

PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Marin Musulin

**VREDNOVANJE SUSTAVA E-UČENJA  
METODOM EKSPERIMENTA**

DIPLOMSKI RAD

Split, srpanj 2011.

PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U SPLITU  
ODJEL ZA INFORMATIKU

**VREDNOVANJE SUSTAVA E-UČENJA  
METODOM EKSPERIMENTA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: INFORMATIKA

Student:

Marin Musulin

Mentor:

prof. dr. sc. Slavomir Stankov

Neposredni voditelj:

mr. sc. Ani Grubišić

Split, srpanj 2011.

## **Zahvala**

*Zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Slavomiru Stankovu, kao i profesorici mr. sc. Ani Grubišić na savjetima, uloženom trudu i pomoći koju su mi pružili pri izradi ovog rada.*

*Hvala i ostalim profesorima i prijateljima na ukazanoj podršci.*

*Najveće hvala mojoj obitelji na razumijevanju i podršci tijekom cijelog studija.*

## Sadržaj

1	UVOD .....	3
2	POUČAVANJE UZ POMOĆ SUSTAVA E – UČENJA .....	5
2.1	Sustavi za upravljanje učenjem .....	6
2.1.1	Sustav za upravljanje sadržajem učenja .....	7
2.1.2	Primjena sustava za upravljanje učenjem u nastavi .....	8
2.2	Sustav Moodle .....	9
2.2.1	Upoznavanje Moodle sustava .....	10
2.2.2	Mogućnosti i popularnost Moodle sustava .....	11
3	VREDNOVANJE UČINKA SUSTAVA E – UČENJA .....	14
3.1	Statistički instrumenti i njihova primjena .....	14
3.1.1	Osnovni pojmovi .....	15
3.1.1.1	Mjere centralne tendencije ili srednje vrijednosti .....	15
3.1.1.2	Mjere varijabilnosti ili disperzije .....	15
3.1.1.3	Statistička značajnost .....	16
3.1.2	T – test .....	17
3.1.3	Izjednačavanje grupa .....	18
3.1.4	Veličina učinka .....	20
3.1.4.1	Vrste veličina učinka .....	20
3.1.5	Metričke karakteristike testova .....	21
3.2	Metode vrednovanja sustava e – učenja .....	27
3.2.1	Pregled metoda vrednovanja .....	28
3.2.2	Klasifikacija metoda vrednovanja .....	30
3.2.3	Vrednovanje na osnovi kriterija .....	32
3.2.4	Eksplozivitet kao metoda vrednovanja .....	32
3.2.4.1	Zavisna i nezavisna varijabla .....	32
3.2.4.2	Vrste pogrešaka .....	34
3.2.5	Meta - analiza .....	35
3.3	Pregled dosadašnjih istraživanja .....	36
3.3.1	Američka istraživanja .....	37
3.3.2	Britanska istraživanja .....	38

---

3.3.3	Daljnja istraživanja .....	40
4	PRISTUP VLASTITOM ISTRŽIVANJU .....	41
4.1	Opis provođenja eksperimenta .....	41
4.2	Analiza dobivenih rezultata.....	44
4.2.1	Rezultati t - testa .....	44
4.2.2	Veličina učinka .....	46
4.2.3	Metričke karakteristike testova.....	47
4.2.3.1	Interpretacija rezultata metričkih karakteristika testova.....	52
4.3	Interpretacija dobivenih rezultata.....	54
5	ZAKLJUČAK .....	56
6	LITERATURA .....	58
7	PRILOZI .....	62
	Prilog A – Struktura predavanja .....	63
	Prilog B – Inicijalni test .....	64
	Prilog C – Završni test .....	67
	Prilog D – Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe .....	70
	Prilog E – Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe.....	71
	Prilog Fa-Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe na parnim i neparnim zadacima	72
	Prilog Fb - Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe na parnim i neparnim zadacima .....	73

## 1 UVOD

U zadnje vrijeme se sve više susrećemo s pojmom e – učenje. E - učenje je nova paradigma učenja uz pomoć različitih uređaja koji se temelje na elektronskoj tehnologiji [Stankov, 2010], a odnosi se na dostavljanje sadržaja učenja 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 sl. U ovom radu ćemo se orijentirati na samo jedan aspekt e – učenja, a to je putem interneta tj. konkretno poučavanje uz pomoć sustava za upravljanje učenjem (LMS).

Sustavi e-učenja zamišljeni su kao osobni učitelji za svakog učenika, a poučavanje podupire računalna tehnologija. Iako takvi sustavi još nisu dostigli učinkovitost individualnog tutorskog poučavanja, stručnjaci s tog područja se slažu da suvremeno doba obećava značajno povećanje njihove učinkovitosti. Informacijska i komunikacijska tehnologija je postala sve prisutna i lako dostupna, svakodnevno se sve više škola oprema kvalitetnom računalnom opremom, a internetu se može pristupiti s bilo kojeg mjesta čime su zadovoljene pretpostavke za uspješno provođenje e-učenja. Isto se tako i programska podrška unaprjeđuje velikom brzinom, pa se dizajniraju sve bolji i učinkovitiji sustavi koji sve kvalitetnije podupiru taj proces.

Prema [Cotton, 1991] učenici vole raditi s računalima zato što su računala beskonačno strpljiva, ne umaraju se i ne ljute, dozvoljavaju učenicima privatnost pri radu, ne zaboravljaju pohvaliti ni ispraviti, poučavaju na individualiziran način, omogućuju isprobavanje različitih opcija, mnogo su objektivnija od učitelja, poučavaju u malim koracima itd. Potaknuti dobrim rezultatima tih istraživanja odlučili smo ispitati i Moodle sustav.

Svrha ovog rada je prikazati razliku između tradicionalnog načina poučavanja i poučavanja uz pomoć LMS sustava (Moodle) [Dougiamas, 2011]. Da bi dobili konkretne rezultate i pokazali koji način će se pokazati boljim, proveli smo eksperiment sa studentima prve godine Prirodoslovno – matematičkog fakulteta.

Kod oblikovanja eksperimenta treba voditi računa o ciljevima, odabiru sudionika, definiranju ekvivalentnih eksperimentalnih i kontrolnih grupa, postavljanju hipoteza, provođenju adekvatne analize podataka te na kraju pravilne interpretacije. Osnovni cilj eksperimenta jest utvrditi da li postoji, koliki je i kakav je utjecaj određene nezavisne varijable na određenu zavisnu varijablu.

U drugom poglavlju opisujemo sustave za upravljanje učenjem (LMS), a posebice sustav Moodle. Tko su sve korisnici sustava i koje su njihove mogućnosti (prava). U prvom dijelu trećeg poglavlja objašnjeni su neki od osnovnih statističkih pojmova kao što su mjere centralne tendencije ili srednje vrijednosti, mjere varijabilnosti ili disperzije, statistička značajnost, t-test, izjednačavanje grupa, veličina učinka i metričke karakteristike testova. U drugom dijelu ovog poglavlja objašnjavaju se različiti pristupi vrednovanju sustava e-učenja, daje se pregled

klasifikacija metoda vrednovanja, kao i karakteristike tih metoda, te se posebno objašnjavaju eksperiment kao metoda vrednovanja i meta-analiza. U trećem dijelu trećeg poglavlja dat je pregled dosadašnjih istraživanja na području sustava za upravljanje učenjem. Provedeno istraživanje je detaljno opisano u četvrtom poglavlju, uključujući i rezultate t-testa, veličine učinka te metričkih karakteristika testova.

## 2 POUČAVANJE UZ POMOĆ SUSTAVA E – UČENJA

Kompleksna programska podrška koja čini osnovu LMS-a upravlja svim elementima nastave (Lebrun, 2007. prema [Knight, Yorke, 2004]). Razvoj računala i informacijsko-komunikacijske tehnologije omogućilo je učenje bez geografskog ograničenja, popularno zvano e-učenje (eng. *e-learning*) [Fallon, Brown, 2003].

E-učenje je složenije od običnog učenja jer je potrebno ostvariti komunikaciju sa stvarnim svijetom (Slika 2-1). Interakcija se postiže na način da se korisniku omogućuje korištenje svih potrebnih informacija, te omoguće povratne informacije između korisnika i mentora [Fallon, Brown, 2003].



Slika 2-1 Odnos sustava e-učenja i stvarnog svijeta [Fallon, Brown, 2003]

Jedan od primjera prenošenja sustava e-učenja u stvarni svijet je mogućnost provjere znanja i ocjenjivanja koji zadovoljava potrebe i učitelja i učenika.

E-učenje danas sve češće susrećemo u praktičnoj primjeni. No unatoč velikoj primjeni i prednostima, također postoje i nedostaci ovakvog oblika učenja [ISU, 2011].

Prednosti:

- E-učenje omogućava korisnicima kvalitetno sudjelovanje u nastavi i kada to pitanje udaljenosti, rasporeda i sličnih okolnosti praktički čine nemogućim. Široka dostupnost omogućava istovremeno sudjelovanje velikog broja korisnika.
- U potpunosti modernizirana „e-učionica“ otvorena je 24 sata dnevno, što omogućava najefikasnije moguće iskorištavanje vremena. Korisnici sami biraju kada će i kako pristupiti e-učenju budući da imaju stalan pristup materijalima i nastavi koju polaze.
- E-učenje putem interneta omogućava posebno dinamičnu interakciju između instruktora i polaznika, kao i samih polaznika međusobno. Svaki pojedinac doprinosi nastavi pokretanjem, odnosno sudjelovanjem u raspravama koje se tiču dotične teme.

Nedostaci:

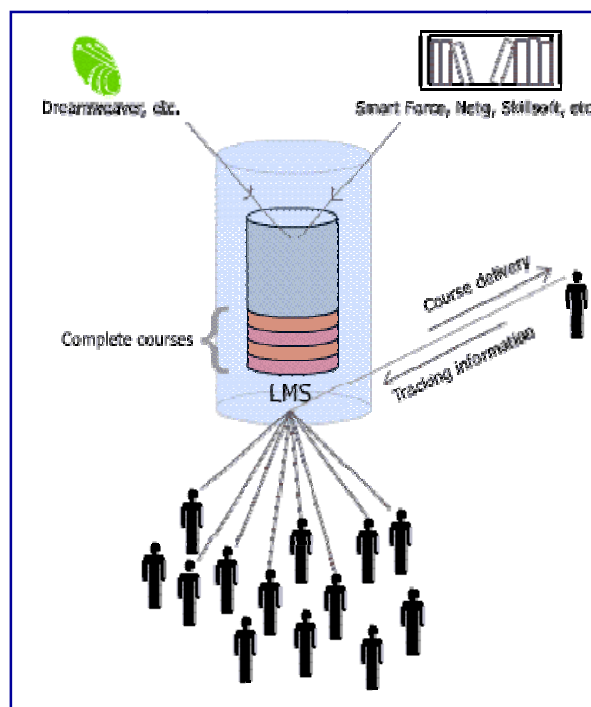
- E-učenje zahtijeva od korisnika određena znanja i vještine kako bi se mogli njime koristiti. Bez određene računalne pismenosti, gradivo integrirano u sklopu elektroničkog sustava učenja postaje potpuno beskorisno.



- Za provođenje e-nastave bitno je i da svaki od korisnika ima za to određenu opremu, no ni najkvalitetnija oprema nije stopostotno pouzdana. Čak ni kada mogući tehnički problemi ne dovedu do prekida u izvođenju e-nastave, svakako će doprinijeti padu koncentracije korisnika, a samim time i padu kvalitete samog procesa učenja.
- Omogućavanjem samostalnijeg određivanja načina i vremena učenja, e-učenje svojim učenicima donosi i veću odgovornost. U određenim oblicima e-učenja, učenici se tako sami moraju motivirati, individualno procjenjivati potrebu za učenjem, što može dovesti do upitnih rezultata i objektivno slabog napretka u procesu učenja.

## 2.1 Sustavi za upravljanje učenjem

Sustav za upravljanje učenjem (eng. *Learning management system* - LMS) [Stankov, 2010] 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.



Slika 2-2 Sustavi za upravljanje učenjem (Nichani, 2001, prema [Stankov, 2010])

LMS sustav koristi se za praćenje tijekom e-učenja dijeljenjem nastavnog sadržaja u virtualnom okruženju i uključuje:

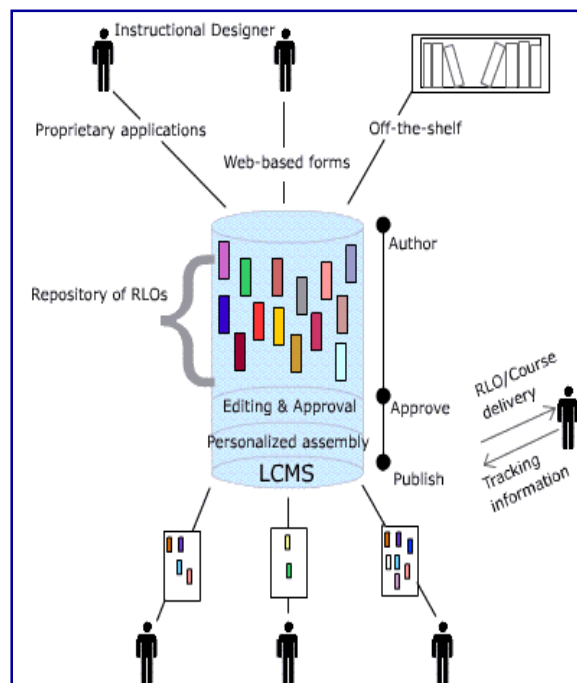
- upravljanje korisnicima,
- upravljanje ulogama,
- upravljanje mentorima,
- kreiranje objekata učenja,

- upravljanje objektima učenja,
- generiranje izvješća,
- testiranje i ocjenjivanje,
- razmjenu informacija na virtualnim oglasnim pločama,
- diskusijske grupe,
- najave događaja.

Broj raznolikih LMS rješenja svakim danom sve više raste. Na tržištu danas postoji mnoštvo sustava za upravljanje učenjem, dio njih su komercijalni (npr. vodeći među komercijalnim sustavima je WebCT, zatim BlackBoard, IntraLearn...), a dio čine besplatni softveri dostupni na internetu (npr. Moodle, Claroline, Ilias...).

### 2.1.1 Sustav za upravljanje sadržajem učenja

Sustav za upravljanje sadržajem učenja (eng. *Learnig 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. Struktura LCMS sustava se može promatrati i kao nadgradnja 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*) (Nichani, 2001, prema [Stankov, 2010]).



Slika 2-3 Sustav za upravljanje sadržajem učenja (Nichani, 2001, prema [Stankov, 2010])

Fokus LMS sustava je praćenje i upravljanje učenicima, te praćenje njihovog napretka po svim vrstama aktivnosti. Osnovni 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 posjeduje mogućnost upravljanja sadržajem tako da se polako gubi razlika između ova dva sustava upravljanja učenjem.

### 2.1.2 Primjena sustava za upravljanje učenjem u nastavi

Nastava podržana sustavom za upravljanje učenjem treba sadržavati sve didaktičke komponente nastavnog procesa. Takva nastava bi trebala omogućiti svrsishodno učenje bilo koje nastavne cjeline.

Tehnologija se rapidno razvija, tako da stupanj razvoja na kojem je ona danas, nudi mogućnosti za unaprjeđivanje predmetne nastave. Računalna i informacijsko-komunikacijska tehnologija pospješuje interaktivnost u nastavi, a obrazovni proces čini raznolikijim i dinamičnijim. Tako upotreba računala u nastavi može služiti u svrhu prezentiranja tekstualnog sadržaja, slike, zvučnih materijala, obradu podataka, računanje i prikaz pomoću grafikona (u programima koji su za to predviđeni, npr. MS Excel). Danas je dosta zastupljena primjena interaktivnih animacija za simuliranje problemskih situacija, koje omogućuju učenicima da sami istražuju i vide promjene u sustavu, izazvane mijenjanjem parametara koji opisuju taj sustav. Dodatna je i mogućnost izvođenja eksperimenata u kojima mjerenje obavlja računalo, a učenici interpretiraju rezultate i na osnovu njih donose zaključke.

Veliku količinu informacija, njihovu dostupnost i razmjenu pruža internet. Na taj se način obogaćuje iskustvo učenika, na osnovu kojega će konstruirati svoje modele. Komunikacija učenika s nastavnikom, a i učenika međusobno kroz ovakav sustav, ostvaruje se putem foruma, časkanja (eng. *chat*) i elektroničke pošte (eng. *e-mail*). Suradnja je u tom sustavu ostvarena putem računala. Pristupajući nastavi kao problemski orijentiranoj, uzimajući u obzir zahtjeve koje postavlja takva nastava, neophodno je stvoriti uvjete i za direktnu suradnju. Definiranje obrazovnih ciljeva bitno je za svaku nastavu. U težnji da se ti ciljevi dostignu, određuju se prikladne metode i postupci koji se koriste za svladavanje gradiva. Stoga nije dovoljno nastavni materijal samo učiniti dostupnim, već koristiti adekvatne metode koje će motivirati učenike i omogućiti stjecanje znanja i vještina. Ovaj sustav zbog svojih tehničkih karakteristika omogućuje različite individualne i grupne pristupe i radove, pa treba oblikovati nastavni materijal i odabrati prikladne nastavne metode kako bi se to moglo što više iskoristiti. Ponuda raznovrsnih zadataka koji zahtijevaju angažiranje učenika, poticat će i razvijati njihovu kreativnost i produktivnost.

Veliku prednost koju pruža ovaj sustav, mogućnost je praćenja rada učenika. Nastavnik tim putem dobiva uvid u angažiranost, motiviranost, želje i potrebe svojih učenika. Ocjenjivanje znanja, vještina i sposobnosti učenika, riješeno je kroz mogućnost izrade različitih zadataka, vježbi i testova, te pouzdanog mjerenja i analize učinaka kao pojedinaca.

Možemo zaključiti da bi takav sustav učenja uvelike obogatio nastavu, unoseći u nju raznolikost koja bi pozitivno djelovala na motiviranost učenika. Primjenu tog sustava učenja u nastavi treba iskoristiti kao dodatnu mogućnost za obrazovanje. Upotrebom takvog sustava razvija se i informatička pismenost, koja je danas uz vještinu rukovanja tehnologijom, preduvjet za daljnji napredak svakog pojedinca.

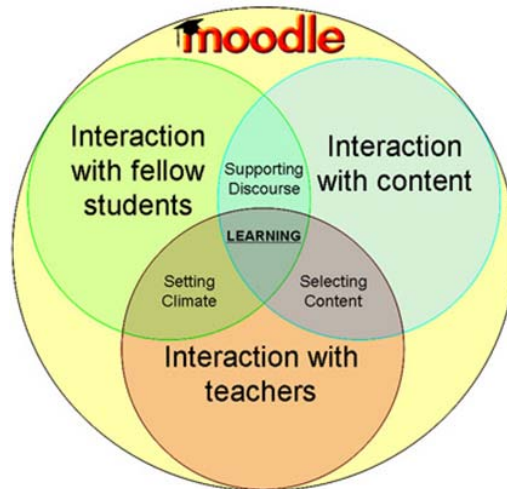
Definiranje obrazovnih uvjeta potrebnih za ostvarenje učenja putem LMS-a, predstavlja ograničenje njegove upotrebe u našem školstvu. Dovoljno je spomenuti činjenicu da u većini škola postoji samo jedna računalna učionica, koja raspolaže s manje računala nego što najmanji razred ima učenika. To nastavnike ne bi smjelo spriječiti da koriste prednosti tog oblika obrazovanja, potičući učenike na učenje izvan školskih ustanova, gdje god će im biti moguć pristup računalu i internetu, gdje će sami određivati tempo i kontrolirati svoj rad, pružajući im tako mogućnost obrazovanja na daljinu.

## 2.2 Sustav Moodle

U ovom dijelu približiti ćemo Moodle sustav koji smo koristili za provedbu eksperimentalnog dijela ovog rada. Pri opisu korištena su u najvećoj mjeri sljedeća dva literaturna izvora: [Bosnić, 2006] i [Stanford, 2008], te se na njih neće više u tekstu posebno referencirati.

Samo značenje riječi Moodle ima dvostruko značenje. Prvo, dolazi od engleskog izraza: *Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment*, što u prijevodu znači: *Modularno objektno-orijentirano dinamičko okruženje za učenje i poučavanje*. To je također i glagol koji na engleskom opisuje „kreativno lutanje misli“. Taj glagol najbolje opisuje način nastanka i razvoja samog Moodle sustava, kao i način na koji studenti i predavači mogu pristupiti obrazovnom procesu pri učenju na daljinu. Osoba koja koristi Moodle jest Moodler (prilagođenije hrvatskom informatičkom slengu – Mudlaš).

Sustav Moodle je fleksibilno i brzo besplatno (eng. *open source*) programsko rješenje koje ima podršku za dvije baze: MySQL i PostgreSQL, te za velik broj jezika. 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 za učenike i mentore. Moodle je vrlo brzo stekao popularnost kod nastavnika zbog svojih pedagoških temelja i prilagođenosti akademskom okruženju. Iako ima manje mogućnosti od komercijalnih programskih rješenja, može zadovoljiti velik broj korisnika jer im omogućuje brzo savladavanje alata.



Slika 2-4 Moodle socijalni konstruktivizam (<http://moodle.coleggwent.ac.uk>, dostupna 20. 05. 2011.)

### 2.2.1 Upoznavanje Moodle sustava

Radnu okolinu učenika čini postojano i logičko korisničko sučelje (Slika 2-5), navigacijski put koji 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 časkanjem.



Slika 2-5 Izgled sučelja Moodle sustava

Korisnici Moodle-a podijeljeni su u dvije skupine, te svaki od korisnika ima svoje mogućnosti (prava) unutar sustava.

1. Administratori
2. Ostali korisnici
  - a. Učitelji (nastavnici)
  - b. Učenici (studenti)
  - c. Gosti

- Administratori imaju sva prava upravljanja sustavom, poput stvaranja novih kolegija ili uređivanja postojećih, dodavanja novih korisnika i slično.
- Učitelji (nastavnici) mogu uređivati svoje kolegije, dodavati nastavne materijale, ocjenjivati učenike, pregledavati statistike kolegija, itd.
- Učenici (studenti) mogu pregledavati kolegije na koje su upisani, pregledavati nastavne materijale, rješavati provjere znanja, koristiti alate za komunikaciju i suradnju (zajednički rad), itd
- Gosti su korisnici koji nisu prijavljeni na sustav s korisničkim imenom i lozinkom. Mogu pregledavati informacije o tečajevima i neke nastavne sadržaje ukoliko su im omogućeni.

### 2.2.2 Mogućnosti i popularnost Moodle sustava

Učitelj kod izrade materijala koristi HTML uređivače na stranicama. Svakoj se nastavnoj cjelini mogu uvesti i izvesti multimedijske datoteke, a autor može mijenjati postojeći izgled sučelja između više odabranih. Sadržaj se može prikazati ovisno o datumu i postoji mogućnost objave važnije obavijesti vezane uz tečaj. Kalendar može sadržavati veze na neke vanjske stranice ili neke druge događaje. Grupe i članovi izrađuju se ručno, te se grupi može dodijeliti neki materijal. Učitelj 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. Korisnici mogu svoje radove (zadace) 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 diakritičke znakove u sadržaju i administraciji (korisnička imena), omogućuje unos i upravljanje sadržajem

prema SCORM 1.2 normi, web preglednik je neovisan o korisnikovoj platformi, a podržan je na serverskim platformama MacOS, UNIX, Linux, Win9x, Me i Windows (NT, 2000, XP i 7). Za pregled sadržaja potrebni su programi Java, JavaScript, ActiveX, AdobeReader i Macromedia Flash.

U okviru jednog tečaja mogu se postaviti statički, interaktivni i socijalni sadržaji.

**Statički sadržaji:**

- datoteke
- Web stranice
- poveznice na datoteke ili Web stranice
- poveznice na mape

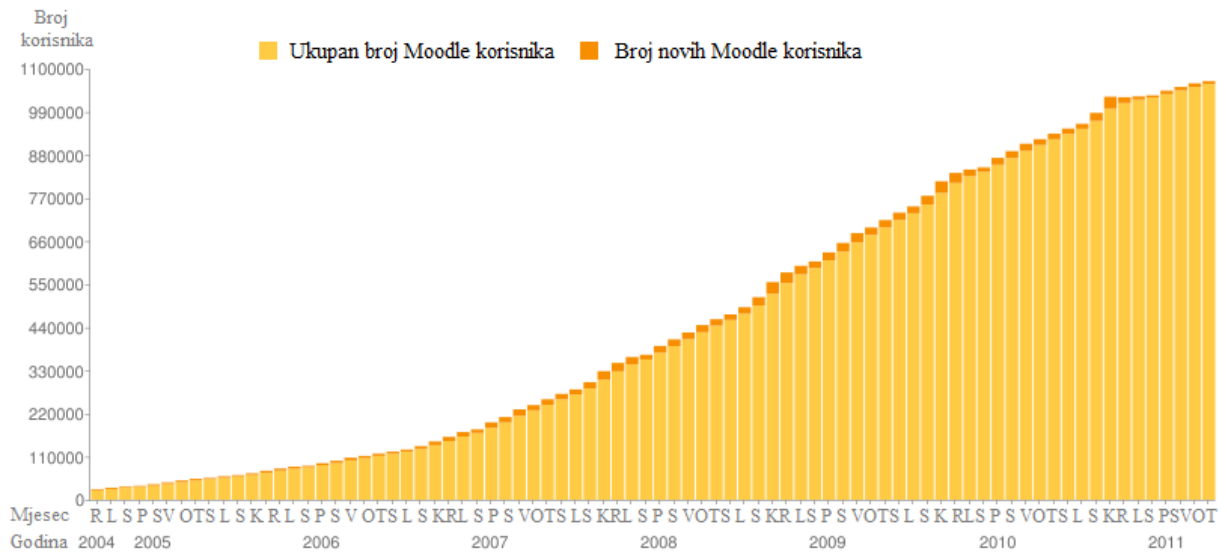
**Interaktivni sadržaji:**

- pitanja
- testovi
- ankete
- zadaće
- lekcije

**Socijalni sadržaji:**

- čavrljanje
- diskusijske grupe
- wiki
- rječnik
- radionica

Sustav Moodle se pokazao kao najpopularniji besplatni sustav za upravljanje učenjem. Svakim danom broj korisnika sustava se znatno povećava. Danas (svibanj 2011.) taj je broj dosegao 1,066,625 korisnika. Najveći broj korisnika je u SAD-u (9,936), pa slijedi Španjolska (4,985), Brazil (3,967) itd.. Koristi se čak u 212 zemalja diljem svijeta što ukazuje na njegovu veliku rasprostranjenost i prihvaćenost od strane korisnika (učitelji, učenici itd.).



Slika 2-6 Popularnost Moodle sustava (<http://moodle.org>, dostupna 27. 05. 2011.)



### 3 VREDNOVANJE UČINKA SUSTAVA E – UČENJA

Vrednovanje učenika je dio nastavnog procesa. Putem vrednovanja utvrđujemo koliko su učenici usvojili znanja koje proizlaze iz nastavnog plana i programa. Vrednovanje, ne samo da služi za mjerenje znanja, već on služi i kao poticanje učenika za daljnji rad. Vrednovanje se može vršiti na više načina:

- pismeno putem raznih vrsta testova (testovi s kratkim odgovorima, s alternativnim odgovorima, s kombiniranim odgovorima, s višestrukim odgovorima, eseji itd.);
- usmeno (može se koristiti djelomično);
- domaci zadaci;
- praktični radovi.

Vrednovanje se treba vršiti za svaku nastavnu jedinicu, periodično, semestralno ili godišnje. Ujedno vrednovanje treba sadržati sljedeće karakteristike:

- **sistematsko** – treba ga vršiti poslije svake nastavne jedinice ili poslije jednog određenog vremenskog perioda;
- **objektivno** – treba vršiti na nepristran način, ne uzimajući u obzir spol, porijeklo i sl.;
- **vrijedno** – da se znanje realno vrednuje i na osnovi odgovarajućih kriterija;
- **povjerljivo** – da se znanje vrednuje istim standardima, kako se kod učenika ne bi stvorile dileme;
- **jednako** – da se učenicima da jednaka mogućnost i onda kada njihova iskustva možda nisu jednaka;
- **odgovarajuće** – treba vrednovati na način koji najbolje odgovara učenicima kako bi izbjegli neželjene emocije koje su eventualno prisutne;
- **vrednovanje u poželjnom vremenu** – vrednovanje treba vršiti tijekom cijele godine, a ne na kraju semestra ili godine.

#### 3.1 Statistički instrumenti i njihova primjena

Znanstveno područje koje se bavi prikupljanjem, obradom, interpretacijom i prezentacijom podataka naziva se statistika. Statistika uvijek počinje od populacije koju želimo proučavati. Umjesto da prikupljamo podatke o cijeloj populaciji (što je najčešće dugotrajno), uobičajeno je proučavati jedan manji dio populacije koji statistika naziva uzorak. Proces uzorkovanja može biti kompleksan i zahtjevan, ali je od velike važnosti, jer statistika naših podataka vrijedi onoliko koliko je kvalitetan uzorak na kojem smo ih prikupili. Dva su osnovna načina primjene statistike. Deskriptivna statistika može poslužiti za opisivanje prikupljenih podataka ili kako bismo sumirali prikupljene podatke, numerički ili grafički ili kako bismo opisali uzorak. Bavi se opisom podataka i u tu svrhu koristimo parametre kao što su aritmetička sredina i standardna devijacija. Osim toga statistika može modelirati obrasce unutar podataka na način da se u obzir uzmu sva svojstva prikupljenih podataka te se temeljem izračuna izvode zaključci o populaciji koju proučavamo, takva statistika naziva se induktivna statistika.

Nadalje ćemo pojasniti osnovne karakteristike t – testa kao što su vjerojatnost pogreške, razlika aritmetičkih sredina, standardna pogreška razlike aritmetičkih sredina. Zatim različite načine izračuna veličine učinka, te sedam metričkih karakteristika testova koje ćemo kasnije ispitati na našim testovima. Na kraju smo još prikazali dvije vrste izjednačavanja grupa jer će nam biti potrebno odabrati sudionike kontrolne i eksperimentalne grupe tako da grupe budu ekvivalentne. To su precizno izjednačavanje i izjednačavanje u nekom rasponu (u našem slučaju je to raspon od  $\pm 5$ ).

### 3.1.1 Osnovni pojmovi

Podatke nad kojima želimo provesti statističku obradu treba najprije srediti prema nekom načelu, a zatim i grupirati, odnosno prikazati u *tablici*. Tablice povećavaju preglednost podataka i čine ih prikladnijima za daljnju statističku obradu. Sređivanjem podataka (izradom tablica i sl.) uspijevamo podatke izraziti na pregledniji način, ali ni to nije uvijek dovoljno. Grafičkim se prikazivanjem mogu zornije prikazati razlike između dvije ili tri distribucije, osobito ako su te razlike dovoljno velike. Za točniju usporedbu, a naročito kada su razlike među distribucijama relativno male ili kad se radi o više od tri, potrebni su nam jedinstveni izrazi koji će na najkraći način, npr. nekim jedinstvenim brojem, okarakterizirati čitavu distribuciju. Spomenuti jedinstveni izrazi nazivaju se [Petz, 2004] karakteristikama distribucije frekvencija. Dvije su osnovne grupe: srednje vrijednosti i mjere disperzije.

#### 3.1.1.1 Mjere centralne tendencije ili srednje vrijednosti

Srednje vrijednosti su karakteristike koje pokazuju na opću razinu čitave distribucije. Srednja je vrijednost, dakle, ona vrijednost oko koje se svrstavaju sve ostale vrijednosti. Osnovne karakteristike su: utjecaj ekstremnih obilježja na srednje vrijednosti, utjecaj frekvencija u distribuciji frekvencija na srednje vrijednosti, utjecaj svih obilježja koja su različita od srednje vrijednosti na tu srednju vrijednost, te odnos promatrane srednje vrijednosti i drugih obilježja.

**Aritmetičku sredinu** (eng. *mean*) računamo kao zbroj svih rezultata iz testa (testovi su ocjenjivani od 0 do 100) ispitanika (rez) podijeljeni s brojem ispitanika (n).

$$AS = \frac{\sum_{rez=1}^n rez}{n} \quad (3-1)$$

**Standardna pogreška aritmetičke sredine** (eng. *standard error mean*) je standardna devijacija (SD) podijeljena s korijenom broja ispitanika (n).

$$AS_{pogr} = \frac{SD}{\sqrt{n}} \quad (3-2)$$

#### 3.1.1.2 Mjere varijabilnosti ili disperzije

Pojedini podaci oko srednje vrijednosti u raznim distribucijama raspoređuju se, odnosno distribuiraju na različite načine. Mjera disperzije upućuje upravo na tu karakteristiku

raspršenosti. Mjere disperzije su karakteristike distribucije frekvencija koje izražavaju različitu raspršenost vrijednosti numeričkog obilježja oko srednjih vrijednosti. Relativne mjere disperzije omogućavaju usporedbu raznorodnih distribucija. Svaka od mjera disperzije se logički veže uz neku od srednjih vrijednosti.

**Standardna devijacija** (eng. *standard deviation*) označava mjeru raspršenosti podataka u skupu. Interpretira se kao prosječno odstupanje od prosjeka i to u apsolutnom odnosu.

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M)^2} , \quad (3-3)$$

gdje su  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  promatrane vrijednosti uzorka ili rezultat, a  $M$  aritmetička sredina tih uzoraka ili rezultata.

### 3.1.1.3 Statistička značajnost

Ocjena statističke značajnosti koju donosimo na osnovi neke pretpostavke naziva se nul-hipoteza. Nul-hipoteza [Petz, 2004] predstavlja da za neko svojstvo „nema razlike“ između skupina podvrgnutim različitom utjecaju. Ukoliko nema razlike, to ustvari i nisu različite skupine već pripadaju u istu skupinu – istu populaciju. Dakle postavljamo nul-hipotezu kako bi ustanovili da među grupama ne postoji statistički značajne razlike. Ispituje se nekim od statističkih testova koji se nazivaju testovima razlike. Te ju je moguće prihvatiti ili odbaciti. Nul-hipotezu ne odbacujemo ukoliko testiranjem nismo utvrdili statistički značajnu razliku između skupina podvrgnutih različitom utjecaju, a odbacujemo ukoliko smo testiranjem utvrdili statistički značajnu razliku između skupina.

Pogreške pri zaključivanju:

Tablica 3.1. Pogreške pri zaključivanju (<http://web.uccs.edu>, dostupna 27. 04. 2011.)

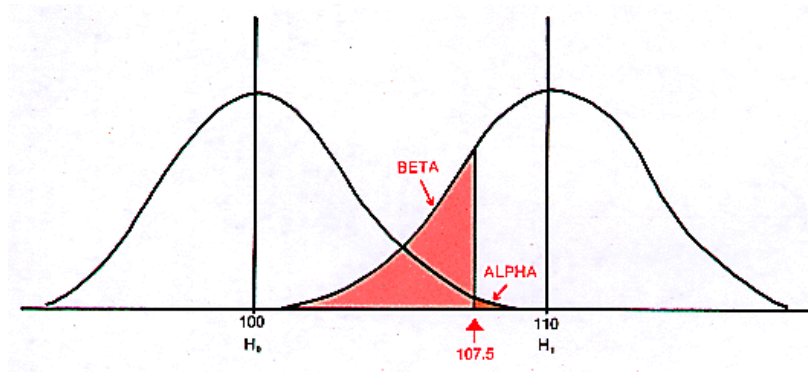
Odluka	Stanje u populaciji	
	Nema razlike između dvije aritmetičke sredine	Postoji razlika između dvije aritmetičke sredine
Odbacujemo nul-hipotezu	Pogreška tipa 1 (alfa)	Nema pogreške
Prihvaćamo nul-hipotezu	Nema pogreške	Pogreška tipa 2 (beta)

Kako vidimo iz tablice, mogu se pojaviti dva tipa pogrešaka prilikom ispitivanja nul-hipoteze [Becker, 1999]:

1. **Greška 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 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.

2. **Greška tipa 2 (beta)** - Događa se u slučaju kada prihvatimo nul-hipotezu koju smo trebali odbaciti. U tom slučaju kod testova razlike se tvrdi da među grupama nema razlike, ali razlika zapravo postoji. Pogreške tipa 1 i 2 su inverzno 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 3-1 Kritično područje testiranja hipoteza (<http://www.uth.tmc.edu>, dostupna 12. 04. 2011.)

### 3.1.2 T – test

T – test [SPSS help] je jedan od najpoznatijih statističkih postupaka. Odnosi se na testiranje statističke značajnosti razlike između dvije aritmetičke sredine, te se primjenjuje na analizi kvantitativnih svojstava.

Prije rezultata t – testa imamo uvid u statistiku grupa (eng. *Group statistics*), koje smo pojasnili u poglavlju *Osnovni pojmovi*: broj ispitanika pojedine grupe ( $n$ ), aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD) i standardna pogreška aritmetičke sredine ( $AS_{pog}$ )

Računanjem t – testa dobijemo nekoliko vrijednosti: vjerojatnost pogreške ( $p$ ), t vrijednost, razlika aritmetičke sredine ( $AS_{raz}$ ), razlika standardne pogreške ( $SP_{raz}$ ) i stupanj slobode (SS).

**Vrijednost p** određuje vjerojatnost pogreške pri prihvaćanju nul-hipoteze. Za razinu značajnosti (eng. *significance level*) vrijednosti p se obično uzima vrijednost 0.05 kao minimalna vrijednost za koju je razlika dovoljno velika da bi bila statistički značajna (eng. *statistically*

*significant*). Drugim riječima, ako se razlika može dogoditi potpuno slučajno u više od 5 slučajeva od 100 ( $p > 0.05$ ), onda tu razliku ne smatramo statistički značajnom razlikom. Što je  $p$  manja, razlika je značajnija. Ako je npr.  $p = 0.001$  to znači da postoji mogućnost od 1 prema 1000 da se razlika dogodila sasvim slučajno. Dakle, ako je  $p < 0.05$  onda se nul-hipoteza odbacuje i zaključuje se da postoje značajne razlike među grupama, a ako je  $p > 0.05$ , onda se prihvaća nul-hipoteza i zaključuje se da nema značajnih razlika među grupama.

Osnovna formula t – testa je:

**T - test** izračunavamo kao razliku aritmetičke sredine (eng. *mean difference*) koja je podijeljena s razlikom standardne pogreške (eng. *standard error of the difference*). Na ovaj način dobijemo t vrijednost.

$$t = \frac{AS_{\text{raz}}}{SP_{\text{raz}}} \quad (3-4)$$

**Razlika aritmetičkih sredina** (eng. *mean difference*) se dobije oduzimanjem srednje vrijednosti prve grupe od srednje vrijednosti druge grupe.

$$AS_{\text{raz}} = AS_1 - AS_2 \quad (3-5)$$

**Standardna pogreška razlike aritmetičkih sredina** (eng. *standard error of the difference*) se izračunava zbrajanjem standardnih devijacija (eng. *standard deviation*) i dijeljenjem korijena sume n-ova (broj ispitanika pojedine grupe).

$$SP_{\text{raz}} = (SD_1 + SD_2) / \sqrt{n_1 + n_2} \quad (3-6)$$

Vrijednost **stupnja slobode** (eng. *degrees of freedom*) se izračunava kao suma svih stupnjeva slobode pojedine ćelije. A stupanj slobode u ćeliji je  $n - 1$  (broj ispitanika pojedine grupe – 1)

$$SS = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) \quad (3-7)$$

Test kojim se utvrđuje značajnost razlika između dviju grupa nije potpun bez provjere veličine učinka. Kad se t-testom pokaže da između kontrolne i eksperimentalne grupe postoji statistički značajna razlika, onda se odbacuje nul-hipoteza i zaključuje da je tretman koji je imala eksperimentalna grupa imao značajan utjecaj na rezultate.

### 3.1.3 Izjednačavanje grupa

Od vrste i cilja eksperimenta zavisi na kakvim će se ispitanicima izvršiti ispitivanje. U eksperiment po pravilu treba uključiti ispitanike koji su dovoljno homogeni s obzirom na poznate relevantne faktore, tj. takve faktore koje bi mimo nezavisne varijable mogli na značajni način utjecati na pojavu koja se ispituje. Ako je namjera eksperimenta, ne samo da provjeri vezu između varijabli na konkretnoj skupini ispitanika, nego da i dobivene rezultate generalizira na

određenu populaciju tada sudionici trebaju predstavljati reprezentativni uzorak takve populacije. Kada se nastoji održati relevantne faktore pod kontrolom, temeljno je pravilo da ispitanici budu izjednačeni po svim relevantnim faktorima izuzev onoga kojeg mjerimo.

Eksperimentalna i kontrolna skupina trebaju biti izjednačene u svim bitnim obilježjima, a to znači u zavisnoj varijabli i svim onim obilježjima koja bi mogla utjecati na zavisnu varijablu pokraj nezavisne varijable. Treba odabrati sudionike eksperimentalne i kontrolne grupe tako da grupe budu ekvivalentne. Ekvivalentnost ili izjednačavanje grupa vrši se [Backer, 2000]:

- **Određivanjem parova ispitanika** - Parovi se odrede na način da u paru budu ispitanici koji su najslabiji u zavisnoj varijabli i onim obilježjima koji bi mogli utjecati na zavisnu varijablu. Nakon toga ispitanici se raspoređuju u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu tako da jedan član para ulazi u eksperimentalnu skupinu, a drugi u kontrolnu skupinu. Ispitanici koji previše odskaču iz neke distribucije ili koji se ne mogu spariti, izbacuju se iz eksperimenta.
- **Izjednačavanjem skupina u nekim poznatim relevantnim faktorima** - Već prema vrsti eksperimenta ovo izjednačavanje vrši se prema nekim vanjskim karakteristikama (spol, dob, razina obrazovanja, itd.) i na osnovu inicijalnog testa. Obično se promatra mjera aritmetičke sredine kao mjera centralne tendencije i mjera standardne devijacije kao mjera disperzije. Statistička značajnost se provjerava uporabom t - testa.

Postoje dva načina izjednačavanja parova ispitanika, koje smo i mi napravili u eksperimentu:

1. **Precizno izjednačavanje** - Nakon što smo sortirali ispitanike prema rezultatima inicijalnog testa određuju se parovi ispitanika s jednakim rezultatima inicijalnog testa. Možemo krenuti od kontrolne grupe i tražiti odgovarajuće ispitanike u eksperimentalnoj grupi, i obratno. Ako postoji više ispitanika koji predstavljaju moguće uparivanje za odabranog ispitanika, onda se primjenjuje metoda slučajnog odabira. U našem eksperimentu nakon provedbe savršenog uparivanja od 81 ispitanika u obzir smo mogli uzeti 34 ispitanika tj. 17 parova ispitanika.
2. **Izjednačavanje u rasponu** - Nakon što smo sortirali ispitanike prema rezultatima inicijalnog testa treba definirati raspon bodova koji dolaze u obzir kod uparivanja ispitanika prema rezultatima inicijalnog testa. Zatim se traže parovi ispitanika s rezultatima inicijalnog testa koji su u definiranom rasponu bodova  $\pm r$  (u našem eksperimentu odlučili smo se za  $\pm 5$  bodova). Možemo krenuti od kontrolne grupe i tražiti odgovarajuće ispitanike u eksperimentalnoj grupi, i obratno. Prvo se traže ispitanici s jednakim brojem bodova, zatim ako takav ne postoji, traži se ispitanik kojem je rezultat inicijalnog testa u rasponu  $\pm r$ , i tako dalje, povećava se raspon bodova ili dok se ne nađe odgovarajući ispitanik ili dok ne se dostigne definirani raspon. Ukoliko postoji više ispitanika koji predstavljaju moguće uparivanje za odabranog ispitanika, pristupa se

metodi slučajnog odabira. Nakon što smo napravili izjednačavanje u rasponu od  $\pm 5$  bodova u obzir nam je došlo 70 (od 81) ispitanika tj. 35 parova.

### 3.1.4 Veličina učinka

Jako teško je prepoznati snagu veze između tretmana i postignuća u populaciji iz koje smo odabrali uzorak ispitanika. Iz tog razloga se koristi veličina učinka. Veličina učinka (eng. *effect size*) [Yaakub,1998] je općenita mjera veličine uzorka nekog novog načina poučavanja na eksperimentalnoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu, koja je koristila standardni način poučavanja. Dok testovi značajnosti govore o vjerojatnosti kojom se rezultati na testovima eksperimentalne grupe razlikuju od slučajnih rezultata, veličina učinka govori o relativnoj jačini eksperimentalnog faktora. Veličina učinka [Grubišić, 2007] omogućava prijelaz s jednostavnog pitanja istraživanja „Da li je nešto dobro ili ne?“ na složenije pitanje „Koliko je nešto dobro?“.

Veličina učinka kvantificira veličinu razlike između dvije grupe te se stoga smatra stvarnom mjerom značajnosti te razlike. Veličina učinka je standardni način za iskazivanje rezultata različitih eksperimenata pomoću uniformne ljestvice učinkovitosti, te omogućava usporedbu jačine eksperimentalnih faktora. Veličina učinka može biti pozitivna ili negativna. Pozitivna je kada je eksperimentalna grupa bolja, a negativna je kada je kontrolna grupa bolja.

#### 3.1.4.1 Vrste veličina učinka

Veličina učinka se može izračunati uz pomoć različitih formula i pristupa i njena vrijednost se može zbog toga uvelike razlikovati. Postoje nekoliko vrsta veličina učinka, mi ćemo navesti tri „najpopularnija“:

1. Razlika aritmetičkih sredina (eng. *mean difference*)
2. Standardna razlika aritmetičkih sredina (eng. *standardized mean difference*)
  - a. Glass-ova
  - b. Cohen-ova

#### 1. Razlika aritmetičkih sredina ( $AS_{\text{raz}}$ )

Najjednostavnija mjera učinka nekog eksperimentalnog faktora je razlika aritmetičkih sredina. Ona je najprikladnija ako u istraživanju postoje samo dvije grupe [Maxwell, Delaney, 2004]. Računa se kao razlika između aritmetičkih sredina eksperimentalne ( $AS_e$ ) i kontrolne grupe ( $AS_k$ ) tj. po formuli:

$$AS_{\text{raz}} = AS_e - AS_k \quad (3-8)$$

#### 2. Standardna razlika aritmetičkih sredina

- a. Glass ( $\Delta$ )

Da bi se mogle uspoređivati veličine učinaka iz različitih istraživanja, Glass je predložio uvođenje standardizirane veličine učinka koja se naziva Glass-ova  $\Delta$  prema [Maxwell, Delaney, 2004]. Rješenje je pronađeno u analogiji s izračunom z-vrijednosti: dijeljenjem sa standardnom devijacijom. Standardna razlika aritmetičkih sredina računa se tako što se razlika između aritmetičkih sredina eksperimentalne ( $AS_e$ ) i kontrolne grupe ( $AS_k$ ) podijeli sa standardnom devijacijom kontrolne grupe ( $SD_k$ ). Koristimo sljedeću formulu [Glass, 1981]:

$$\Delta = \frac{AS_e - AS_k}{SD_k} \quad (3-9)$$

b. Cohen (d)

Ova veličina učinka ima dvije prednosti naspram ostalih (Grubišić 2007 prema [Cohen, 1969]). Prvo, njena popularnost gotovo je čini standardnom. Drugo, Cohen je definirao granice vrijednosti veličine učinka, kod istraživanja s dvije grupe, i smatra da su vrijednosti oko 0.2 su male, oko 0.5 umjerene, a oko 0.8 velike. To omogućava usporedbu veličine učinka eksperimentalnog faktora s poznatim referentnim vrijednostima. Cohen-ova veličina učinka se računa po formuli:

$$d = \frac{AS_e - AS_k}{SD_k}, \quad (3-10)$$

gdje su:

$AS_e$  = aritmetička sredina postignuća eksperimentalne grupe

$AS_k$  = aritmetička sredina postignuća kontrolne grupe

$SD_k$  = standardna devijacija postignuća kontrolne grupe

### 3.1.5 Metričke karakteristike testova

Instrumenti pedagoškog istraživanja trebaju prikupiti što preciznije podatke o pedagoškim pojavama. Iz ove težnje za preciznošću često proizlazi nastojanje da se njima u što većoj mjeri ostvari funkcija mjerenja. Da neki instrument bude mjerni instrument, potrebno je da zadovoljava neke zahtjeve tj. da posjeduje neke neophodne karakteristike. Naime, tek se u tom slučaju može pristupiti daljnjoj obradi podataka koji se s tim instrumentom dobivaju. Problem ovih karakteristika se pojavljuje u najvećoj mjeri kod najrazrađenijih instrumenata pedagoškog istraživanja tj. kod testova. Tek se ti instrumenti mogu nazvati mjernim instrumentima i tek se kod njih postavlja pitanje svake od pojedinih metričkih karakteristika.

Metričke karakteristike o kojima treba voditi računa pri odabiru instrumenata, i o tome da li nam neki instrument stoji na raspolaganju ili smo ga sami konstruirali, ima svojstva koja su potrebna da u zadovoljavajućoj mjeri posluže u pedagoškom istraživanju. Prema [Mužić, 1977] postoji sedam metričkih karakteristika testova:



1. Valjanost
2. Pouzdanost
3. Objektivnost
4. Osjetljivost i primjerenost
5. Diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu
6. Baždarenost
7. Praktičnost i ekonomičnost

Ovdje ćemo pojasniti svaku karakteristiku iako ih nismo sve ispitivali u našem eksperimentu.

### 1. Valjanost

Instrument je toliko valjan ukoliko se njime mjeri, odnosno ustanovljava upravo ono što on treba mjeriti (ustanovljavati). Ne postoji opća valjanost testa, tj. valjanost se može odrediti samo u vezi konkretne namjere za koju se test koristi.

Postoji niz različitih kriterija valjanosti, odnosno načina kako se ona određuje. Najjednostavniji, iako zasigurno nije najtočniji, način određivanja valjanosti je slaganje instrumenata s odgovarajućim instrumentom, kurikulumom i sl. Sljedeća se mogućnost sastoji u određivanju koliko je slaganje postignutih rezultata u instrumentu, čija se valjanost provjerava, s rezultatima koje su isti ispitanici postigli u instrumentu s već otprije ustanovljenom valjanosti.

Kriterij valjanosti koji je u našem istraživanju najkompetentniji je nastavni program. To znači da bi se sadržaj i ciljevi nastave trebali slagati sa sadržajem testa. Ako se s testom točno ispituje ono što bi učenik trebao naučiti, onda je test valjan. Uobičajen postupak je određivanje ciljeva nastave koji se zatim uspoređuju sa sadržajem testa. Javlja se problem ako još ne postoji način na koji bi se ispitalo slaganje ciljeva i sadržaja nastave sa sadržajem testa. Većinom se testom ne ispituje cijeli sadržaj nastave nego samo jedan uzorak koji na što bolji način treba predstavljati cjelinu.

Kriterij valjanosti ima nedostatak jer se ne može kvantitativno izraziti tj. ne postoji broj kojim bi se mogla izraziti razina slaganja sadržaja testa i nastavnog programa. Tako nije moguće od više testova odabrati onaj koji se najviše slaže sa sadržajem, odnosno onaj kojeg bi trebalo primijeniti.

### 2. Pouzdanost

Pouzdanost instrumenata predstavlja mjeru u kojoj je moguće osloniti se na rezultate koji su njime dobiveni. Ako se pretpostavi da je moguće osloniti se na ono što se tijekom vremena ne mijenja, pouzdanost bi značila da rezultati ostaju isti i pri ponovnoj primjeni istih subjekata.

Pri određivanju pouzdanosti mjernih instrumenata postoji nekoliko načina, koji se ponekad mogu i kombinirati:

- Koeficijent stabilnosti

Ako se pretpostavlja da je instrument pouzdan tj. vjeran samom sebi onda mora vrijediti i pretpostavka da će dvije primjene istog instrumenta u mjerenju iste veličine dati i isti rezultat. Koeficijent korelacije koji se time dobiva ukazuje na stabilnost ili postojanost mjernog instrumenta, pa se i naziva koeficijentom stabilnosti ili pouzdanosti.

- Koeficijent homogenosti

Kod instrumenata kojima se nastoji mjeriti pojava veoma malene konstantnosti (kao što je koeficijent homogenosti) treba naći put kojim se može ustanoviti dosljednost. Najbolji način bi bio da se rezultati testa raspodijele tako da se za svakog ispitanika dobije posebno rezultat koji je postigao u svakom dijelu testa. Pri tom se test neće raspoloviti „po duljini“ (na prvu i drugu polovicu), jer se zadaci obično kreću od lakših prema težim, pa ta raspodjela ne bi bila ni približno slična. Stoga je najbolja raspodjela da jedna polovina sadrži parne, a druga neparne zadatke. Izračunavanjem korelacije između parnih i neparnih zadataka vjerojatnije je da će se dobiti realniji koeficijent pouzdanosti jer je i veća vjerojatnost da će na taj način dobivene polovine testa međusobno biti slične.

Ipak i ovakav način raspodijele ne mora biti točan, da su parni i neparni zadaci međusobno slični, pa ne daje dovoljnu sigurnost. Stoga se često služimo statistički opravdanim i preciznijim postupcima, kao što je Spearman – Brown-ova formula [Siegle, xxxx]:

$$r_{\text{cijeli}} = \frac{2 * r_{\text{pola}}}{1 + r_{\text{pola}}} \quad (3-11)$$

$r_{\text{cijeli}}$  = koeficijent pouzdanosti cijelog testa

$r_{\text{pola}}$  = koeficijent pouzdanosti pola testa

Dakle, iz ove formule vidimo koliki je koeficijent pouzdanosti (u našem istraživanju će to biti za inicijalni i završni test). Prethodna formula je specijalni oblik Spearman – Brown-ove formule koja se još naziva formula predviđanja (eng. *prophecy formula*) zbog toga što se koristi za predviđanje pouzdanosti testa prilikom promjene duljine testa tj. promjene broja zadataka.

$$r_n = \frac{n * r_t}{1 + (n-1) * r_t} \quad (3-12)$$

$r_n$  = novi koeficijent pouzdanosti

$r_t$  = trenutni koeficijent pouzdanosti

Ako želimo odrediti koliko zadataka je potrebno dodati da bi se dobila željena pouzdanost ( $n'$ ), onda se koristi formula za koju su nam potrebni: trenutni broj zadataka ( $n$ ), pouzdanost koja se želi postići ( $r'$ ) i trenutna pouzdanost ( $r$ ).

$$n' = n * \frac{r' * (1-r)}{r * (1-r')} \quad (3-13)$$

- Visina koeficijenta pouzdanosti

Osim raznih načina određivanja pouzdanosti, naravno vrlo je bitna i visina pouzdanosti kako bi je smatrali zadovoljavajućom, te da se može ustanoviti da je ispunjen taj preduvjet za interpretaciju rezultata koji su s tim instrumentom dobivani.

Najniža visina koja obično zahtjeva od koeficijenta korelacije kojim se izražava pouzdanost instrumenata varira s obzirom na pojavu koja se njime nastoji mjeriti. Najniži koeficijent kojeg se, u pravilu, zahtjeva za svaki instrument iznosi 0.80, s tim da se u nekim slučajevima traži i viši koeficijent, kao npr. 0.85 pa čak i 0.90. Ovaj posljednji najčešće se traži za neke testove matematičkog oblika, koji prirodom svojih zadataka omogućuju visoku pouzdanost.

Često se i koristi Cronbach-ov koeficijent  $\alpha$  (eng. *Cronbach's Coefficient Alpha*). Ovim načinom se može ocjenjivati pouzdanost testova čiji se zadaci ocjenjuju samo s 0 ili 1 bod (točno/netočno), te testovi čiji se zadaci ocjenjuju s više od jednog boda [Siegle, xxxx]. Koeficijent  $\alpha$  daje najnižu procjenu pouzdanosti koja se može očekivati. Ako je koeficijent visok, znači da je pouzdanost visoka. Međutim, ako je koeficijent nizak, ne može se ništa zaključiti o pouzdanosti, te je treba ispitati na neki drugi način. Smatra se [Hempel, 2003] da je test pouzdan ako je koeficijent  $\alpha$  veći od 0.70 ( $\alpha > 0.70$ ), ali preveliko približavanje 1 može značiti redundanciju tj. nepotrebno ponavljanje istih stvari kroz različite zadatke. Za razliku od prethodnog pristupa gdje se test dijeli na parne i neparne zadatke, Cronbach-ov koeficijent se računa kao aritmetička sredina svih mogućih podjela testa. Ovisi o broju zadataka, a moguće ga je izračunati pomoću statističkih računalnih programa (u našem slučaju SPSS).

Među ovim faktorima veoma važnu ulogu ima jednoznačnost pitanja kao i jednoznačnost uputa koje dajemo ispitanicima. Svaka dvoznačnost povećava vjerojatnost da će ispitanik, koji zapravo ispravno zna riješiti zadatak, u jednom slučaju zbog dvoznačnosti riješi zadatak neispravno, a u drugom možda ispravno.

- Korelacija

Korelacija [Rodgers, Nicewander, 1988] je termin koji se odnosi na povezanost među varijablama koju je moguće kvantitativno izraziti tj. računskim postupkom se dobije visina stupnja povezanosti ili koeficijent korelacije. Npr. ako za varijable odaberemo kvalitetu nastave i ukupan uspjeh učenika, onda porast u kvaliteti nastave prati i porast u uspjehu učenika, te se dobije pozitivan koeficijent korelacije. Koeficijent korelacije može imati vrijednosti između  $-1$  i  $1$ , gdje  $-1$  označava potpunu negativnu korelaciju,  $0$  označava da korelacija ne postoji, a  $1$  označava potpunu pozitivnu korelaciju. Ostale vrijednosti iz intervala se nazivaju djelomičnim pozitivnim ili negativnim korelacijama (ovisno o predznaku).

### 3. Objektivnost

Objektivnost je, gledano u širem smislu, jedan od aspekata pouzdanosti. No ovdje se objektivnost odnosi na slaganje raznih ispitivača pri određivanju ispravnosti rješenja ako su u pitanju testovi (kao u našem slučaju) ili smisla odgovora ako je u pitanju intervju. Zahtjeva se vrlo visoka korelacija, čak do 0.98 ili u nekim slučajevima 0.99, no ta visina je svakako ovisna o vrsti instrumenata odnosno o tipu zadatka. Objektivnost zadataka je jednostavno odrediti ako se radi o zadacima višestrukog odabira gdje je samo jedan točan odgovor, ali zadaci na koja ispitanici odgovaraju „svojim riječima“ javlja se problem jer onda ocjenivač mora subjektivno ocijeniti da li je odgovor točan.

### 4. Osjetljivost i primjerenost

Instrument mjerenja se naziva osjetljivim ako se njime mogu razlikovati i manje razlike u veličini onoga što se mjeri. Zahtjeva se dovoljno velik broj zadataka kao i njihov izbor kojim se postiže potrebna raspodjela rezultata. To znači da nam je potreban odgovarajući raspon od najlakših do najtežih zadataka pri čemu najviše ima zadataka srednje težine. Glavni razlog zašto bi najveći broj zadataka trebao biti srednje težine je ako su svi zadaci lagani onda se međusobno mogu razlikovati oni najbolji, a ako su svi zadaci teški onda postoji mogućnost da slabiji ne riješe gotovo ništa, što ne znači da ne znaju ništa. Pri tome ono što ispitivaču izgleda lagano (teško) ne mora biti lagano (teško) i ostalima, tako da subjektivna procjena ispitivača nikako nije dovoljna.

Logičko polazište primjerenosti slično je kao i kod osjetljivosti. Instrument koji nije primjeren u pravilu neće biti ni osjetljiv. Primjerenim se smatra onaj instrument koji odgovara osobinama predviđenih ispitanika kao što su dob, mentalno stanje itd. Raspon tih osobina može kod potencijalnih ispitanika biti relativno velik, pa se i ovdje zahtjeva odgovarajući raspon težine zadataka.

### 5. Diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu

Pregledom zadataka, uočavamo zadatke koji će uspješno razlikovati (diskriminirati) one ispitanike koji su u čitavom instrumentu uspješniji od onih koji to nisu. Dakle ova karakteristika, koja se odnosi na pojedine zadatke, naziva se diskriminativna vrijednost zadataka odnosno elemenata instrumenata. Ako ispitanici koji imaju visok ukupan uspjeh dobro rješavaju neki zadatak, a oni s niskim ukupnim uspjehom taj isti zadatak ne uspijevaju dobro riješiti, slaganje između tog zadatka i čitavog instrumenta bit će visoko. Prema tome diskriminativna vrijednost tog zadatka bit će visoko pozitivna. Ako nam se dogodi suprotan slučaj u kojem oni s visokim općim uspjehom ne uspijevaju baš u tom zadatku, a oni s niskim uspijevaju, onda će diskriminativna vrijednost tog zadatka biti negativna. U pravilu, u obzir dolaze samo zadaci sa višom pozitivnom diskriminativnom vrijednosti.

Prilikom ispitivanjem diskriminativne vrijednosti [Petz, 2004] često računamo korelaciju između jedne kontinuirane varijable (visina, težina, ili u našem slučaju bodovi u testu itd.) i jedne dihotomne varijable tj. takve koja se dijeli u dvije jasno odvojene kategorije (muško – žensko, prošao – pao itd.). Koeficijent korelacije ove vrste zove se „point – biserijalni koeficijent korelacije“ i označava se s  $r_{pb}$ . Prije nego se prijeđe na samo računanje potrebno je označiti dihotomnu varijablu i to na način da se jednoj karakteristici daje jedan, a drugoj karakteristici drugi broj. Svejedno je koji su to brojevi, no najčešće se označavaju s 0 i 1. Nakon što smo to sve označili na pravilan način, preostaje nam izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije. Jednostavno ga možemo izračunati uz pomoć računala, no prikazati ćemo i formulu koja bi nam prikazala rezultat.

$$r_{pb} = \frac{n \sum y_1 - n_1 \sum y}{\sqrt{n_1 n_0 [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (3-14)$$

za koju vrijedi:

$X$  = dihotomna varijabla (0 i 1)

$y$  = kontinuirana varijabla

$\sum y_1$  = suma  $y$  vrijednosti vezanih uz vrijednost  $X$  varijable, označena s 1

$\sum y$  = suma svih  $y$  vrijednosti

$\sum y^2$  = suma svih kvadriranih  $y$  vrijednosti

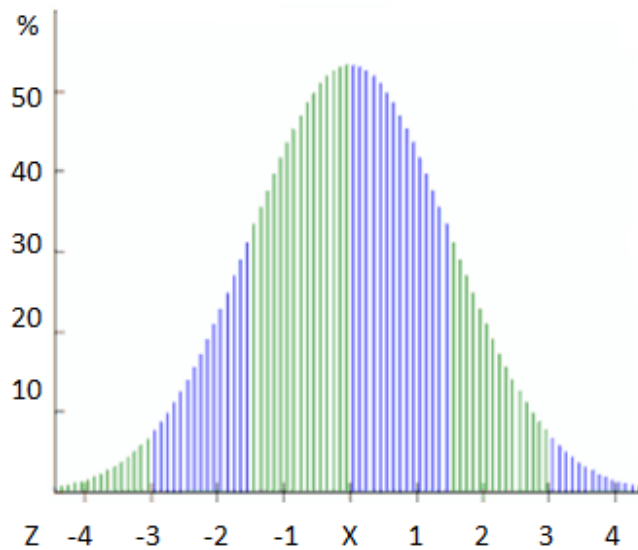
$n_1$  = zbroj svih varijabli  $X$  za  $X = 1$

$n_0$  = zbroj svih varijabli  $X$  za  $X = 0$

$n$  = zbroj svih varijabli ( $n_1 + n_2$ )

## 6. Baždarenost

Baždarenje predstavlja određivanje opće važeće mjerne ljestvice. Postoji niz postupaka baždarenja, no većina se temelji na dva osnovna načina. Prvi način je baždarenje na temelju centila i decila tj. pojedinih postotnih vrijednosti ili postotnih vrijednosti po skupinama od deset posto. Drugi način je zasnovan na standardiziranom odstupanju (statistički ga označavamo kao  $z$  – vrijednost) gdje se radi o udaljenosti pojedinog rezultata od aritmetičke sredine reprezentativnog uzorka izraženim u jedinicama standardne devijacije, kojeg smo već prikazali formulom (3-2).



Slika 3-2 Krivulja normalne razdiobe u odnosu na z - vrijednost

Pri tom se polazi od pretpostavke da se razdioba rezultata na reprezentativnom uzorku približava normalnoj (Gaussovoj) krivulji.

#### 7. Praktičnost i ekonomičnost

Zadnja metrička karakteristika koju [Mužić, 1977] navodi, za razliku od prethodnih koje se odnose na problematiku mjerenja, odnosi se na šire okolnosti njihove primjene. Govorimo o dvije značajke, no zbog njihove povezanosti pa i preklapanja, ne razdvajaju se. Npr. u uvjetima redovne nastave praktičniji će biti onaj instrument koji se može primijeniti, zajedno s uputama, u tijeku jednog nastavnog sata. Instrumente smatramo ekonomičnije ako se mogu ponovno upotrebljavati kao što su ankete, testovi i sl.

### 3.2 Metode vrednovanja sustava e – učenja

Informacijska i komunikacijska tehnologija (eng. *Information and communication technologies* - ICT) prodire u sva područja ljudskog djelovanja pa tako i u sustav obrazovanja. Upravo taj ulazak ICT-a u svijet obrazovanja je rezultirao sveprisutnom pojavom e-učenja, koje predstavlja upravo presjek ta dva svijeta [Stankov, 2010]. Svrha vrednovanja sustava e-učenja je ispitivanje na koji način uporaba ICT-a podupire proces učenja i poučavanja. Posebno je važno naglasiti da sva programska podrška koja se koristi u obrazovne svrhe treba biti vrednovana prije korištenja u procesu učenja i poučavanja [Grubišić, 2007].

Postoji nekoliko definicija samog vrednovanja. Izdvojit ćemo samo nekoliko. Prema [Hurteau, Houle, Mongiat, 2009] vrednovanje je sustavno utvrđivanje sposobnosti, vrijednosti i važnosti nekoga ili nečega, uspoređujući kriterije skupa standarda. Prema [Dempster, 2004] vrednovanje se definira kao proces opisivanja onog što se vrednuje, kao i prosuđivanje o njegovoj vrijednosti. Dobro oblikovano vrednovanje trebalo bi dati dokaz da li je određeni pristup uspješan i da li ima potencijalnu vrijednost za druge.

Postoji velik broj pristupa vrednovanju sustava za e – učenje. Tako prije nego kažemo nešto o samim metodama vrednovanja navesti ćemo pet modela vrednovanja prema [Draper, 1996]:

1. **Formativno vrednovanje** (eng. *formative evaluation*)  
Formativno vrednovanje je ispitivanje učinjeno s namjerom mijenjanja sustava kako bi mogao riješiti svaki problem. Budući da je cilj izmjena, ne samo da treba utvrditi postojanje problema nego ako je moguće i predložiti potrebne izmjene.
2. **Sumativno vrednovanje** (eng. *summative evaluation*)  
Sumativno vrednovanje se vrši nakon završetka implementacije i pokazuje da li se sustav može koristiti, te daje opis kako bi se taj sustav mogao koristiti.
3. **Iluminativno vrednovanje** (eng. *illuminative evaluation*)  
Cilj iluminativnog vrednovanja je otkrivanje, ali ne kako se obavlja obrazovna intervencija na standardnim mjerama, nego koji su faktori i pitanja važna za sudionike u toj situaciji.
4. **Integrativno vrednovanje** (eng. *integrative evaluation*)  
Integrativno vrednovanje se radi u svrhu poboljšanja procesa učenja i poučavanja i to boljom integracijom nastavnih sadržaja u sveukupnu situaciju.
5. **Vrednovanje za ispitivanje kvalitete** (eng. *quality audit, assessment, or assurance*)  
Daje bolju sliku o postignutoj kvaliteti sustava nego samo integrativno vrednovanje.

### 3.2.1 Pregled metoda vrednovanja

Postoje mnoge metode vrednovanja, ali upravo njihova različitost otežava procjenu koju metodu koristiti u određenom kontekstu, što onemogućava njihovu generalizaciju. Navesti ćemo neke od metoda prema [Iqbal, 1999] koje se najčešće upotrebljavaju na području obrazovanja. Iako ne pripadaju u isti kvadrant (slika 3-3), šest metoda vrednovanja koje ćemo navesti, mogli bi se provesti na našem eksperimentu. Pojasnimo odabrane metode vrednovanja:

1. **Dokaz ispravnosti** (eng. *proof of correctness*) ispituje da li sustav ispunjava željene zahtjeve i ciljeve ili da li postoji veza između njegove strukture i ponašanja njegovih specifikacija. Može se iskoristiti za komponente ili dijelove sustava koje nisu toliko vezane uz umjetnu inteligenciju.
2. **Analiza osjetljivosti** (eng. *sensitivity analysis*) ispituje sustav ili komponentu sustava prema tome na koji način ponašanje odgovara na različite informacije koje sustav prima. To je važno za sustave e-učenja koji bi se trebali prilagođavati različitim karakteristikama individualnih učenika. Osjetljivost sustava na te različite karakteristike bi mogla pokazati

treba li sustav dodatno poboljšati. Ovaj eksperimentalni pristup je prikladan kako za vrednovanje komponenti tako i za vrednovanje cijelog sustava i stoga se može koristiti i za interno i za eksterno vrednovanje.

3. **Eksperimentalno istraživanje** (eng. *experimental research*) omogućava otkrivanje 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, i stoga je posebno pogodan za ispitivanje učinka procesa učenja i poučavanja. Da bi se provelo ovo istraživanje 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. Eksperimentalno istraživanje je prikladnije za eksterno vrednovanje jer daje sveukupne zaključke.
4. **Vrednovanje proizvoda** (eng. *product evaluation*) je vrednovanje širokog opsega koje za cilj ima ispitati opravdanost daljnjeg razvoja sustava. Obrazovna učinkovitost sustava e-učenja, živih učitelja i tradicionalnih metoda poučavanja mora biti uspoređena na stvarnim podacima uz sudjelovanje velikih grupa učenika. Ova metoda pripada eksperimentalnom istraživanju.
5. **Pregled stručnjaka** (eng. *expert inspection*) se koristi da bi se uvidjelo da li sustav dostiže standardni nivo performansi. Ova vrsta vrednovanja se koristi za razvoj sustava zasnovanih na znanju i prikladna je za interno vrednovanje. Ova vrsta vrednovanja se često koristi u razvoju na sustavima utemeljenim na znanju i najpoznatiji primjer je Turingov test koji uspoređuje ponašanje čovjeka i računala.
6. **„Pilot“ testiranje** (eng. *pilot testing*) se koristi za ispitivanje ponašanja sustava na neočekivane rezultate do kojih može doći prilikom korištenja sustava. Ova metoda je vrlo važna za otkrivanje problema u sustavu. 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, iako bi se stvarni sustav trebao ispitati na stvarnim korisnicima kako bi se otkrili eventualni problemi i neočekivani rezultati. Prema [Mark, Greer, 1993] postoje tri vrste „pilot“ testiranja: jedan-prema-jedan testiranje, testiranje malih grupa i testiranje u stvarnim uvjetima. Kod jedan-prema-jedan testiranja, promatraju se interakcije učenika s materijalom za poučavanje koji se razvija, a obično se provodi u ranim fazama razvoja. Testiranje malih grupa se obično provodi na malim grupama učenika koji predstavljaju ciljnu 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.

### 3.2.2 Klasifikacija metoda vrednovanja

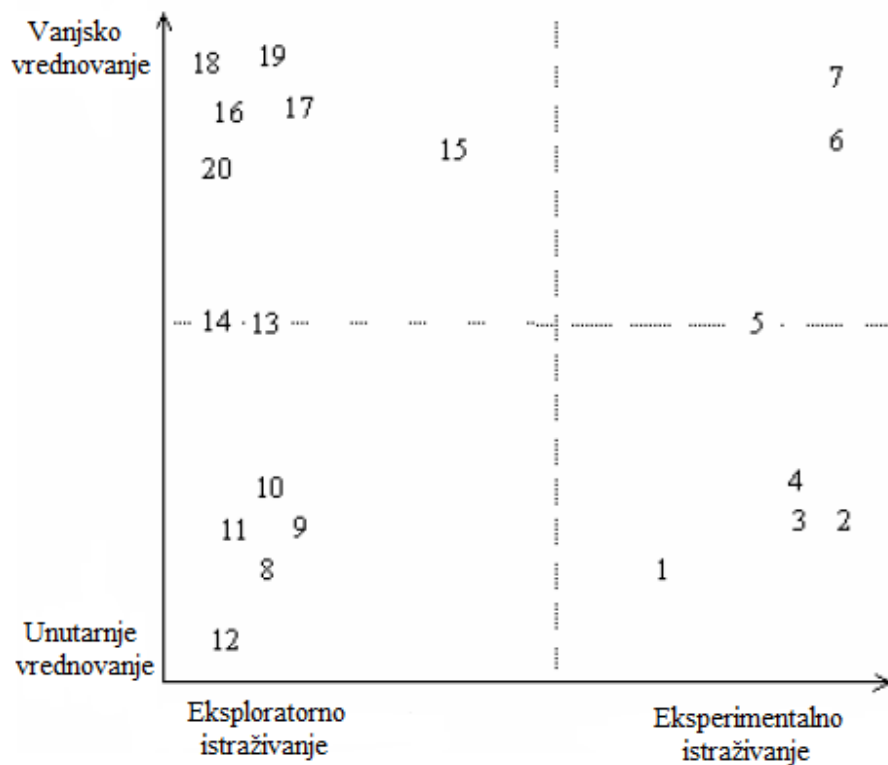
Složeni sustavi, kao što su sustavi e-učenja, mogu se promatrati u terminima cjelovitih sustava, komponenti sustava i specifičnih značajki. Tehnike koje su prikladne za vrednovanje cjelovitih sustava ne odgovaraju u potpunosti vrednovanju komponenti ili značajki sustava i obrnuto.

S obzirom na različitost metoda vrednovanja, teško je odrediti koja je prikladna u određenom kontekstu. Proučavajući zahtjeve vrednovanja [Iqbal, 1999] je uočio dva važna pitanja s kojima se susreće osoba koja želi koristiti sustav e-učenja i nakon toga ga vrednovati:

1. Što se vrednuje – cijeli sustav ili jedan njegov dio?
2. Da li ima dovoljno učenika i da li su ispunjeni ostali prikladni uvjeti da bi se provelo vrednovanje zasnovano na eksperimentu?

Ova dva pitanja se mogu iskoristiti za klasifikaciju različitih metoda, tako da se jedna metoda može razlikovati od drugih prema stupnju prikladnosti za eksterno vrednovanje (odnosi se na cijeli sustav), odnosno interno vrednovanje (odnosi se na dio sustava). Nadalje, metoda se može klasificirati prema stupnju prikladnosti za eksploratorno istraživanje, odnosno eksperimentalno istraživanje. Metode eksploratornog istraživanja bi se trebale primjenjivati na malim uzorcima učenika i tamo gdje je područje nedovoljno razumljivo. Metode eksperimentalnog istraživanja se koriste manipulacijom varijabli i zahtijevaju statistički značajne grupe.

Na Slika 3-3 je prikazana klasifikacija metoda vrednovanja. Metode koje se nalaze na donjoj lijevoj strani grafa prikladne su za vrednovanje komponenti sustava i ne zahtijevaju velike uzorke učenika ili rigorozne statističke analize. Metode koje zahtijevaju rad s kontrolnom grupom i statističke procedure nalaze se na gornjoj desnoj strani grafa. Gornji dio grafa prikazuje metode koje vrednuju cjelokupne performanse sustava. Metode na desnoj strani zahtijevaju statističku analizu, dok metode na lijevoj strani ne zahtijevaju.



- |   |   |
|---|---|
| 1. Dokaz ispravnosti                                | 2. Usporedbe aditivnog eksperimentalnog dizajna |
| 3. Dijagnostička točnost                            | 4. Povratne informacije/kvalitete poučavanja    |
| 5. Analiza osjetljivosti                            | 6. Eksperimentalno istraživanje                 |
| 7. Vrednovanje proizvoda                            | 8. Pregled stručnjaka                           |
| 9. Nivo dogovora                                    | 10. Čarobnjak iz Oza                            |
| 11. Metrike performansi                             | 12. Unutrašnje vrednovanje                      |
| 13. Vrednovanje zasnovano na kriterijima            | 14. Pilot testiranje                            |
| 15. Certifikacija                                   | 16. Vanjsko vrednovanje                         |
| 17. Postojanje dokaza                               | 18. Promatranje i kvalitativna klasifikacija    |
| 19. Strukturne zadaće i kvantitativna klasifikacija | 20. Studije usporedbe                           |

Slika 3-3 Klasifikacijski graf metoda vrednovanja [Iqbal, 1999]

Metoda vrednovanja ovisi o svrsi istraživanja. Prvo treba usporediti koliko je učinkovit sustav u odnosu na tradicionalni način poučavanja i drugo treba odrediti značajke sustava koje su važne za vrednovanje. Budući da je istraživanje usmjereno na vrednovanje cjelokupnog sustava, a ne samo jednog njegovog dijela, radi se o eksternom vrednovanju. Usporedbe tehnika poučavanja zahtijevaju testiranje hipoteze da bi mogli odrediti koji je način poučavanja učinkovitiji. Ovo dovodi do zaključka da bi se trebao koristiti eksperiment.

### 3.2.3 Vrednovanje na osnovi kriterija

Vrednovanje na osnovi kriterija ima za cilj kontroliranje znanja učenika na bazi standardnih kriterija. Npr. odgovore na testu treba prikazati kao određen broj bodova, te zavisno o dobivenom postotku vrši se i vrednovanje. Naravno bodovanje je u odgovornosti nastavnika.

Sustav se smatra uspješnim ako ne pokazuje velike nedostatke unutar okoline koja je namijenjena za njegovu primjenu [Mark, Greer, 1993]. Osoba koja vrednuje sustav mora odrediti koji su to "veliki nedostaci", prema tome kako se čini da sustav ispunjava svoje zahtjeve i specifikacije. 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.

### 3.2.4 Eksperiment kao metoda vrednovanja

Eksperiment je [Shadish, Cook, Campbell, 2002] metoda testiranja, u cilju objašnjavanja, prirodne stvarnosti. Eksperimenti mogu biti od osobnih i neformalnih (primitivno testiranje) do visoko kontroliranih (ozbiljan i kompleksan pristup). Za eksperiment podatke skupljamo na razne načine kao što su promatranje, testiranje, razgovor i sl.

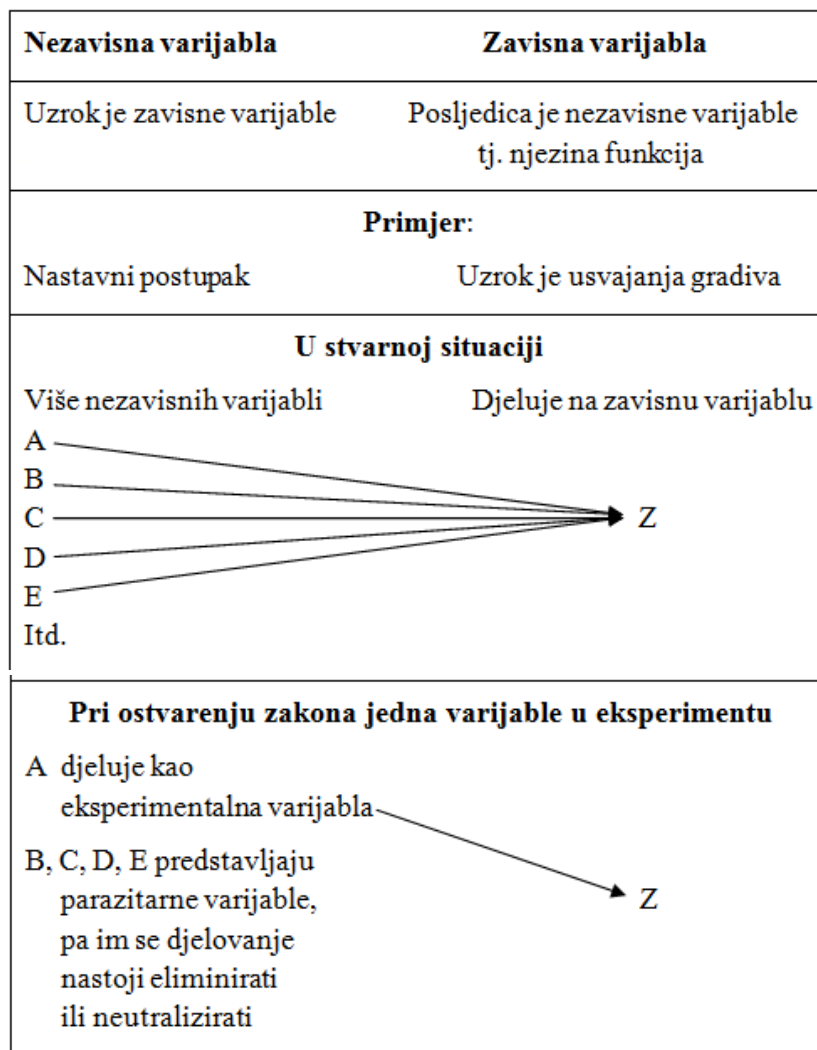
Prema [Garson, 2006] eksperiment kao metoda vrednovanja se dijeli na:

1. Pravi eksperiment (eng. *real experiment*) karakterizira postojanje kontrolne i eksperimentalne grupe koje su ekvivalentne i dobivene slučajnim odabirom ispitanika. Na kontrolnu grupu ili ne djeluje eksperimentalni faktor ili na nju djeluje neki drugi faktor provjerenog učinka.
2. Kvazi – eksperiment (eng. *quasi - experiment*) karakterizira nemogućnost raspodjele ispitanika u grupe slučajnim odabirom i grupe ne moraju biti ekvivalentne. Kvazi – eksperiment je “epistemološka zamjena” za pravi eksperiment. Da bi bila prava zamjena moraju zadovoljiti jedan od sljedeća dva uvjeta:
  - a. moraju imati najmanje dvije grupe ili
  - b. moraju imati više od dva mjerenja

#### 3.2.4.1 Zavisna i nezavisna varijabla

Pojava koja predstavlja postupak, kao i pojava koja predstavlja njen učinak, može se mijenjati [Mužić, 1977], te ih stoga nazivamo varijablama. Varijabla je, dakle, svaka karakteristika bilo koje pedagoške pojave kod koje promatramo kvantitativne ili kvalitativne razlike koje se u njoj javljaju (npr. razni oblici procesa učenja i poučavanja).

Eksperimentom zapravo utvrđujemo u kojoj mjeri zavisi druga varijabla (posljedica) od prve (utjecaj). Stoga se u eksperimentu razlikuju nezavisne varijable (one koje djeluju, koje predstavljaju uzroke) i zavisne (one na koje se djeluje, koje predstavljaju posljedice). S obzirom na odnos nezavisnih i zavisnih varijabli u eksperimentu, najlakše bi bilo doći do zaključka o djelovanju određene nezavisne varijable na određenu zavisnu varijablu kad bi se na neki način eliminiralo ili neutraliziralo djelovanje ostalih uzroka, tj. nezavisnih varijabli. Dakle, osnovni cilj eksperimenta jest utvrditi da li postoji, koliki je i kakav je utjecaj određene nezavisne varijable na određenu zavisnu varijablu.



Slika 3-4 Odnos zavisne i nezavisne varijable [Mužić, 1977]

### 3.2.4.2 Vrste pogrešaka

Djelovanje varijabli koje su na Slika 3-4 označene s B, C, D i E treba eliminirati ili neutralizirati ili kontrolirati njihovo djelovanje pomoću složenijih statističkih postupaka. Ako se to ne postigne, djelovanje tih parazitarnih varijabli dovest će do pogrešnog rezultata eksperimenta, rezultat će biti pristran.

Sistematizacija pogrešaka koje nastaju djelovanjem parazitarnih varijabli prema njihovim izvorima služi da bi se dobio pregled odakle one potječu i u kojim se sve oblicima mogu pojavljivati, što omogućava bolju kontrolu nad njima.

Izvori pogrešaka prema [Mužić, 1977] koje utječu na rezultat eksperimenta su:

**Tip pogreške „S“** : izvor pogrešaka leži u subjektima s kojima se vrši eksperiment. U pedagoškom eksperimentu to će najčešće biti ispitanici tj. učenici, studenti i sl. Njihovim izborom u grupe u koje će se uvoditi eksperimentalni faktor može doći do toga da se te grupe, na primjer, razlikuju prema:

- predznanju učenika (eventualne se razlike mogu ustanoviti prethodnim ispitivanjem njihovog nivoa obrazovanja testom)
- općoj mentalnoj sposobnosti učenika (može se ustanoviti testovima opće mentalne sposobnosti)
- introvertiranosti odnosno ekstrovertiranosti učenika (može se ustanoviti adekvatnim testom osobnosti)
- spolu učenika
- dobi učenika (ustanovljuje se uvidom u školsku dokumentaciju)
- marljivosti učenika (može se ustanoviti prosudbom nastavnika, roditelja itd.)
- socijalnom porijeklu učenika

**Tip pogreške „G“** : izvor pogrešaka leži u razlikama do kojih dolazi između grupa u koje se uvode eksperimentalni faktori, a koje se shvaćaju kao jedinstvene cjeline. Ove pogreške djeluju u čitavoj grupi bez obzira na razlike između ispitanicima. Evo ih nekoliko:

U vezi s učiteljem

- stručnost
- metoda priprema
- dob
- spol
- način pristupa učenicima
- mišljenje učitelja o vrijednosti eksperimentalnog faktora koji on uvodi

U vezi s prostorijama:

- zračnost
- osvjetljenje
- broj učenika u prostoriji
- veličina

U vezi s vremenom unošenja faktora:

- doba dana kad se nastava vrši
- redni sat
- dan u tjednu

U vezi s nekim drugim okolnostima:

- specifične karakteristike grupa
- nehote pogreške u organizaciji samog eksperimenta
- razlike u materijalu koji služi u eksperimentu

**Tip pogreške „R“** : Izvor pogrešaka leži u razlikama do kojih dolazi prilikom ponavljanja eksperimenta. Pri tom se ponavljanje ne podrazumijeva samo u vremenskom nego i u mjesnom smislu (na raznim mjestima). Eksperiment treba ponoviti na većem broju mjesta (npr. škola) kako bi moglo doći do pouzdanije generalizacije.

Mužić [Mužić, 1977] naglašava da se ove pogreške nužno uvijek javljaju u svakom eksperimentu. Težiti se može samo za njihovim smanjivanjem, a za one koje se ne mogu eliminirati, a pojavljuju se slučajno, treba ostvariti takva situacija da se prilikom generalizacije može statističkim putem voditi računa o vjerojatnosti njihove pojave.

### 3.2.5 Meta - analiza

Pojam "meta-analiza" (eng. meta-analysis) je izmislio statističar Glass [Glass,1981]. Glass definira meta-analizu kao "analizu analiza". Meta-analizom se analiziraju rezultati istraživanja koja su već provedena, ali nisu unaprijed planirana radi toga. Podaci koji se analiziraju su obično aritmetičke sredine, standardne devijacije, te rezultati statističkih analiza, a ne izvorni podaci.

Meta-analiza [Moher, 1999] proistječe iz statističke obrade koja udružuje rezultate dviju ili više neovisno obavljenih istraživanja, koje je moguće kombinirati. Dobiveni rezultati često se prikazuju grafički. Meta-analiza je jedan oblik sustavnoga pregleda, s tim da se izbor studija suzi na samo jednu vrstu istraživanja (kao što su prospektivna, randomizirana ili opažajna) i njihovi se podaci obrade statistički zajedno, kao da se radilo o jednom istraživanju. Vrijednost meta-analize izravno je ovisna o kvaliteti uključenih pojedinačnih istraživanja, a omogućuje povećanje statističke snage, rješavanje dvojbena rezultata kao i točniju procjenu učinka.

Ukoliko je dobro osmišljena i pravilno provedena meta-analiza može biti veoma moćan alat za dokazivanje hipoteza. Ona je zasnovana na strogo utvrđenim matematičkim i statističkim principima za kritičku analizu podataka. Ukoliko su rezultati nekog istraživanja dobiveni pravilnom meta-analizom nadgledanom od strane eksperata, smatraju se valjanim i nema potrebe za daljim ispitivanjima.

Unatoč svojim mnogim prednostima meta-analiza ima neka i ograničenja [Borenstein, 2009]. Može se primijeniti samo na istraživanja koje imaju empirijske rezultate, a ne i na teorijske radove. Ne može usklađivati i integrirati rezultate koji su teorijski i objavljeni u kvalitativnoj, a ne u kvantitativnoj formi, tj. istraživanja koje se obrađuju moraju koristiti kvantitativno mjerenje. Također, veoma je bitno da se ti rezultati mogu smisleno analizirati i kombinirati. To znači da se istraživanja koja ulaze u zajedničku analizu moraju baviti istim konstrukcijama i vezama, te njihovi rezultati moraju biti u sličnom statističkom obliku.

### 3.3 Pregled dosadašnjih istraživanja

Nema mnogo dostupnih istraživanja koja se bave istraživanjem učinkovitosti LMS sustava, pa se ovdje većinom navode istraživanja koja se bave učinkovitošću CAI (eng. *Computer-Assisted Instruction*) sustava. Phipps i Merisotis [Phipps, Merisotis, 1999] su došli do rezultata da su LMS sustavi čak i učinkovitiji od CAI sustava. Prema tome, možemo od LMS-ova očekivati bolje rezultate.

U svom pregledu, Roblyer i suradnici [Roblyer, Castine, King, 1988] napravili su usporedbu prije i poslije 1980 godine, te prikazali svoje zaključke. Prije 1980 gotovo sva istraživanja, od njih 200 koliko ih je provedeno, pokazala su pozitivne dokaze da metode u kojima se koristi računalno nude dosta prednosti u odnosu na neke druge metode. Iako je postojalo nekoliko jasnih neslaganja među osvrtima, sažetak njihovih zaključaka ukazuje na:

- smanjenje vremena učenja;
- neograničen motivacijski napredak naspram učenju;
- metode u kojima se koristi računalno su najviše učinkovite pri učenju matematike i jezika (čitanja);
- računalom potpomognuto učenje ima više učinka u nižim razredima;
- učenici koji sporije uče imaju jako puno dobiti od učenja pomoću računala, koje ima neizmjereno strpljenje.

Za razdoblje iza 1980 pregledi Roblyera i njegovih suradnika [Roblyer, Castine, King, 1988] su pokazali pozitivan efekt za postignuća u analizama svih 85 istraživanja osim za rješavanje problema CAI-a, te stavova prema računalima kao nastavnom mediju. Pregled je usmjeren prema pet glavnih područja:

- Atributi (eng. Attitudes) – Samo tri istraživanja sa dostupnim podacima su upotrjebljena u pregledu i pokazala su pozitivnu naklonjenost računalima
- Sadržaj (eng. Content Area) – Računalni programi su najučinkovitiji za znanost, a slijede je matematika, kognitivne vještine i učenje jezika (čitanja)
- Tip primjene (eng. Application Type) – Analize su napravljene za čitanje i matematiku zbog dovoljnog broja podataka, te se otkrilo da su oboje podjednako učinkovite
- Razina ocjenjivanja (eng. Grade Level) – Od tri određene razine, učinkovitost CAI-a najveća je za fakultetsku razinu ( $VU = 0,57$ ), dok je za osnovnoškolsku i srednjoškolsku razinu zabilježena nešto niža veličina učinka od 0,32 i 0,19
- Tipovi studenata (eng. Types of Students) – Postojala je implikacija da je učinkovitost računalnih programa bolja kod učenika koji sporije uče nego kod prosječnih učenika, iako veličina učinka ne bi bila značajno različita

Mnogo obrazovnih istraživanja o ICT-u je provedeno i tijekom posljednjih dvadeset godina (većina ih se odvijala između 1990. i 2000. godine), s znatno više istraživanja koja su provedena u Sjedinjenim Američkim Državama i Velikoj Britaniji, iako postoje izvješća istraživanja u različitim dijelovima Europe. No na spomenuta dva područja istraživanja su znatno detaljnije provedena, tako da ćemo se osvrnuti na njih. Literatura iz ovog područja je važna, ne samo na području nastave, nego i na području politike, koji obično nerado ulažu u fondove velikih istraživanja ovakve vrste. Yelland [Yelland, 2001] je među prvima ukazao na takvu potrebu financiranja, kako bi podržao razna istraživanja koja bi trebala i uključivati mješovite metode (eng. *mixed-method*) istraživanja.

Ovakva istraživanja bi trebala prepoznati pozitivan, ali isto tako i bilo koji negativan učinak. Na ovaj način bi trebali uočiti najučinkovitiji smjer promicanja djelotvornog učenja, kako bi rezultati bili znatno poboljšani.

### 3.3.1 Američka istraživanja

Kako bi se odgovorilo na pitanje koja razlika postoji između akademskog postignuća osnovnoškolske razine koji su učili uz pomoć računala tokom cijele godine naspram onim učenicima koji su pohađali tradicionalnu nastavu. Christmann [Christmann, Badget, 2003] je proveo meta-analizu od 1800 istraživanja za učenike uvažavajući sljedeće kriterije.

Veličina uzoraka sadrži najmanje 20 učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini. Samo 39 od 1800 istraživanja je prihvaćeno (kvalificirano) za konačno uključivanje u istraživanje. Ukupno 8.274 učenika je uključeno u istraživanje. Rezultati testa bilježe srednju veličinu učinka od 0,273, potvrđujući da su bolje rezultate postigli učenici koristeći se CAI sustavom, iako se ova veličina učinka smatra malom [Cohen, 1969].

U posljednjoj analizi, samo jedna od 39 istraživanja nije pokazalo nikakve razlike između CAI-a i tradicionalnog načina poučavanja ( $VU = 0$ ). Raspon veličine učinka je bio od -0,69 do



1,295. Srednja veličina učinka je 0,273 koja se može interpretirati kao da je prosječan student izložen CAI-u bolji od 62% studenata u tradicionalnim učionicama.

Waxman i njegovi suradnici [Waxman, Lin, Michko, 2003] sa sveučilišta Houston (eng. *University of Houston*) sintetizirali su posljednja istraživanja o učincima poučavanja i učenja s tehnologijom prema studentskim rezultatima. Preuzeli su 200 nasumce odabranih istraživanja koje je proveo Christmann [Christmann, Badget, 2003]. Njihove sinteze uključuju kvantitativna, eksperimentalna i kvazi-eksperimentalna istraživanja, te evaluacijska istraživanja u razdoblju od šest godina (1997 - 2003). Istraživanje je također usmjereno na istraživanja koja uključuju poučavanje i učenje uz pomoć tehnologije u kojima učenici i njihovi nastavnici djeluju prvenstveno licem-u-lice (eng. *face-to-face*). Uspoređuju se skupine koje koriste tehnologiju i one koje je ne koriste kako bi nas izvijestili statističkim podacima koji su omogućili izračun veličine učinka.

Koristeći ove kriterije, istraživanja su smanjena sa početne veličine 200 na 42. Konačna istraživanja sadrže kombiniran uzorak od oko 4.000 studenata. Prosjek veličine učinka istraživanja u svim ishodima je 0,410 ( $p < 0,01$ ), s intervalom pouzdanosti od 0,175 do 0,644. Ovaj rezultat pokazuje da poučavanje i učenje s tehnologijom ima mali, pozitivan i značajan utjecaj na rezultate učenika u odnosu na tradicionalnu nastavu.

### 3.3.2 Britanska istraživanja

U Velikoj Britaniji, Nacionalno Vijeće za Obrazovne Tehnologije (eng. National Council for Educational Technology - NCET) i njena nasljedna organizacija Agencija za Britansku Obrazovanu Komunikaciju i Tehnologiju (Eng. *British Educational Communications and Technology Agency* - Becta) su poduzele velik i hrabar korak u ovakvim obrazovnim istraživanjima. Tijekom srednjih 1990-ih, vlada Ujedinjenog Kraljevstva ulaže u razvoj integriranih sustava velikih razmjera.

U ovom istraživanju, postoje dokazi o pozitivnom doprinosu postignuća u Engleskoj, uz statistički značajan učinak pri korištenju programa za obradu teksta za učenike u dobi od 8 - 10 godina, ali samo djelomično značajan učinak za učenike u dobi od 12 - 14 godina. Učenici su ocjenjivani kroz razne zadaće (eseje), koje ocjenjuju dva nezavisna učitelja. Kvaliteta eseja također se procjenjuje kroz mjerenje stope kohezije i koherencije u učeničkim tekstovima, te pogreške u pravopisu. Glavno obilježje primarnog istraživanja je učestalost uporabe ICT-a za njihovu poduku iz engleskog jezika koje bi trebalo utjecati na njihova postignuća. Pokazao se pozitivan doprinos ICT-a kod korištenja programa za obradu teksta. Na srednjoškolskoj razini, rezultati su manje uvjerljiviji, što zbog loših eseja na engleskom jeziku, a što zbog ograničenog korištenja ICT-a za samu poduku engleskog jezika.

I u drugim predmetima uporaba ICT-a se pokazala i više nego korisna, kao npr. u matematici gdje učenici u dobi od 8 - 10 i 14 - 16 godine u razredima uče pomoću LOGO-a

(programski jezik) i matematičkih programa pomoću kojih postižu statistički bolje rezultate na testovima od onih učenika koji uče slične pojmove pomoću tradicionalnih metoda.

Rezultati su prikazali značajne dokaze o pozitivnom utjecaju ICT-a na učenje učenika u matematici, gdje su ICT integrirali u nastavni plan i program matematike. Sva provedena istraživanja prikazuju dodatne dokaze o pozitivnim učincima ICT-a na postignuća u matematičkom razmišljanju koristeći LOGO, te vještine Booleove logike koristeći baze podataka.

Jedan od najopsežnijih istraživanja o utjecaju ICT-a na postignuća provedena u Velikoj Britaniji bio je ImpaCT2 [Harrison, 2001]. Ovo veliko evaluacijsko istraživanje, je financirano od strane Ministarstva Prosvjete i Vještina (eng. *Department of Education and Skills*) i upravljana od strane Becta. Istraživanje je trajalo tri godine (1999. – 2002.) i njegova svrha je bila neovisna procjena utjecaja ICT-a na dječji uspjeh na reprezentativnom uzorku u engleskim školama.

Proučavani uzorak imao je 2.179 učenika u 60 škola, od čega su njih 30 bile primarne, 25 sekundarne, a 5 specijalne škole. Odabrane škole predstavljali su učenici iz različitih socio-ekonomskih skupina u gradskim, prigradskim i ruralnim područjima Engleske. Škole su bile podijeljene u dvije skupine: jedna je skupina imala visoke kvalitete ICT usluga, a druga skupina prosječan pristupom ICT-u.

Istraživanja u ImpaCT2 prikazuju raznolikosti učenja učenika s ICT-em. Dokazi iz kvalitativnih smjerova istraživanja snažno su sugerirali da je utjecaj na nastavni plan i program bio najveći kad je učenik koristio ICT u potpunosti, te je ICT integrirano preko nastavnog plana i programa u cjelini pa čak i kućne aktivnosti učenika. Iako otkrića iz istraživanja pokrivaju mnoga područja, Harrison [Harrison, 2002] se okreće samo prema aspektima koji se odnose na učenje pomoću ICT-a:

- Pozitivan utjecaj korištenja većih razina ICT-a (na temelju procjene učenika) prepoznati su i na razini pojedinog učenika i na razini škole
- Odnos između razina korištenja ICT-a i učinkovitosti nije bio dosljedan u svim ključnim fazama i predmetnim područjima na razini škole.
- U ni jednoj od 13 obavljenih istraživanja korištenje ICT-a nije povezano sa slabijim rezultatima, bilo da je riječ o pregledu rezultata ili bilo čemu drugom što je spomenuto u istraživanju
- Učenici su se upuštali u inovativne uporabe tehnologije često izvan konteksta škole i stječu složeni niz vještina i pismenost ICT-em, uključujući i niz *online* socijalnih i komunikacijskih vještina.
- Mnogi učenici su razvili kompleks razumijevanjem uloge računala u današnjem svijetu, uključujući širok raspon opreme i lokacija na kojima takve tehnologije koriste.

### 3.3.3 Daljnja istraživanja

Postoje jasni dokazi iz istraživanja koji pokazuju da ICT ima pozitivan ali mali učinak na učenje studenata. Većina istraživača su optimistični glede uloge koju će ICT igrati u školskom okruženju u budućnosti, iako neki imaju svoje sumnje. U svojim zaključnim napomena, Christmann [Christmann, Badget, 2003] je napisao:

...potrebno je što više istraživanja kako bi testirali velika očekivanja koja mnogi imaju prema CAI-u, te kako bi CAI postavili kao temelj za obrazovna postignuća. Inače, CAI može biti pogrešno shvaćen, pogrešno korišten i na kraju postati odbačen alat.

Doista, svojim obnovljenim znanjem i stečenim iskustvom ICT-em, istraživači su čak i pokazali želju za temeljnim istraživanjem njegove učinkovitosti na učenje, priznajući da je njegovo postojanje u školama neizbježno. Čini se da sve više postoji potreba za longitudinalnim istraživanjem ICT-a i njegov utjecaj na učenje u cijelom svijetu. Na temelju dokaza prikupljenih objavljenim istraživanjima, posebice u kontekstu ImpaCT2 istraživanja, [Cox, 2003] u svom izvješću za Odjel za Obrazovanje i Vještine i Becta, preporučio pet ključnih područja koji bi trebali biti prioritet za buduća istraživanja.

1. Potreba za više istraživanja dugih razmjera kako bi se:
  - mjerilo postignuće koje je izmjereno tijekom dugog razdoblja (najmanje dvije do tri godine);
  - saznalo koje su specifične koristi ICT-a za učenje koncepata i vještina u specifičnim temama i predmetima;
  - pratio i ocjenjivao cijeli proces učenja;
  - usporedili učinci različitih koristi ICT-a za učenje istih i sličnih tema;
  - mjerio učinak uporabe ICT-a na nastavni plan i program, a time i na učenje učenika;
  - identificirale odgovarajuće metode za mjerenje učinaka specifičnih korištenja ICT-a, te uzeti u obzir nove načine učenja.
2. Istraživanja treba provoditi kako bi izmjerili koliko iskustvo učenja može pridonijeti cijelom procesu učenja, a time i utjecati na učenikova postignuća.
3. Treba razviti nove metode mjerenja postignuća
4. Više istraživanja treba provoditi o učinku specifičnih koristi ICT-a na učenikove pristupe učenju općenito, te na meta-kognitivnim sposobnostima i na dugoročne strategije učenja.
5. Više opsežnog pregleda literature bi osiguralo više značajnih dokaza o učincima pojedinih koristi ICT-a na učenje učenika.

## 4 PRISTUP VLASTITOM ISTRŽIVANJU

U ovom radu predstavlja se istraživanje učinkovitosti sustava za upravljanje učenjem *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Moodle) kako bi se istražilo kako Moodle utječe na poučavanje. Odabirom metode eksperimentalnog istraživanja pokušati ćemo ustvrditi hoće li biti poboljšanja u rezultatima učenja studenata koji koriste sustav u odnosu na tradicionalan način poučavanja.

### 4.1 Opis provođenja eksperimenta

Kao uzorak na kojem će se provoditi eksperiment odabrana je grupa od 81 studenta. Svi studenti pohađaju prvu godinu Prirodoslovno – Matematičkog Fakulteta različitih studijskih grupa. Studijske grupe su: matematika, informatika, matematika i informatika, informatika i tehnika, te fizika i informatika. Svi zajedno pohađaju kolegij Uvod u računarstvo. Područno znanje na kojem su spomenuti studenti testirani je MS Excel. Studenti su slučajnim odabirom podijeljeni na eksperimentalnu, koja je imala 43 studenta, i kontrolnu grupu od 38 studenata. U prilogu A nalazi se struktura predavanja po kojem su radili studenti obiju grupa. Također je svim studentima omogućen pristup sadržaja predavanja u tekstualnom obliku (kao Power Point prezentacija).

Prije nego se krenulo u realizaciju nastavnog sadržaja MS Excel-a, željeli smo provjeriti znanje studenata u spomenutom području. Iz tog razloga su svi studenti pisali inicijalni test (nalazi se u Prilogu B), koji se sastojao od 20 pitanja i ocjenjivan je bodovima od 0 do 100. Ujedno smo na taj način provjerili da li postoji razlika u predznanju između kontrolne i eksperimentalne grupe.

Eksperimentalna grupa je kroz tri tjedna u trajanju od dva školska sata imala pristup Moodle sustavu na računalima u učionici u svrhu učenja. Također su nakon tog vremena mogli pristupiti sustavu i učiti (npr. kod kuće i sl.). Za to vrijeme kontrolna grupa nije imala mogućnost pristupa sustavu, te su oni odvojeno, na tradicionalan način, nastavili učenje gradiva.

Nakon tri tjedna testirali smo studente eksperimentalne grupe na samom sustavu (pokazali izvanredne rezultate), a potom zajedno sa studentima kontrolne grupe pisali su završni test (nalazi se u prilogu C). Sastojao se također od 20 pitanja koji su ocjenjivani sa bodovima od 0 do 100.

Prije nego smo krenuli u analizu dobivenih rezultata napravili smo izjednačavanje grupa (prema poglavlju 2.1.3. *Izjednačavanje grupa*). Napravljene su dvije osnovne podjele. Precizno izjednačavanje (Tablica 4.1.) u kojem su izdvojeni ispitanici s jednakim brojem bodova inicijalnog testa i izjednačavanje u rasponu  $\pm 5$  (Tablica 4.2.). Najprije smo pronašli ispitanike s jednakim brojem bodova, a kada takav nije postojao onda smo pronašli ispitanika kojem je

rezultat inicijalnog testa u rasponu  $\pm 5$  bodova. Kada pronađemo više ispitanika koji predstavljaju moguće uparivanje za odabranog ispitanika, pristupamo metodi slučajnog odabira.

Tablica 4.1. Precizno izjednačavanje

Eksperimentalna grupa			Kontrolna grupa		
Student	Inicijalni test	Završni test	Student	Inicijalni test	Završni test
Student 1	11	44	- Student 45	11	54
Student 4	16	27	- Student 48	16	83
Student 7	22	71	- Student 49	22	72
Student 8	24	67	- Student 52	24	46
Student 10	26	76	- Student 53	26	66
Student 15	28	75	- Student 55	28	56
Student 16	29	48	- Student 56	29	72
Student 21	32	84	- Student 57	32	51
Student 22	33	72	- Student 58	33	58
Student 24	36	46	- Student 59	36	81
Student 26	39	61	- Student 61	39	41
Student 27	47	76	- Student 65	47	45
Student 29	49	79	- Student 66	49	76
Student 34	61	73	- Student 72	61	80
Student 37	72	79	- Student 77	72	75
Student 38	74	75	- Student 78	74	88
Student 43	85	98	- Student 80	85	86

Tablica 4.2. Izjednačavanje u rasponu  $\pm 5$ 

Eksperimentalna grupa			Kontrolna grupa			
Student	Inicijalni test	Završni test	Student	Inicijalni test	Završni test	
Student 1	11	44	-	Student 45	11	54
Student 2	14	56	-	Student 46	13	56
Student 3	14	18	-	Student 47	15	67
Student 4	16	27	-	Student 48	16	83
Student 5	21	80	-	Student 49	22	72
Student 6	21	37	-	Student 50	22	68
Student 7	22	71	-	Student 51	23	50
Student 8	24	67	-	Student 52	24	46
Student 9	25	62	-	Student 53	26	66
Student 10	26	76	-	Student 54	28	56
Student 11	27	74	-	Student 55	28	56
Student 12	27	82	-	Student 56	29	72
Student 15	28	75	-	Student 57	32	51
Student 19	31	81	-	Student 58	33	58
Student 20	32	29	-	Student 59	36	81
Student 21	32	84	-	Student 60	36	35
Student 22	33	72	-	Student 61	39	41
Student 23	35	54	-	Student 62	40	64
Student 24	36	46	-	Student 63	44	58
Student 25	39	45	-	Student 64	44	58
Student 26	39	61	-	Student 65	47	45
Student 27	47	76	-	Student 66	49	76
Student 28	48	51	-	Student 67	53	46
Student 29	49	79	-	Student 68	56	68
Student 31	51	83	-	Student 69	56	89
Student 32	57	32	-	Student 70	59	64
Student 33	59	26	-	Student 71	59	71
Student 34	61	73	-	Student 74	62	57
Student 35	63	74	-	Student 75	64	77
Student 37	72	79	-	Student 76	71	76
Student 38	74	75	-	Student 77	72	75
Student 39	75	72	-	Student 78	74	88
Student 40	81	96	-	Student 79	78	96
Student 42	84	73	-	Student 80	85	86
Student 43	85	98	-	Student 81	88	78

## 4.2 Analiza dobivenih rezultata

Nakon što je testiranje obavljeno, potrebno je analizirati dobivene podatke. Potrebno je utvrditi da li je bilo statistički značajnih razlika između dviju ispitanih grupa (kontrolne i eksperimentalne) u predznanju tj. u rezultatima inicijalnog testa, a potom i nakon učenja gradiva tj. u rezultatima završnog testa.

Da bi odabrali odgovarajući test, potrebno je dobro razmotriti o kojem tipu podataka se radi. Podaci mogu biti iz nekog intervala (npr. nezavisni i zavisni  $t$  – test) ili se odnose na poredak (Wilcoxon i Mann-Whitney  $U$  test). Testovi koji se provode na podacima iz intervala su testovi koji će nama poslužiti za ovo istraživanje. S obzirom da smo u testovima koristili bodove iz intervala od 0 do 100, onda ćemo koristiti jedan od navedenih  $t$  – testova. Sudionici eksperimenta su slučajnim odabirom podijeljeni na dvije različite grupe, koje se zatim uspoređuju. To nam govori da se radi o nezavisnim grupama, pa se zato bira nezavisni  $t$  – test. Dalje u tekstu ćemo govoriti samo o  $t$  – testu kao nezavisnom  $t$  – testu.  $T$  – test se može izračunati primjenom nekog statističkog računalnog programa. Ovdje je korišten program SPSS inc. SPSS 16.0 (u originalu *Statistical Package for the Social Sciences*).

### 4.2.1 Rezultati $t$ - testa

$T$  – testom ćemo provjeriti postoji li stvarna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe. U tri slučaja smo provodili  $t$  – test. Prvi (I) je bio na svim ispitanicima tj. 81 student (43 iz eksperimentalne i 38 iz kontrolne). Drugi (II) slučaj je nakon što smo proveli izjednačavanje u rasponu od  $\pm 5$  bodova, preostalo nam je 70 studenata (35 parova). I treći (III) slučaj je nakon savršenog izjednačavanja, nakon kojeg su nam preostala 34 studenta, tj. 17 parova.

#### I. Slučaj

Nul-hipoteza za rezultate iz inicijalnog testa je  $NH1a$ : Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima inicijalnog testa. U tablici 4.3. možemo vidjeti da je vrijednost  $p = 0.88$  što je veće od 0.05 pa se  $NH1$  prihvaća i zaključuje da nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u predznanju.

Tablica 4.3.: Rezultati iz  $t$  – testa za inicijalni test

Grupe	Vrijednosti $t$ - testa	Značajna razlika
Eksperimentalna vs. Kontrolna	$t = - 0.37$ $p = 0.88$	NE

Nul-hipoteza za rezultate iz završnog testa je  $NH2a$ : Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa. U tablici 4.4. možemo vidjeti da je vrijednost  $p = 0.009$  što je manje od 0.05 pa se  $NH2a$  ne prihvaća i zaključujemo da ima značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa.

Tablica 4.4.: Rezultati iz t – testa za završni test

Grupe	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = - 0.89 p = 0.009	DA

## II. Slučaj

Nakon izjednačavanja u rasponu od  $\pm 5$  bodova izdvojili smo 35 studenata u eksperimentalnoj i 35 studenata u kontrolnoj grupi. Nul-hipoteza za rezultate iz inicijalnog testa je NH1b: Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima inicijalnog testa. U tablici 4.5. možemo vidjeti da je vrijednost  $p = 0.89$  što je veće od 0.05 pa se NH1b prihvaća i zaključuje da nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u početnim uvjetima tj. u predznanju unatoč izjednačavanju u rasponu.

Tablica 4.5.: Rezultati iz t – testa za inicijalni test (izjednačavanje u rasponu  $\pm 5$ )

Grupe	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = - 0.41 p = 0.89	NE

Nul-hipoteza za rezultate iz završnog testa je NH2b: Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa. U tablici 4.6. možemo vidjeti da je vrijednost  $p = 0.03$  što je manje od 0.05 pa se NH2b ne prihvaća i zaključujemo da ima značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa.

Tablica 4.6.: Rezultati iz t – testa za završni test (izjednačavanje u rasponu  $\pm 5$ )

Grupe	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = - 0.37 p = 0.03	DA

## III. Slučaj

Nakon preciznog izjednačavanja izdvojili smo 34 studenta, od čega 17 u eksperimentalnoj i 17 u kontrolnoj grupi. Nul-hipoteza za rezultate iz inicijalnog testa je NH1c: Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima inicijalnog testa. Naravno da se nul-hipoteza NH1c prihvaća jer prilikom preciznog izjednačavanja u obzir smo uzeli samo studente sa identičnim brojem bodova. Ako na taj način provodimo t – test onda nam je vrijednost  $p = 1$ , a  $t = 0$ .

Nul-hipoteza za rezultate iz završnog testa je NH2c: Nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa. U tablici 4.7. možemo vidjeti da je vrijednost  $p = 0.95$  što je veće od 0.05 pa se NH2c prihvaća i zaključujemo da nema značajnih razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u rezultatima završnog testa.



Tablica 4.7.: Rezultati iz t – testa za završni test (precizno izjednačavanje)

Grupe	Vrijednosti t - testa	Značajna razlika
Eksperimentalna vs. Kontrolna	t = 0.21 p = 0.95	NE

Ako pogledamo rezultate t – testa vidimo da je u svim slučajevima inicijalni test pokazao da nema razlike u predznanju studenata eksperimentalne i kontrolne grupe iz ispitnog područja. Ali isto tako vidimo da su rezultati završnog testa u slučaju I i II pokazali postojanje značajne razlike, dok u slučaju III nema značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe. S obzirom da nam se prilikom preciznog izjednačavanja znatno smanjio broj ispitanika (sa 81 na 34) smatramo da je vrlo lako moglo doći do pogreške, te je značajna razlika mogla nestati slučajno.

Kako je kod našeg istraživanja t-test pokazao da ima statistički značajnu razliku u prvom (proveden na svim ispitanicima) i drugom slučaju (prilikom uparivanja u rasponu  $\pm 5$ ), izračunati ćemo veličinu učinka za ta dva slučaja.

#### 4.2.2 Veličina učinka

Prije izračuna veličine učinka prikazimo u Tablici 4.8. vrijednosti aritmetičkih sredina i standardnih devijacija za testove za eksperimentalnu i kontrolnu grupu, te njihovo postignuće za prvi slučaj (svi ispitanici) i u Tablici 4.9. za drugi slučaj (uparivanje u rasponu  $\pm 5$ ). Postignuće (eng. *gain*) se računa na način da se od rezultata (aritmetička sredina AS i standardna devijacija SD) koje su studenti postigli na završnom testu oduzmu rezultati koje su postigli na inicijalnom testu.

Tablica 4.8. Aritmetičke sredine i standardne devijacije (svi ispitanici)

Grupa	Inicijalni test	Završni test	Postignuće
Eksperimentalna	AS = 41.88	AS = 62.06	AS = 20.18
	SD = 21.38	SD = 20.74	SD = 10.03
Kontrolna	AS = 43.71	AS = 65.65	AS = 21.94
	SD = 21.95	SD = 14.45	SD = 7.13

Tablica 4.9. Aritmetičke sredine i standardne devijacije (uparivanje u rasponu  $\pm 5$ )

Grupa	Inicijalni test	Završni test	Postignuće
Eksperimentalna	AS = 41.68	AS = 62.65	AS = 20.97
	SD = 21.79	SD = 20.77	SD = 10.39
Kontrolna	AS = 43.82	AS = 65.25	AS = 21.43
	SD = 21.51	SD = 14.84	SD = 7.28

Sada kada imamo sve potrebne podatke izračunati ćemo veličinu učinka (koja je opisana u poglavlju 3.1.4. *Veličina učinka*) za sve ispitanike ( $\Delta_{I. \text{ slučaj}}$ ) i ispitanike koje smo uparili u rasponu  $\pm 5$  ( $\Delta_{II. \text{ slučaj}}$ ) po formuli (3-9):

$$\Delta_{I. \text{ slučaj}} = \frac{20,18 - 21,94}{7,13} = - 0.24$$

$$\Delta_{II. \text{ slučaj}} = \frac{20,97 - 21,43}{7,28} = - 0.06$$

Kao što možemo vidjeti iz prethodnih formula veličine učinka ( $\Delta$ ) sustava Moodle koje su dobivene istraživanjem za prvi slučaj, u kojem smo u obzir uzeli sve ispitanike, je  $- 0.24$ , a za drugi slučaj, u kojem smo u obzir uzeli ispitanike koji su preostali nakon uparivanja u rasponu  $\pm 5$ , je  $- 0.06$ . Najprije možemo primijetiti da je veličina učinka u oba slučaju negativna što nam pokazuje da je prema [Petz, 2004] kontrolna grupa bolja od eksperimentalne, tj. da su pokazali bolje rezultate. Veličina učinka [Cohen, 1969] manja od 0,2 se smatra malom veličinom učinka, dok se veličina učinka jednaka 0.5 smatra srednjom, a veličine učinka veće ili jednake od 0.8 su velike veličine učinka. Kako je nama veličina učinka mala u oba slučaja (za sve ispitanike i ispitanike uparene u rasponu od  $\pm 5$ ) tj. manja od 0.2, a očekivali smo značajnije rezultate, bilo bi potrebno ispitati što je moglo utjecati na naše istraživanje. Prvi korak bi bio provjera mjernih instrumenata tj. testova koji su se koristili za ispitivanje znanja studenata. No ispitati ćemo metričke karakteristike testova kako bi uočili da li su naši testovi zadovoljili sve uvjete.

#### 4.2.3 Metričke karakteristike testova

Kod učenja i poučavanja ispitujemo postignuće studenata. Kao instrumenti za mjerenje postignuća koriste se testovi. Testovi bi trebali točno mjeriti postignuće studenata, kako bi istraživanje imalo smisla. Iz tog razloga je potrebno ispitati metričke karakteristike testova. Prema [Mužić, 1977] postoji sedam metričkih karakteristika testova, ali mi smo ovdje izdvojili samo one karakteristike koje se na određeni način odnose na naše istraživanje, tj. u mogućnosti smo ih ispitati (zbog malog broja ispitanika):

1. Valjanost
2. Pouzdanost
3. Osjetljivost
4. Diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu

##### 1. Valjanost

Prilikom provedbe istraživanja, nastojalo se da se sadržaj testova podudara sa sadržajem predavanja o MS Excelu. U testovima se nije nalazilo ništa izvan osnovnog plana i programa koji je predviđen za studente prve godine u sklopu kolegija Uvod u računarstvo. Prema tome, može se reći sa se sadržaji testova (Prilog B i Prilog C) i predavanja (Prilog A) podudaraju.

## 2. Pouzdanost

Za određivanje pouzdanosti postoji nekoliko načina, a spomenuti ćemo jedan (koeficijent homogenosti) s kojim je ispitana pouzdanost testova iz našeg istraživanja.

Način na koji smo testirali pouzdanost testova je metoda izračunavanja koeficijenta homogenosti. Za svakog studenta posebno smo zbrojili bodove ostvarene na parnim zadacima (što smo uzeli kao prvu varijablu), te bodove koje su ostvarili na neparnim zadacima (što smo uzeli kao drugu varijablu). U Prilogu Fa i Fb smo prikazali bodove koje su studenti postigli na parnim, tj. neparnim zadacima. Nakon provedenog testa *Correlation matrices* u statističkom programu SPSS dobili smo za inicijalni test koeficijent ( $r_{\text{pola\_inicijalni}}$ ) koji iznosi 0.70, te koeficijent za završni test ( $r_{\text{pola\_završni}}$ ) iznosa 0.64. Kako se radi o samo pola testa prema [Siegle, xxx] potrebno je upotrijebiti Spearman – Brown-ovu formulu:

$$r_{\text{cijeli\_inicijalni}} = \frac{2 \cdot 0.70}{1 + 0.70} = 0.82$$

$$r_{\text{cijeli\_završni}} = \frac{2 \cdot 0.64}{1 + 0.64} = 0.78$$

Dakle, prema formuli (3-12) izračunali smo pouzdanost za inicijalni test (0.82) i završni test (0.78). Iako je pouzdanost malo veća za inicijalni test možemo reći da su približno jednake iznosu od 0.80, što je dovoljno visok koeficijent. Ali kako smo već ranije naveli u poglavlju 3.1.5. *Metričke karakteristike testova (pouzdanost)* ne možemo biti sigurni da oba dijela testa sadrže slične zadatke.

## 3. Osjetljivost

U našem istraživanju je jako teško ispitati osjetljivost. Inicijalni test i završni test imaju po 20 pitanja, pa ne znamo što očekivati tj. koji test bi trebao pokazivati veću osjetljivost jer su oba testa s jednakim brojem pitanja pa bi detaljnost ispitnog gradiva trebala biti jednaka. Rezultati studenata eksperimentalne grupe su prikazani u prilogu D, a kontrolne grupe u prilogu E. Njihovi rezultati su nam pokazali da u inicijalnom testu postoje 46 različita rezultata, a u završnom testu 48 različitih rezultata od 81 mogućeg. Prema ovim rezultatima možemo zaključiti da su inicijalni i završni test podjednako osjetljivi. Međutim, ne možemo donositi općenite zaključke o osjetljivosti jer se radi o samo jednoj primjeni testova na relativno malom uzorku, a objektivnost (koja utječe na osjetljivost testova) naših testova uopće nismo ni ispitali.

## 4. Diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu

Za primjer izračuna point-biserijalnog koeficijenta korelacije odlučili smo se za provjeru rezultata testa po spolu. U tablicama 4.10. i 4.11. prikazati ćemo rezultate za inicijalni test (4.10.), odnosno završni test (4.11.) prema spolu. Muške ispitanike smo u varijabli „Spol“ označili s 1, a ženske ispitanice s 0.

Tablica 4.10. Rezultati inicijalnog testa prema spolu

Spol X	Bodovi inicijalnog testa Y	Spol X	Bodovi inicijalnog testa Y
0	11	0	84
0	14	1	85
0	14	0	5
1	16	0	11
0	21	0	13
0	21	0	15
1	22	0	16
1	24	0	22
0	25	0	22
0	26	0	23
1	27	0	24
0	27	0	26
0	27	1	28
0	28	0	28
0	28	1	29
0	29	0	32
0	30	0	33
0	31	0	36
1	31	1	36
0	32	1	39
0	32	0	40
1	33	0	44
0	35	0	44
1	36	1	47
0	39	1	49
1	39	1	53
0	47	1	56
0	48	1	56
0	49	1	59
0	49	0	59
1	51	0	61
0	57	0	61
1	59	0	62
0	61	0	64
0	63	0	71
1	67	1	72
1	72	0	74
1	74	0	78
0	75	1	85
0	81	1	88
0	81		

Iz tablice 4.10. izvucimo potrebne podatke za izračunavanje point-biserijalnog koeficijenta korelacije inicijalnog testa ( $r_{pb\_inicijalni}$ ):

$$\sum X = 27$$

$$\sum y_1 = 1\,333$$

$$\sum y = 3\,462$$

$$n = 81$$

$$n_1 = 27$$

$$n_0 = 54$$

$$\sum y^2 = 185\,084$$

$$(\sum y)^2 = 11\,985\,444$$

Prema formuli Pearsonovog koeficijenta korelacije (3-14) izračunajmo koeficijent korelacije inicijalnog testa:

$$r_{pb\_inicijalni} = \frac{(81 * 1\,333) - (27 * 3\,462)}{\sqrt{(27 * 54) * [(81 * 185\,084) - 11\,985\,444]}} = 0.2189$$

Tablica 4.11. Rezultati završnog testa prema spolu

Spol X	Bodovi završnog testa Y	Spol X	Bodovi završnog testa Y
0	44	0	73
0	56	1	98
0	18	0	69
1	27	0	54
0	80	0	56
0	37	0	67
1	71	0	83
1	67	0	72
0	62	0	68
0	76	0	50
1	74	0	46
0	82	0	66
0	38	1	56
0	55	0	56
0	75	1	72
0	48	0	51
0	66	0	58
0	36	0	81
1	81	1	35
0	29	1	41
0	84	0	64
1	72	0	58
0	54	0	58
1	46	1	45
0	45	1	76
1	61	1	46
0	76	1	68
0	51	1	89
0	79	1	64
0	37	0	71
1	83	0	80
0	32	0	62
1	26	0	57
0	73	0	77
0	74	0	76
1	96	1	75
1	79	0	88
1	75	0	96
0	72	1	86
0	96	1	78
0	65		

Iz tablice 4.11. izvucimo potrebne podatke za izračunavanje point-biserijalnog koeficijenta korelacije završnog testa ( $r_{pb\_završni}$ ):

$$\begin{aligned}\sum X &= 27 \\ \sum y_1 &= 1\ 787 \\ \sum y &= 5\ 164 \\ n &= 81 \\ n_1 &= 27 \\ n_0 &= 54 \\ \sum y^2 &= 355\ 280 \\ (\sum y)^2 &= 26\ 666\ 896\end{aligned}$$

Prema formuli Pearsonovog koeficijenta korelacije (3-14) izračunajmo koeficijent korelacije završnog testa:

$$r_{pb\_završni} = \frac{(81 * 1\ 787) - (27 * 5\ 164)}{\sqrt{(27 * 54) * [(81 * 355\ 280) - 26\ 666\ 896]}} = 0.0958$$

Prema rezultatima prethodno izračunatog koeficijenta [Petz, 2004] postoji relativno niska pozitivna korelacija (nešto veća u inicijalnom testu, dok u završnom testu skoro pa podjednaka) između spola i uspjeha u ovom testu, tj muškarci imaju bolji uspjeh od žena. No sada treba biti prilično pažljiv. S obzirom na to da smo muškarcima dali oznaku 1, a ženama oznaku 0, pozitivna korelacija znači da postoji pozitivan odnos između učinka u testu aritmetike i spola „muškarac“, a negativan između rezultata testa i spola „žena“. Da smo ženama dali oznaku 1, muškarcima oznaku 0, korelacija bi naravno bila jednaka, samo negativna.

Prema [Mužić, 1977] potrebno je rangirati ispitanike prema uspjehu ostvarenom na testu, te se izdvoji 27% najboljih studenata i 27% najslabijih, a srednji ne ulaze u razmatranje. Za naše istraživanje bi dakle od 81 studenta trebalo odvojiti 21 najboljeg i 21 najslabijeg, ali također je naglašeno da ukupna veličina uzorka ne bi trebala biti manja od 370 ili najmanje u obje grupe bar po 100 ispitanika. Iz tog razloga ovaj izračun nismo ni izradili jer je ionako uzorak malen, pa ni koeficijent korelacije ne bi bio relevantan za razmatranje. Dakle, ostati ćemo samo pri izračunu point-biserijalnog koeficijenta korelacije koji je izračunat i prikazan tablicama 4.10. i 4.11..

#### **4.2.3.1 Interpretacija rezultata metričkih karakteristika testova**

Kako bi što preglednije prikazali rezultate priložiti ćemo tablicu 4.12. u kojoj ćemo ukratko opisati dobivene rezultate ispitanih metričkih karakteristika naših testova. Nažalost zbog malog broja uzorka nismo bili u mogućnosti ispitati sve (sedam) metričke karakteristike naših testova, nego samo četiri.

Tablica 4.12. Metričke karakteristike naših testova

<b>Metrička karakteristika</b>	<b>Opis</b>
Valjanost	Sadržaji testova se podudaraju sa sadržajem predavanja, pa zaključujemo da su u ovom slučaju testovi valjani. Dakle, valjanost je podržana!
Pouzdanost	Prema dobivenim koeficijentima pouzdanosti za inicijalni test (0.78) i završni test (0.82) vidimo da se oba kreću oko 0.80, što je prema [Sigle, xxx] dovoljno da bi mogli reći da su testovi pouzdani. Dakle, pouzdanost je podržana!
Osjetljivost	Testovi razlikuju veći broj kategorija, ali kako je uzorak ispitanika premali i testovi su primijenjeni samo jedanput, teško donosimo općenite zaključke. Rezultati inicijalnog i završnog testa pokazali su 46, odnosno 48, različitih rezultata od mogućih 81. Tako da možemo reći da su podjednako osjetljivi. Dakle, ne možemo sa sigurnošću tvrditi da je osjetljivost podržana!
Diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu	Pregledom zadataka možemo uočiti da neke od njih možemo i izbaciti ali uzorak je prema [Mužić, 1977] premali da bi potpuno bili sigurni u ispravnost takvog postupka. Napravili smo podjelu rezultata prema spolu s kojom smo dobili relativno nisku pozitivnu korelaciju (prema muškim ispitanicima). Dakle, zbog malog broja ispitanika, ne možemo tvrditi da je diskriminativna vrijednost zadataka u instrumentu u potpunosti podržana!

Nakon što smo ispitili metričke karakteristike naših testova iznijeli smo kratke zaključke u Tablici 3.12. Nažalost i nakon pregleda rezultata iz tablice ne možemo biti u potpunosti sigurni da li testovi ispunjavaju sve potrebne uvjete kako bi zaključili da su testovi ispravni. Najveći problem prilikom ispitivanja metričkih karakteristika naših testova predstavljao nam je mali broj ispitanika, također i činjenica da su testovi primijenjeni samo jedan put. Ipak, ako zanemarimo te probleme i ograničimo se na dobivene rezultate, podrazumijevajući da je ocjenjivanje testova bilo nepristrano tj. objektivno, možemo reći da testovi ispunjavaju dovoljno uvjeta kako bi zaključili da su testovi ispravni.



### 4.3 Interpretacija dobivenih rezultata

Osnovni cilj našeg istraživanja je bio pokazati postoji li razlika između dviju grupa koje smo odvojili slučajnim odabirom. Jedna grupa je eksperimentalna (učenje pomoću Moodle sustava), a druga kontrolna (tradicionalan način učenja). Nakon obavljenog učenja testiranje smo prema [Backer, 2000] radili u tri slučaja. U prvom slučaju smo u obzir uzeli sve ispitanike, u drugom ispitanike preostale nakon uparivanja u rasponu  $\pm 5$  i u trećem slučaju ispitanike preostale nakon savršenog uparivanja. Nakon savršenog uparivanja t – test je pokazao da između eksperimentalne i kontrolne grupe nema nikakvih razlika. Ali vrlo lako je moglo doći do pogreške jer smo nakon ove vrste uparivanja ostali sa samo 34 ispitanika, što je premalo da bi mogli biti sigurni u točnost rezultata. Kod preostala dva slučaja istraživanje je pokazalo negativnu veličinu učinka od  $-0.24$  standardnih devijacija u prvom i  $-0.06$  standardnih devijacija u drugom slučaju. Dakle, veličina učinka je negativna i u korist kontrolne grupe, što nam je i t – test potvrdio. Prema tome, testiranje nam je pokazalo da je kontrolna grupa bolja i više napredovala od eksperimentalne.

Prema [Mužić, 1977] postoji više tipova pogrešaka koje mogu utjecati na rezultate eksperimenta. Jedan tip pogreške leži u subjektima (u našem slučaju studentima) na kojima se vrši eksperiment. Podjelom na grupe može doći do toga da se razlikuju po predznanju, općoj mentalnoj sposobnosti, marljivosti i td. Od navedenog je samo predznanje moglo biti provjereno inicijalnim testom, što smo mi i učinili. Pokazalo se da nema nikakvih razlika između dviju grupa prije početka učenja (u predznanju iz područnog znanja). Tijekom provjere metričkih karakteristika testova, često se javljao problem malog uzorka studenata na kojem se provodilo naše istraživanje. Wisher i Olson [Wisher, Olson, 2003] navode da veličina uzorka utječe na statističku moć testa. Oni su analizirali istraživanja koja su provedena u svrhu vrednovanja Web-orijentiranog poučavanja. Veličina učinka je bila veća kod većih uzoraka, ali nije bilo dovoljno dostupnih podataka da bi tu tvrdnju mogli generalizirati.

Jedan od mogućih razloga slabijih rezultata eksperimentalne grupe bi mogla biti i nezainteresiranost studenata. Kako bi to provjerili, neka od pitanja koja smo postavili u inicijalnom testu, a odgovorena su jako loše ili dosta dobro ponovili smo i u završnom testu (iako se završni test pisao tek nakon tri tjedna). Čak smo ih i označili s istim brojem pitanja, samo smo ih malo preformulirali. Pretpostavljali smo da će studenti na ta „ista“ pitanja odgovoriti puno bolje. Na 15. pitanju radi se o ispitivanju funkcije IF, gdje su jedni i drugi pokazali slično znanje, ali ne i neki veliki napredak. Na 19. pitanju od studenata se tražilo zbrajanje prirodnih brojeva u ćelijama prema zadanoj funkciji. Kontrolna grupa je pokazala mali napredak, ali kod eksperimentalne grupe možemo prepoznati nezainteresiranost koja je lošije na to pitanje odgovorila u završnom testu nego u inicijalnom testu, što je nevjerojatno.

Tablica 4.13. Uspjeh na sličnim pitanjima kontrolne grupe

<b>Br. pitanja</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>
15.	65.79%	71.05%
19.	63.16%	81.58%

Tablica 4.14. Uspjeh na sličnim pitanjima eksperimentalne grupe

<b>Br. pitanja</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>
15.	65.12%	67.44%
19.	55.81%	25.58%

Iz Tablica 4.13. i 4.14., te promatranja ponašanja studenata tijekom trajanja cijelog eksperimenta može se pretpostaviti da dio studenata nije bio dovoljno motiviran, a pošto se radi o malom uzorku, to može imati još i veći utjecaj na rezultate. Jedan od problema prilikom istraživanja učenja na daljinu koje navode Phipps i Merisotis [Phipps & Merisotis, 1999], koji govore u svom istraživanju u tome zašto se dovoljno ne ispituju razlozi zbog kojih studenti odustaju od takvog načina učenja. Problem odustajanja se ovdje spominje jer smatramo da je vezan uz nedovoljnu motiviranost studenata, ali kako ovo istraživanje nije trajalo tijekom cijelog kolegija, nije ga bilo moguće istražiti.

## 5 ZAKLJUČAK

Današnje doba modernih tehnologija i globalizacije donosi brze promjene u svim aspektima ljudskog života. Svakim danom stvaraju se nove informacije, a opći razvoj kontinuirano zahtijeva nova znanja i vještine. Javlja se potreba za što bržim, pravovremenim obrazovanjem, koje će istovremeno biti otvoreno i široko dostupno. U tom pogledu sustavi e-učenja, pa samim time i LMS sustavi, su sve prisutniji u procesu učenja i poučavanja, a pri tom utječu i na samo znanje učenika.

LMS sustavi nude mnoge prednosti kod učenja i poučavanja. Jedna od najčešće isticanih prednosti je poučavanje tipa "jedan učitelj – jedan učenik". LMS-ovi se mogu prilagođavati posebnim potrebama svakog učenika. Za razliku od učitelja, LMS-ovi su stalno motivirani za rad, ne osjećaju umor, ne zaboravljaju, ne ljute se, jednako se odnose prema svim učenicima i sl. LMS-ovi također smanjuju troškove poučavanja.

Učenici i učitelji postaju sve više fizički udaljeni. Uz LMS sustave učenici se više ne moraju okupljati u isto vrijeme na određenom mjestu radi učenja i poučavanja. Ono postaje dostupno u njihovom domu. Razvoj raznih područja i tehnologija zahtijeva od ljudi obrazovanje koje traje cijeli život. LMS-ovi obećavaju dostupnost kvalitetnog obrazovanja svim osobama kojima je potrebno, pod uvjetom da imaju odgovarajuću tehnologiju za pristup. Ta tehnologija postaje sve bolja i jeftinija, a na taj način i lakše dostupna.

Iako se čini da LMS-ovi nude mnoge prednosti, potrebno je provjeriti je li to zaista tako, odnosno provesti istraživanje kojim će se ispitati učinkovitost konkretnog LMS-a. Svako provedeno istraživanje pridonosi općenitoj ocjeni učinkovitosti LMS sustava.

Proveli smo istraživanje o vrednovanju učinkovitosti LMS sustava Moodle kao posebne klase LMS sustava, a time i sustava e-učenja. Grupu od 81 studenta nasumičnim odabirom smo podijelili u dvije grupe. Eksperimentalna grupa (43 studenta) koja je u učila uz pomoć Moodle sustava i kontrolna grupa (38 studenata) koja je nastavu pohađala na tradicionalan način. Studente smo testirali prije početka same nastave kako bismo ustanovili da nema nikakvih razlika u predznanju između grupa. Nakon tri tjedna obavili smo ponovno testiranje kako bi dobili rezultate s kojima bi ustanovili koja je grupa pokazala veći napredak, tj. da li je bilo statistički značajnih razlika između dviju ispitnih grupa.

Dobivena je ukupna veličina učinka za sve studente u eksperimentu od -0,24, a za studente koje smo dobili uparivanjem u rasponu od  $\pm 5$  bodova na testu veličina učinka je -0,06. Dakle, veličina učinka u oba slučaja je negativna i u korist kontrolne grupe, što nam je i t – test potvrdio. Prema tome, testiranje nam je pokazalo da je kontrolna grupa bolja i više napredovala od eksperimentalne.

Dobiveni rezultati nisu ni približno očekivanim rezultatima. Očekivali smo da će studenti koji su imali pristup Moodle sustavu biti barem malo bolji. Sada nam preostaje da ustanovimo zašto je eksperimentalna grupa pokazala slabije rezultate. Možemo ih tražiti u slabo motiviranim studentima i njihovom „neradu“ ili lošije napravljenim lekcijama (nedovoljno pristupačnim ili sl.) pomoću kojih su studenti učili. Isto tako bi trebalo prilikom analize istraživanja uzeti u obzir i koliko vremena su studenti učili *online* na sustavu Moodle, te ispitati imaju li svi odgovarajuću tehnologiju za pristup (pristup internetu, računalo i odgovarajuću programsku podršku). Ali ovakvi rezultati nam sada samo mogu biti dodatna motivacija i poticaj za nastavak rada na sustavu kako bi ga što bolje unaprijedili, te mogli koristiti u procesu učenja i poučavanja. Daljnja istraživanja trebala bi biti fokusirana prema smjeru povećanja učinkovitosti sustava Moodle. Što se tiče budućih istraživanja, dobro bi bilo ponoviti ovakav eksperiment, ali na većem uzorku kako bi se mogli usporediti rezultati s dobivenim rezultatima.

LMS sustavi (u našem slučaju Moodle) ne mogu u cijelosti zamijeniti profesora, ali mogu olakšati rad profesora i ujedno im omogućiti više vremena potrebnog za razgovor s učenicima, razglabanje o određenim problemima te češće provjere znanja koje inače nemoguće provoditi zbog nedostatka vremena u tradicionalnoj nastavi. Tako da smatramo da bi najbolja opcija nastave bila kombinacija upotrebe LMS sustava i tradicionalne nastave. Naime, u današnje vrijeme profesori zbog sve većeg obujma gradiva za koje je predviđen određeni broj sati, nemaju vremena za ponavljanje određenog znanja kao i raspravu sa učenicima o mogućim nejasnoćama. Zbog takvih ograničenja učenici mogu ostvariti loše rezultate na ispitima. Upravo zbog takvih problema LMS sustavi mogu pomoći profesorima da lakše organiziraju kvalitetniju nastavu u kojoj bi bilo više vremena za posvetiti se potrebama učenika.

## 6 LITERATURA

[Becker, 1999]

Becker L. A. (1999.) - "Testing for Differences Between Two Groups: *t test*", (URL <http://web.uccs.edu/lbecker/SPSS/ttest.htm>)

[Borenstein, 2009]

Borenstein M., Hedges L., Higgins J. P. T. & Rothstein H. R. (2009.) - *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons, Ltd.

[Bosnić, 2006]

Bosnić I. (2006.) - *Moodle, priručnik za seminar*; Hrvatska udruga za otvorene sustave i Internet (Hropen)

[Christmann, Badget, 2003]

Christmann E. P. & Badget J. L. (2003.) - *A meta-analytic comparison of the effects of computer-assisted instruction on elementary students' achievement*. Information Technology in Childhood Education Annual, Annual 2003 (14), 91.

[Cohen, 1969]

Cohen J. (1969.) - *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. NY: Academic Press

[Cotton, 1991]

Cotton K. (1991.) - „*Computer-Assisted Instruction*“, Northwest Regional Educational Laboratory, (URL <http://www.nwrel.org>)

[Cox, 2003]

Cox M. J. (2003.) - *How do we know that ICT has an impact on children's learning?* In G. Marshall, Katz, Yaacov (Ed.), *Learning in School, Home and Community: ICT for Early and Elementary Education*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

[Draper, 1996]

Draper S. W., Brown M. I., Henderson F. P. & McAteer E. (1996.) - *Integrative evaluation: an emerging role for classroom studies of CAL* (URL <http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/IE.html>)

[Dempster, 2004]

Dempster J. (2004.) - *CAP e-Learning guides: Evaluating E-Learning*, Centre of Academic Excellence, University of Warwick, (URL [www.warwick.ac.uk](http://www.warwick.ac.uk))

[Dougiamas, 2011]

Dougiamas M. (2011.) - (URL <http://dougiamas.com/>)

[Fallon, Brown, 2003]

Fallon C. & Brown, S. (2003.) - *E-learning Standards: A Guide to Purchasing, Developing and Developing Standards – conformat E-learning*, St. Lucie Press, New York

[Garson, 2006]

Garson D. (2006.) - *Statnotes: Topics in Multivariate Analysis*. (URL <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>)

[Glass, 1981]

Glass G. V., McGaw, B. & Smith, M. L. (1981.) - *Meta-Analysis in Social Research*. London: Sage.

[Grubišić, 2007]

Grubišić A. (2007.) - *Vrednovanje učinka inteligentnih sustava e – učenja*, magistrski rad, Zagreb

[Grubišić, Stankov, Žitko, 2007]

Grubišić A., Stankov S. & Žitko B. (2007.) - *Experiment Replication in Evaluation of E-Learning System's Effectiveness*, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije, Split.

[Harrison, 2001]

Harrison C., Cavendish S., Comber C., Fisher T., Harrison A., Haw K., Lewin C., McFarlane A., Mavers D., Scrimshaw P., Somekh B. & Watling R. (2001.) - *ImpaCT2: Emerging Findings from the Evaluation of the Impact of ICT on Pupil Attainment*. London: Department for Education and Skills.

[Harrison, 2002]

Harrison C., Cavendish S., Comber C., Fisher T., Harrison A., Haw K., Lewin C., McFarlane A., Mavers D., Scrimshaw P., Somekh B. & Watling R. (2002.) - *ImpaCT2: the impact of information and communication technologies on pupil learning and attainment*. Coventry: Becta/London: DfES.

[Hempel, 2003]

Hempel S. (2003.) - "*Reliability*", University of Derby, (URL <http://ibs.derby.ac.uk>)

[Hurteau, Houle, Mongiat, 2009]

Hurteau M, Houle S & Mongiat S. (2009.) - *How Legitimate and Justified are Judgments in Program Evaluation*

[Iqbal, 1999]

Iqbal A., Oppermann R., Patel A. & Kinshuk (1999.) - *A Classification of Evaluation Methods for Intelligent Tutoring Systems*, Software Ergonomie '99 - Design von Informationswelten (Eds. U. Arend, E. Eberleh & K. Pitschke) (URL [http://fit.fraunhofer.de/~oppi/publications/SE99\\_ITS-Eval.pdf](http://fit.fraunhofer.de/~oppi/publications/SE99_ITS-Eval.pdf))

[ISU, 2011]

Iowa State University (2011.) - *Advantages and Disadvantages of eLearning* (URL <http://www.dso.iastate.edu/asc/academic/elearner/advantage.html>)

[Knight, Yorke, 2004]

Knight P. T. & Yorke M. (2004.) - *Learning, Curriculum and Employability in Higher Education*. London: Routledge.

[Mark, Greer, 1993]

Mark M.A. & Greer J.E. (1993.) - *Evaluation methodologies for intelligent tutoring systems*, Journal of Artificial Intelligence and Education,

[Maxwell, Delaney, 2004]

Maxwell S. E., & Delaney H. D. (2004.) - *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective* (URL <http://www.questia.com/library/book/designing-experiments-and-analyzing-data-a-model-comparison-perspective-by-harold-d-delaney-scott-e-maxwell.jsp>)

[Moher, 1999]

Moher D, Cook DJ, Eastwood S, Olkin I & Rennie D (1999.) - *Quality of Reporting of Metaanalyses*

[Mužić, 1977]

Mužić V. (1977.) - *Metodologija pedagoškog istraživanja*, Svjetlost, Sarajevo.

[Nichani, 2001]

Nichani M. (2001.) - *LCMS = LMS + CMS (RLOs)*, Elearningpost

[Petz, 2004]

Petz B. (2004.) - *Osnovne statističke metode za nematematičare*, Naklada Slap, Jastrebarsko, V. izdanje

[Phipps, Merisotis, 1999]

Phipps R. & Merisotis J. (1999.) - " *What's the Difference? - A Review of Contemporary Research on the Effectiveness of Distance Learning in Higher Education*", The Institute for Higher Education Policy, Washington, (URL <http://www.ihp.org>).

[Roblyer, Castine, King, 1988]

Roblyer M.D., Castine W.H. & King F.J. (1988.) - *Assessing the Impact of Computer-based Instructions: A Review of Recent Research*. London: The Haworth Press.

[Rodgers, Nicewander, 1988]

Rodgers J. L. & Nicewander W. A. (1988.) - *Thirteen ways to look at the correlation coefficient*, The American Statistician, (URL <http://www.jstor.org>)

[Shadish, Cook, Campbell, 2002]

Shadish W. R., Cook T. D. & Campbell D. T. (2002.) - *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference* (URL <http://depts.washington.edu/methods/readings/Shadish.pdf>)

[Siegle, xxxx]

Siegle D. (xxx) - "*Reliability*", Neag School of Education - University of Connecticut, (URL <http://www.gifted.uconn.edu/siegle>)

[SPSS help]

(2011.) *Online help* računalnog statističkog programa SPSS 16.0

[Stanford, 2008]

Stanford J. (2008.) - *In the mood for Moodle*. EnglishTeaching Professional, Issue 54

[Stankov, 2010]

Stankov S. (2010.) - *Inteligentni tutorski sustavi: teorija i primjena*, PMF Split.

[Waxman, Lin, Michko, 2003]

Waxman C.H., Lin M-F. & Michko G.M. (2003.) - *A Meta-analysis of the Effectiveness of Teaching and Learning with Technology on Student Outcomes*. Naperville, Illinois: Learning Point Associates.

[Wisher, Olson, 2003]

Wisher R.A. & Olson, T. M. (2003.) - "*The Effectiveness of Web-Based Instruction*", U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Virginia, Research Report 1802.

[Yaakub, 1998]

Yaakub M. N. (1998.) - "*Meta-Analysis of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Technical Education and Training*", doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.

[Yelland, 2001]

Yelland N. (2001.) - *Teaching and Learning with Information and Communication Technologies (ICT) for Numeracy in Early Childhood and Primary Years of Schooling*. Canberra: DETYA.



## 7 PRILOZI

- Prilog A – Struktura predavanja
- Prilog B – Inicijalni test
- Prilog C – Završni test
- Prilog D – Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe
- Prilog E – Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe
- Prilog Fa – Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe na parnim i neparnim zadacima
- Prilog Fb - Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe na parnim i neparnim zadacima

---

## Prilog A – Struktura predavanja

### MS Excel

- Uvod
- Označavanje elemenata tablice
- Umetanje listova u knjigu
- Kidanje listova iz knjige
- Preimenovanje listova
- Micanje listova unutar knjige
- Pomicanje listova u drugu knjigu
- Upisivanje podataka
- Kopiranje ćelije i bloka ćelija
- Premještanje i kopiranje stupaca i redaka
- Umetanje i brisanje stupaca, redaka i ćelija
- Promjena širine stupaca i visine redaka
- Unos podataka u nizu
- Oblikovanje radne tablice
- Dodavanje stila
- Sortiranje podataka
- Funkcije i formule
  - Relativna adresa ćelije
  - Apsolutna adresa ćelije
- Izrada grafova

## Prilog B – Inicijalni test

Ime i Prezime : \_\_\_\_\_ Studijska grupa : \_\_\_\_\_

1. Radni prostor MS Excela sastoji se od niza stupaca i redaka koji u svojim sjecištima oblikuju \_\_\_\_\_.
2. Datum je po vrsti podatka:
  - a. tekst
  - b. formula
  - c. broj
3. U MS Excelu dio koji vidimo na ekranu u radnoj bilježnici zove se : \_\_\_\_\_

4. Kojom tipkom na tastaturi označavamo ne susjedne ćelije? \_\_\_\_\_

5. 

	A	B
1		
2		

Koja je adresa ove ćelije

6. Koje ćelije ćemo označiti na ovaj način: (A4 : A10)? \_\_\_\_\_

7. Sve funkcije i formule započinju kojim znakom? \_\_\_\_\_

8. Formule su aritmetički izraz sastavljen od argumenata i \_\_\_\_\_.

9. Adrese ćelija koje su nepromjenjive nazivaju se \_\_\_\_\_ adrese ćelija, a nepromjenjivost se označava znakom \_\_\_\_\_.

10. Povežite:

- a. Operator za tekst                      &
- b. Aritmetički operator                +, -
- c. Operator usporedbe =, <, >

11. Funkcija IF koristi se na slijedeći način:

Nadopunite

IF: (Logički \_\_\_\_\_; Rezultat \_\_\_\_\_; Rezultat \_\_\_\_\_)

12. Objasnite funkcionalnost COUNT funkcije:

\_\_\_\_\_

13. U MS Excelu prilikom izrade grafikona postoji 11 različitih vrsta. Nabrojite barem četiri vrste:

\_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_

14. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će vrijednost pisati u ćeliji C2 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz ćelije C1?

	A	B	C
1	1	2	=A\$1+B1
2	3	4	

- a. 7  
b. 6  
c. 5  
d. 4
15. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će vrijednost pisati u ćeliji C1 nakon izvođenja funkcije koja se u njoj nalazi?

	A	B	C
1	1	4	=IF(SUM(A1;A3)>6;AVERAGE(B1;B3);PRODUCT(B1;B3))
2	2	5	
3	3	6	

- a. 5  
b. 120  
c. 24  
d. 20
16. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će vrijednost pisati u ćeliji D2 ako u nju kopiramo formulu iz ćelije C1?

	A	B	C	D
1	2	4	=A\$1+B1	
2	6	8	10	

- a. 12  
b. 14  
c. 16  
d. 18

17. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Koja će vrijednost pisati u ćeliji B4 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz A4?

	A	B
1	1	2
2	3	3
3	5	4
4	=PRODUCT(A\$1:A\$3)	

Rješenje : \_\_\_\_\_

18. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Koja će vrijednost pisati u ćeliji B4 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz A4?

	A	B
1	1	2
2	3	3
3	5	4
4	=PRODUCT(A\$1;A\$3)	

Rješenje : \_\_\_\_\_

19. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Ako želimo zbrojiti vrijednosti unutar označenog dijela tablice, koji je od ponuđenih odgovora ispravan?

	A	B	C	D
1	1	16	23	4
2	18	2	4	5
3	35	5	15	3
4	35	6	21	8
5	7	55	5	34

- a. =SUM(A1:B3)
- b. =SUM(A1:C4)
- c. =SUM(C4)
- d. =SUM(A1:B3;C4)

20. Skicirajte slijedeće podatke stupčanim grafikonom.

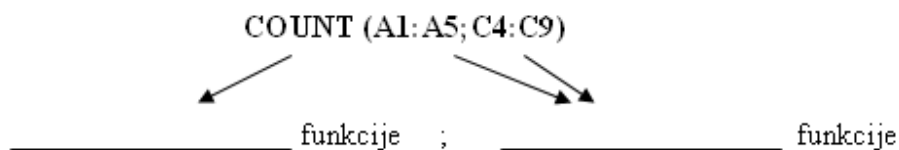
Elementi u ljudskom tijelu podijeljeni su na slijedeći način :

Kisik 25 %, Ugljik 10 %, Vodik 63 %, Dušik 1,5 % i Ostali 0,5 %

## Prilog C – Završni test

Ime i Prezime : \_\_\_\_\_ Studijska grupa : \_\_\_\_\_

1. Radni prostor MS Excela sastoji se od niza stupaca i redaka koji u svojim sjecištima oblikuju \_\_\_\_\_.
2. Datum je po vrsti podatka: \_\_\_\_\_
3. U MS Excelu dio koji vidimo na ekranu u radnoj bilježnici zove se: \_\_\_\_\_
4. Kojom tipkom na tastaturi označavamo ne susjedne ćelije? \_\_\_\_\_
5. Koje ćelije ćemo označiti na ovaj način: (A4 : A10)? \_\_\_\_\_
6. Sve funkcije i formule započinju kojim znakom? \_\_\_\_\_
7. Formule su aritmetički izraz sastavljen od argumenata i \_\_\_\_\_.
8. Nadopunite nazive unutar ove formule:



9. Adrese ćelija koje su nepromjenjive nazivaju se \_\_\_\_\_ adrese ćelija, a nepromjenjivost se označava znakom \_\_\_\_\_.
10. Prilikom unosa formula računalo će vam ponekad ispisati razne čudne znakove. To su rezultati formula koje Excel ne može riješiti tj. vrijednosti pogrešaka.

Pojasnite što označavaju ove pogreške:

#VRIJ! : \_\_\_\_\_

#REF! : \_\_\_\_\_

#### : \_\_\_\_\_

11. Funkcija IF koristi se na slijedeći način:

Nadopunite

IF: (Logički \_\_\_\_\_; Rezultat \_\_\_\_\_; Rezultat \_\_\_\_\_)

12. Objasnite funkcionalnost COUNT funkcije:

13. U MS Excelu prilikom izrade grafikona postoji 11 različitih vrsta. Nabrojite barem četiri vrste:

14. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će formula pisati u ćeliji C2 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz ćelije C1?

	A	B	C
1	?	?	=\$A\$1+B1
2	?	?	

Rješenje: \_\_\_\_\_

15. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će vrijednost pisati u ćeliji C1 nakon izvođenja funkcije koja se u njoj nalazi?

	A	B	C
1	1	4	=IF(SUM(A1;A3)>6;AVERAGE(B1;B3);PRODUCT(B1;B3))
2	2	5	
3	3	6	

Rješenje: \_\_\_\_\_

16. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.  
Koja će formula pisati u ćeliji D2 ako u nju kopiramo formulu iz ćelije C1?

	A	B	C	D
1	?	?	=A\$1+B1	
2	?	?	?	

Rješenje: \_\_\_\_\_

17. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Koja će vrijednost pisati u ćeliji B4 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz A4?

	A	B
1	1	2
2	3	3
3	5	4
4	=PRODUCT(A\$1:A\$3)	

Rješenje : \_\_\_\_\_

18. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Koja će vrijednost pisati u ćeliji B4 ako u nju kopiramo (presvlačenjem) formulu iz A4?

Rješenje : \_\_\_\_\_

	A	B
1	1	2
2	3	3
3	5	4
4	=PRODUCT(A\$1;A\$3)	

19. U programu za proračunske tablice stvoren je prikazani dio tablice.

Ako želimo zbrojiti vrijednosti unutar označenog dijela tablice, koju funkciju bi koristili?

	A	B	C	D
1	1	16	23	4
2	18	2	4	5
3	35	5	15	3
4	35	6	21	8
5	7	55	5	34

Rješenje: \_\_\_\_\_

20. Skicirajte slijedeće podatke stupčanim grafikonom.

Elementi u ljudskom tijelu podijeljeni su na slijedeći način :

Kisik 25 %, Ugljik 10 %, Vodik 63 %, Dušik 1,5 % i Ostali 0,5 %



**Prilog D – Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe**

<b>Student</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>	<b>Student</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>
Student 1	11	44	Student 23	35	54
Student 2	14	56	Student 24	36	46
Student 3	14	18	Student 25	39	45
Student 4	16	27	Student 26	39	61
Student 5	21	80	Student 27	47	76
Student 6	21	37	Student 28	48	51
Student 7	22	71	Student 29	49	79
Student 8	24	67	Student 30	49	37
Student 9	25	62	Student 31	51	83
Student 10	26	76	Student 32	57	32
Student 11	27	74	Student 33	59	26
Student 12	27	82	Student 34	61	73
Student 13	27	38	Student 35	63	74
Student 14	28	55	Student 36	67	96
Student 15	28	75	Student 37	72	79
Student 16	29	48	Student 38	74	75
Student 17	30	66	Student 39	75	72
Student 18	31	36	Student 40	81	96
Student 19	31	81	Student 41	81	65
Student 20	32	29	Student 42	84	73
Student 21	32	84	Student 43	85	98
Student 22	33	72			

**Prilog E – Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe**

<b>Student</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>	<b>Student</b>	<b>Inicijalni test</b>	<b>Završni test</b>
Student 44	5	69	Student 63	62	57
Student 45	29	72	Student 64	36	81
Student 46	16	83	Student 65	88	78
Student 47	26	66	Student 66	56	68
Student 48	33	58	Student 67	59	64
Student 49	72	75	Student 68	47	45
Student 50	78	96	Student 69	59	71
Student 51	44	58	Student 70	22	68
Student 52	32	51	Student 71	28	56
Student 53	44	58	Student 72	85	86
Student 54	24	46	Student 73	74	88
Student 55	23	50	Student 74	49	76
Student 56	15	67	Student 75	53	46
Student 57	13	56	Student 76	56	89
Student 58	64	77	Student 77	61	62
Student 59	71	76	Student 78	36	35
Student 60	61	80	Student 79	11	54
Student 61	22	72	Student 80	28	56
Student 62	39	41	Student 81	40	64

**Prilog Fa-Tablica uspjeha studenata eksperimentalne grupe na parnim i neparnim zadacima**

Student	Parni	Neparni	Suma	Student	Parni	Neparni	Suma
Student 1	15	29	44	Student 23	19	35	54
Student 2	29	27	56	Student 24	17	29	46
Student 3	9	7	16	Student 25	12	32	44
Student 4	17	10	27	Student 26	33	28	61
Student 5	38	42	80	Student 27	37	39	76
Student 6	22	15	37	Student 28	15	36	51
Student 7	36	35	71	Student 29	39	40	79
Student 8	30	37	67	Student 30	15	22	37
Student 9	33	29	62	Student 31	38	45	83
Student 10	39	37	76	Student 32	17	15	32
Student 11	44	30	74	Student 33	25	1	26
Student 12	37	45	82	Student 34	31	42	73
Student 13	24	14	38	Student 35	39	35	74
Student 14	21	34	55	Student 36	49	47	96
Student 15	34	41	75	Student 37	39	40	79
Student 16	24	24	48	Student 38	35	40	75
Student 17	23	43	66	Student 39	35	37	72
Student 18	24	12	36	Student 40	50	46	96
Student 19	36	45	81	Student 41	36	29	65
Student 20	15	14	29	Student 42	36	37	73
Student 21	46	38	84	Student 43	50	48	98
Student 22	37	35	72				

**Prilog Fb - Tablica uspjeha studenata kontrolne grupe na parnim i neparnim zadacima**

Student	Parni	Neparni	Suma	Student	Parni	Neparni	Suma
Student 44	36	33	69	Student 63	26	32	58
Student 45	19	35	54	Student 64	21	37	58
Student 46	23	33	56	Student 65	23	22	45
Student 47	32	35	67	Student 66	36	40	76
Student 48	40	43	83	Student 67	27	19	46
Student 49	35	37	72	Student 68	34	34	68
Student 50	28	40	68	Student 69	49	40	89
Student 51	26	34	60	Student 70	31	33	64
Student 52	22	24	46	Student 71	36	35	71
Student 53	36	30	66	Student 72	44	36	80
Student 54	30	26	56	Student 73	29	33	62
Student 55	19	37	56	Student 74	32	25	57
Student 56	31	41	72	Student 75	30	47	77
Student 57	28	23	51	Student 76	39	37	76
Student 58	16	42	58	Student 77	39	36	75
Student 59	35	46	81	Student 78	47	41	88
Student 60	15	20	35	Student 79	49	47	96
Student 61	30	11	41	Student 80	49	37	86
Student 62	32	32	64	Student 81	37	41	78