ove aktivnosti i to CD-ROM medij, sustavi nastave temeljene na računalu, videokonferencijski sustavi, nastavni sadržaji za učenje isporučeni uz pomoć satelitske komunikacije i mreža prividnog obrazovanja. [Stankov, 2010.] E – učenje nije samo Web utemeljena nastava ili daljinsko učenje, naprotiv, ono uključuje mnoge putove u kojima se može obavljati individualna izmjena informacija i stjecanje znanja onih koji sudjeluju u takvom procesu. U načelu, to je učenje zasnovano na elektroničkoj tehnologiji, oblikovano tako da omogućava stjecanje znanja i vještina ne samo učeniku u formalnom procesu učenja i poučavanja već i u neformalnom učenju.

U pogledu tehnologije za isporuku nastavnih sadržaja e – učenje može biti ostvareno asinkronim ili sinkronim načinom. Asinkrono je ono učenje kod kojeg se interakcija učitelja i učenika događa povremeno i pri tome njihove aktivnosti nisu po vremenu sinkronizirane. Dohvat i isporuka nastavnih sadržaja moguća je na bilo kojem mjestu, u bilo kojem vremenu i napredovanje s vlastitim tempom. Sinkrono učenje podrazumijeva interakciju učitelja i učenika u načelu u realnom vremenu, aktivnosti su po vremenu sinkronizirane i odvijaju se po unaprijed dogovorenim scenariju na unaprijed dogovorenim mjestima. Često se kaže da se na ovaj način formiraju prividne učionice (eng. virtual classroom) u kojima učitelj upravlja svim aktivnostima u procesu poučavanja. (Rosić, 2000. [prema Stankov 2010.])

U skladu s asinkronim i sinkronim načinima isporuke nastavnih sadržaja moguće je i sagledati kako značajke tako i pripadne vrste sustava za isporuku nastavnih sadržaja posredstvom široke palete tehnologija u raspon od „žive“ nastave do nastave „na zahtjev“. Slijedom ovog promišljanja zaključuje se da različite isporuke nastavnih sadržaja omogućavaju oblikovanje različitih sustava e – učenja. S tim u vezi kao i navedenim specifičnostima asinkronih i sinkronih tehnologija uvodi se klasifikacija za sustave e – učenja na asinkrone i sinkrone sustave. Kao primjer asinkronih sustava opisujemo inteligentne tutorske sustave, dok su sustavi za upravljanje učenjem sinkroni sustavi.

2.1 INTELIGENTNI TUTORSKI SUSTAVI

Vježbanje i ponavljanje, simulacija i tutorsko poučavanje (eng. tutorial) su glavni oblici poučavanja potpomognutnog računalom (eng. Computer assisted instruction, CAI). [Inoue, 2001.] Kod CAI sustava jedina interakcija između učenika i računala je bilo pritiskanje tipka za napredovanje kroz program. CAI sustavi se nisu bavili problematikom kako učenici uče već su smatrali da ako je učeniku dana informacija, on će je usvojiti i zapamtiti. Takvi sustavi bi učenika upoznali s problemom, primili i zapamtili njegov odgovor.

ICAI (eng. Intelligent computer assisted instruction) sustavi, koji su se pojavili u 1970 – tih, naglašavaju interakciju učenika s računalom. [Inoue, 2001.] ICAI sustavi kombiniraju umjetnu inteligenciju i kognitivnu psihologiju s naprednom tehnologijom. ICAI je također poznat pod imenom *inteligentni tutorski sustav* (eng. Intelligent tutoring system, ITS).

ITS je računalni sustav namjenjen potpori i poboljšanju procesa učenja i poučavanja u odabranom područnom znanju, poštujući individualnost onoga tko uči i tko poučava. Uvažavanje individualnosti onoga tko uči je zapravo poučavanje po modelu jedan – na – jedan (eng. One – to – one tutoring) koje je dokazano uspješno i smatra se najučinkovitijim načinom odvijanja nastavnog procesa. [Stankov, 2010.]

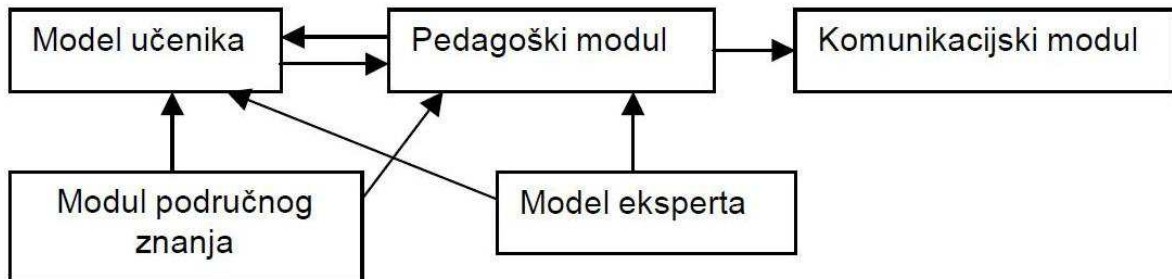
Korištenjem tutorskog sustava umjesto „živog“ nastavnika izlazi se u susret ponajprije učeniku jer se on ne boji pokazati svoje neznanje, kao što je to slučaj kod tradicionalnog poučavanja. Naime, nema straha od nastavnika koji inače predstavlja veliki problem u npr. usmenom ispitivanju.

Proces poučavanja korištenjem inteligentnog tutorskog sustava ima četiri funkcije: planiranje niza akcija, promatranje kako studenti objavljuju te akcije, dijagnosticiranje bilo kakvih odstupanja između učenikova ponašanja i očekivanih rezultata kako bismo odredili uzrok učenikove pogreške, te naposljetku saniranje te pogreške. Većina inteligentnih tutorskih sustava razvijenih u posljednje vrijeme se usredotočila na dijagnosticiranje i saniranje pogreški. [Siemer, Angelides, 1998.]

Iako ne postoji standard za arhitekturu ITS – a, prema dogovoru inteligentni tutorski sustav bi trebao objediniti tri modela: model područnog znanja, model učenika i model poučavanja (eng. Tutoring model). [Siemer, Angelides, 1998.] Model područnog znanja sadrži znanje onog područja koje se poučava, dok model učenika predstavlja znanja i vještine učenika. Za oblikovanje i reguliranje interakcije između sustava i učenika zaslužan je model poučavanja.

Woolf [prema Stankov, 2010.] kao komponente ITS – a navodi:

- Model učenika
- Pedagogijski modul ili modul učitelja
- Modul područnog znanja
- Modul stručnjaka
- Modul komunikacije



Slika 1. Interakcija komponenti ITS – a [Krpan, 2005.]

Model učenika (eng. Student model) sadrži podatke o svakom pojedinom učeniku. Služi nam za praćenje napretka učenika u stjecanju i organiziranju novih znanja, a pruža nam i informacije o tome koje dijelove gradiva učenik nije razumio. Uloga modela učenika je pružanje informacije pedagojskom modulu (slika 1.), i to na način da one mogu biti iskorištene od strane tutora. Od trenutka generiranja problema kojeg učenik treba riješiti, do trenutka kada sustav daje učeniku povratnu informaciju o njegovom rješenju, model učenika se mijenja.

Pedagojski modul (eng. Pedagogical module) ili modul učitelja sadržava model procesa učenja. Na primjer, informacije o tome kada napraviti test znanja, kada prikazati novi element nastavnog sadržaja i koje elemente uopće prikazati su upravljane pedagojskim modulom. [Stankov, 2010.] Informacije koje pedagojski modul dobije od modela učenika služe nam da bi se proces učenja prilagodio trenutnim učenikovim potrebama.

Modul područnog znanja (eng. Domain knowledge module), kao što samo ime kaže sadrži područno znanje, odnosno informacije koje učenik treba usvojiti. Područno znanje je potrebno organizirati na način da je omogućeno dodavanje novih informacija, te da mu ostali dijelovi ITS – a s lakoćom mogu pristupiti. Prilikom implementacije modula područnog znanja važna je tehnika prikazivanja, koja osim činjenica i procedura treba sadržavati i veze među konceptima i spoznajne metode.

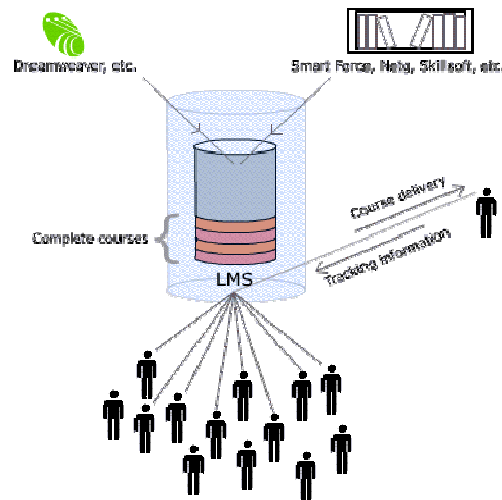
Modul stručnjaka (eng. Expert module) osim što sadržava i prikazuje područno znanje, također predstavlja model prikazivanja znanja stručnjaka u određenom području. Najčešće je ovaj model izvršan, to jest sposoban je rješavati područne probleme. Korištenjem ovog modela tutor može usporediti učenikovo rješenje s rješenjem stručnjaka, ističući mjesta na kojima učenik ima teškoća prilikom rješavanja. [Stankov, 2010.]

Modul komunikacije (eng. Communication module) odnosi se na komunikaciju učenika i ITS – a. Komunikaciju kontrolira ili učenik ili sustav, što ovisi o tome da li učenik uči ili sustav provjera njegovo znanje. ITS bi trebao biti sposoban započeti komunikaciju s učenikom, ali i interpretirati i odgovoriti na komunikaciju koju započinje učenik. Sama komunikacija odvija se dijalogom i preko grafičkog korisničkog sučelja.

Nemaju svi ITS – ovi sve navedene komponente, pa se ITS – om smatra onaj sustav koji ima većinu navedenih komponenti. ITS-ovi su zasnovani na znanju o učeniku, pravilima zaključivanja o mogućim načinima poučavanja sadržaja i dinamičkom generiranju prilagođenih putova kroz znanje kako bi se odgovorilo na ponašanje učenika. Takvi sustavi mogu zaključivati o spremljenom znanju, davati povratne informacije, pomagati i otkrivati greške. ITS – ovi imaju mnoge prednosti za učenje i poučavanje jer se prilagođavaju posebnim potrebama različitih učenika, a u idealnom slučaju trebali bi biti slični individualiziranom poučavanju kada je učitelj čovjek. [Krpan, 2005.]

2.2 SUSTAV ZA UPRAVLJANJE UČENJEM

Sustav za upravljanje učenjem (eng. Learning Management System, LMS) predstavlja programsku podršku koja globalno omogućava potpuno administriranje procesa učenja i poučavanja. [Stankov, 2010.] LMS obavlja registraciju učenika, omogućava slijed tečajeva u katalogu tečajeva, opis podataka o učeniku, te omogućava izvještavanje o obavljenom. Osim toga, LMS (slika 2.) je obično oblikovan tako da može rukovati tečajevima koje su isporučili različiti izdavači i institucije koje omogućavaju usluge (eng. providers). Obično LMS ne uključuje u svojoj konfiguraciji autorske alate za stvaranje nastavnog sadržaja. Prodavači LMS sustava obično nude i dodatne alate za stvaranje nastavnog sadržaja. Ponovna upotrebljivost je na razini cijelog tečaja (jedan tečaj može se isporučiti većem broju učenika, omogućeno je praćenje postignuća).



Slika 2. Sustav za upravljanje učenjem (Nichani, 2001. [prema Stankov, 2010.])

Prednosti za polaznike LMS tečaja:

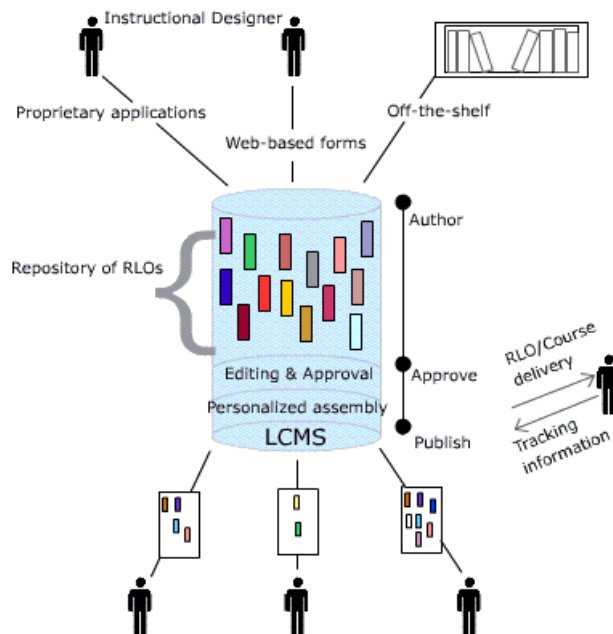
- upravljanje vremenom, upravljanje sadržajima, upravljanje prostorom, upravljanje komunikacijom
- putem online testova omogućeno je vrednovanje odmah po završetku
- ocjene i bodovi su vidljivi sudionicima

LMS omogućava predavaču:

- pregled nad svim aktivnostima polaznika
- prikaze statistika istih
- odličnu kontrolu nad tečajem
- kombinaciju različitih vrsta učenja

2.2.1 Sustav za upravljanje sadržajem učenja

Sustav za upravljanje sadržajem učenja (eng. Learning Content Management Systems, LCMS) omogućava upravljanje oblikovanjem, pospremanjem, upotrebom i ponovnom upotrebom sadržaja za učenje. Sadržaj za učenje je strukturiran u formi granula znanja koje se nazivaju objekti učenja (eng. learning objects). [Stankov, 2010.] Struktura LCMS (slika 3.) sustava se može promatrati i kao nadogradnja strukture LMS sustava kojem se dodaje sustav za upravljanje sadržajem (eng. content management system, CMS) ili ponovno upotrebljive objekte učenja (eng. Reusable learning objects, RLO).



Slika 3. Sustav za upravljanje sadržajem učenja (Nichani, 2001. [prema Stankov, 2010.]

LMS sustavi su fokusirani na praćenje i upravljanje učenicima, te na praćenje njihovog napretka po svim vrstama aktivnosti. Temelj LCMS – a je stvaranje i upravljanje sadržajem učenja. Svi kreirani objekti sadržaja pohranjuju se u središnji repozitorij i mogu se koristiti za različite tečajeve i različite učenike. Na taj se način izbjegavaju napori kreiranja istog ili sličnog tečaja (obrazovne cjeline) jer se koriste objekti iz repozitorija, čime se povećava produktivnost i isporuka novih obrazovnih sadržaja. LCMS su fokusirani na funkcionalnost izvedbe pojedine nastavne cjeline, praćenje korisnika i izvješćivanje. U novije vrijeme više od 70% LMS-ova posjeduju mogućnost upravljanja sadržajem tako da se polako gubi razlika između ova dva sustava upravljanja učenjem.

2.3 SUSTAV MOODLE

U ovom dijelu približiti ćemo sustav Moodle, sustav za upravljanje učenjem koji smo koristili za provedbu eksperimentalnog dijela ovog rada. Riječ Moodle dolazi od engleskog izraza: *Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment*, što u prijevodu znači: *Modularno objektno-orijentirano dinamičko okruženje za učenje i poučavanje*. U tekstu koji slijedi korišten je literaturni izvor [Bosnić, 2006.].

Popularnost ovog alata temelji se na vrlo jednostavnoj i brznoj instalaciji, malim zahtjevima za resursima računala na kojem se izvršava, jednostavnoj integraciji u postojeće sustave i logičnom sučelju kako za učenike, tako i za nastavnike. Moodle je brzo stekao popularnost kod nastavnika zbog svojih pedagoških temelja i prilagođenosti akademskom okruženju. Prednost ovog sustava je u tome što je besplatan i lako se koristi, međutim ima mnogo manje mogućnosti nego što imaju komercijalni sustavi koji se koriste u svrhu učenja i poučavanja.

Radnu okolinu učenika čini postojano i logičko korisničko sučelje (slika 4.) koje pokazuje gdje se korisnik trenutno nalazi, a korisnik može definirati osobne postavke izgleda i izraditi vlastitu web stranicu. Moodle omogućuje asinkronu komunikaciju putem pisanih ili glasovnih poruka na forumima, te putem elektroničke pošte, a postoji i mogućnost korištenja interne elektroničke pošte. Sinkrona komunikacija unutar Moodle ostvaruje se razgovorima (eng. chat).



Slika 4. Izgled grafičkog sučelja sustava Moodle

Moodle sustav pruža nastavnicima punu računalnu podršku pri organizaciji i izvođenju online kolegija. Neke od važnijih mogućnosti Moodle – a su:

- izrada velikog broja tečaja na jednom sustavu
- planiranje tečaja – raspored aktivnosti, kalendar
- upravljanje korisnicima, korisničkim ulogama i grupama korisnika na tečaju
- rad s već postojećim datotekama i obrazovnim sadržajima
- provjera znanja i ocjenjivanje korisnika
- praćenje aktivnosti korisnika
- mnogobrojni alati za komunikaciju i suradnju među korisnicima
- upravljanje sustavom – sigurnosne kopije, statistike, logovi
- opsežan sustav pomoći

Korisnici Moodle – a podijeljeni su u dvije skupine: administratori i ostali korisnici, u koje spadaju nastavnici, učenici i gosti. Svaka od skupina korisnika ima svoje mogućnosti unutar sustava. Administratori imaju sva prava upravljanja sustavom, poput stvaranja novih kolegija ili uređivanja postojećih, dodavanja novih korisnika i slično. Nastavnici mogu uređivati svoje kolegije, dodavati nastavne materijale, ocjenjivati učenike, pregledavati statistike kolegija, itd. (slika 5).



Slika 5. Mogućnosti nastavnika vezane uz sadržaj

Učenici mogu pregledavati kolegije na koje su upisani, pregledavati nastavne materijale, rješavati provjere znanja, koristiti alate za komunikaciju i suradnju, itd. Gosti su korisnici koji nisu prijavljeni na sustav s korisničkim imenom i lozinkom. Mogu pregledavati informacije o tečajevima i neke nastavne sadržaje ukoliko im je pregled omogućen.

Nastavnik kod izrade materijala koristi HTML uređivače na stranicama. Svakoj se nastavnoj cjelini mogu dodati multimedijske datoteke, a autor može mijenjati postojeći izgled sučelja odabirom između više ponuđenih. Sadržaj se može prikazati ovisno o datumu i postoji mogućnost objave važnije obavijesti vezane uz tečaj. Nastavnik može vidjeti broj posjeta pojedinoj stranici (datum i vrijeme prve i posljednje prijave učenika na sustav i vrijeme provedeno na sustavu), grafički prikaz vremena provedenog na svakoj stranici sadržaja za svakog korisnika pojedinačno, te može u jednom tečaju imati više javnih i tajnih foruma i vidjeti sve diskusije i poruke pojedinog korisnika.

Provjera znanja učenika omogućena je stvaranjem pitanja s višestrukim odgovorima, pitanjima sparivanja, pitanjima s nadopunjavanjem, pitanjima sa samostalnim upisom odgovora, itd. Svakom testu moguće je ograničiti vrijeme rješavanja, te definirati ocjenu za sve pokušaje i moguće je zbrojiti korisnikove bodove iz više provjera znanja. Učenici mogu svoje zadaće priložiti kao datoteke.

Moodle programsko rješenje omogućuje prijavu za registraciju, te dodjeljivanje prava pristupa. Korisnici se u imenički servis (eng. Lightweight Directory Access Protocol - LDAP) prijavljuju upisom svojeg korisničkog imena i zaporke, te se mogu odjaviti sa sustava bez zatvaranja Web preglednika. Ovaj alat je višejezičan, ali ne podržava hrvatske dijakritičke znakove u sadržaju i administraciji (korisnička imena).

3 VREDNOVANJE SUSTAVA E-UČENJA

Vrednovanje je područje obrazovanja koje se odnosi na ulaganje sistematičnog napora da se sakupe i interpretiraju informacije koje se odnose na obrazovne vrijednosti i metode poučavanja. [Inoue, 2001.] Prikladno vrednovanje može poslužiti kao pomoćno sredstvo za ubrzavanje razvoja istraživanja na način da se daju prijedlozi za potpuno unapređenje arhitekture i ponašanja sustava e – učenja.

Vrednovanje može utjecati na to što i kako učenici uče. Može pružiti informaciju o arhitekturi sustava i utjecaju svog ponašanja na korisnika koji može poslužiti kao povratna informacija sustavu i na taj način pripomoći u poboljšanju sustava. Na ovaj način, vrednovanje pomaže u određivanju koliko neki sustav zadovoljava potrebe, te da otkrije svoje prednosti i nedostatke. Naposljetku, vrednovanje može utjecati na izbor treba li ili ne koristiti određeni sustav e – učenja.

Prilikom vrednovanja složenih sustava može se vrednovati cjelokupni sustav ili samo neke njegove komponente. Tehnike vrednovanja koje su prikladne za vrednovanje cjelokupnog sustava nisu prikladne za vrednovanje samo nekih njegovih komponenti. Prvo, treba usporediti koliko je učinkovit sustav u odnosu na tradicionalni način podučavanja, i drugo, treba odrediti značajke sustava koje su bitne za vrednovanje. Najprikladnija metoda za vrednovanje sustava je eksperiment jer pomoću nje možemo najpouzdanije otkriti uzroke javljanja određene pojave.

Mark i Greer [prema Inoue, 2001.] su razmatrali prikladne tehnologije za vrednovanje ITS komponenti, te su predložili da se koriste procedure koje se inače koriste kod umjetne inteligencije. Spomenute tehnologije mogu se primijeniti i na ostale sustave e – učenja. Četiri elementa koja omogućuju interakciju čovjeka i računala bitna kod oblikovanja ITS – ova, ali i kod svih sustava e – učenja općenito, su:

- **korisničko sučelje** koje omogućuje sredstva dvosmjerne komunikacije, u koju je učenik aktivno uključen dok sustav interpretira njegove aktivnosti i daje prikladan odgovor
- **model učenika** koji predstavlja pogrešno shvaćanje učenika koje se javlja kada učeniku predstavimo sadržaj

-
- **model stručnjaka** koji služi kao baza područnog znanja, odnosno predstavlja područno znanje stručnjaka
 - **pedagogijsko znanje** koje dobiva rezultate usporedbe učenikova znanja i znanja iz modela stručnjaka

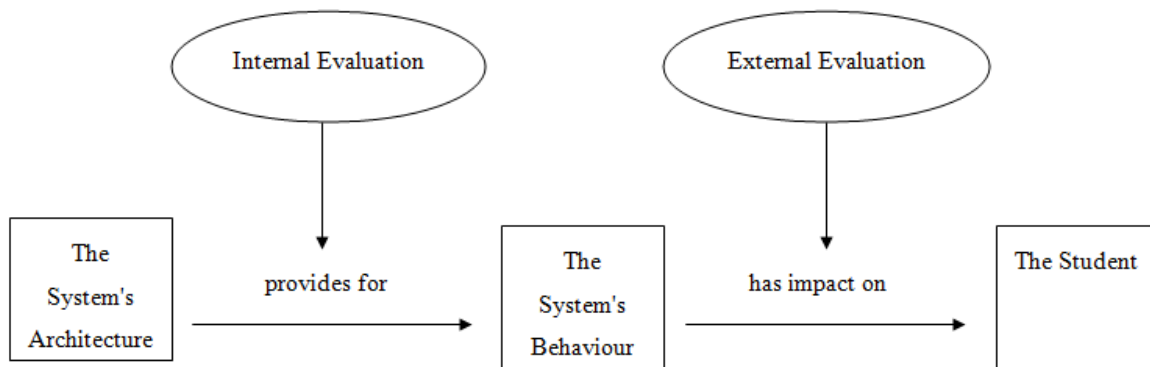
Glavni cilj vrednovanja sustava e – učenja je mjerenje učinkovitosti sustava. Ako želimo utvrditi učinak sustava, tada moramo vrednovati cjelokupni sustav. Glavni način vrednovanja učinka sustava e – učenja jest ispitivanje uče li učenici učinkovito uz pomoć tog sustava, te koliko novi načini upotrebe informacijske i komunikacijske tehnologije utječu na proces učenja i poučavanja. Upravo zbog činjenice da sustavi e – učenja zbog svoje prisutnosti u procesu učenja i poučavanja, utječu na taj isti proces, kao i na postignuća učenika, smatramo da se u nastavi mogu koristiti samo oni sustavi čija je učinkovitost provjerena. [Grubišić, 2006.]

3.1 VRSTE VREDNOVANJA

U području metodologije, četiri aspekta se primjenjuju [prema Inoue, 2001.]:

- Formativno / sumativno vrednovanje
- Unutarnje / vanjsko vrednovanje
- Kvantitativno / kvalitativno vrednovanje
- Formalno / neformalno vrednovanje

Sumativno vrednovanje koristimo za potvrđivanje formalnih tvrdnji o rezultatima vezanim uz cjelokupni sustav, a formativno vrednovanje se odnosi na vrednovanje sustava za vrijeme njegovog oblikovanja. Kod unutarnjeg vrednovanja povezuje se arhitektura sustava e-učenja sa ponašanjem sustava, dok se kod vanjskog vrednovanja promatra obrazovni učinak sustava na učenika (slika 6.)



Slika 6. Unutarnje i vanjsko vrednovanje sustava e – učenja [Siemer, Angelides, 1998.]

Kvantitativno vrednovanje odnosi se na korištenje strogih, objektivnih i numeričkih analiza, a kod kvalitativnog vrednovanja koriste se subjektivni pristupi koji uključuju ponašanja i percepciju. Kvantitativno vrednovanje smatra se formalnijim od kvalitativnog. [Inoue, 2001.]

3.1.1 Formativno vrednovanje

Vrednovanje je proces u kojem su važni podaci prikupljeni i transformirani u informacije za donošenje odluka. *Formativno vrednovanje* (eng. formative evaluation) je vrednovanje koje se javlja tijekom oblikovanja i ranog razvijanja projekta, a usmjereno je na trenutne potrebe osoba koje se bave poboljšanjem dizajna i ponašanja sustava. To često dovodi do pitanja „Koja je veza između arhitekture i ponašanja sustava e – učenja?“. Formativno vrednovanje se često uzima kao dio metodologije računalnog programiranja, koje karakterizira razvijanje u okviru oblikovanja, provedbe i formativne procjene. [Banovac, 2008.]

Formativnim vrednovanjem dobivamo detaljne informacije koje mogu koristiti za izmjenu i poboljšanje rada sustava e – učenja. Osnovno pitanje kod formativnog vrednovanja je: „Koje su najvažnije vrste podataka koje treba pribaviti i koji je glavni izvor tih podataka?“. Preporuka instruktorskih projekatana jest da se formativno vrednovanje treba razviti što je ranije moguće, te ga nastaviti za vrijeme razvijanja sustava.

3.1.2 Sumativno vrednovanje

Suprotno formativnom, *sumativno vrednovanje* (eng. summative evaluation) koristi se za vrednovanje cjelokupnog sustava i definiranje bitnih zahtjeva o sustavu. Sumativno vrednovanje potiče na pitanje : „Koji je obrazovni učinak sustava e – učenja na učenike?“.

Postoji pet oblika sumativnog vrednovanja koji nam omogućuju da objektivno vrednujemo sustav u kontroliranom eksperimentalnom okruženju. To su [prema Shute, Regian, 1993.]:

- *Vrednovanje unutar sustava* (eng. Within – system designs)

Ovaj oblik vrednovanja nam daje mogućnost razvijanja alternativne verzije jednog tutorskog sustava kako bismo odredili koja verzija sustava je učinkovitija i je li jedna verzija u prednosti, što ovisi o osobinama učenika. Ovakvo vrednovanje se postiže manipulacijom kritičnih aspekata sustava kako bismo dobili različite verzije sustava.

- *Vrednovanje među sustavima* (eng. Between – system designs)

Kod ovog oblika vrednovanja među različitim sustavima odabire se onaj s najprikladnijim pristupom poučavanju. Različiti sustavi se uspoređuju na temelju djelotvornosti poučavanja provedenog kod ispitanika sličnih osobina. Vrijeme poučavanja je unaprijed određeno, a nakon tog vremena rezultati se mjere na različite načine.

- *Vrednovanje mjerila* (eng. Benchmark designs) je oblik koji je najčešće u uporabi kod vrednovanja sustava e – učenja. Uspoređuje se djelotvornost sustava u usporedbi s konvencionalnim ili postojećima oblicima poučavanja, kao što je okruženje učionice sa živim nastavnikom i 30 učenika. U ovom slučaju, kontrolno stanje je učionica, a ekperimentalno stanje sam sustav.

- *Hibridno vrednovanje* (eng. Hybrid designs)

Ukoliko uvjeti dopuštaju moguće je razviti hibridno vrednovanje. Na primjer, ukoliko želimo usporediti dvije verzije sustava e – učenja, onaj koji se zasniva na vježbi i ponavljanju, te onaj koji se koristi u stvarnom okruženju, učionici. Pojedini ispitanici bi veću korist mogli dobiti u računalnom okruženju, dok drugi bolje uče u strukturiranom, predavačkom okruženju.

- *Kvazi – eksperimentalno vrednovanje* (eng. Quasi – experimental designs) Eksperimentalna istraživanja zahtijevaju slučajnu raspodjelu ispitanika, a u slučajevima gdje ona nije moguća koristimo kvazi – eksperimentalna istraživanja. Kod kvazi – eksperimentalnih istraživanja u pitanje dolazi unutarnja valjanost. Naime, smanjena je

sposobnost potvrđivanja da su dobiveni rezultati zaista posljedica tretmana. S druge strane, kod terenskih istraživanja, ovakvo smanjenje unutarnje valjanosti može rezultirati povećanjem vanjske valjanosti upravo iz razloga što se istraživanje provodi u odgovarajućem okruženju.

3.1.3 Unutarnje vrednovanje

Unutarnje vrednovanje (eng. internal evaluation) omogućuje nam da sagledamo jasnu sliku arhitekture sustava e – učenja, te da vidimo kako arhitektura utječe na ponašanje sustava. Kao pomoć u nalaženju veze između arhitekture i ponašanja sustava možemo koristiti sljedeća tri pitanja:

- *Što zna sustav e – učenja?*

Ovo pitanje odnosi se na analizu područnog, učenikovog i tutorskog znanja s tim da se u obzir uzimaju mogućnosti sustava koje se odnose na znanje.

- *Na koji način sustav radi ono što radi?*

Odgovor na ovo pitanje dobivamo analizom sustava koja nam pokazuje kako njegovi procesi generiraju promatrano ponašanje sustava, odnosno da li sustav radi na način na koji je to zamislio njegov dizajner.

- *Što bi sustav e – učenja trebao raditi?*

Ovo pitanje odnosi se na sposobnosti sustava koje se tiču procesa poučavanja.

Littman i Soloway [prema Siemer, Angelides, 1988.] smatraju da odgovore na ova tri pitanja možemo pronaći ako provedemo tri analize: analizu razine znanja, analizu programskog procesa i analizu tutorske domene. *Analiza razine znanja* (eng. knowledge level analysis) odgovara na prvo od tri pitanja. Omogućuje korisne informacije o tome posjeduje li sustav prikladno znanje i njegovu dovoljnu količinu kako bi ispunio ciljeve koje smo postavili.

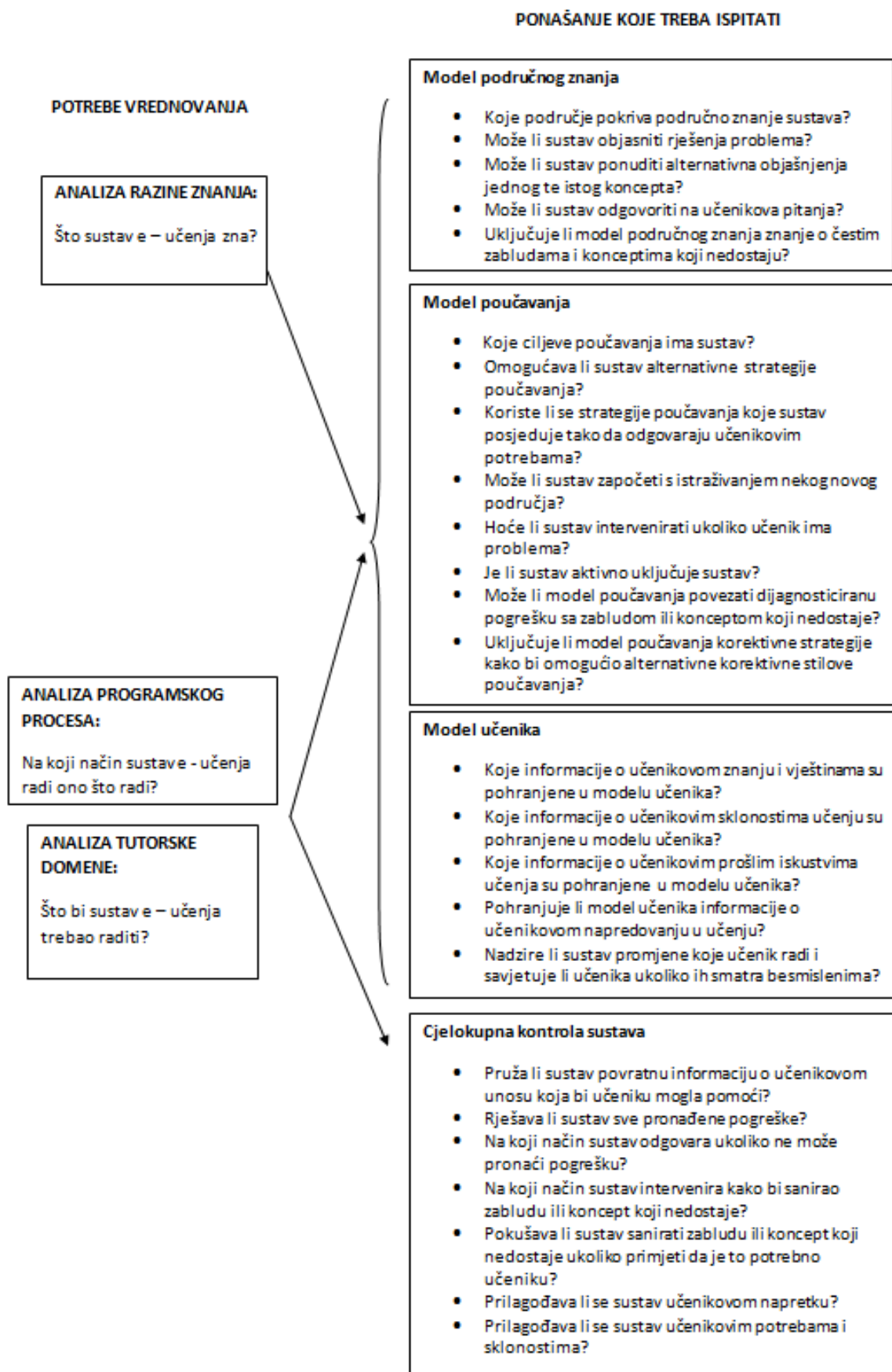
Analiza programskog procesa (eng. program process analysis) ispituje radi li sustav na pravi način ono što bi trebao raditi, odnosno pruža odgovor na drugo pitanje. Za razliku od prethodno opisane analize koja ispituje može li sustav obaviti neke ulazno – izlazne zadaće, ova analiza promatra na koji način sustav koristi i manipulira inteligentnim znanjem kako bi ispunio svoju svrhu. Analiza programskog procesa proučava:

- **ekspertizu**, odnosno kako se područno znanje koristi i kako se njime manipulira

-
- **dijagnostiku**, odnosno procedure koje sustav obavlja kako bi analizirao učenikov unos
 - **didaktiku**, odnosno način na koji se određuju ciljevi i strategije poučavanja

Analiza tutorske domene (eng. tutorial domain analysis) daje odgovor na treće pitanje na način da naglašava manjak tutorovih sposobnosti u bilo kojoj od tutorovih komponenti koje se odnose na znanje. Za vrijeme implementacije sustava ova analiza može promijeniti zahtjeve za koje očekujemo da ih sustav ispuni.

Na sljedećoj slici (slika 7.) predstavljen je koncept unutarnjeg vrednovanja sustava e – učenja, uz primjere pitanja koja koristimo pri toj vrsti vrednovanja. Ova pitanja omogućuju onome tko vrednuje da sagleda sve prednosti i nedostatke sustava, a odgovori na ta pitanja se koriste kako bismo povezali arhitekturu sustava sa njegovim ponašanjem.



Slika 7. Unutarnje vrednovanje sustava e – učenja [prema Siemer, Angelides, 1988.]

3.1.4 Vanjsko vrednovanje

Vanjsko vrednovanje (eng. external evaluation) odnosi se na promatranje utjecaja sustava na učenika. Naime, proučava se način na koji sustav utječe na učenika, te kako mijenja njegovo znanje i vještine. Pošto je cilj sustava e – učenja učenje, najveća pažnja posvećuje se procjeni koliko uspješno učenik uči. Vanjsko vrednovanje primjenjuje se da steknemo cjelokupni dojam o sustavu, što uključuje mjerenja postignuća učenja te učinka učenja.

Vrednovanjem *postignuća učenja* (eng. learning achievement) dobivaju se informacije o tome koliko dobro sustav poučava temeljnom znanju i omogućuje li stjecanje novih vještina. Kod CAI sustava za mjerenje postignuća učenika koristila se informacija o tome na koliko pitanja bi učenik ponudio točan odgovor. Međutim, vrednovanje na temelju točnih i netočnih odgovora ne informira nas o mentalnim procesima vezanim uz pitanja. S pojavom sustava e – učenja, javila se i potreba da se saznaju razlozi zbog kojih učenik daje točne, odnosno netočne, odgovore. Pokušava se odrediti koliko dobro sustav poučava učenika znanju i vještinama koji su potrebni za rješavanje problema iz područnog znanja.

Litman i Soloway [prema Siemer, Angelides, 1998.] su predložili korištenje tehnike modeliranja učenika kao temelj za novi način pristupa vanjskom vrednovanju. Smatrali su da je ITS sposoban konstruirati niz problema koje bi učenik bio sposoban riješiti uz pomoć njihovih mogućnosti modeliranja učenika. Zatim se ti problemi mogu koristiti za testiranje učenika, a uspjeh njihova rješavanja služi za mjerenje postignuća učenja.

Točno rješenje problema ukazuje na to da je sustav uspješno poučio učenika, odnosno da je učenik stekao potrebne vještine i znanje. Osim toga, rezultati takvog testiranja nude i razloge zbog kojih je učenik bio u (ne)mogućnosti točno riješiti problem. Tehnike modeliranja učenika mogu se koristiti na način da predvide sve mentalne procese kroz koje učenik prolazi tijekom rješavanja problema.

Utjecaj procesa proučavanja tiče se aspekata kao što su stav i emocije koje izaziva sustav e – učenja. Motivacija u kontekstu učenja služi kao pokazatelj učenikove spremnosti na to da bude aktivan i uključen u proces učenja, pa se zbog toga motivacija smatra bitnim faktorom učenja. Ispitivanje motiviranosti provodi se na način da se učeniku ponudi da procijeni u kojoj mjeri se slaže sa određenim pitanjima, kao što su stavovi i aktivnosti. Mjerenjem motiviranosti dobivamo informaciju o tome što učenik misli o konkretnom sustavu, te hoće li on biti prihvaćen i korišten.

Vanjsko vrednovanje sustava uključuje provođenje eksperimenta, koji omogućuje istražiteljima da ispituju je li sustav ili samo jedan od njegovih dijelova uspješno implementiran. Također, dobivaju se informacije koje se tiču odnosa između interakcije učenik – sustav i rezultata učenja. Nakon što se provede eksperiment, rezultati moraju biti analizirani kako bismo utvrdili prednosti i nedostatke sustava.

3.2 SEDAM NAČELA VREDNOVANJA

Rezultati vrednovanja često otkrivaju dobre osobine (ili nedostatke) vezane uz samo oblikovanje istraživanja, umjesto da nam daju povratnu informaciju o djelotvornosti sustava e – učenja. Shute i Regian predstavili su 1993. godine sedam glavnih načela koji se mogu koristiti za oblikovanje, planiranje i implementaciju vrednovanja ITS – a. Mi ih ovdje primjenjujemo i na sustave e – učenja općenito. Ponudili su okvir unutar kojeg se može organizirati, raspravljati i uspoređivati rezultate vrednovanja, šifrirati proces oblikovanja i provedbe kompetentnog vrednovanja, te povećati korisnost budućih radova koji se tiču vrednovanja ITS – a. U daljnjem tekstu kao literaturni izvor korišten je članak [Shute, Regian, 1993.], pa se na njega više neće posebno referencirati.

Za uspješno vrednovanje, potrebno je voditi se sljedećim načelima:

1. Opisati ciljeve tutora
2. Definirati ciljeve mjerenja valjanosti
3. Prikladno oblikovati istraživanje koje će ispuniti definirane ciljeve
4. Definirati prikladna mjerenja, broj i tip ispitanika i kontrolne grupe
5. Obaviti pažljive logističke pripreme potrebne za vrednovanje
6. Testirati tutora i istraživanje
7. Odrediti osnovne podatke za analizu

Načelo 1: Opisivanje ciljeva

Dobra je strategija pregledati i pažljivo opisati ciljeve prije no što se krene u oblikovanje procesa vrednovanja. U nekim slučajevima, ciljevi poučavanja mogu poremetiti razvoj životnog ciklusa sustava e – učenja. Ukoliko onaj tko provodi vrednovanje nije dobro upoznat

s ciljevima i metodama, tada je nemoguće provesti dobro istraživanje valjanosti. U ovoj fazi javljaju se sljedeća pitanja:

- Koji je pristup poučavanju prisutan u sustavu?
- Koju teoriju učenja smatra prikladnom?
- Što točno poučava?
- Na koje još načine može utjecati na učenike?
- U kojem kontekstu treba djelovati?

Načelo 2: Definiranje ciljeva mjerenja valjanosti

Pažljivo razmatranje i odlučivanje o tome što želimo znati omogućava nam da odaberemo onaj oblik istraživanja koji će nam dati odgovore na sva pitanja. Treba biti upoznat s poteškoćama na koje možemo naići, a vezane su uz implementaciju različitih oblika istraživanja, te prilagoditi ciljeve tako da ih možemo realizirati. Pitanja koja se postavljaju u ovoj fazi su:

- Što želite znati nakon što se ispitivanje završi?
- Kako ćete mjeriti uspjeh i po kojem standardu ćete ga procijeniti?

Načelo 3: Prikladno oblikovanje istraživanja

Tek nakon što pregledamo ciljeve i metode, te jasno definiramo ciljeve mjerenja valjanosti, možemo odabrati prikladan oblik istraživanja. Istraživači koji sudjeluju u vrednovanju istraživanja ponekad moraju odlučiti između formativnog i sumativnog vrednovanja. *Formativno vrednovanje* je vrednovanje koje se javlja tijekom oblikovanja i ranog razvijanja istraživanja, kako bi se na vrijeme uočili i ispravili nedostaci vezani uz oblikovanje istraživanja. Takvo vrednovanje dovodi do pitanja: „Kako poboljšati sustav?“.

U kasnijem razvoju, formativno vrednovanje uključuje interakciju početnika sa samim tutorskim sustavom, te komentare eksperata o kompletnosti i točnosti kurikulumskih elemenata, kao i valjanost povratne informacije tutora. Rezultati formativnog vrednovanja informiraju dizajnera i programera o bugovima u programu, sugestijama ispitanika i eksperata o promjenama sučelja, te konceptualnim i proceduralnim pitanjima vezanim uz kurikulum.

Suprotno formativnom, *sumativno vrednovanje* odnosi se na vrednovanje cjelokupnog sustava, a pitanje koje se postavlja je: „Kako usporediti sustav s ostalim sustavima i pristupima?“. Odgovarajuće sumativno vrednovanje odabiremo na temelju odgovora na pitanja u prvom i drugom načelu.

Razlika formativno/sumativno vrednovanje je u vremenu tijekom kojeg se vrednovanje provodi, naime vrednovanje je moguće provesti tijekom učenikova učenja (formativno vrednovanje), te nakon učenja (sumativno vrednovanje).

Načelo 4: Definiranje prikladnih mjerenja, broja i tipa ispitanika, te kontrolnih grupa

Nakon što se odlučimo za istraživanje koje odgovara našim potrebama i koje može odgovoriti na pitanja koja nas zanimaju, sljedeći korak je planiranje detalja. To se odnosi na razmatranje i postavljanje zavisnih i nezavisnih mjerenja, broja i tipa ispitanika potrebnih za provođenje istraživanje, kao i prikladne kontrolne grupe.

Jako je važno pažljivo razmotriti zavisna mjerenja (rezultate učenja) koja će se koristiti u istraživanju. Treba se zapitati kako zavisna mjerenja odražavaju ciljeve sustava e – učenja, a zatim povezati mjerenja sa ciljevima samog istraživanja. Postoje barem dva dobra razloga zašto koristiti više zavisnih mjerenja. Prvo, zato što se poučavanje odvija na računalu, pa postoji mogućnost da se zabilježi onoliko podataka, bilo koje vrste, koliko želimo. Drugo, u prirodi istraživanja procesa učenja i poučavanja je da učinkovitost tih procesa ovisi o tome što pokušavamo naučiti učenika i kako mjerimo naučeno. Poučavati jednu stvar, a mjeriti drugu – to nas vodi do neuspjelog istraživanja.

Zavisna mjerenja uključuju latentnost učinka, točnost učinka, deklarativno znanje, proceduralno znanje, proceduralne vještine, automatske vještine, ...

Ispitanici koji sudjeluju u istraživanju posjeduju različite profile znanja, vještina i osobina. Potrebno je prikupiti podatke potrebne za nezavisna mjerenja koja uključuju mjerenje kognitivnih procesa (kapacitet radne memorije, brzina obrade podataka), mjerenja vezana uz osobnost (impulzivnost, agresivnost, introverzija) i demografske informacije (spol, dob, iskustvo s računalima). Prikupljanje ovih podataka je potrebno da bismo bili uvjereni da su učinci tretmana stvarni, a ne odraz različitih osobina ispitanika. Također, ti podaci su bitni da bismo uvidjeli koliko oni utječu na sam tretman, te, ako je potrebno, da ih statistički obradimo.

Ukoliko se podaci potrebni za nezavisna mjerenja ne prikupe, a otkriju se anomalije kod rezultata ispitivanja, ne može se utvrditi postoje li uzroci vezani uz npr. kognitivne sposobnosti. Još jedan od problema koji se javlja je da ne postoje značajne razlike među pristupima u poučavanju.

Jedan od najvećih problema kod oblikovanja procesa vrednovanja je određivanje prikladnih kontrolnih grupa. Izbor tretmana, kao i kontrolnih grupa, mora biti temeljen na teorijskom pristupu izvedbi istraživanja. Ponekad se javlja *Hawthorne – ov efekt* kod kontrolnih grupa. Riječ je o razlikama tretmana koje se pojavljuju zahvaljujući činjenici da se prema članovima jedne grupe (obično one grupe koju se poučava korištenjem sustava e-učenja) odnosi sa posebnom pažnjom i razumijevanjem.

Kada govorimo o ispitanicima koji sudjeluju u istraživanju, važno je odrediti pravi tip i točan broj sudionika. Imperativ je odrediti populaciju kojoj je sustav e-učenja namijenjen. Na temelju tog saznanja, odabiremo sudionike koji moraju odgovarati ciljanoj populaciji. Što se tiče broja sudionika, pravilo je da u vrednovanju treba sudjelovati najmanje 30 ispitanika koje testiramo u sličnom okruženju. Što je veći broj ispitanika, veća je i vjerojatnost da tretman bude uspješno proveden.

Načelo 5: Logističke pripreme za istraživanje

Mnoga potencijalno dobra istraživanja bivaju uništena zbog manjkave logističke pripreme. Većina problema koji se javljaju nisu povezana sa oblikovanjem istraživanja, a za posljedicu imaju to da prikupljene informacije postaju nevažne. Da bismo izbjegli takve situacije potrebno je dobro planiranje, osiguravanje dobrog osoblja koje implementira istraživanje, te da se prema svim ispitanicima postupa na jednak način. Također, potrebno je sagledati što se može dogoditi u „najgorem slučaju“, kao npr. što učiniti ako tehnička ili programska podrška otkaže?

Načelo 6: Pilot testiranje

Ovo načelo je jako bitno jer mogu nastati velike razlike među našim očekivanjima i stvarnim rezultatima. Pilot testiranje treba biti provedeno prije potpune implementacije, kako bi se spriječio dodatni trošak. Takvo testiranje oblik je formativnog vrednovanja.

Pitanja koja se postavljaju u ovom koraku su:

-
- Sadrži li sustav greške?
 - Znaju li ispitanici što trebaju raditi u svakom trenutku?
 - Sviđa li se sustav ispitanicima?
 - Je li predviđeno vrijeme učenja prikladno ili ispitanicima treba više vremena nego što smo očekivali?
 - Jesu li svi ispitanici završili s procesom učenja?

Načelo 7: Određivanje osnovnih podataka za analizu

Za vrijeme oblikovanja istraživanja treba razmišljati o načinu analiziranja podataka. Svako vrednovanje sustava e – učenja ima vlastite zahtjeve za analizu podataka. Neki postupci statističke obrade podataka bolje odgovaraju određenim vrstama vrednovanja, npr. vrednovanju mjerila odgovaraju t – test, analiza varijance i hi – kvadrat test.

Ukoliko želimo testirati određenu hipotezu koristimo tehniku *potvrdne analize podataka* (eng. Confirmatory data analysis). Istraživači često izjednačavaju analizu podataka sa potvrdnom analizom podataka te tako upadaju u zamku. Postavljajući pitanje „Potvrđuju li podaci hipotezu da tretman A bolje djeluje od tretmana B?“ smanjuju vjerojatnost pojave alternativnih uzoraka koji mogu postojati u prikupljenim podacima. Drugi tip analize podataka koji bi bolje odgovarao ovakvoj situaciji je *istraživačka analiza podataka* (eng. Exploratory data analysis). Riječ je o interaktivnoj i iterativnoj analizi koja nema unaprijed postavljen način analize podataka. Razlika među ovim vrstama analize je ta da istraživačka analiza podataka predlaže hipoteze umjesto da ih potvrđuje.

3.3 METODE VREDNOVANJA

S porastom broja sustava e – učenja koji se koriste u obrazovne svrhe, raste i potreba za njihovim vrednovanjem kako bismo uočili kakav utjecaj sustav ima na učenika. Većina istraživača se bavila implementacijom sustava e – učenja, a ne njihovim vrednovanjem. Sustavi e – učenja su složeni sustavi, pa se prema tome mogu vrednovati po komponentama ili se može vrednovati cijeli sustav. Metode koje odgovaraju vrednovanju komponenti, možda neće odgovarati vrednovanju cjelokupnog sustava, i obratno. U sljedećem tekstu korišten je literarni izvor [Krpan, 2005.] pa se na njega više neće posebno referencirati.

Dokazi ispravnosti

Metodom dokaza ispravnosti (eng. proofs of correctness) ispituje se ispunjava li sustav zahtjeve i ciljeve ili postoji li odnos između strukture i ponašanja sustava i njegovih specifikacija. Ova metoda ne odgovara za programe iz umjetne inteligencije koji rade s analitički neuhvatljivim problemima, predstavljenim nepotpuno određenim funkcijama, pa prema tome nije dobra ni za vrednovanje ITS – ova . Možda se može iskoristiti za komponente ili dijelove sustava koje nisu toliko vezane uz umjetnu inteligenciju.

Vrednovanje na osnovu kriterija

Sustav se smatra uspješnim ako ne pokazuje velike nedostatke unutar okruženja u kojem bi se sustav trebao primjenjivati. Osoba koja vrednuje sustav mora odrediti koji su to "veliki nedostaci", prema tome kako se čini da sustav ispunjava svoje zahtjeve i specifikacije. Metoda vrednovanja na osnovi kriterija (eng. criterion – based evaluation) najbolje odgovara za ranije faze razvoja sustava, gdje se radi o općenitijim karakteristikama, a ne o preciznim detaljima ili točno određenim aspektima sustava. Preporučuje se odrediti neke općenite smjernice tj. napravi se popis zahtjeva i specifikacija koji se zatim provjeravaju kako bi se ispitali nedostaci. Te smjernice mogu biti korisne za usmjeravanje razvoja sustava e – učenja, ali bi se učinkovitost programa ili njegovih svojstava trebala potvrditi na neki drugi način. Iqbal smatra da se ta metoda može koristiti za vrednovanje komponenti sustava i cijelih sustava.

Znanje i ponašanje stručnjaka

Često se za vrednovanje sustava kao standard koristi znanje kako bi se procijenilo da li program zadovoljava standardnu razinu performansi. Da bi stručnjak mogao pregledati sustav, ponašanje sustava mora biti konzistentno i predvidljivo. Primjena metode koja se temelji na znanju i ponašanju stručnjaka (eng. expert knowledge and behaviour) za vrednovanje ITS – a je ograničena jer je ponašanje takvog sustava složeno i dinamično, pa nije moguće sve intuitivno razumjeti i pregledati. Ponekad se primjenjuje samo na komponente ITS – a.

Potvrđivanje

Određivanje kompetentnih sustava za poučavanje bi se moglo zasnivati na metodama određivanja kompetentnih ljudskih učitelja. Možda bi ljudski učitelji mogli procijeniti sustava e – učenja, tj. njihove prednosti i nedostatke. Kod metode potvrđivanja (eng. certification) se radi o standardima za vrednovanje programa, odnosno kriterijima koji se mogu koristiti za vrednovanje sustava i komponenti, a također i točnosti s kojom ljudi mogu odrediti koji su učinkoviti programi za obrazovanje. Dok to ne bude potpuno jasno, neće se moći primijeniti na sustave e – učenja.

Analiza osjetljivosti

Kod metode analize osjetljivosti (eng. sensitivity analysis) pregledava se sustav ili komponenta sustava prema tome na koji način ponašanje odgovara na različite informacije koje sustav prima. To je važno za ITS – ove koji bi se trebali prilagođavati različitim individualnim osobinama učenika. Osjetljivost sustava na te različite osobine bi mogla pokazati treba li sustav dodatno poboljšati. Sustav koji prikazuje slične odgovore na prilično različite informacije nije poželjan. Ako se mogu precizno odrediti mjere osjetljivosti i ako im se može dodijeliti značenje (koja su ponašanja poželjna, kada ih treba pozvati), onda se ova metoda može primijeniti za sumativno vrednovanje, a inače se primjenjuje za formativno vrednovanje. Odgovara za vrednovanje i komponenti i cijelog sustava.

Pilot testiranje

Ako autori sustava mogu pretpostaviti da će korisnici biti slične stručnosti i iskustva kao i oni, onda mogu izraditi sustav prema svojim potrebama i biti prilično sigurni da će to odgovarati i korisnicima. Međutim, jasno je da se korisnici mogu razlikovati prema svom znanju o tutorskom poučavanju i tutorima, te osnovnim spoznajnim sposobnostima. Stvarni sustav bi se trebao ispitati na stvarnim korisnicima kako bi se otkrili eventualni problemi i neočekivani rezultati. Postoje tri tipa 'pilot' testiranja: jedan – prema – jedan testiranje, testiranje malih grupa, testiranje u stvarnim uvjetima (eng. field testing). Kod *jedan – prema – jedan testiranja*, promatraju se interakcije učenika s materijalom za poučavanje koji se razvija, te se otkrivaju neodgovarajuća očekivanja; nejasni smjerovi, pitanja i informacije, a obično se provodi u ranim fazama razvoja. *Testiranje malih grupa*, kao što samo ime kaže, se obično provodi na malim grupama učenika koji predstavljaju ciljanu populaciju. Izvodi se u kasnijim

fazama razvoja, kada se program i njegov sadržaj stabiliziraju. *Testiranje u stvarnim uvjetima* ispituje upotrebu sustava sa stvarnim predavačima i učenicima u stvarnom okruženju, kada je sustav gotovo završen. Nastoji se otkriti kakvi se problemi događaju kada se sustav uvodi u okolinu gdje će se zapravo koristiti.

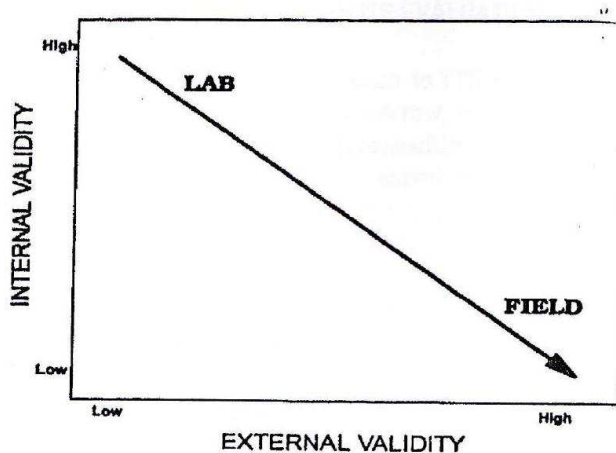
Eksperimentalno istraživanje

Eksperimentalno istraživanje (eng. experimental research) je uobičajena metoda u psihologiji i obrazovanju. Ova metoda odgovara za obrazovne sustave kao što su sustavi e – učenja jer se mogu ispitati veze između akcija koje se poduzimaju u poučavanju i odgovarajućih rezultata koje učenici postižu u odnosu na te akcije, a također se može odrediti i koliko su takve veze značajne. Najprije je potrebno odrediti što se želi istraživati, pa se zatim odrede hipoteze (npr. da će nakon nekog načina poučavanja ili tretmana postojati značajne razlike među grupama). Hipotezu treba biti moguće testirati, te potvrditi ili opovrgnuti na osnovi određenih uvjeta i rezultata istraživanja. Zatim se određuje oblik istraživanja kako bi istraživač mogao ispitati hipotezu. Istraživač nakon provedenog istraživanja analizira podatke. Ako rezultati ne potvrđuju hipotezu, bilo bi dobro da istraživači, ako je moguće, predlože moguća objašnjenja za svoje rezultate.

4 OBLIKOVANJE ISTRAŽIVANJA

Oblikovanje istraživanja uključuje organiziranje uvjeta koji su potrebni da bi istraživanje bilo valjano, odnosno mjerenje kako i koliko nezavisna varijabla utječe na zavisnu varijablu. Ako je utjecaj nezavisnih manipulacija i zavisnih mjerenja dvojbena, kaže se da eksperiment ima smanjenu unutarnju valjanost (eng. internal validity). Ako je sposobnost generalizacije rezultata dobivenih od eksperimentalne skupine na cijelu populaciju dvojbena, tada govorimo o smanjenoj vanjskoj valjanosti (eng. external validity). [Shute, Regian, 1993.]

Unutarnju valjanost je lakše postići kod vrednovanja provedenog u kontroliranom, laboratorijskom okruženju, dok se vanjska valjanost lakše postiže kod vrednovanja terenskog istraživanja. Teško je pronaći istraživanje koje istovremeno ima i veliku unutarnju valjanost i veliku vanjsku valjanost. Naime, kako unutarnja valjanost raste, tako se smanjuje vanjska valjanost (slika 8.). Ovakva veza posebno se očituje kod istraživanja vezanih uz pedagoške teme, kod kojih je terensko istraživanje poželjno.



Slika 8. Odnos unutarnje i vanjske valjanosti [Shute, Regian, 1993.]

Ni laboratorijsko istraživanje, ni terensko istraživanje, svako za sebe, ne mogu dati dovoljno precizne rezultate vezane uz učinkovitost. Istraživanja bi se trebala voditi teorijom, uz stalni empirijski nadzor. Teoriju koristimo kako bismo generirali hipoteze o učenju i poučavanju, dok je empirijski nadzor važan za testiranja koliko naše ideje mogu opstati u stvarnom svijetu. Empirijski podaci o učinkovitosti poučavanja temeljenog na teoriji daju nam povratnu informaciju o tome koliko je zaista dobra naša implementacija, te nas navesti da preispitamo svoju teoriju.

Istraživanja obzirom na njihovo oblikovanje možemo podijeliti na dvije kategorije: *eksperimentalna* i *kvazi – eksperimentalna istraživanja*. Razlika među tim kategorijama je u načinu na koji se ispitanici dijele u eksperimentalnu i kontrolnu grupu. *Kontrolna grupa* je skupina osoba koje su podvrgnute standardnom tretmanu, ili ih se uopće ne podvrgava tretmanu, a *eksperimentalna grupa* je skupina osoba koje se podvrgavaju tretmanu koji se proučava. Osobina eksperimentalnih istraživanja je da se ispitanici slučajnim odabirom dijele u te dvije skupine, dok se kod kvazi – eksperimentalnih istraživanja prate veze koje postoje među ispitanicima u njihovom prirodnom okruženju. Zbog toga se kvazi – eksperimentalno istraživanje često naziva *korelacijsko istraživanje*.

Prednost eksperimentalnog istraživanja u odnosu na kvazi – eksperimentalno je upravo mogućnost slučajne raspodjele (eng. randomization) ispitanika. Takva raspodjela nam omogućuje kontrolu nad varijablama koje nisu izravno uključene u istraživanje.

4.1 EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Cook i Campbell [prema Garson, 1998.] spominju deset tipova eksperimentalnih istraživanja (eng. experimental design). Svaki od tipova istraživanja koristi slučajnu raspodjelu ispitanika u kontrolnu i eksperimentalnu grupu.

Klasični eksperiment

Slučajna raspodjela ispitanika koja je karakteristična za eksperimentalno istraživanje pogodna je za primjenu ANOVA analize varijance. Postoje dvije vrste klasičnog eksperimenta: *eksperiment s paralelnim grupama* (eng. between subjects design) i *eksperiment s jednom grupom* (eng. within subjects (repeated measures) designs).

Kod eksperimenta s paralelnim grupama postoji različiti ispitanik za svaki nivo nezavisne varijable (npr. za različite vrste medijskog izlaganja u istraživanju političkog oglašavanja). Bilo koji ispitanik je izložen samo jednom tretmanu, a uspoređuju se reakcije ispitanika i učinci djelovanja varijable na ispitanika.

Kod eksperimenta s jednom grupom se više tretmana provodi na jednom te istom ispitaniku. Upravo zbog toga što je za svaki tretman ispitanik isti, nezavisne varijable kontrolne su same

sebi. Problem kod ovog istraživanja je u tome što svaki tretman ostavlja posljedice na ispitaniku, što utječe na rezultate sljedećeg tretmana. Ta pojava naziva se *učinak prenošenja* (eng. counterbalancing).

Lutrijsko istraživanje

Lutrijsko istraživanje (eng. lottery design) se koristi kada se očekuje učinak lutrije, koji možemo susresti u nekim zajednicama kod podjele učenika u strukovne škole, pri čemu se ti učenici uzdaju u „sreću“. Ovaj oblik istraživanja eliminira veće zapreke koje nastaju pri slučajnom odabiru u društvenim znanostima.

Mandatno (ovlašteno) kontrolno istraživanje

Mandatno (ovlašteno) kontrolno istraživanje (eng. mandated control design) se koristi, kao u vojsci, kada su kontrolni tipovi dovoljno visoki što dopušta da pridruživanje eksperimentalnim i kontrolnim stanjima bude cilj istraživanja.

Liste čekanja

Istraživanje u obliku liste čekanja (eng. waiting list design) se koristi kada potražnja nadmašuje opskrbu. Tretman je omogućen samo dijelu ispitanika jer je nemoguće tretirati sve ispitanike zbog ograničene opskrbe.

Ekvivalentni vremenski slijed

Istraživanje u obliku ekvivalentnog vremenskog slijeda (eng. equivalent time series design) se koristi kada nije moguće tretirati sve ispitanike istovremeno. Tretman se pruža samo nekim ispitanicima, ne svima, ali samo privremeno, tj. kada prva grupa završi tretira se sljedeća grupa ispitanika.

Prostorno odjeljivanje

Istraživanje u obliku prostornog odjeljivanja (eng. spatial separation designs) se koristi kada su ispitne skupine odvojene i nemaju međusobne komunikacije koja bi bila važna za eksperiment.

Ovlaštena promjena/nepoznato rješenje

Istraživanje u obliku ovlaštene promjene/nepoznatog rješenja (eng. mandated change/unknown solution design) se koristi kada se zahtijeva promjena, ali ne postoji jasno vidljivo rješenje. Slučajna raspodjela ispitanika može biti prihvaćena kao rješenje.

Razbijanje čvorova

Istraživanje u obliku razbijanja čvorova (eng. tie – breaking design) se koristi u slučajevima kada je dobivanje tretmana zasnovano na zaslugama, kao na primjer u nekim akademskim zajednicama gdje na temelju rezultata ispita možemo podijeliti ispitanike u kontrolnu i eksperimentalnu grupu.

Indiferentna krivulja

Istraživanje u obliku indiferentne krivulje (eng. indifference curve design). Atraktivnost tretmana se ponekad može prilagoditi do točke gdje će neki ljudi biti indiferentni prema tome hoće li ili ne biti izloženi tretmanu, te prema tome biti dodijeljeni eksperimentalnoj, odnosno kontrolnoj grupi.

Nova organizacija

Istraživanje nove organizacije (eng. new organization designs). Kada se utemelji nova organizacija, kao npr. organizacija koja obučava ljude za određeni posao, prilike mogu omogućiti slučajnu podjelu ispitanika u kontrolnu i eksperimentalnu grupu.

4.2 KVAZI – EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Kvazi – eksperimentalno istraživanje (eng. quasi – experimental design) je razvijeno kako bi se mogli suočiti sa „neurednim“ svijetom terenskog istraživanja gdje nije uvijek praktično, etično ili čak moguće slučajno raspodijeliti sudionike u kontrolnu i eksperimentalnu grupu. Neki tipovi kvazi – eksperimentalnih istraživanja su [prema Alkin, 2004.]:

Vremenski slijed

Princip *istraživanja u obliku vremenskog slijeda* (eng. time series design) je da se izvrši nekoliko promatranja kako bi se utvrdila osnovica, zatim se provede tretman, a nakon njega se izvrši još nekoliko mjerenja. Značajnost ovog istraživanja je u tome što može imati mnogobrojne rezultate, međutim postoji velika prijetnja valjanosti istraživanja - povijest. Naime, koristeći samo podatke koji su potrebni kod ovakvih istraživanja teško se obraniti od optužbi da bi se dobiveni rezultati pojavili i bez izlaganja sudionika tretmanu.

Vremenski slijed kontrolne grupe

Drugo ime ovog kvazi – eksperimentalnog istraživanja je *višestruki vremenski slijed* (eng. multiple time – series design). *Istraživanje u obliku vremenskog slijeda kontrolne grupe* (eng. control group time series design) je naprosto istraživanje u obliku vremenskog slijeda uz dodatak kontrolne grupe. Taj dodatak omogućuje nam da izlučimo vanjski faktor, povijest, kao potencijalno objašnjenje za bilo koji promatrani rezultat. Ovakav tip istraživanja omogućuje nam da dodemo do informacije o tome što bi se dogodilo da se na eksperimentalnu grupu nije primjenio tretman. Kod ovog tipa istraživanja rezultati su slični kao i kod istraživanja u obliku vremenskog slijeda, međutim razlikuju se u tome što i kontrolna i eksperimentalna grupa, svaka za sebe, daje rezultate. Usporedbom tih rezultata možemo doći do novih saznanja.

Ekvivalentni vremenski uzorci

Istraživanje u obliku ekvivalentnih vremenskih uzoraka (eng. equivalent time samples design) se koristi kada postoji razlog za sumnju da su rezultati eksperimentalnog tretmana prolaznog ili povratnog karaktera. Kod ovog istraživanja sudjeluje samo jedna grupa. Jednom prilikom

se primjenjuje eksperimentalni tretman, dok se drugom primjeni alternativni tretman ili se ne primjeni nikakav tretman. Ovaj tip istraživanja koristan je u testiranju hipoteza.

Ekvivalentni materijali

Istraživanje u obliku ekvivalentnih materijala (eng. equivalent materials design) je sličan istraživanju u obliku ekvivalentnih vremenskih uzoraka, uz razliku što kod njega različite eksperimentalne situacije uključuju različite, ali ekvivalentne materijale. Ovaj tip kvazi – eksperimentalnog istraživanja koristi se kada je eksperimentalni tretman trajan, tako da različiti tretmani i ponavljanja određenih tretmana moraju biti izvršeni na neistovjetnom sadržaju.

Neekvivalentne kontrolne grupe

Kod *istraživanja u obliku neekvivalentnih grupa* (eng. non – equivalent control group design) grupe koje se uspoređuju su izabrane tako da budu što sličnije u svim aspektima bitnim za istraživanje. Ukoliko je moguće, grupa koja će primiti tretman treba biti izabrana slučajnim odabirom.

Učestalo pokretan ciklus

Istraživanje u obliku učestalo pokretanog ciklusa (eng. recurrent institutional cycle design) je više koncept nego samo istraživanje. Ovakav pristup je pogodan za situacije gdje se tretiranje neprestano događa, na cikličkoj bazi, ali tretman se primjenjuje svaki put na novu grupu ispitanika. Time možemo prilagoditi oblikovanje istraživanja sljedećim ciklusima u cilju pronalaženja odgovora na pitanja koja su postavljena zbog događanja u ranijem ciklusu.

4.3 ISPITIVANJE STATISTIČKE ZNAČAJNOSTI

Statistička značajnost želi dati odgovor na pitanje: „Je li utjecaj tretmana koji se istražuju izazvao promjene ili je do promjena došlo stjecajem okolnosti, odnosno nekontroliranih uvjeta?“. Ispitivanje statističke značajnosti je oblikovano za ispitivanje hipoteza u različitim područjima. Najkritičnije točke takvog ispitivanja su formulacija hipoteze i okvira za vrednovanje te hipoteze. Proces statističkog ispitivanja hipoteze [prema Miller, 2003.] sastoji se od četiri koraka:

- konstrukcija nul – hipoteze , koja je obično suprotna hipotezi koja nas interesira
- prikupljanje podataka za neku vrstu eksperimentalnog procesa
- poduzimanje statističkog testiranja protiv nul – hipoteze, te dobivanje p vrijednosti
- dobivenu p vrijednost suprotstavljamo nul – hipotezi, te dobivene rezultate interpretiramo na različite načine

Očito, prvo što treba napraviti je konstruirati nul – hipotezu i alternativne hipoteze. Nul – hipoteza pretpostavlja da za neko svojstvo nema razlike između grupa podvrgnutih različitom tretmanu. Ukoliko nema razlike, te grupe nisu različite, već pripadaju u istu grupu – istu populaciju. Dakle, svrha konstruiranja nul – hipoteze jest da ustanovimo postoji li među grupama statistički značajnih razlika. Nul – hipotezu je moguće prihvatiti ili odbaciti. Nul – hipotezu prihvaćamo ukoliko testiranjem nismo utvrdili statistički značajnu razliku između skupina podvrgnutih različitom utjecaju, a odbacujemo ukoliko smo testiranjem utvrdili statistički značajnu razliku između skupina (slika 9.).

Odluka	Stanje u populaciji	
	<i>Nema</i> razlike između dvije aritmetičke sredine	<i>Postoji</i> razlika između dvije aritmetičke sredine
Odbacujemo nul-hipotezu	Pogreška tipa 1 (alfa)	Nema pogreške
Prihvaćamo nul-hipotezu	Nema pogreške	Pogreška tipa 2 (beta)

Slika 9. Pogreške pri zaključivanju

Mogu se pojaviti dva tipa pogreške pri zaključivanju (slika 9.):

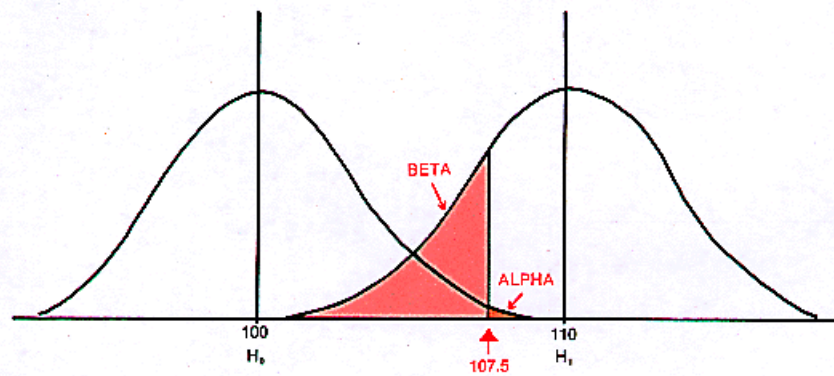
- **Pogreška tipa 1 (alfa)**

Ako smo odlučili testirati hipotezu na razini rizika 5%, možemo očekivati da će u 5% slučajeva naša vjerojatnost nul hipoteze biti pogrešna tj. odbacit ćemo nul – hipotezu koja je zapravo istinita. Vjerojatnost pogreške tipa 1 raste s brojem testova koji se provode. Međutim, postoje jednostavne korektivne metode, kao što je Bonferroni – jeva metoda. Ta metoda uključuje dijeljenje željene razine pogreške tipa 1 s brojem statističkih testova koji su provedeni.

Vjerojatnost pogreške tipa 1 jednaka je sumi vjerojatnosti ishoda unutar kritičnog područja, njena vjerojatnost jednaka je odabranoj razini statističke značajnosti. Moguće je smanjiti mogućnost greške tipa 1 tako da se smanji ograničenje rizika npr. na 1%, ali u tom slučaju se povećava mogućnost greške tipa 2.

- **Pogreška tipa 2 (beta)**

Događa se u slučaju kada prihvatimo nul – hipotezu koju smo trebali odbaciti. U tom slučaju se tvrdi da među grupama nema razlike, a razlika zapravo postoji. Pogreške tipa 1 i 2 su povezane: smanjujemo li vjerojatnost prve pogreške, povećavamo vjerojatnost druge. Ako strože postavimo razinu statističke značajnosti smanjit ćemo vjerojatnost pogreške tipa 1, a povećati vjerojatnost pogreške tipa 2. Određivanje kolika je vjerojatnost pogreške tipa 2 kompliciranije je no što izgleda, ona nije jednaka području koje nije uključeno u kritično područje (slika 10.).



Slika 10. Kritično područje testiranja hipoteza

Ukoliko onaj tko provodi istraživanje nema dobro definirane hipoteze, ostali istraživači neće moći odrediti utjecaj drugih teorija i istraživanja na dobivene rezultate. S druge strane, ukoliko su hipoteze dobro definirane istraživač je postavio dobre temelje za proučavanje ostalih alternativnih hipoteza. Osim dobro definiranih hipoteza, bitan je i njihov broj. Ukoliko

ne odredimo ukupan broj hipoteza, moguće su ozbiljne greške i odmaci od rezultata koje smo očekivali.

Statističku značajnost utvrđujemo pomoću p vrijednosti koja se zasniva na teorijskoj distribuciji, najčešće normalnoj distribuciji, a omogućuje nam da odredimo imamo li dovoljno dokaza za odbacivanje nul – hipoteze. Ukoliko je p vrijednost mala tada je mala vjerojatnost da naši podaci potvrđuju nul – hipotezu kao istinitu, stoga u tom slučaju, nul – hipotezu odbacujemo. Ukoliko je p vrijednost velika, postoji velika vjerojatnost da su naši podaci sukladni s pretpostavkama nul – hipoteze, stoga u tom slučaju nul hipotezu prihvaćamo. [Karadjole, 2007.]

Carver 1978. godine je ponudio tri definicije p vrijednosti [prema Miller, 2003.]:

- Vjerojatnost da su dobiveni rezultati slučajni. Mala p vrijednost znači da dobiveni rezultati nisu slučajni.
- Pouzdanost rezultata, odnosno vjerojatnost da dobijemo jednake rezultate ukoliko ponovimo eksperiment. Značajne razlike se smatraju pouzdanima kod ovakve interpretacije P vrijednosti.
- Vjerojatnost da je nul – hipoteza istinita.

Međutim, nijedna od ovih definicija nije se pokazala istinitom. Naime, male p vrijednosti predstavljaju čvrst dokaz da je nul – hipoteza neistinita, ali kako su neki statističari pokazali to nije uvijek slučaj.

P vrijednost najčešće iznosi 5%. Ukoliko je dobivena p vrijednost manja od 5% nul – hipotezu odbacujemo, a razlike smatramo statistički značajnima, dok za p vrijednost veću od 5% razlike smatramo statistički neznačajnima, a nul – hipotezu prihvaćamo.

5 PRISTUP VLASTITOM ISTRAŽIVANJU

U ovom radu se predstavlja istraživanje učinkovitosti sustava Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) kako bi se pokušalo odgovoriti na pitanje: "Koliko sustav Moodle utječe na poučavanje?". Odabirom metode eksperimentalnog istraživanja pokušavamo ustvrditi hoće li biti poboljšanja u postignućima studenata u odnosu na tradicionalno poučavanje u razredu.

5.1 OPIS PROVOĐENJA EKSPERIMENTA

Cilj istraživanja je ispitati je li Moodle utjecao na poučavanje studenata u određenom područnom znanju i koliki je taj utjecaj, ukoliko postoji. Prije provedbe eksperimenta izgradili smo nastavne sadržaje u sustavu Moodle vezane uz UML (*Unified Modeling Language*) dijagrame, i to: dijagram stanja (eng. Statechart diagram) i dijagram aktivnosti (eng. Activity diagram).

Za uzorak na kojem će se izvoditi eksperiment odabrana je grupa od ukupno 22 studenata treće godine preddiplomskog studija koji pohađaju kolegij Vizualno modeliranje. Njih 14 su studenti Prirodoslovno – matematičkog fakulteta, studijska grupa informatika, a preostalih 8 studenti Filozofskog fakulteta, učiteljski studij.

Prije nego se krenulo u realizaciju eksperimenta, svi studenti su pisali inicijalni test kako bismo provjerili njihovo znanje u spomenutom području. Test se sastojao od 11 pitanja (9 teorijskih i 2 zadatka), za čije rješavanje su studenti na raspolaganju imali 45 minuta. Test je ocjenjivan bodovima od 0 do 100. Na temelju dobivenih rezultata inicijalnog testa studente Prirodoslovno – matematičkog fakulteta smo podijelili na dvije grupe: eksperimentalnu i kontrolnu. Studenti Filozofskog fakulteta su tvorili drugu eksperimentalnu grupu.

Eksperimentalne grupe su za učenje i poučavanje koristile sustav Moodle, dok je kontrolna grupa sudjelovala u tradicionalnom procesu učenja i poučavanja. Svi studenti su bili uključeni u odgovarajuće oblike učenja i poučavanja po dva sata tjedno, odnosno ukupno 4 sata. U obje studijske grupe, studenti su pisali inicijalni test (u Prilogu A), jedan međutest (u Prilogu B) i

završni test (u Prilogu C), s tim da su studenti Prirodoslovno – matematičkog fakulteta ispunjavali i anketu mišljenja (u Prilogu D) o sustavu nakon učenja i poučavanja.

Eksperimentalne grupe su kroz dva tjedna u trajanju od dva školska sata imala pristup sustavu Moodle na računalima u učionici u svrhu učenja. Također su nakon tog vremena mogli pristupiti sustavu i učiti (npr. kod kuće i sl.). Nastavni sadržaji koji su se nalazili na sustavu su lekcije, popratni test i zadaća. Unutar svake lekcije nalazili su se riješeni primjeri. Studenti su test rješavali odmah nakon učenja, te su na taj način mogli utvrditi svoje znanje o prethodno spomenutim dijagramima. Zadaće su zamišljene kao zadaci dani studentima za samostalno rješavanje, uz korištenje lekcije.

Drugog tjedna provođenja eksperimenta, svi studenti su pisali međutest koji se sastojao od 7 pitanja (6 teorijskih pitanja i 1 zadatak). Taj test je također ocjenjivan bodovima od 0 – 100. Tog tjedna studenti su nastavili učenje, obrađivali su dijagram aktivnosti.

Eksperiment je zaključen provedbom završnog testa koji se sastojao od 18 pitanja (16 teorijskih pitanja i 2 zadatka). Studenti su na raspolaganju imali dva školska sata. Završnim testom željeli smo utvrditi postoji li značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe.

5.2 ANALIZA REZULTATA

Nakon završetka testiranja potrebno je analizirati podatke. Ispitat ćemo postoje li statistički značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe (Prirodoslovno – matematički fakultet) u početnim uvjetima, odnosno u rezultatima inicijalnog testa, a zatim i u rezultatima međutesta, te završnog testa. Studenti Filozofskog fakulteta su postigli značajno lošije rezultate na inicijalnom testu, pa ih ne možemo uspoređivati s rezultatima kontrolne grupe.

Prvi korak je postavljanje nul – hipoteze da u grupama nema značajnih razlika. Nul – hipotezu ispituje korštenjem nekog statističkog testa, te ju je moguće odbaciti ili prihvatiti. Prihvaćanje nul – hipoteze znači da među grupama koje se ispituju nema značajnih razlika, a odbacivanje znači da razlike postoje.

Pošto su u ovom istraživanju korišteni testovi koji su ocjenjivani bodovima od 0 do 100, koristit ćemo test za podatke iz intervala, t – test. Računanjem t – testa dobiju se vrijednost „t“

i „p“. Kao što smo ranije spomenuli, p vrijednost određuje vjerojatnost pogreške pri prihvaćanju nul – hipoteze. Što je p vrijednost manja, razlika među grupama je značajnija.

Postoje dvije vrste t – testa: nezavisni t – test (eng. independent t – test) i zavisni t – test (eng. dependent t – test). Za analizu rezultata studenata PMF – a prikladniji je nezavisni t – test jer se radi o nezavisnim grupama ispitanika. Za analizu rezultata koje su postigli studenti Filozofskog fakulteta koristit ćemo zavisni t – test. Za izračunavanje t – testa korišten je statistički računalni program IBM SPSS Statistics 20.

5.2.1 Analiza rezultata studenata Prirodoslovno – matematičkog fakulteta

Nul – hipoteza za rezultate inicijalnog testa H1: *Nema značajnih razlika između 1. eksperimentalne grupe i kontrolne grupe u rezultatima inicijalnog testa.* Rezultati u Tablici 1. pokazuju da je $p > 0.05$, pa prihvaćamo nul – hipotezu i zaključujemo da nema statistički značajnih razlika između kontrolne i 1. eksperimentalne grupe u rezultatima inicijalnog testa.

	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
1. Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = - 0.236 p = 0.818	NE

Tablica 1. Rezultati t- testa za inicijalni test

Nul – hipoteza za rezultate međutesta testa H2: *Nema značajnih razlika između 1. eksperimentalne grupe i kontrolne grupe u rezultatima međutesta.* Rezultati u Tablici 2. pokazuju da je $p > 0.05$, pa prihvaćamo nul – hipotezu i zaključujemo da nema statistički značajnih razlika između kontrolne i 1. eksperimentalne grupe u rezultatima međutesta.

	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
1. Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = 0.170 p = 0.868	NE

Tablica 2. Rezultati t- testa za međutest

Nul – hipoteza za rezultate međutesta testa H3: *Nema značajnih razlika između 1. eksperimentalne grupe i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa.* Rezultati u Tablici 3. pokazuju da je $p > 0.05$, pa prihvaćamo nul – hipotezu i zaključujemo da nema statistički značajnih razlika između kontrolne i 1. eksperimentalne grupe u rezultatima završnog testa.

	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
1. Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = 0.673 p = 0.514	NE

Tablica 3. Rezultati t- testa za završni test

Dakle, prema rezultatima t –testa možemo zaključiti da tretman 1. eksperimentalne grupe, odnosno učenje na sustavu Moodle, nije imao značajnog utjecaja na njihov uspjeh.

5.2.2 Analiza rezultata studenata Filozofskog fakulteta

Kod studenata Filozofskog fakulteta uspoređivali smo rezultate koje su studenti postigli na inicijalnom testu i međutestu, odnosno na inicijalnom testu i završnom testu.

Nul – hipoteza za rezultate inicijalnog testa i međutesta H4: *Nema značajnih razlika u rezultatima 2. eksperimentalne grupe prije i nakon tretmana.* Rezultati u Tablici 4. pokazuju da je $p < 0.05$, pa odbacujemo nul – hipotezu i zaključujemo da postoje statistički značajne razlike.

	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Inicijalni test vs. Završni test	t = 4.502 p = 0.003	DA

Tablica 4. Rezultati t – testa inicijalni test vs. međutest

Nul – hipoteza za rezultate inicijalnog i završnog testa H5: *Nema značajnih razlika u rezultatima 2. eksperimentalne grupe prije i nakon tretmana.* Rezultati u Tablici 5. pokazuju da je $p < 0.05$, pa odbacujemo nul – hipotezu i zaključujemo da postoje statistički značajne razlike.

	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Inicijalni test vs. Završni test	t = 7.572 p = 0.000	DA

Tablica 5. Rezultati t – testa inicijalni vs. završni test

U ovom slučaju, tretman, odnosno učenje na sustavu Moodle, je imao značajan utjecaj na uspjeh studenata.

5.2.3 Veličina učinka

Veličina učinka je općenita mjera veličine utjecaja nekog novog načina poučavanja na eksperimentalnoj grupi, u odnosu na kontrolnu koja je poučavana na tradicionalan način. Računa se formulom [Krpan, 2005.]:

$$ES = \frac{AS_E - AS_K}{SD_K}$$

AS_E – aritmetička sredina postignuća eksperimentalne grupe

AS_K – aritmetička sredina postignuća kontrolne grupe

SD_K – standardna devijacija kontrolne grupe

Postignuće (eng. gain) se računa na način da se od rezultata koji su studenti postigli na završnom testu oduzmu rezultati inicijalnog testa. Vrijednosti standardnih devijacija i aritmetičkih sredina koriste se za izračunavanje veličine učinka. Standardna devijacija je pojam koji označava prosječno odstupanje od prosjeka, a označava se grčkim slovom σ (sigma) ili SD.

U tablici 6. prikazane su vrijednosti standardnih devijacija i aritmetičkih sredina za inicijalni i završni test, te postignuće.

Grupa	Inicijalni test	Završni test	Postignuće
1. Eksperimentalna	AS = 63.00	AS = 74.88	AS = 11.88
	SD = 14.41	SD = 12.14	SD = 17.27
Kontrolna	AS = 64.67	AS = 70.83	AS = 6.16
	SD = 12.01	SD = 10.28	SD = 15.87

Tablica 6. Aritmetičke sredine i standardne devijacije

Izračunali smo veličinu učinka (ES) 1. eksperimentalne grupe u odnosu na kontrolnu korištenjem prethodno spomenute formule:

$$ES = \frac{11.88 - 6.16}{15.87} = 0.36$$

Dakle, veličina učinka sustava Moodle koja je dobivena istraživanjem je 0.36. Pozitivna veličina učinka znači da je eksperimentalna grupa bolja od kontrolne grupe. Veličina učinka manja od 0.2 smatra se malom veličinom, veličina učinka jednaka 0.5 je srednja, a veličine učinka veće ili jednake 0.8 su velike veličine učinka. [Krpan, 2005.]

5.3 KOMENTAR REZULTATA

Istraživanje u kojem su sudjelovali studenti Prirodoslovno – matematičkog fakulteta pokazuje pozitivnu veličinu učinka od 0.36 standardnih devijacija. To je manje od očekivanog, a nezavisni t – test je pokazao da nema statistički značajnih razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe nakon učenja na sustavu Moodle. Prema tome, iako je veličina učinka pozitivna i u korist eksperimentalne grupe, t – test pokazuje da je razlika mogla nastati i slučajno.

Studenti Filozofskog fakulteta, kao što su pokazali njihovi rezultati inicijalnog testa, posjeduju manje predznanja od studenata Prirodoslovno – matematičkog fakulteta. Dakle, kontrolna grupa i 2. eksperimentalna grupa nisu ekvivalentne. Stoga rezultate studenata Filozofskog fakulteta nismo mogli usporediti s rezultatima kontrolne grupe. Umjesto toga mjerili smo njihova postignuća na međutestu i završnom testu. T – test je pokazao da postoje statistički značajne razlike u rezultatima, što znači da je učenje na sustavu Moodle bilo uspješno.

Motiviranost studenata za sudjelovanjem u istraživanju mogla bi biti jedan od razloga slabijih rezultata. Pošto se u našem istraživanju radi o malom uzorku, njihova motiviranost može imati veći utjecaj na rezultate. Primijetili smo da je studentima koji su učili na Moodle – u trebalo više vremena za učenje i obavljanje samostalnih zadataka nego studentima kontrolne grupe. To je jedan od mogućih razloga zbog kojeg su studenti odustajali od ovakvog načina poučavanja.

6 ZAKLJUČAK

Sustavi e – učenja imaju široku primjenu u okruženjima učenja i poučavanja. Poboljšavaju prilike učenja na način da se prilagođavaju učeniku, tj. omogućuju im individualizirani pristup unutar okruženja učenja i poučavanja. Vrednovanje ovakvih sustava, koji služe u obrazovne svrhe, postaje sve važnije. Vrednovanje možemo koristiti kao alat za daljnje istraživanje razvoja sustava e – učenja na način da dobivamo prijedloge za poboljšanja koja se odnose na arhitekturu i ponašanje sustava.

Svako novo istraživanje doprinosi općenitoj ocjeni učinkovitosti sustava e – učenja. Proveli smo istraživanje o učinkovitosti sustava Moodle, grupu od ukupno 22 studenta smo podijelili na tri grupe: dvije eksperimentalne i jednu kontrolnu koju smo poučavali na tradicionalan način. Studente smo testirali prije početka same nastave kako bismo uvidjeli postoji li razlika u njihovom predznanju. Pokazalo se da su studenti Prirodoslovno – matematičkog fakulteta znatno bolji od studenata Filozofskog fakulteta, stoga njihove rezultate nismo mogli uspoređivati. Istraživanje smo zaključili provedbom završnog testa kako bismo ocijenili napredak studenata nakon učenja.

Za studente Prirodoslovno – matematičkog fakulteta dobivena je veličina učinka od 0.36, a pozitivna veličina učinka znači da je eksperimentalna grupa bolja od kontrolne grupe. Što se tiče rezultata studenata s Filozofskog fakulteta, očit je napredak u odnosu na njihovo predznanje. Naime, t – test je pokazao da postoje značajne razlike u rezultatima inicijalnog i završnog testa. Usprkos tome, dobiveni rezultati nisu onakvi kakvim smo ih očekivali. Razlog slabijih rezultata bi mogla biti motiviranost studenata za sudjelovanjem u istraživanju.

Daljnja istraživanja bi trebala biti usmjerena prema povećanju učinkovitosti sustava Moodle. Poželjno je da se ovakav tip eksperimenta ponovi, ali s većim brojem uključenih studenata kako bismo njihove rezultate mogli usporediti s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Sustavi e – učenja ne mogu u potpunosti zamijeniti „živog“ nastavnika, ali mu mogu olakšati rad i omogućiti mu da ima više vremena za razgovor s učenicima, razglabanje o određenim problemima, te da češće provjerava znanje učenika što je u tradicionalnom poučavanju gotovo nemoguće zbog nedostatka vremena. U današnje vrijeme nastavnici zbog sve većeg obujma gradiva, za koje je predviđen određen broj nastavnih sati, nemaju vremena za ponavljanje, kao i za raspravu sa učenicima o mogućim nejasnoćama. Zbog takvih ograničenja učenici mogu

ostvariti lošije rezultate na ispitima, nego što mi kao nastavnici očekujemo. Iz tog razloga smatramo da bi bilo najbolje kombinirati ta dva načina poučavanja, odnosno pomoći nastavnicima da kvalitetnije organiziraju nastavu u kojoj bi više pažnje mogli obratiti pojedinačnim potrebama učenika.

7 LITERATURA

1. [Alkin, 2004.]

Alkin, M. C.: „Evaluation Roots: Tracing Theorists' Views and Influences“, 2004.

2. [Banovac, 2008.]

Banovac, M.: „Vrednovanje inteligentnih tutorskih sustava“, diplomski rad, Fakultet prirodoslovno – matematičkih znanosti, Sveučilište u Splitu, 2008.

3. [Bosnić, 2006.]

Bosnić, I.: „Moodle“, priručnik za seminar, Hrvatska udruga za otvorene sustave i Internet, 2006.

4. [Garson, 2006.]

Garson, G. D.: „Research design“, 2006.

5. [Grubišić, 2005.]

Grubišić, A.: „Vrednovanje učinka inteligentnih tutorskih sustava e – učenja“, magistarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2005.

6. [Inoue, 2001.]

Inoue, Y.: „Methodological issues in the evaluation of intelligent tutoring system“, 2001.

7. [Karadjole, 2007.]

Karadjole, I.: „Statistička značajnost i provjere hipoteza“, materijali s predavanja, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2007.

8. [Krpan, 2005.]

Krpan, D.: „Metodologija vrednovanja znanja“, diplomski rad, Fakultet prirodoslovno – matematičkih znanosti, Sveučilište u Splitu, 2005.

9. [Miller, 2003.]

Miller, J.: „Statistical significance testing – a panacea for software technology experiments“, 2003.

10. [Shute, Regian, 1993.]

Shute, V. J. i Regian, J. W.: „Principles for evaluating intelligent tutoring systems“, 1993.

11. [Siemer, Angelides, 1998.]

Siemer, J. i Angelides, M.: „ A comprehensive method for evaluating of complete intelligent tutoring system“, 1998.

12. [Stankov, 2009.]

Stankov, S.: „E – učenje“, 2009.

13. [Stankov, 2010.]

Stankov, S.: „Inteligentni tutorski sustavi“, 2010.

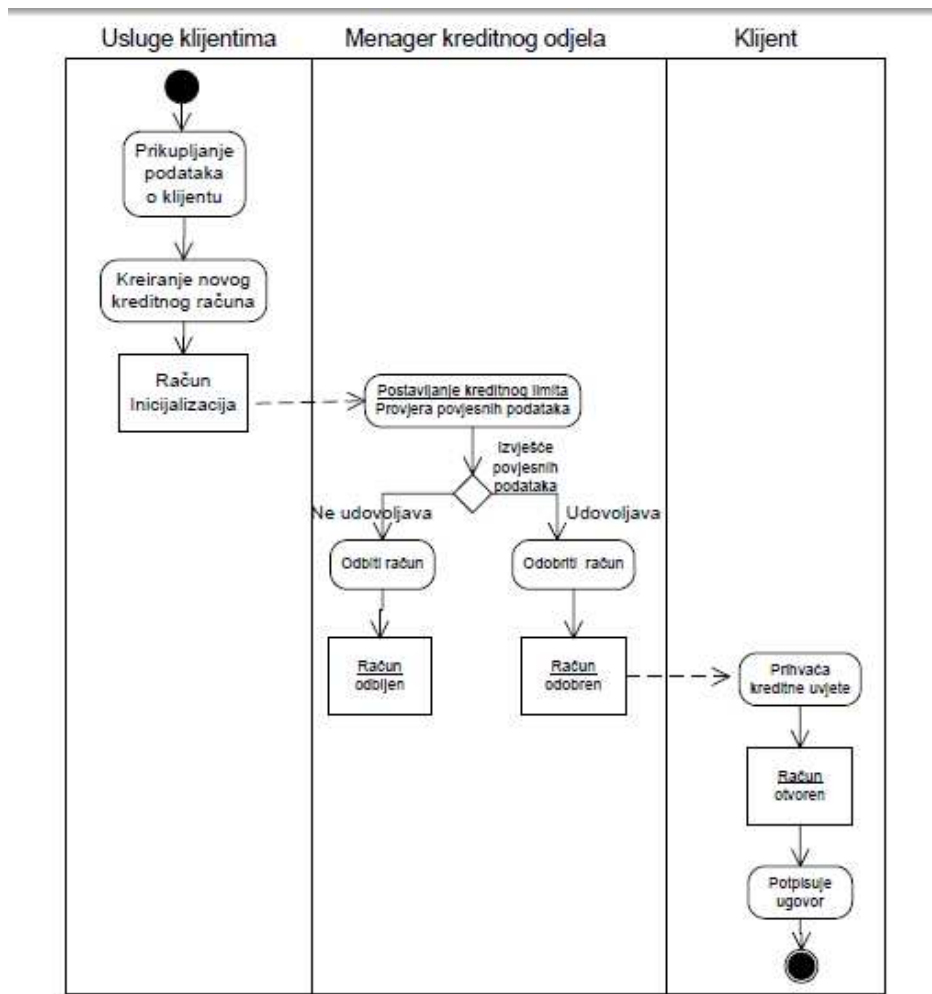
8 PRILOZI

- Prilog A – Inicijalni test
- Prilog B – Među test
- Prilog C – Završni test
- Prilog D – Anketa o mišljenju

8.1 Prilog A – Inicijalni test

Ime i prezime: _____ Studijska grupa: _____

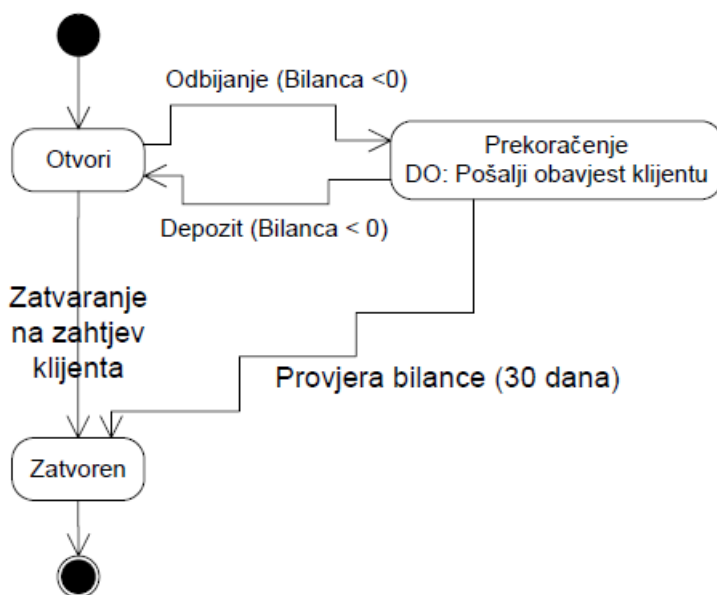
1. Svojim riječima opiši pojam stanje.
2. Svojim riječima opiši pojam aktivnost.
3. Mogu li se aktivnosti događati paralelno?
DA NE
4. Može li objekt istovremeno biti u više stanja?
DA NE
5. Treba li dijagram stanja imati sudionika?
DA NE
6. Treba li dijagram aktivnosti imati sudionika?
DA NE
7. Ono što uzrokuje promjenu stanja je:
 - a) aktivnost
 - b) događaj
 - c) akcija
8. Oznaka za definiranje podstanja je:
 - a) exit
 - b) include
 - c) do
9. Početno stanje je:
 - a) promjena iz jednog stanja u drugo
 - b) stanje kojim započinje niz stanja
 - c) stanje koje izvršava aktivnost
10. Opiši sljedeći dijagram aktivnosti. Naznači početno i završno stanje.
Navedi koja su:
 - a) stanja aktivnosti
 - b) uvjeti



11. Opiši sljedeći dijagram stanja. Naznači početno i završno stanje.

Navedi koja su:

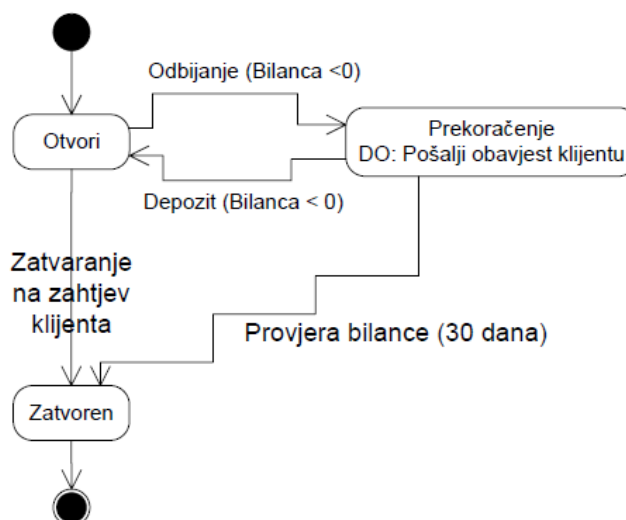
- a) stanja
- b) uvjeti



8.2 Prilog B – Medutest

Ime i prezime: _____ Studijska grupa: _____

1. Svojim riječima opiši pojam stanje.
2. Može li objekt istovremeno biti u više stanja?
DA NE
3. Treba li dijagram stanja imati sudionika?
DA NE
4. Ono što uzrokuje promjenu stanja je:
 - a) aktivnost
 - b) događaj
 - c) akcija
5. Oznaka za definiranje podstanja je:
 - a) exit
 - b) include
 - c) do
6. Početno stanje je:
 - a) promjena iz jednog stanja u drugo
 - b) stanje kojim započinje niz stanja
 - c) stanje koje izvršava aktivnost
7. Na sljedećem dijagramu stanja označi početno i završno stanje, te navedi koja su:
 - a) stanja
 - b) događaji



8.3 Prilog C – Završni test

Ime i prezime: _____ **Studijska grupa:** _____

1. Što prikazuje dijagram stanja?
2. Kojem pogledu pripada dijagram stanja?
3. Što je stanje i koja je oznaka za stanje u dijagramu stanja?
4. Osnovni elementi dijagrama stanja su:
 - a) Događaji, akcije i prijelazi
 - b) Događaji, prijelazi i stanja
 - c) Stanja, akcije i aktivnosti
5. Koje su oznake za početno i završno stanje?
6. Koja je veza između klase i dijagrama stanja?
 - a) Dijagram stanja prikazuje stanja objekta neke klase
 - b) Dijagram stanja prikazuje stanja neke klase
 - c) Dijagram stanja je proširenje dijagrama klasa
7. Koja je oznaka za podstanje?
 - a) Do
 - b) Include
 - c) Extend
8. Što je kompozitno stanje?
9. Dijagram aktivnosti:
 - a) Prikazuje dinamičku prirodu sustava
 - b) Opisuje procese u koje je uključeno više od jednog objekta
 - c) Je vizualni prikaz toka događaja
10. Kojem pogledu pripada dijagram aktivnosti?
11. Što je prijelaz?

12. Koja je oznaka za složeni prijelaz?

13. Koja je oznaka za odluku?

14. Plivačka staza:

- a) Označava stanja neke uloge
- b) Označava akcije neke uloge
- c) Označava aktivnosti neke uloge

15. Treba li dijagram stanja imati sudionika?

DA NE

16. Treba li dijagram aktivnosti imati sudionika?

DA NE

17. Napravi dijagram stanja za polaganje ispita.

Ispit treba prijaviti, a sam ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela. Uvjet za izaći na usmeni ispit je položen pismeni dio ispita. Ukoliko student ne položi pismeni dio ispita iz 4 pokušaja, ispit nije položen. Student ima pravo izaći na usmeni dio samo jednom.

18. U procesu sudjeluju komercijalist, skladištar i službenik nabave u trgovini namještajem.

Opis procesa:

Komercijalist (Odjel prodaje):

„Ja dočekujem kupce koji dolaze u trgovinu i pomažem im pri odabiru namještaja. Nakon što kupac odabere namještaj i donese odluku o kupovini, unosim podatke o kupcu. Ako je došlo do promjene, obavljam korekciju podataka o postojećem kupcu, ili unosim nove podatke, ukoliko se radi o potpuno novom kupcu. Provjeravam stanje robe na skladištu, a zatim informiram kupca o uvjetima isporuke (cijena artikla i planirano vrijeme isporuke). Ako se ne slaže s uvjetima isporuke, kupac odustaje od realizacije kupovine. Ukoliko se kupac slaže s uvjetima isporuke, izrađujem narudžbu. Nakon toga, dok ja ispisujem fakturu, kupac plaća. Izrađujem nalog skladištu za izdavanje robe. Ako robe nema na skladištu, šaljem obavijest službeniku nabave o potrebi naručivanja robe od dobavljača. Obavještavam kupca o terminu preuzimanja robe: odmah, ili po pozivu nakon što roba bude nabavljena. Šaljem nalog skladištu za izdavanje robe.

Službenik nabave (Odjel nabave):

„Kada primim obavijest od komercijaliste o potrebi za nabavom robe, naručujem namještaj od dobavljača. Kada zaprimim obavijest od skladištara da je namještaj zaprimljen na skladište, o tome obavještavam komercijalista, a on onda javlja kupcu da može preuzeti robu.“

Skladištar (Skladište):

„Kada dobijem nalog od komercijaliste, pronalazim namještaj u skladištu i pripremam ga za transport. Osim toga, zaprimam naručeni namještaj. Nakon što zaprimim namještaj, skladištim ga, te ažuriram podatke o stanju namještaja na skladištu i o primitku obavještavam službenika nabave.“

8.4 Prilog D – Anketa o mišljenju

1. Rad na Moodle –u mi se:

Svidio 1 2 3 4 5 Nije svidio

2. Što biste promijenili u samom izgledu kolegija Vizualno modeliranje na Moodle – u?

3. Testiranje nakon pročitane lekcije mi se:

Nije svidjelo 1 2 3 4 5 Svidjelo

4. Provjera znanja na zadacima mi se:

Svidjela 1 2 3 4 5 Nije svidjela

5. Koji od dva načina učenja ti više odgovara i zašto?

6. Namjeravate li primjenjivati jedan od sustava e – učenja u svom radu u školi?

DA

NE