

FAKULTET PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKIH ZNANOSTI
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Marija Burilović

Pregled najvažnijih meta-analiza o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, SRPANJ, 2008.

Studijska grupa: Matematika i informatika
Predmet: Primjena računala u nastavi

Pregled najvažnijih meta-analiza o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu

DIPLOMSKI RAD

Student: Marija Burilović

Mentor: prof.dr.sc. Slavomir Stankov
Neposredni voditelj: prof.mr.sc. Ani Grubišić

SPLIT, SRPANJ,2008.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. UKRATKO O META-ANALIZI	3
2.1. 2-SIGMA PROBLEM.....	4
2.2. METODA IZRAČUNA UKUPNE VELIČINE UČINKA.....	6
2.3. INTERVALI POUZDANOSTI.....	7
3. UČINKOVITOST PRIMARNOG OBRAZOVANJA TEMELJENOG NA RAČUNALIMA - KULIK, KULIK I BANGERT-DROWNS, 1985	9
3.1. ANALIZA I INTERPRETACIJA REZULTATA.....	10
3.2. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE.....	11
3.3. ZAKLJUČCI.....	11
4 UČINKOVITOST VISOKOG OBRAZOVANJA TEMELJENOG NA RAČUNALIMA – KULIK I KULIK, 1986	13
4.1. ANALIZA I INTERPRETACIJA REZULTATA.....	13
4.2. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE.....	14
4.3. ZAKLJUČCI.....	15
5. UČINKOVITOST UČENJA I POUČAVANJA TEMELJENOG NA RAČUNALIMA – KULIK, 1994	16
5.1. ANALIZA I INTERPRETACIJA REZULTATA.....	17
5.1.2. <i>Ostale inovacije u učenju i poučavanju</i>	21
5.2. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE.....	22
5.3. ZAKLJUČCI.....	23
6. UČINKOVITOST UČENJA I POUČAVANJA TEMELJENOG NA HIPERMEDIJI – LIAO, 1999	24
6.1. ANALIZA I INTERPRETACIJA REZULTATA.....	25
6.2. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE.....	25
6.3. ZAKLJUČCI.....	25
7. UČINKOVITOST TEHNOLOGIJOM PODUPRTOG UČENJA I POUČAVANJA – FLETCHER, 2003	27
7.1. KORIŠTENJE TEHNOLOGIJE U NASTAVI.....	28
7.2. UPOZORENJA I MOGUĆE OBMANE.....	30
7.3. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE O UČINKU SUVREMENIH INTELIGENTNIH TUTORSKIH SUSTAVA.....	32
7.4. ZAKLJUČCI.....	36
8. UČINKOVITOST UČENJA I POUČAVANJA TEMELJENOG NA WEB-U – WISHER, OLSON, 2003	38
8.1. METODA ISTRAŽIVANJA.....	39
8.2. ANALIZA I INTERPRETACIJA REZULTATA.....	41
8.3. PROVJERA REZULTATA META-ANALIZE.....	42
8.4. ZAKLJUČCI.....	44
9. ZAKLJUČAK	45
10. LITERATURA	48
11. PRILOZI	49

1. Uvod

Meta-analiza je oblik istraživanja u kojem se pregledavaju rezultati nekih drugih istraživanja, i jedan je od načina za sumiranje, integriranje i interpretiranje odabranih radova iz različitih disciplina (prema [VIDO2006]). Ovaj rad daje pregled najvažnijih meta-analiza o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu. Meta-analiza se primjenjuje samo na empirijskim (iskustvenim) rezultatima istraživanja, ne može se primjenjivati na teoretskim radovima. Meta-analiza prezentira rezultate svakog istraživanja u obliku veličine učinka. Veličina učinka je pojam koji otkriva kvantitativnu informaciju iz svakog rezultata istraživanja (prema [VIDO2006]).

U današnje vrijeme kada tehnologija iz dana u dan postaje bolja i učinkovitija, javlja se potreba za promjenama u sustavu obrazovanja. Novi načini rada i uvođenja novih tehnologija predstavljaju nužnost. Stoga se željelo ovim diplomskim radom na temelju obrađenih šest meta-analiza prikazati učinkovitost oblika učenja i poučavanja temeljenih na računalima.

Sada ćemo dati kratak pregled po poglavljima obrađenim u ovom radu.

U drugom poglavlju ukratko su opisane glavne značajke meta-analize, Bloom-ov 2 sigma problem, odnosno traženje metoda grupnog učenja i poučavanja koje će biti učinkovite kao jedan na jedan oblik poučavanja (eng. one to one tutoring), dana je metoda izračuna ukupne veličine učinka i obrađen je Glass-ov rad iz 1976 koji se smatra temeljnim radom iz područja meta-analiza.

U trećem poglavlju opisana je meta-analiza o učinkovitosti primarnog obrazovanja temeljenog na računalima autora Kulik, Kulik i Bangert Drowns iz 1985 i to tako da je dana analiza i interpretacija rezultata te zaključak.

U četvrtom poglavlju je prikazana meta-analiza o učinkovitosti visokog obrazovanja temeljenog na računalima autora Kulik i Kulik iz 1986, i to također, tako da je dana analiza i interpretacija rezultata te zaključak.

U petom poglavlju opisana je Kulikova meta-analiza iz 1994 o učinkovitosti poučavanja temeljenog na računalima.

U šestom poglavlju prikazana je učinkovitost hipermedijom poduprtog učenja i poučavanja autora Liao-a iz 1999 i to kroz analizu i interpretaciju rezultata, te zaključak o ovakvoj vrsti učenja i poučavanja.

U sedmom poglavlju je opisana učinkovitost tehnologijom poduprtog učenja i poučavanja autora Fletchera iz 2003 i to tako da je opisano značenje korištenja tehnologije u nastavi, te je izvršena provjera rezultata meta-analize o učinku suvremenih inteligentnih tutorskih sustava.

U osmom poglavlju je opisana učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na Web-u autora Wisher i Olsona iz 2003 i to tako da je opisana metoda istraživanja, analiza i interpretacija, te je

izvršena provjera rezultata meta-analize o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u i na kraju je dan zaključak o ovakvom načinu učenja i poučavanja.

Cilj ovog rada nam je pokazati kolika je učinkovitost oblika učenja i poučavanja temeljenih na računalu. Smatra se da bi učenje i poučavanje na računalu trebalo poboljšati kvalitetu nastave, olakšati nastavnicima rad, te ostaviti im više vremena za komunikaciju s učenicima. Svejedno, ljudski utjecaj u učenju i poučavanju je nezamijenjiv. Zbog toga, se učenje i poučavanje na računalu smatra nadopunom koja će olakšati rad nastavnicima te pomoći u napretku obrazovnog sustava.

2. Ukratko o meta-analizi

Glass-ovo glavno zanimanje je bilo posvećeno onome što smo nazvali *meta-analiza*. Naziv je velik, ali je precizan i prikladan, i u duhu je meta-matematike, meta-psihologije i meta-vrednovanja. Meta-analiza se odnosi na analizu analiza (prema [GLAS1976]). Glass ju je koristio za statističku analizu velike kolekcije rezultata analiza od individualnih studija u svrhu integriranja rezultata.

Za objasniti meta-analizu na važnim pitanjima, Glass je sa svojim kolegama utvrđivao integritet rezultata vrednovanja literature u psihoterapiji. Kroz opsežno istraživanje literature, pronađeno je 400 kontroliranih vrednovanja o učincima psihoterapije. Svaka studija je opisana kvantitativnim ili kvazi-kvantitativnim izrazima na nekoliko načina, a najvažnija je veličina učinka. Na taj način, studija može biti opisana pokazujući učinak terapije 0.5 ili 0.75 ili -0.25 standardne devijacije. Budući da neke studije mjere rezultate na više od jedne varijable, veći broj studija mjeri veći broj veličina učinka. U cijelosti, bilo je više od 800 mjera veličine učinka iz 375 studija. Druge značajke studija su opisane varijablama koje uključuju: trajanje terapije (satima), iskustvo terapeuta (godine), dijagnoza pacijenta (neurotičar, psihotičar), oblik terapije, organizacija terapije (individualna ili grupna) i oblik mjerenja rezultata (depresivnost, fiziološki stres itd.). Prosjek od više od 800 mjera veličina učinka je 0.68 sigma, tj. grupa na koju je primjenjen tretman je za oko dvije trećine standardne devijacije iznad kontrolne grupe u rezultatima varijabli.

Meta-analički pristup koji je opisao Glass 1981 zahtjeva:

- a) pronalazak studija;
- b) označavanje studija zbog istaknutih značajki;
- c) opisivanje rezultata na zajedničkoj skali; i
- d) korištenje statističkih metoda za povezivanje značajki studija i rezultata.

Neke studije su izvijestile više od jednog rezultata za dana područja. Neki od ovih višestrukih rezultata imaju za posljedicu korištenje više od jedne eksperimentalne ili kontrolne grupe u pojedinačnoj studiji. Korištenje nekoliko različitih veličina učinka koji bi predstavljali rezultate od jednog područja u jednoj studiji se čini neprikladno. Postupak koji su usvojili je da se izračuna jedna veličina učinka za svako područje od svake studije.

Meta-analiza je, dakle, prema [NEIL2006] statistička metoda za spajanje, izradu sažetaka i ispitivanje postojećih kvantitativnih istraživačkih radova. Korištenjem meta-analize može se istražiti širok raspon pitanja, sve dok god postoji prihvatljiva količina istraživačkih radova. Odabrani dijelovi primarnih istraživanja se unose u bazu podataka te se ovi meta-podaci analiziraju na sličan način kao što se radi i sa ostalim vrstama podataka – prvo deskriptivno, a nakon toga se izvode zaključci da bi se testirale određene hipoteze. Meta-analiza pruža sistematski pregled kvantitativnog istraživanja koje je obradilo neko određeno pitanje.

Posebnost meta-analize je u tome da ona u stvari spaja sva istraživanja neke teme u jedan veliki rad u kojem sudjeluje mnogo sudionika. No postoji i opasnost da pri spajanju velikog skupa različitih istraživanja konstrukcijske definicije postanu neprecizne te da postane teško smisljeno interpretirati rezultate. Naravno, kao i svaka druga istraživačka metoda, meta-analiza ima svoje prednosti i svoje mane. Prednost se ističe u njenoj objektivnosti, ali kao i kod svakog istraživanja, njena vrijednost ovisi o stvaranju određenih kvalitativnih objašnjenja kao i o shvaćanju objektivnih podataka. Meta-analiza se, na primjer, koristi da bi se stekli uvidi u:

- opću učinkovitost intervencija (na primjer, u psihoterapiji, obrazovanju itd.)
- relativan utjecaj neovisnih varijabli (na primjer, učinci različitih vrsta terapija itd.)
- snagu veza između varijabli.

Za statističku analizu, rezultati niza različitih studija sa mnoštvom različitih instrumenata moraju biti izraženi na zajedničkoj skali veličina. Da bi doveli veličine na zajedničku skalu, Glass i njegove kolege (prema [KULI1985]) označili su svaki rezultat kao *veličinu učinka (ES)*. U znanstvenim eksperimentima često je korisno znati ne samo da li eksperiment ima statistički značajan učinak, već i kolika je veličina promatranih učinaka (prema [NEIL2006]). Veličina učinka pruža informacije o tome koliko je promjena vidljivo unutar svih istraživanja i podskupova istraživanja. Postoji mnogo različitih vrsta veličina učinka, ali sve spadaju unutar dvije glavne kategorije:

- standardna razlika aritmetičkih sredina (na primjer, Cohen-ov 'd' ili Hedge-ov 'g') ili
- korelacija (na primjer, Pearson-ov 'r')

Standardna razlika aritmetičkih sredina se računa tako što se razlika između aritmetičkih sredina eksperimentalne i kontrolne grupe podijeli sa standardnom devijacijom kontrolne grupe. U meta-analizama, veličine učinka bi također trebale biti popraćene sa:

- brojem istraživanja i brojem učinaka koji su korišteni da bi se napravila procjena
- intervali pouzdanosti koji bi pomogli čitateljima da odrede postojanost i pouzdanost srednje procijenjene veličine učinka.

Intervali pouzdanosti pokazuju raspon vrijednosti u kojem će se nalaziti prosječna veličina učinka neke meta-analize, prema zadanim podacima. Ako prosječna veličina učinka nije unutar dobivenog intervala pouzdanosti, dobivene rezultate trebamo uzeti sa oprezom.

U obradama meta-analiza odredit ćemo interval pouzdanosti oko prosječne veličine učinka, tako što ćemo odrediti donju i gornju granicu unutar koje se nalazi prosječna veličina učinka. Te na taj način odrediti koliko je statistički značajna dobivena prosječna veličina učinka.

2.1. 2-sigma problem

Bloom je postavio motivaciju istraživačima da pronađu način poučavanja učinkovit kao tutorski oblik poučavanja. Definirao je da je individualno poučavanje najčinkovitije ali je preskupo i teško za realizaciju. Bloomovih 2 sigma se uzima kao gornja granica učinkovitosti učenja i poučavanja koju je potrebno postići.

Dvoje Bloom-ovih studenata sveučilišta u Chicagu Anania (1982,1983) i Burke (1984) (prema [BLOO1984]) su dovršili disertaciju u kojoj su usporedili učenje učenika kroz sljedeća tri načina poučavanja:

1. **Konvencionalan** (eng. conventional). Učenici uče nastavni sadržaj u razredu sa oko 30 učenika. Testovi se daju periodično.
2. **Učenje s provjeravanjem** (eng. mastery learning ML). Učenici uče nastavni sadržaj u razredu sa oko 30 učenika. Učenje i poučavanje je isto kao i u konvencionalnom razredu (obično sa istim nastavnikom). Testovi (isti testovi koji se koriste u konvencionalnoj grupi) se daju za dobivanje povratne informacije.
3. **Tutorski oblik poučavanja** (eng. tutoring). Učenici uče nastavni sadržaj sa tutorom za svakog učenika (ili za dva ili tri učenika istodobno). Ovo tutorsko učenje i poučavanje je praćeno periodično testovima u okviru postupka povratne informacije ispravaka (eng. feedback-corrective procedures), i paralelnim testom kao u razredu učenja s provjeravanjem. Treba ukazati da je potreba za ispravkom kod tutorskog oblika poučavanja vrlo mala.

Vrijeme za učenje i poučavanje je isto u sve tri grupe, osim za ispravak kod učenja s provjeravanjem i u tutorski poučavanim grupama. Najizrazitija je razlika u završnom postignuću mjerena na tri načina. Koristeći standardnu devijaciju utvrđeno je da je postignuće učenika pod tutorskim oblikom poučavanja oko dvije standardne devijacije iznad postignuća učenika u kontrolnom razredu. Kad je procedura napravljena sustavno i dobro veličina učinka učenika pod ML-om je približno 1 sigma (84 percentila) iznad veličine učinka učenika u kontrolnom razredu, iako su oba razreda poučavana od *istog nastavnika s istim nastavnim materijalom*.

Tutorski proces poučavanja omogućava većini učenika da iskoriste svoje potencijale i postignu veliki uspjeh u učenju i poučavanju. Bloom je vjerovao da je važna zadaća istraživanja o učenju i poučavanju pronaći grupnu metodu učenja i poučavanja koja će biti jednako učinkovita kao i jedan-na-jedan tutorski oblik poučavanja, koji je preskup za većinu društava. Ovo se naziva "2 sigma" problem. Mogu li istraživači i nastavnici izmisliti način učenja i poučavanja koji će omogućiti da većina učenika u *grupnom učenju i poučavanju* (eng. group instruction) postigne razinu postignuća koja se može doseći jedino dobrim tutorskim načinom poučavanja?

Ako istraživanje 2 sigma problema proizvede *praktične metode* (eng. practical methods) (metode kojom prosječan broj nastavnika i nastavni kadar sveučilišta može poučavati kratak period vremena te poučavati sa manje troška i vremena nego u konvencionalnom učenju i poučavanju), bit će obrazovanju doprinos od najvećeg značaja. Promijenit će popularno mišljenje o ljudskom potencijalu i imat će značajne učinke na ono što škole mogu i moraju sa vremenom u obrazovanju i što svako društvo zahtijeva od svojih mladih ljudi.

Kad su uspoređivali učenikovo učenje na konvencionalni način sa tutorskim oblikom poučavanja primijetili su da približno 20% konvencionalnih učenika uči prilično dobro kao tutorski poučavani učenici. Tutorski oblik poučavanja vjerojatno ne omogućava da vrhunski učenici rade imalo bolje nego što već rade pod konvencionalnom nastavom. Oko 80% učenika radi slabo pod konvencionalnom nastavom uspoređeno sa tim što mogu postići pod tutorskim načinom poučavanja.

Promatranje nastavnikove interakcije sa učenicima u razredu otkriva da nastavnici obično usmjeravaju poučavanje i objašnjavanje nekim učenicima i ignoriraju druge. Daju podršku nekim učenicima, ali ne ostalima, i potiču aktivno sudjelovanje u razredu nekih učenika i odvrćaju

pažnju od ostalih. Studije su otkrile da tipični nastavnik daje učenicima u gornjoj trećini razreda golemu pažnju, a učenici u donjoj trećini razreda primaju najmanje pažnje i potpore. Ova razlika u interakciji između nastavnika i učenika osigurava nekim učenicima mnogo povoljnije prilike i poticaj za učenje nego što je osigurano drugim učenicima u istom razredu (Brophy i Good, 1970 prema [BLOO1984]). Drukčije je u jedan-na-jedan tutorskom obliku poučavanja gdje je stalna povratna informacija i proces ispravka između tutora i učenika. Ako objašnjenje nije razumljivo kod učenika, tutor uskoro postane svjestan toga i objašnjava dalje. Mnogo je pojačanja i podrške u tutorskom načinu, i učenik mora aktivno sudjelovati u učenju i poučavanju ako se tutorski proces nastavi.

U nekim od istraživanja o 2 sigma problemu, promatrali su zadatak učenja i poučavanja osiguravajući još ravnopravniji tretman učenika. Nastojali su nastavniku dati povratnu informaciju na njegov različit tretman učenika [BLOO1984].

Razmatraju se različiti pristupi traženja grupne metode učenja i poučavanja koja može biti učinkovita kao jedan-na-jedan tutorski oblik poučavanja. Iako se mislilo da je nemoguća zadaća, znanstvenici su se složili da ako uspiju u traženju *jednog* rješenja, uskoro će biti veliki broj rješenja. Unatoč poteškoćama, pronašli su da je problem intrigirajući jer cilj je bio tako jasan i specifičan – *pronaći metode od grupnog učenja i poučavanja učinkovitu kao jedan-na-jedan tutorski oblik poučavanja*.

Postalo je očito da se osim razmatranja grupnog učenja i poučavanja u školi, također, trebaju pronaći načini poboljšanja procesa učenja i poučavanja učenika, nastavnog plana i nastavnih materijala, kao i povećanje potpore od obiteljskog okruženja kod učenja i poučavanja učenika.

Ovaj Bloomov rad je samo pripremni izvještaj za ono što je završeno u tom periodu, ali je očito da mnogo toga treba biti učinjeno da bi se poboljšalo učenikovo učenje i poučavanje u školi. Kako bilo, traženje je daleko od završenog. Traže se dodatna rješenja 2 sigma problema. Bloom je izjavio da se nada da će netko od čitaoca ovog članka pronaći u ovom problemu izazov [BLOO1984].

2.2. Metoda izračuna ukupne veličine učinka

Ukratko ćemo pokazati kako se računa ukupna veličina učinka. Ukupna veličina učinka svih dobivenih veličina učinka u nekoj meta-analizi, računa se mjerenjem svake veličine učinka (ES_i) njenom težinom (w_i) (prema [VIDO2006]). To se naziva prosječna mjerena veličina učinka (eng. weighted mean effect size) i računa se prema sljedećoj formuli:

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w_i ES_i)}{\sum w_i} \quad (1)$$

gdje su ES_i vrijednosti dobivenih veličina učinka, w_i njihove težine, gdje je i od 1 do k , a k je ukupan broj veličina učinka.

Standardna razlika aritmetičkih sredina (eng. *Standardized Mean Difference*) – sm je jedan od načina izračuna veličine učinka koja se koristi kad se uspoređuju dvije grupe na nekoj zavisnoj varijabli. Najčešće se koristi za usporedbu rezultata eksperimentalne i kontrolne grupe, kod proučavanja učinka nekog tretmana. Izračunava se na slijedeći način:

$$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_{G1} - \bar{X}_{G2}}{s_p}, \quad (2)$$

gdje su \bar{X}_{G1} i \bar{X}_{G2} aritmetičke sredine grupa 1 i 2 pri čemu je G1 eksperimentalna, a G2 kontrolna grupa, s_p zajednička standardna devijacija koja se računa prema formuli:

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_{G1} - 1)s_{G1}^2 + (n_{G2} - 1)s_{G2}^2}{(n_{G1} - 1) + (n_{G2} - 1)}}, \quad (3)$$

gdje su s_{G1} i s_{G2} standardne devijacije za grupe 1 i 2, n_{G1} i n_{G2} su brojevi ispitanika u grupama 1 i 2.

Ovaj izračun pokazuje lažno veći učinak kad se temelji na malom uzorku ispitanika, pogotovo ispod 20. To je dokazao Hedges (Lipsey, 2001 prema [VIDO2006]), koji je pronašao jednostavan ispravak ove greške, tako da se veličina učinka računa prema sljedećoj formuli:

$$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9} \right] ES_{sm},$$

$$SE_{sm} = \sqrt{\frac{n_{G1} + n_{G2}}{n_{G1}n_{G2}} + \frac{(ES'_{sm})^2}{2(n_{G1} + n_{G2})}}, \quad (4)$$

$$w_{sm} = \frac{1}{SE_{sm}^2} = \frac{2n_{G1}n_{G2}(n_{G1} + n_{G2})}{2(n_{G1} + n_{G2})^2 + n_{G1}n_{G2}(ES'_{sm})^2},$$

gdje je N ukupan broj ispitanika u obje grupe zajedno tj. $(n_{G1} + n_{G2})$.

Prednost korištenja veličine učinka je da brojne studije mogu biti kombinirane za odrediti krajnju dobro procijenjenu ili središnju mjeru učinka. Općenito, vrijednosti 0.2, 0.5 i 0.8 u standardnim jedinicama smatraju se da odgovaraju malim, srednjim i velikim veličinama učinka (Cohen 1988 prema [WISH2003]).

2.3. Intervali pouzdanosti

Interval pouzdanosti pokazuje raspon vrijednosti u kojem će se nalaziti prosječna veličina učinka neke populacije, prema zadanim podacima. Interval pouzdanosti za prosječnu veličinu učinka se temelji na standardnoj pogrešci tog prosjeka i kritičnoj vrijednosti iz z-distribucije (npr. 1.96 za $\alpha=0.05$). Formula za standardnu pogrešku prosječne veličine učinka je (prema [VIDO2006])

$$SE_{\overline{ES}} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}}, \quad (5)$$

gdje je $SE_{\overline{ES}}$ standardna pogreška prosječne veličine učinka a w_i kao prethodno.

Da bi se sad odredio interval pouzdanosti koriste se formule za donju i gornju granicu (prema [VIDO2006]) na sljedeći način:

$$\begin{aligned} \overline{ES}_L &= \overline{ES} - z(SE_{\overline{ES}}), \\ \overline{ES}_U &= \overline{ES} + z(SE_{\overline{ES}}), \end{aligned} \quad (6)$$

gdje su \overline{ES}_L i \overline{ES}_U , redom donja i gornja granica tog intervala, z je kritična vrijednost z -distribucije i za interval pouzdanosti od 95% vrijedi $z = 1.96$ ($\alpha = 0.05$), a za interval pouzdanosti od 99%, $z = 2.58$ ($\alpha = 0.01$). Ako interval pouzdanosti ne uključuje 0, prosječna veličina učinka je statistički značajna za $p \leq \alpha$.

Direktan se test značajnosti prosječne veličine učinka može dobiti računanjem z -testa (prema [VIDO2006]) kao:

$$z = \frac{|\overline{ES}|}{SE_{\overline{ES}}}, \quad (7)$$

gdje je $|\overline{ES}|$ apsolutna vrijednost prosječne veličine učinka. Ako ova vrijednost prelazi 1.96 tada je statistički značajna za $p \leq 0.05$, a ako prelazi 2.58 tada je statistički značajna za $p \leq 0.01$.

3. Učinkovitost primarnog obrazovanja temeljenog na računalima - Kulik, Kulik i Bangert-Drowns, 1985

Korištenje računala u učenju i poučavanju je vrlo teška tema te ne dolazi lako u fokus. Istraživači i osobe odgovorne za razvoj se ne slažu u vezi nekih osnovnih pitanja. Obrazovanje temeljeno na računalima (engl. computer-based education ili CBE) postaje sve popularniji generički termin za ovo područje, pošto on obuhvaća široki spektar računalnih aplikacija (Hall, 1982 prema [KULI1985]).

Ranije taksonomije obrazovanja temeljenog na računalima (CBE) su obično pravile razliku između četiri načina korištenja računala u nastavi (Atkinson, 1969; Watson, 1972 prema [KULI1985]):

- a) *Korištenje računala u aplikacijama za vježbanje*; učitelj prezentira lekcije učenicima na konvencionalan način, a računalo omogućava izvršavanje vježbi kao popratna akcija u nastavi.
- b) *Korištenje računala u tutorskom obliku poučavanja* (engl.tutorial mode); računalo ujedno i prezentira koncepte i omogućava izvršavanje vježbi koje su bazirane na ovim konceptima.
- c) *Korištenje računala u dijaloškom modu*; računalo prezentira lekcije i vježbe, a učenik može sam konstruirati odgovore u prirodnom jeziku, postavljati pitanja u neograničenom modu i skoro u potpunosti kontrolirati tok događaja u poučavanju.
- d) *Korištenje računala u nastavi koje održava računalo*; samo računalo ocjenjuje učenike ili na mreži ili van mreže (engl. online ili offline), usmjerava učenike prema prikladnim instruktivnim resursima i održava evidenciju.

Taylor je 1980 (prema [KULI1985]) opisao tri načina korištenja računala u školama. U prvom načinu računalo djeluje kao učitelj te prezentira obrazovni materijal, ocjenjuje odgovore učenika, odlučuje što će se slijedeće prezentirati te čuva zapise o napretku učenika. U drugom načinu računalo služi kao alat kojeg učenici koriste za statističke analize ili kao kalkulator. U trećem načinu korištenja računala, računalo ima ulogu učenika, te mu učenici daju upute kroz programske jezike koje ono razumije, kao što su Basic ili Logo.

Stručnjaci su također podijeljeni u ocjeni učinaka koje bi obrazovanje temeljeno na računalima (CBE) moglo imati na djecu. Oettinger je 1969. tvrdio da su tvrdnje pozitivnih učinaka obrazovanja temeljenog na računalima (CBE) uvelike prenapuhane (prema [KULI1985]). Po njegovom mišljenju, škole su prekonzervativne da bi mogle dobro iskoristiti inovacije u učenju i poučavanju, te da je tehnologija učenja temeljenog na računalima premalo razvijena da bi bila od bilo kakve koristi u školama. Na drugu ruku, Papert je 1980. u svojoj knjizi "Mindstorms" napisao mnogo riječi hvale o učincima koje računala imaju na djecu (prema [KULI1985]). Prema Papert-ovom mišljenju, računala mogu otvoriti mikro svjetove za djecu. Djeca dobivaju veći osjećaj za svijet oko sebe, kao i osjećaj snage primjenjenog znanja te realističnu sliku samih sebe kao intelektualnih individualaca.

Istraživači su izvršili brojne studije u kojima su vrednovali korištenje računala u školama. U tipičnoj studiji ove vrste, istraživač podijeli grupu učenika u jednu eksperimentalnu i jednu kontrolnu grupu. Članovi eksperimentalne grupe koriste računalo u učenju i poučavanju, dok članovi kontrolne grupe primaju učenje i poučavanje uz pomoć tradicionalnih metoda učenja i poučavanja. Na kraju eksperimenta, istraživači uspoređuju odazive ovih dviju grupa pomoću zajedničkog mjernog sustava. Izvješća koja koriste meta-analize da bi integrirali rezultate od svih studija o vrednovanju imaju više kvantitativan pristup svojim zadaćama (Glass, McGaw, i Smith, 1981 prema [KULI1985]). Oni koriste: (i) objektivne procedure za lociranje studija, (ii) kvantitativne ili polukvantitativne metode za opisivanje značajki studija i rezultata i (iii) statističke metode za sažimanje svih rezultata i za istraživanje odnosa između značajki studija i rezultata studija.

Iako je meta-analički pristup, kojega je uveo Glass (1976) (prema [KULI1985]), postao sve više prihvaćen zadnjih godina, meta-analička metodologija je sve više sazrijevala tokom godina. Rani korisnici ove metode često nisu bili previše selektivni pri odabiranju studija za analizu; oni su često napuhavali brojeve korištenjem pristranih rezultata u jednoj statističkoj analizi. Korisnici ove metodologije danas su više osjetljivi za ove metodološke klopke i obično ih pokušavaju izbjegavati.

Od 32 studije korištene u ovoj meta-analizi, 28 izvještava rezultate *učenja i poučavanja uz pomoć računala* (eng. computer – assisted instruction ili CAI). Jedino su četiri studije izvijestile o rezultatima *učenja i poučavanja upravljano računalom* (eng. computer –managed instruction ili CMI).

3.1. Analiza i interpretacija rezultata

Meta-analize, koje su odradili Hartley (1978) (prema [KULI1985]) i Burns (1981) (prema [KULI1985]), su se usredotočile na vježbe i lekcije temeljene na računalima u osnovnim i srednjim školama u području aritmetike. Hartley-eva analiza je pokrila 22 studije i 89 različitih rezultata. Ukupno 81 od ovih 89 rezultata su bili za razrede od prvog do osmog. Prosječni učinak *obrazovanja temeljenog na računalima* (CBE) je 0.42 standardne devijacije. Burns je 1981. locirao 32 odvojena dokumenta za svoju odvojenu analizu (prema [KULI1985]). On je obradio otprilike 400 rezultata iz ovih studija te je skoro 90% od ovih bilo iz razreda osnovnih škola. Prosječan učinak *obrazovanja temeljenog na računalima* (CBE) je 0.37 standardne devijacije.

Meta-analiza nad 32 komparativne studije, pokazala je da obrazovanje temeljeno na računalima (CBE) općenito ima pozitivne učinke na rezultate učenika u osnovnim školama [KULI1985]. Ipak, ovi učinci su bili drugačiji za učenje i poučavanje upravljano računalom (CMI), kao i za učenje i poučavanje uz pomoć računala (CAI).

Prosječno mjerenje učinkovitosti u 28 studija učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) prikazalo je povećanje u rezultatima učenika uz 0.47 standardnu devijaciju ili od 50-og do 68-og percentila. Prosječan učinak u 4 studije učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI) pokazivao je povećanje uz samo 0.07 standardnu devijaciju. Značajke studija nisu bile znatno povezane sa ishodima studija. Rezultati mjereni u 32 studije su učenikovo učenje i poučavanje,

što je pokazano postignućem na ispitu provedenom na kraju učenja i poučavanja. Ostali rezultati mjereni u studijama uključuju: (i) postignuće u ispitu danom nakon završetka učenja i poučavanja, (ii) promjene u učenikovom odnosu prema nastavnim predmetima i (iii) promjene u odnosu prema računalima.

Ispitivanje rezultata pokazuje da studije o učenju i poučavanju upravljano računalom (CMI) i učenju i poučavanju uz pomoć računala (CAI) daju upadljivo različite rezultate. Postignuće kontrolnih učenika premašuje malo postignuće učenika sa računalnim upravljanjem u dvije studije (Akkerhuis, 1974; Coffman i Olsen, 1980 prema [KULI1985]), ali razlika između grupa u ovim studijama je nevažna i beznačajna. Postignuće učenika u učenju i poučavanju upravljano računalom (CMI) je nevažno više nego kod kontrolnih studenata u studiji od Roberts-a (1982) (prema [KULI1985]), ali je opet razlika između grupa nevažna. U studiji o učenju i poučavanju upravljano računalom (CMI) od Nabors-a (1974) (prema [KULI1985]), učinak od obrazovanja temeljenog na računalu (CBE) je pozitivan i umjereno visok. Prosječna veličina učinka u četiri implementacije je 0.07. Standardna devijacija od veličine učinka je 0.196, i standardna pogreška je 0.10.

Učinak učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) je pozitivniji nego učinak učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI). Najjasniji rezultat je dostupan na kraju mjerenja postignuća, ali u drugim područjima također su rezultati u osnovi bili pozitivniji. U svakoj od 28 studija sa rezultatima ispitivanja postignuća, učenici iz učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) dobili su bolje ispitne rezultate. Prosječna veličina učinka u 28 studija je 0.47, standardna devijacija od veličine učinka je 0.29 i standardna pogreška je 0.055. Prosječna veličina učinka za studije učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) je značajno različita od prosječne veličine učinka za studije učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI).

3.2. Provjera rezultata meta-analize

Prosječna veličina učinka meta-analize o učinkovitosti primarnog obrazovanja temeljenog na računalima koja je provedena na temelju rezultata iz 28 studija o učenju i poučavanju uz pomoć računala je 0.47 sigma, što predstavlja povećanje u rezultatima učenika od 50-og do 68-og percentila.

Rezultate dane meta-analize nije moguće provjeriti jer nije dano dovoljno podataka za izračunati ukupnu veličinu učinka. Nije poznato koliko od danog broja ispitanika pripada eksperimentalnoj, a koliko kontrolnoj grupi, što nam je potrebno za izračun.

3.3. Zaključci

Važan rezultat u ovim studijama je pozitivan učinak kojeg učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) ima na postignuće djece sa primarnim obrazovanjem. Učinak ovog učenja i

poučavanja je podignuo postignuće rezultata od 0.47 standardne devijacije, ili od 50-og do 68-og percentila. Burns (1981) i Hartley (1978) (prema [KULI1985]), na primjer, su izvijestili povećanje od približno 0.4 standardne devijacije učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) u primarnom obrazovanju matematike.

Bangert-Drowns, Kulik, i Kulik (1985) (prema [KULI1985]) su pronašli prosječnu veličinu učinka od 0.36 standardne devijacije za učenje i poučavanje uz pomoć računala (CAI) u srednjim školama, i Kulik i Kulik (1985) (prema [KULI1985]) su pronašli prosječnu veličinu učinka od 0.26 standardnih devijacija u višim školama i sveučilištima.

Rezultati iz samo četiri studije su dostupne za ocjenjivanje utjecaja učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI) na razinama primarnog obrazovanja. Pokazuje se da je učenje i poučavanje upravljano računalom (CMI) manje učinkovito sa mlađim učenicima, i bolje prilagođeno starijim studentima. Prosječna veličina učinka učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI) u primarnom obrazovanju je 0.07 standardne devijacije, dok je prosječan učinak u srednjim školama 0.40 standardne devijacije (Bangert-Drowns, 1985 prema [KULI1985]) i prosječan učinak na sveučilištima je 0.35 standardne devijacije (Kulik i Kulik, 1985 prema [KULI1985]). Ovaj pregled može biti značajan za mogućnosti korištenja računala u većini učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI).

4 Učinkovitost visokog obrazovanja temeljenog na računalima – Kulik i Kulik, 1986

Računalna revolucija je različita. Pojavljuje se u vrijeme kad imamo alat za vrednovanje specifičnih programa i alata za izradu općih zaključaka od prikupljanja specifičnih vrednovanja. Ovi alati su već bili korišteni za vrednovanje učinka obrazovanja temeljenog na računalima (CBE). U tipičnim studijama vrednovanja, istraživači su podijelili studente u eksperimentalnu i kontrolnu grupu. Članovi eksperimentalne grupe su primili dio od njihovog učenja i poučavanja na računalnim terminalima, a studenti u kontrolnoj grupi su primili svoje učenje i poučavanje konvencionalnom metodom. Na kraju eksperimenta, istraživači su usporedili odgovore od dvije grupe na zajedničkom ispitu ili na oblikovanom kolegiju vrednovanja. Ovakve studije vrednovanja su obavljene dovoljno često da bi dale neke indikacije krajnje vrijednosti od obrazovanja temeljenog na računalima (CBE) u učenju i poučavanju na fakultetima.

Konačno, obrazovanje temeljeno na računalima (CBE) ograničava sadržajno značenje vremena potrebnog za učenje i poučavanje. U ranoj primjeni, računalo je jednostavno održavalo programirano učenje i poučavanje i upravljanje točno određenim sustavom učenja i poučavanja.

Spajanje računalne tehnologije i programiranog učenja i poučavanja je poznato kao *učenje i poučavanje uz pomoć računala* (eng. computer assisted instruction CAI); spajanje računalne tehnologije sa točno određenim sustavima daje *učenje i poučavanje upravljano računalom* (eng. computer –managed instruction CMI). Još nedavno, računalo je korišeno za još vještije poslove učenja i poučavanja. Služili su kao alat u matematici i pisanje nastave i kao simulacijski uređaj u nastavi u prirodnim i društvenim znanostima. Neki nastavnici su se uvjerali da studenti uče mnogo od računala kad su korišteni na ovaj način, da osiguravaju *učenje i poučavanje obogaćeno računalnim sadržajem* (eng. computer- enriched instruction CEI).

4.1. Analiza i interpretacija rezultata

Meta-analiza rezultata od 101 kontroliranih vrednovanja pokazuje da obrazovanje temeljeno na računalu (CBE) obično ima pozitivne učinke na studente na fakultetima. Obrazovanje temeljeno na računalu (CBE) je podiglo rezultate ispita na 0.26 standardne devijacije u prosječnom učenju i poučavanju- mali, ali značajan učinak. Obrazovanje temeljeno na računalu (CBE) daje neznatne, ali pozitivne promjene na studentovo ponašanje tijekom učenja i poučavanja. Rezultati učenja i poučavanja mjereni u 101 studiji su studentovo učenje i poučavanje, pokazano u postignuću na ispitu provedenom na kraju učenja i poučavanja. Ostali varijabilni rezultati mjereni u studijama su sljedeći:

- a) postignuće na praćenje i čuvanje ispita datih neko vrijeme nakon završetka programa učenja i poučavanja.
- b) odnos prema računalu;
- c) odnos prema učenju i poučavanju;
- d) odnos prema nastavnim predmetima;
- e) završetak kolegija; i
- f) količina vremena potrebnog za učenje i poučavanje.

Budući da je većina studija u udruženom razmatranju učinka od obrazovanja temeljenog na računalu (CBE) o postignuću na ispitima, u mogućnosti su obaviti potpunu statističku analizu rezultata u ovom području. Analiza je pratila prosječan učinak i odnos između učinka i značajki studija. Proveli su manje potpunu statističku analizu od drugih rezultata područja zbog ograničenosti broja studija u ovom području.

Ukupno 99 od 101 studije je dano u njihovom udruženom razmatranju rezultata od obrazovanja temeljenog na računalu (CBE) i kontrolne grupe na ispitima datih na kraju učenja i poučavanja. U 77 od 99 studija, studenti u obrazovanju temeljenom na računalu (CBE) imaju viši ispitni prosjek; u 22 studije studenti u razredu konvencionalno poučavanom imaju viši prosjek. Razlika u postignućima na ispitima u obrazovanju temeljenom na računalu (CBE) i kontrolnih studenata je izvještena jer je značajna u 22 studije. U 21 od 22 slučaja, značajna razlika će pogodovati obrazovanju temeljenom na računalu (CBE), budući da je jedino jedna studija podržavala konvencionalno učenje i poučavanje.

Prosječna veličina učinka u 99 studija je 0.26, njena standardna pogreška je 0.051. Ova prosječna veličina učinka znači da je u tradicionalnom učenju i poučavanju, postignuće studenata u obrazovanju temeljenom na računalu (CBE) je 0.26 standardne devijacije veća nego postignuće od kontrolnih studenata.

Možemo zaključiti, da će tipični student u prosječnom obrazovanju temeljenom na računalu (CBE) imati postignuće na ispitu na 60 percentilu, budući da tipični student u konvencionalno poučavanom razredu će prikazati 50 percentila na istom ispitu.

4.2. Provjera rezultata meta-analize

Prosječna veličina učinka meta-analize o učinkovitosti visokog obrazovanja temeljenog na računalima na temelju rezultata 99 studija je 0.26 sigma, što znači da je postignuće studenata za 0.26 standardne devijacije veće nego postignuće kontrolnih studenata.

U nastojanju da se provjere rezultati meta-analize naišlo se na poteškoće. Nije bilo dano dovoljno podataka za izračunati ukupnu veličinu učinka. Da bi izračunali ukupnu veličinu učinka treba biti poznato koliko ispitanika pripada eksperimentalnoj, a koliko kontrolnoj grupi, što nam nije dano.

4.3. Zaključci

Ova meta-analiza prikazuje da razina visokog obrazovanja temeljenog na računalu (CBE) ima u osnovi pozitivne učinke na studente. Podigla je završne rezultate na ispitima u tradicionalnom učenju i poučavanju za 0.26 standardne devijacije, ili od 50-og do 60-og percentila. Ova brojka je vrlo blizu prosječnoj veličini učinka od 0.25 izvještenoj u ranijim meta-analizama rezultata od 59 studija od razine visokog obrazovanja temeljenog na računalu (CBE) (J. Kulik, Kulik, i Cohen, 1980 prema [KULI1986]). Brojka je također identična sa prosječnom veličinom učinka za obrazovanje temeljeno na računalu (CBE) u postignuću u srednjim školama (Bangert-Drowns, Kulik i Kulik, 1985 prema [KULI1986]), ali je manja nego prosječna veličina učinka od 0.42 za obrazovanje temeljeno na računalu (CBE) u osnovnim školama (C. Kulik, Kulik, i Bangert-Drowns, 1984 prema [KULI1986]).

Ova analiza nije pronašla neke značajne razlike u učinkovitosti za različite načine od implementacije obrazovanja temeljenog na računalu (CBE). Programi učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI), učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI) i učenja i poučavanja obogaćenog računalnim sadržajem (CEI) imaju neznatne, pozitivne doprinose studentovom učenju i poučavanju.

Ovaj rezultat je upadljivo različit od srednjoškolskih rezultata od obrazovanja temeljenog na računalu (CBE). U osnovnim školama, na primjer, program učenja i poučavanja uz pomoć računala (CAI) od lekcija i vježba te tutorski oblik poučavanja gotovo uvijek daje dobre rezultate, s obzirom da programi učenja i poučavanja upravljano računalom (CMI) daju mnogo slabije rezultate (C. Kulik, 1984 prema [KULI1986]). U visokim školama, učenje i poučavanje uz pomoć računala (CAI) i učenje i poučavanje upravljano računalom (CMI) daju pozitivne rezultate, ali programi učenja i poučavanja obogaćeno računalnim sadržajem (CEI) doprinose malo studentovom postignuću (Bangert-Drowns, 1985 prema [KULI1986]). Na razini visokog obrazovanja, studenti će trebati biti u mogućnosti prilagoditi se različitim korištenjima računala u učenju i poučavanju.

Učenje i poučavanje temeljeno na računalima ima neznatne ali pozitivne učinke na odnos studenata na fakultetima prema učenju i poučavanju. Studenti na fakultetima počeli su voljeti svoje kolegije nešto više, kad je učenje i poučavanje temeljeno na računalu.

5. Učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na računalima – Kulik, 1994

U ovoj meta-analizi se pokušalo odgovoriti na pitanje koliko dobro funkcionira *učenje i poučavanje temeljeno na računalima* (eng. Computer Based Instruction ili CBI). Kritičari ovom i sličnim pitanjima pristupaju na dva različita načina. Neki kritičari drže da se na pitanja o vrednovanju može najbolje odgovoriti provođenjem ključnih eksperimenata, pa pretražuju hrpe izvještaja da bi našli istraživačke radove koji imaju najuvjerljivije rezultate. Ostali kritičari misle da su rezultati o vrednovanju varijabilni, te da se ovakva pitanja rijetko mogu riješiti uz pomoć rezultata ograničenog broja eksperimenata [KULI1994].

Kulik se usredotočuje na tri aspekta istraživanja o vrednovanju učenja i poučavanja temeljenom na računalima (CBI). Prvo opisuje metode pomoću kojih je on sa svojim kolegama stvorio složenu sliku studija o učenju i poučavanju temeljenom na računalima. Nakon toga, daje pregled zaključaka kritičara, koji je temeljen na devet različitih sinteza o vrednovanju. Na kraju, pobliže obrađuje skup od skoro 100 studija o vrednovanju učenja i poučavanja temeljenog na računalima (CBI) sa ciljem da dođe do preciznijih zaključaka o učinkovitosti ovog načina obrazovanja.

Kulik govori o desetak različitih meta-analiza koje su bile izvršene da bi se odgovorilo na pitanje o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalima (CBI) (Tablica 1.). Analize su neovisno izvršili istraživački timovi u osam različitih istraživačkih centara. Istraživački timovi su se fokusirali na različite načine korištenja računala, unutar različitih populacija, te su se također razlikovali u pogledu metoda koje su koristili da bi pronašli istraživačke studije i analizirali njihove rezultate. Ipak, svaka od ovih analiza je dala zaključak da literatura o vrednovanju ima pozitivan stav o učenju i poučavanju temeljenom na računalima. Ključne točke koje su proizašle iz ovih meta-analiza su:

1. Studenti obično nauče više u razredima u kojima primaju instrukcije uz pomoć računala.
2. Studenti nauče svoje lekcije u manje vremena nego studenti koji ne primaju instrukcije uz pomoć računala.
3. Studentima se također više sviđa nastava unutar koje imaju računalnu pomoć.
4. Studenti razvijaju pozitivnije stavove prema računalima, kada od njih primaju pomoć u nastavi.
5. Računala ipak nemaju pozitivan učinak u svim područjima u kojima su bili proučavani.

Tablica 1. Dvanaest meta-analiza o učenju i poučavanju temeljenom na računalima

<i>Meta-Analiza</i>	<i>Instrukcijska razina</i>	<i>Vrsta aplikacije</i>	<i>Broj istraživanja koji je analiziran</i>	<i>Prosječna veličina učinka</i>
Bangert-Drowns, J. Kulik, i C Kulik (1985) ^a	Srednja škola	CAI, CMI, CEI	51	.25
Burns i Bozeman (1981)	Osnovna i srednja škola	Lekcije i vježbe	44	.36
Cohen i Dacanay (1991)	Obrazovanje u medinskim granama	CAI, CMI, CEI	38	.46
Hartley (1978)	Osnovna i srednja škola (matematika)	Lekcije i vježbe	33	.41
Fletcher (1990)	Viša škola	Interaktivni video baziran na računalima	28	.50
C. Kulik i J. Kulik (1986) ^a	Fakultet	CAI, CMI, CEI	119	.29
C. Kulik, J. Kulik, i Shwalb (1986) ^a	Obrazovanje odraslih	CAI, CMI, CEI	30	.38
J. Kulik, C. Kulik, i Bangert-Drowns (1985) ^a	Osnovna škola	CAI, CMI, CEI	44	.40
Niemiec i Walbert (1985)	Osnovna škola	Lekcije i vježbe, Rješavanje problema	48	.37
Roblyer (1988)	Osnovna škola	CAI, CMI, CEI	82	.31
Schmidt, Weinstein, Niemiec, i Walberg (1985)	Osnovna škola	Lekcije, vježbe i CMI	18	.57
Willett, Yamashita, i Anderson (1983)	Srednjoškolska znanost	CAT, CMI, CSI	11	.22

CAI = učenje i poučavanje uz pomoć računala. (eng. computer -assisted instruction); CEI = učenje i poučavanje obogaćeno računalnim sadržajem (eng. computer-enriched instruction) ; CMI = učenje i poučavanje upravljano računalom (eng. computer-managed instruction) ; CSI = učenje i poučavanje uz pomoć računalnih simulacija (eng. computer simulation in instruction)

^a Na osnovi ažurirane analize C. Kulik and J. Kulik (1981).

5.1. Analiza i interpretacija rezultata

Računalo je bilo korišteno u koncepcijski i proceduralno različitim načinima u istraživanjima koja su obrađena meta-analizom. Za očekivati je postojanje različitih rezultata različitih pristupa. Jedna hipoteza, koja je prihvatljiva, kaže da neki računalni pristupi stvaraju rezultate bolje od prosječnih dok neki daju ispod-prosječne rezultate [KULI1994].

Da bi provjerio ovu hipotezu, Kulik je iskoristio skup od 97 istraživanja koja su se odradila u osnovnim i srednjim školama. Svako od istraživanja je bilo kontrolirano kvantitativno istraživanje, u kojima su rezultati razreda koji su primali učenje i poučavanje uz pomoć računala bili uspoređeni sa rezultatima razreda koji nisu primali učenje i poučavanje uz pomoć računala.

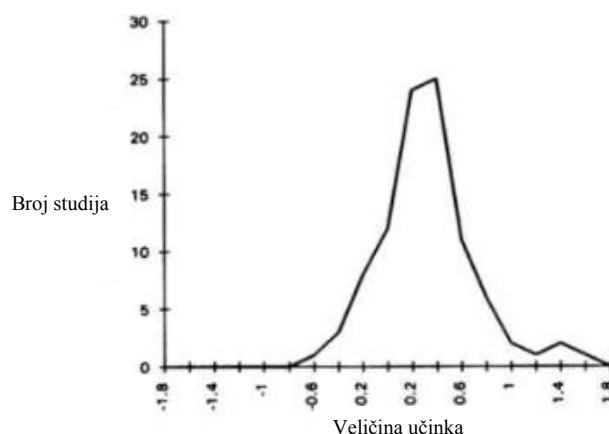
Slavin je 1989. (prema [KULI1994]) promovirao drugačiji pristup proučavanju instruktivskih inovacija. On je vjerovao da se inovacije mogu definirati sa različitim stupnjevima preciznosti. Na prvoj razini, inovacije su neodređeno definirane. Inovacije druge razine su jasnije određene, dok su pristupi razini III precizno definirani i uključuju specifične instruktivske materijale, dobro razvijene procedure obrazovanja osoblja i detaljnije propisane priručnike.

5.1.1. Tri razine analize

Opravdano je pretpostaviti da će rezultati za kategorije inovacija razine I biti najmanje konzistentni, a da će isto tako rezultati inovacije razine II i III biti najkonzistentniji [KULI1994]. Da bi se potvrdila ova hipoteza, Kulik je izvršio tri odvojene analize spomenutih 97 istraživanja poučavanja temeljenog na računalu u osnovnim i srednjim školama. Analiza razine I je bila općenita, te nije pravila razlike između različitih načina korištenja računala u različitim istraživanjima. Nakon toga je grupirao istraživanja prema glavnim načinima korištenja računala. Ovo je bila analiza kategorija inovacije razine II. Na kraju je pregledao učinke u posebno homogenoj podgrupi istraživanja. Svako od istraživanja u ovoj podgrupi je koristilo slične materijale na sličan način. Ova analiza se fokusirala na kategorije inovacije razine III. Inovacije razine III uključuju instrukcijske materijale, procedure obrazovanja osoblja i tako dalje. Primjer ovoga je Stanford-CCC program temeljen na računalima kojega su razvili Suppes i Atkinson (prema [KULI1994]) sa sveučilišta Stanford, a koji je poslije bio distribuiran kroz "Computer Curriculum Corporation" (Korporacija računalnih kurikuluma).

Analiza razine I

Distribucija veličina učinka je otprilike normalnog oblika (Slika 1). Medijan učinka je malo niži od aritmetičke sredine, što ukazuje na lagani stupanj pozitivne iskošenosti u distribuciji. Ova iskošenost je nastala pošto neka od istraživanja imaju neobično velike veličine učinka. Prosječna veličina učinka u cijeloj grupi od 97 istraživanja je bila 0.32 standardne devijacije. Ovo ukazuje na to da su performance prosječnog studenta koji je primao učenje i poučavanje temeljeno na računalima bile kod 63-eg percentila, dok su performance prosječnog studenta koji je primao konvencionalno učenje i poučavanje bile kod 50-og percentila. Standardna devijacija distribucije veličina učinka je 0.39. Ovo ukazuje na to da su otprilike dvije trećine od svih istraživanja našli učinke između -0.1 i 0.7, te da je 95% svih rezultata bilo između -0.4 i .1.1. Prema tome, postoji dosta velika doza nesigurnosti o učincima poučavanja temeljenog na računalima u određenom okruženju. Učinci poučavanja temeljenog na računalima mogu općenito biti pozitivni, no nisu u potpunosti predvidljivi.



Slika 1. Učinci učenja i poučavanja temeljenog na računalima na ispitima u 97 istraživanja

Analiza razine II

Prema načinu korištenja računala, 97 istraživanja može biti klasificirano u šest grupa [KULI1994]:

1. *Tutorsko poučavanje*: Računalo prezentira nastavni materijal, vrednuje odgovore studenta, odlučuje što raditi slijedeće te bilježi napredak studenta.
2. *Upravljanje*: Računalo vrednuje studente ili on-line ili off-line, upućuje studente prema prikladnim instruktivnim materijalima i bilježi napredak.
3. *Simulacija*: Računalo generira podatke koji su sukladni specifikacijama studenata te ih prezentira numerički ili grafički da bi se ilustrirale relacije u modelima društvene ili fizičke realnosti.
4. *Obogaćivanje*: Računalo omogućava relativno nestrukturirane vježbe različitih vrsta kao što su igre, simulacije, lekcije i tako dalje. Ovim obogaćuje doživljaj studenata u razredu i stimulira ih i motivira.
5. *Programiranje*: Studenti pišu programe u jezicima kao što su Basic i Algol, da bi riješili matematičke probleme. Očekuje se da će ovo iskustvo u programiranju imati pozitivne učinke na sposobnost studenata za rješavanje problema kao i na konceptijsko shvaćanje matematike.
6. *Logo*: Studenti daju računalu Logo instrukcije te prate rezultate na monitorima računala. Očekuje se da će studenti od ovog iskustva dobiti sposobnost da rješavaju probleme, planiraju, predviđaju posljedice i tako dalje.

Tablica 2. daje aritmetičke sredine i standardne devijacije veličina učinka za istraživanja, koja su bila napravljena u svim ovim kategorijama. Tablica pokazuje da se veličine učinka razlikuju kao funkcija kategorije načina korištenja računala. Najbolji je učinak Logo programiranja, nakon toga tutorskog oblika poučavanja dok ostale kategorije učenja i poučavanja temeljenog na računalima imaju slabiji učinak.

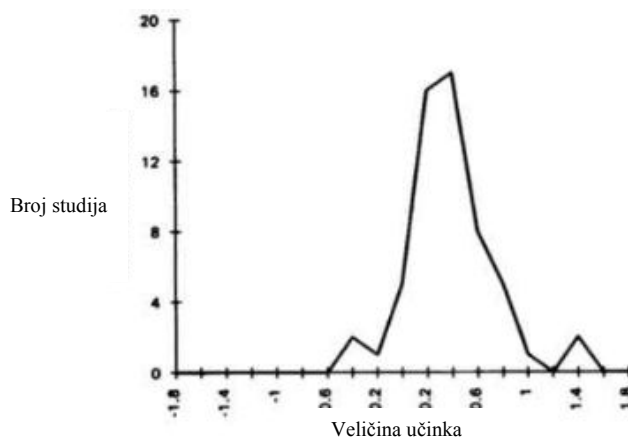
Tablica 2. Veličine učinka za šest kategorija učenja i poučavanja temeljenog na računalima

Primjena	Broj istraživanja	Veličina učinka	
		M	SE
Tutor. pouč.	58	0.38	0.34
Upravljanje	10	0.14	0.28
Simulacija	6	0.10	0.34
Obogaćivanje	5	0.14	0.35
Programiranje	9	0.09	0.38
Logo	9	0.58	0.56

Logo. Rezultati Logo programiranja su bili posebno izvanredni. Prosječna veličina učinka je visoka za cijeli skup istraživanja, ali što se još više može primijetiti je nekonzistentnost u rezultatima. Jedina razlika između istraživanja koja su se bavila Logom, a koja su dala vrlo pozitivne rezultate i onih istraživanja koja su dala slabije rezultate, je metoda kriterijskog mjerenja (ovisno da li je test bio individualno ili grupno primijenjen se uzima kao kriterij). Kod svih istraživanja koja su dala pozitivne rezultate, kriterijski test je bio individualno primijenjen, dok je kod istraživanja sa slabijim rezultatima, kriterijski testovi su bili grupno primijenjeni.

Tutorski oblik poučavanja. Distribucija veličina učinka za istraživanja koja se bave korištenjem računala za tutorski oblik poučavanja je normalnog oblika (Slika 2). Prosječna veličina učinka je

0.38, medijan je 0.36, a standardna devijacija je 0.34. Aritmetička sredina distribucije za istraživanja koja se bave korištenjem računala za tutorski oblik poučavanja je malo veća od sveukupne distribucije, dok je standardna devijacija malo niža. Prema tome, ako znamo da obrazovni sustav koristi svoja računala za davanje tutorskog oblika poučavanja, mogli bi se predvidjeti nadprosječni rezultati za programe temeljene na računalima.

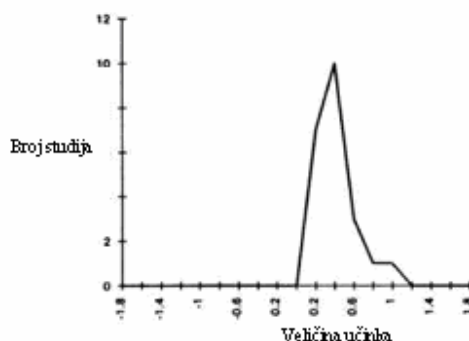


Slika 2. Učinci učenja i poučavanja temeljenog na računalima na ispitima u 57 istraživanja

Analiza razine III

Stanford-CCC program [KULI1994] je bio vrednovan u dvadesetak kontroliranih eksperimenata u prošla dva desetljeća. Nijedan drugi program poučavanja temeljenog na računalima nije bio predmet tolikog proučavanja. Akumulirana istraživanja Stanford-CCC programa su jedinstveni resurs za vrednovanje programa temeljenih na računalima. Distribucija veličina učinka od vrednovanja Stanford-CCC programa je skoro normalnog oblika (slika 3). Prosječna veličina učinka je 0.40, medijan je 0.39, a standardna devijacija je 0.23. Aritmetička sredina je malo veća, a disperzija je očito manja u ovoj distribuciji nego u distribucijama na slikama 1 i 2.

Samo je Stanford-CCC program bio vrednovan dovoljno dugo, da bi bio podložan posebnom promatranju u analizi razine III. Na osnovi istraživanja o vrednovanju, Kulik zaključuje da ovaj program daje pozitivne rezultate.



Slika 3. Učinci Stanford-CCC programa na ispitima u 23 istraživačka rada

5.1.2. Ostale inovacije u učenju i poučavanju

Najvažniji zaključak razine II, koji je proizašao iz analize Kulika i njegovih kolega, je o tutorskom obliku učenja i poučavanja temeljenog na računalima. Kulik je usporedio rezultate učenja i poučavanja temeljenog na računalu (CBI) sa rezultatima drugih inovacija u učenju u poučavanju (Tablica 3). Nabrojano je osam područja učenja i poučavanja i broj istraživanja u svakom području. Također je dana prosječna veličina učinka za svako područje.

Tablica 3. Neprilagođene veličine učinka za učenje i poučavanje temeljeno na računalima i ostale inovacije

<i>Inovacija</i>	<i>Broj istraživanja</i>	<i>Neprilagođena prosječna veličina učinka</i>
Napredni programi	13	0.88
Učenje s provjereavanjem	17	0.46
Poučavanje od strane vršnjaka	52	0.40
Učenje i poučavanje temeljeno na računalu	58	0.38
Programi za talentirane	29	0.37
Grupa	80	0.13
Paketi učenja	47	0.10
Programirano učenje i poučav.	47	0.07

Učenje i poučavanje temeljeno na računalima (CBI) je otprilike u sredini u pogledu učinkovitosti u učenju i poučavanju. Veće veličine učinka su dobivene sa programima ubrzanog poučavanja. Slabiji učinci su dobiveni sa korištenjem programiranih tekstova i paketima aktivnog učenja. Učenje i poučavanje temeljeno na računalima daje učinke, koji su u veličini ekvivalentni onima koje daju programi gdje nastavu održavaju vršnjaci, kao i programi za talentirane i nadarene studente. Postoji barem jedan veliki problem sa ovakvim vrstama uspoređivanja. Oni ignoriraju određene faktore koji utječu na rezultate vrednovanja, uključujući vrste testa i eksperimentalne dizajnovne koji se koriste u istraživanjima. Pošto veličine učinka navedene u tablici ne uzimaju u obzir stilove o vrednovanju u različitim područjima, ove veličine su opisane kao *neprilagođene veličine učinka*.

Važna stvar koju treba primijetiti u istraživanjima o vrednovanju je njihov izvor. Rezultati u disertacijama su skoro uvijek slabiji od onih koji su objavljeni u drugim izvorima (na primjer, članci u časopisima, knjigama i ERIC izvještajima; Tablica 4). Disertacijska istraživanja mogu biti nepouzdana, pošto su ona rad amatera, dok su istraživanja koja se mogu naći u časopisima najčešće radovi profesionalaca.

Tablica 4. Veličine učinka za učenje i poučavanje temeljeno na računalima i ostale inovacije

	<i>Izvor dokumenata</i>				<i>Trajanje istraživanja</i>				<i>Kriterijski test</i>			
	<i>Disertacija</i>		<i>Ostalo</i>		<i>Kratko</i>		<i>Dugo</i>		<i>Lokalni</i>		<i>Standardizirani</i>	
<i>Metoda</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>
Napredni programi	3	0.72	10	0.93	0	--	13	0.88	0	--	13	0.88
Učenje i poučavanje temeljeno na računalu	24	0.31	33	0.45	11	0.40	46	0.39	20	0.36	37	0.40
Programi za talentirane	17	0.28	12	0.50	0	--	29	0.37	0	--	28	0.39
Grupa	28	0.04	52	0.17	0	--	80	0.13	6	0.13	72	0.15
Paketi učenja	36	0.06	13	0.22	0	--	45	0.12	5	0.17	43	0.11
Učenje s provjereavanjem	4	0.40	13	0.49	3	0.46	14	0.47	12	0.63	5	0.08
Programirane instrukcije	27	0.02	20	0.18	15	0.19	32	0.03	20	0.17	27	0.02
Podučavanje od strane vršnjaka	30	0.27	22	0.58	6	0.95	44	0.34	12	0.84	40	0.27

Drugi faktor koji utječe na rezultate vrednovanja na srednjoškolskoj razini je vrsta testa koja se koristi kao kriterijska mjera (ovisno da li su rezultati dobiveni lokalnim mjerenjem ili standardiziranim mjerenjem postignuća). Rezultati koji su dobiveni po lokalnim mjerenjima koje su dizajnirali vrednovatelji, su obično jasniji od rezultata dobivenih pomoću standardiziranih mjerenja školskih postignuća (Tablica 4). Moguće je da su mjerenja koja su dizajnirana od strane vrednovatelja nesvjesno pristranija prema eksperimentalnim tretmanima, ili je moguće da su standardizirani testovi previše globalni za vrednovanje. U bilo kojem slučaju, izgleda nepravedno uspoređivati učinke iz različitih područja, kada se istraživanja o vrednovanju u nekim područjima uvelike oslanjaju na lokalne testove, a istraživanja o vrednovanju u nekim područjima se oslanjaju na standardizirane testove.

Treći faktor koji utječe na srednjoškolske studije je njihovo trajanje. Kratki studiji (trajanje manje od četiri tjedna) često daju pouzdanije rezultate od dugih studija (Tablica 4).

Tablica 5 prikazuje *prilagođene veličine učinka* za osam područja. Ovo su prosječne veličine učinka koje bi mi očekivali da su sva istraživanja u svakom području bila iste vrste. Kulikovo mišljenje je da su ovi prilagođeni rezultati jasniji od neprilagođenih rezultata. Prilagođene veličine učinka su najbolje aproksimacije učinaka za istraživanja koja su:

- a) objavljena u člancima časopisa ili u tehničkim izvještajima,
- b) koristila standardizirane testove kao kriterijske mjere i
- c) trajala barem jedan mjesec.

Tablica 5. Prilagođene veličine učinka za učenje i poučavanje temeljeno na računalima i ostale inovacije

Inovacija	Broj istraživanja	Prilagođena prosječna veličina učinka
Napredni programi	13	0.93
Učenje s provjeravanjem	29	0.50
Učenje i poučavanje temeljeno na računalu	58	0.48
Podučavanje od strane vršnjaka	52	0.38
Grupa	80	0.19
Paketi učenja	47	0.19
Učenje s provjeravanjem	17	0.10
Programirane instrukcije	47	0.07

5.2. Provjera rezultata meta-analize

Prosječna veličina učinka meta-analize o učinkovitosti učenja poučavanja temeljenog na računalima je 0.32 sigma i dobivena je analizom rezultata iz 97 studija. Ovo pokazuje da je postignuće studenata koji su primali učenje i poučavanje temeljeno na računalima na 63-om percentilu, dok će postignuće studenata koji su primali konvencionalno učenje i poučavanje biti na 50-om percentilu.

Provjera rezultata dane meta-analize nije moguće jer nije poznato dovoljno podataka koji su potrebni da bi se izračunala ukupna veličina učinka.

5.3. Zaključci

Meta-analitičari su u više navrata pokazali da učenje i poučavanje temeljeno na računalima obično ima pozitivni učinak na učenje. Ipak, nijedan meta-analitičar nije dao rezultat da su svi oblici učenja i poučavanja temeljenog na računalima poboljšale postignuća studenata u svim okruženjima.

Učenje i poučavanje temeljeno na računalima obično daje pozitivne rezultate u osnovnim i srednjim školama. Na drugu stranu, rezultati nisu toliko impresivni za ostale načine korištenja računala: upravljanje, simulacija, obogaćivanje i programiranje.

Opći rezultati o učenju i poučavanju temeljenom na računalima su dobro rangirani u usporedbi sa ostalim inovacijama. Nema mnogo inovacija u srednjoškolskom obrazovanju, koje imaju učinke tako velike kao što ih ima učenje i poučavanje temeljeno na računalu. Učinci su posebno veliki i konzistentni u dobro oblikovanim programima, kao što je Stanford-CCC program. Učinci učenja i poučavanja temeljenog na računalima su isti kao i oni od poučavanja od strane vršnjaka, te su vidljivo bolji od učinka učenja i poučavanja koje se oslanja na štampane materijale.

6. Učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji – Liao, 1999

Meta-analiza je provedena da bi se sintetiziralo postojeće istraživanje uspoređujući učinak učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji sa učenjem i poučavanjem bez hipermedije (na primjer, učenje i poučavanje uz pomoć računala (CAI), tekst, tradicionalno učenje i poučavanje) na studentovo postignuće. Hipermedija kao nova tehnologija je oblik učenja i poučavanja temeljenog na računalima (CBI). Pojam hipermedije je oblikovan sa dva različita područja: jedan je *multimedija* i drugi je *hipertekst* (prema Burton, Moore, i Holmes, 1995 prema [LIAO1999]). Zbog ovoga, definicija hipermedije je ponekad zbunjujuća. Termini multimedija, interaktivni video, i hipermedija se često koriste kao sinonimi u mnogo literatura.

Na primjer, Gayeski (1993) (prema [LIAO1999]) je definirao hipermediju kao klasifikaciju programske podrške koja obuhvaća mreže odgovarajućih tekstova, grafike, zvukovnu (audio) datoteku, i /ili video. Schwier i Misanchuk (1993) (prema [LIAO1999]) su definirali interaktivnu multimediju kao instrukcijski program koji uključuje različite integrirane izvore u učenju i poučavanju. Burton, Moore, i Holmes (1995) (prema [LIAO1999]) predlaže širu definiciju hipermedije koja uključuje interaktivni video i multimediju.

Razlikujemo *učenje i poučavanje temeljeno na hipermediji* (eng. hypermedia instruction) (HI) – učenje i poučavanje temeljeno na interaktivnim računalnim videodiskovima (eng. computer-based interactive videodiscs), računalne simulacije, interaktivnu multimediju kao pomagalo u učenju i poučavanju studenata, i *učenje i poučavanje bez hipermedije* (eng. non-hypermedia instruction) (NHI) – nastava koja ne koristi hipermediju u učenju i poučavanju (na primjer, tradicionalno učenje i poučavanje, interaktivno poučavanje uz pomoć računala) studenata.

Ustanovljeno je nekoliko kriterija za uključivanje studija u meta-analizu:

1. Studije moraju usporediti učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji sa učenjem i poučavanjem bez hipermedije na studentovo postignuće.
2. Studije moraju zauzeti mjesto u aktualnim postavkama obrazovanja. Nema ograničavanja na razine razreda.
3. Studije moraju osigurati kvantitativne rezultate za učenje i poučavanje sa i bez hipermedije.
4. Studije moraju biti pristupačne od sveučilišta, knjižnica viših škola ili od ERIC-a.
5. Studije su objavljene između 1986 i 1998.

6.1. Analiza i interpretacija rezultata

Od 46 studija uključenih u prikazanu sintezu, 28 (61 %) veličina učinka je pozitivno i povoljno za grupu učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji (HI), dok 17 (37 %) od njih je negativno i povoljno za grupu učenja i poučavanja bez hipermedije (NHI). Jedino jedna (2 %) pokazuje da nema razlike između grupa učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji (HI) i učenja i poučavanja bez hipermedije (NHI). Raspon veličina učinka je od -0.91 do 3.13. Krajnja velika prosječna veličina učinka za svih 46 studija je 0.41. Kad je ova prosječna veličina učinka pretvorena u percentile, studentovo postignuće je 66 percentila za grupu učenja i poučavanja temeljenog na hipermediji (HI) i 50 za grupu učenja i poučavanja bez hipermedije (NHI).

Rezultati od ove meta-analize pokazuju da učenje i poučavanje temeljeno na hipermediji ima pozitivne učinke na studentovo postignuće u odnosu na učenje i poučavanje bez hipermedije. Krajnja prosječna veličina učinka od 0.41 pokazuje 16 percentila rezultat veći nego grupa učenja i poučavanja bez hipermedije (NHI).

Veličina uzorka u studijama može značajno utjecati na statističku moć; općenito, veća veličina uzorka, bolja statistička moć. Veličina uzorka za oko 65 % studija uključenih u sintezu je manja od 80, i prosječna veličina učinka za ove studije je oko 0.6. Za studije u kojima je veličina uzorka iznad 80, prosječna veličina učinka dramatično opada na 0.033. Ovo pokazuje da hipermedija utječe na studentovo postignuće jedino u malim do srednjim uzorcima.

Ako promotrimo vrstu aplikacije korištene u studijama, vidimo da oko 76 % studija koristi tutorski ili simulacijski oblik učenja i poučavanja, te su dobivene veće veličine učinka, što pokazuje da su ova dva oblika učenja i poučavanja prikladnija za učenje i poučavanje poduprto hipermedijom.

6.2. Provjera rezultata meta-analize

Prosječna veličina učinka meta-analize o učinkovitosti hipermedijom poduprtog učenja i poučavanja koja je provedena na temelju 46 studija o učinkovitosti učenja i poučavanja poduprtog hipermedijom je 0.41 sigma. Dobiveni rezultati pokazuju da je učinak korištenja hipermedije u učenju i poučavanje pozitivniji u odnosu na učenje i poučavanje bez hipermedije.

U namjeri da se provjere rezultati dane meta-analize naišlo se na poteškoće, nisu dani potrebni podaci za izračunati ukupnu veličinu učinka. Tako da provjeru nije moguće izvršiti.

6.3. Zaključci

Rezultati ovih studija pokazuju da je učinak korištenja hipermedije u učenju i poučavanju u potpunosti pozitivan u odnosu na učenje i poučavanje bez hipermedije. Ipak, učinak može biti

promijenjen ovisno o vrsti učenja i poučavanja sa kojom se hipermedija uspoređuje. Rezultati ovih studija osiguravaju neke dokaze koji se ne slažu sa Clark-ovim (prema [LIAO1999]) gledištem odnosa između medija i učenja i poučavanja. Clark (1983) je tvrdio da nema koristi od učenja i poučavanja stečenog korištenjem posebnih medija u učenju i poučavanju.

Dobiveni rezultati ovih studija će osigurati nastavnicima u razredu skupljanje dokaza na temelju istraživanja, za korištenje tehnologije u učenju i poučavanju. Ostavili su bez odgovora pitanje koji faktori uistinu utječu na različite rezultate uz različite vrste učenja i poučavanja. Studije o ovim pitanjima će zahtjevati daljnije istraživanje različitih svojstava između hipermedije i različitih vrsta učenja i poučavanja, i njihove povezanosti sa učenjem i poučavanjem.

Ova meta-analiza naglašava jedino da je postignuće studenata u obrazovanju moguće. Ta informacija je sama po sebi korisna.

7. Učinkovitost tehnologijom poduprtog učenja i poučavanja – Fletcher, 2003

Dali bi mi trebali koristiti tehnologiju temeljenu na računalima (eng. computer-based technology ili CBT) u svrhu učenja i poučavanja? Kakav dokaz postoji da ovakav pristup omogućava, pomaže ili unaprijeđuje proces učenja i poučavanja? Kakav dokaz postoji da učenje ide bolje uz tehnologiju? Dali su prednosti učenja i poučavanja uz pomoć tehnologije vrijedni odustajanja od svega onoga što bi tehnologija zamijenila? [FLET2003]

Ovakva pitanja nemaju precizne odgovore ali ona izgledaju prikladna i pravovremena, gledajući na trenutno stanje u obrazovanju. Tehnologija je bila primjenjivana u obrazovanju dovoljno dugo te je očekivano da postoje mnogi različiti dokazi koji idu u prilog tome da ovi pristupi obrazovanju jesu ili da nisu vrijedni bavljenja. U ovom radu [FLET2003] pokušava sažeti ove dokaze i objasniti prednosti korištenja tehnologije (ili preciznije, tehnologije temeljene na računalima) u obrazovanju, tj. proučava učinkovitost tehnologijom poduprtog učenja i poučavanja (engl. technology-assisted instruction). Spominju se tri revolucije u povijesti. Prva je nastanak pisma, druga je izum i tiskanje knjiga dok se treća revolucija spominje današnje vrijeme i načini na koje tehnologija utječe na obrazovanje.

Nasuprot općim uvjerenjima, istraživanje, razvoj, korištenje i ocjenjivanje računalnih tehnologija u procesu obrazovanja nisu započela sa uvođenjem osobnih računala kasnih sedamdesetih godina, već je takav rad počeo mnogo ranije.

Na primjer, sveučilište u Illinois-u je sredinom pedesetih godina započelo razvijati ono što Chalmers Sherwin naziva "Radnom knjigom sa povratnom informacijom" (engl. "Workbook with feedback", Bitzer, Braunfeld, i Lichtenberger, 1962 prema [FLET2003]). Ovaj razvoj je postao dobro poznati projekt pod imenom PLATO (eng. Programed Logic for Automated Teaching Operations) te je bio namijenjen kanaliziranju kreativne energije profesora u učenju i poučavanju i drugih zaposlenika u školstvu koji su radili kao instruktori, a koji bi kreirali i implementirali PLATO lekcije u svojoj nastavi.

U isto vrijeme, IBM-ov centar za istraživanje je podržavao istraživanje i razvoj programa koji bi poučavali binarnu aritmetiku, psihološku statistiku, te čitanje njemačkog (Uttal, 1962 prema [FLET2003]). Pokušaji da se računala integriraju u nastavu kao pomoć u višim školama (Nizozemska 1959, prema [FLET2003]) i osnovnim školama (Porter, 1959 prema [FLET2003]) su počeli na Sveučilištu Harvard.

Slični pokušaji su započeti na Sveučilištu Stanford, a koji su trebali pomoći pri istraživanju na području matematičke psihologije, kognitivne psihologije i psiholingvistike uz pomoć integriranja računala u matematičkim predmetima za osnovne škole, početničkom čitanju, učenju ruskog jezika na razini fakulteta i programima učenja i poučavanja matematičke logike (Atkinson i Wilson, 1969; Fletcher, 1979; Suppes, 1964 prema [FLET2003]).

Postoji više od 45 godina istraživanja, razvoja, korištenja i ocijenjivanja računalnih aplikacija u nastavi te smo dosada mogli dobiti vrlo dobru ideju o mogućnostima koje nude takve aplikacije. Također, trebamo biti u mogućnosti znati da li je potrebno i opravdano dalje investirati u istraživanje i razvoj te čak da li su ovakve aplikacije spremne za implementaciju na masovnoj razini. Tehnologija se nameće kao logično rješenje za individualiziranje nastave i prilagodbu programa za svakog studenta, no ipak je potrebno napraviti dosta istraživanja da bi se ocijenilo koliko je ovaj pristup učinkovitiji od klasičnog.

7.1. Korištenje tehnologije u nastavi

Tehnologija je danas dio svih sfera ljudskog života pa se stoga javlja i potreba za njenim uvođenjem u obrazovni sustav. Postoje brojna pitanja o uvođenju tehnologije u obrazovni sustav. Neka od njih su: Da li je ovo zamjena čovjekova rada sa poučavanjem računalom? Može li ispuniti Bloom-ov 2-sigma jaz? Može li stvoriti okružje u kojem učenje i poučavanje postaje još učinkovitije i/ili uspješnije? Sljedeći paragrafi ukratko izlažu rezultate koji su nastali iz istraživanja učinkovitosti primjene tehnologije u procesu učenja i poučavanja.

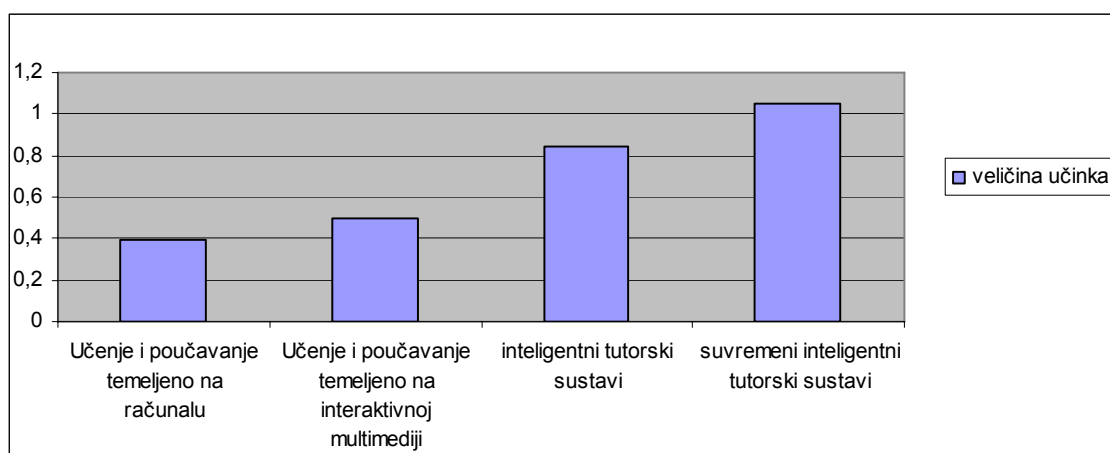
Tehnologija se može koristiti za poučavanje

Postavilo se pitanje da li tehnologijom poduprtog učenje i poučavanje može zamijeniti klasičnu nastavu i ako može, uz kakve rezultate [FLET2003]. Brojne su studije usporedile tehnologijom poduprtog učenje i poučavanje s nikakvim učenjem. Ove studije nisu ispitivale da li je ovakav način učenja i poučavanja dobar, niti da li poučavaju ono što bi trebale. Samo ih je zanimalo da li išta poučavaju. Dobiveni su pozitivni rezultati. Tako su npr. Crotty (1984), Verano (1987) i Allan (1989) (prema [FLET2003]) uspoređivali *učenje i poučavanje temeljeno na interaktivnoj multimediji* i placebo poučavanje (nije postojao nastavni sadržaj). Dobili su prosječnu veličinu učinka od 1.38 standardne devijacije što pokazuje prosječno poboljšanje u postignućima studenata od 50-og do 92-og percentila.

Tehnologija može biti iskorištena za povećavanje učinkovitosti u učenju i poučavanju.

Nakon što se dokazalo da tehnologija može biti iskorištena za nastavu, postavlja se pitanje u kolikoj je mjeri ovaj novi pristup učinkovitiji od starog? Na Slici 4. su prikazane veličine učinka nekih oblika tehnologijom poduprtog učenja i poučavanja.

Slika 4. Veličine učinka tehnologijom poduprtog učenja i poučavanja (prema [FLET2003])



Učenje i poučavanje temeljeno na računalu (eng. *computer-based instruction ili CBI*) prikazuje rezultate iz 233 studije koje uključuju upotrebu računalne prezentacije s tekstom, slikama, jednostavnim animacijama, kao i malu razinu individualizacije. Veličina učinka od 0.39 standardne devijacije pokazuje poboljšanje u rezultatima studenata od 50-og do 65-og percentila.

Učenje i poučavanje temeljeno na interaktivnoj multimediji (eng. *interactive multimedia instruction*) omogućava još razvijeniju interakciju uključujući zvuk, složenije animacije i video. Dodatni trošak ovih mogućnosti mogao bi biti nadoknađen većim postignućem – prosječna veličina učinka od 0.50 standardne devijacije uspoređena sa veličinom učinka od 0.39 odstupa od nastave temeljene na računalima. Veličina učinka od 0.50 nastave pomoću interaktivne multimedije prikazuje poboljšanje od 50-og do 69-og percentila u postignuću studenata.

Inteligentni tutorski sustavi (eng. *intelligent tutoring systems ili ITS*) uključuju mogućnosti koje se razvijaju od kasnih 1960-ih (Carbonell, 1970 prema [FLET2003]), ali su od nedavno u općoj upotrebi. U ovom pristupu, pojavljuje se otvoreni jedan na jedan dijalog u poučavanju. Ključno je da su računalne prezentacije i odgovori generirani u stvarnom vremenu te prilagođeni potrebama i zahtjevima studenata. Podržava se izmiješan prvotni dijalog u kojem računalo ili student može pitati ili odgovoriti na otvoreno pitanje. Ova interakcija je generirana kao zahtjev. Ovaj pristup je za izvesti mnogo profinjeniji i skuplji nego standardna nastava temeljena na računalu. Kako bilo, troškovi se mogu opravdati povećanjem u prosječnoj veličini učinka do 0.84 standardne devijacije, što pokazuje poboljšanje od 50-og do 80-og percentila u postignuću studenata.

Suvremeni inteligentni tutorski sustavi (eng. *recent intelligent tutoring systems*) (Gott, Kane, i Lesgold, 1995 prema [FLET2003]) se razmatraju da bi se vidilo što se postiglo sa ovakvim pristupom. Prosječna veličina učinka od 1.05 standardne devijacije za suvremenu primjenu je obećavajući i prikazuje poboljšanje u postignuću studenata od 50-og do 85-og percentila. Sve raširenija prilagodba nastave na individualnoj razini prema potrebama studenata koja može biti prihvaćena za opću upotrebu, inteligentni tutorski sustavi mogu samo očekivati porast te podignuti krajnju učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na tehnologiji.

Tehnologija može osigurati učenje svim studentima

Ovdje se spominje problem kada neki studenti ne mogu pratiti nastavu istim tempom te zbog toga zaostaju. Tehnologija može smanjiti ovaj jaz i omogućiti takvim studentima da bolje prate nastavu (zbog prilagođenih programa), te da se u istoj vremenskoj liniji postignu bolji rezultati u odnosu na klasični sustav.

Tehnologija može smanjiti vrijeme koje je potrebno za izvršavanje ciljeva učenja i poučavanja.

Ovdje je glavni argument taj da ako se ne gubi vrijeme, da se jedna lekcija može prezentirati više puta studentu, koji je ionako već razumio tu lekciju, proces učenja bi bio mnogo brži, pošto bi se vrijeme iskoristilo optimalno za prezentiranje novih lekcija.

Studenti preferiraju učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji.

Razne ankete koje su bile provedene na različitim učilištima pokazale su da prosječno 70 do 80% studenata preferira učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji. Od onih koji nisu preferirali ovakav pristup, razlozi su bili uglavnom tehničke prirode, zbog problema u tehničkoj implementaciji sustava, a ne zbog same ideje ovakvog pristupa.

Učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji može biti učinkovitije u pogledu troškova.

Učinkovitost u pogledu troškova može biti ocijenjena na dva načina. Jedan način je održavati troškove fiksnima i tražiti načine kako da se maksimizira učinkovitost učenja i poučavanja. Drugi način je održavati učinkovitost na fiksnoj razini, a tražiti načine kako minimizirati troškove.

7.2. Upozorenja i moguće obmane

Sada ćemo nešto reći o poteškoćama koje se javljaju kod vrednovanja tehnologije, ocjeni jednog faktora, utjecaju kvalitete proizvodnje na učinkovitost primjene tehnologije u učenju i poučavanju, ocjeni tehnologije temeljene na medijima, ocjeni trećih strana te zastarivanju aplikacije.

Ocjena inovacije

Poteškoća vrednovanja tehnologije je da ne postoji ništa drugo kao to. Svaki obrazovni pristup ima svoju jačinu i ograničenje. Ako se neko vrednovanje drži nekih strogih uputstava temeljenih na zahtjevima jednog pristupa tada će drugi pristup biti u nezgodnom položaju. Još karakterističnije, u usporedbi starijih i novijih pristupa, stariji može ograničiti primjenu i ocijenu novijih pristupa. Noviji pristupi nisu često korišteni, nekada se i ne zna kako ih je najbolje koristiti te nisu još dovoljno usavršeni.

Ocjena jednog faktora

Rijetko ćemo naći usporedbu u kojoj jedan različiti faktor postoji ili ne postoji u tehnologiji učenja i poučavanja. Na primjer, sadržaji i ciljevi učenja i poučavanja izvornog pristupa mogu biti izmijenjeni i uključeni u novi, ali ne izvorni pristup. Izmijenjeni dio tada može biti uspoređen sa izvornim učenjem i poučavanjem i svoje vidljivo poboljšanje će više dugovati reviziji nego funkcionalnosti što su ciljevi vrednovanja. Problem kao ovaj čini se neizbježan. Novi pristup je u aktivnoj upotrebi da bi se predvidili standardni rezultati testa, te se tako može približiti ocijeni jednog faktora, ali i polju istraživanja i ocjenjivanja.

Kvaliteta proizvodnje

Aspekti kao što su kvaliteta grafike, jasnoća sadržaja nastave, vjerojatnost simulacije i važnosti savjeta tutorskog učenja i poučavanja mogu imati značajan utjecaj na učinkovitost od mnogih primjena tehnologije u učenju i poučavanju, ali ovim pitanjima se rijetko bavi. Utjecaj kvalitete proizvodnje, posebno utjecaj troškova koji proizlaze iz učinkovitosti učenja i poučavanja, moraju biti bolje razumljeni.

Vrednovanje ovisno o medijima (eng. media)

Rasprava o primjeni tehnologije u učenju i poučavanju ne može biti završena bez da se spomene Clark-ov (1983) (prema [FLET2003]) argument: „*najbolji sadašnji dokaz je da su mediji jedino sredstvo koje pruža učenje i poučavanje, ali ne utječu na studentovo postignuće ništa više nego što kamion koji isporučuje mješovitu robu uzrokuje promjene u našoj prehrani*“. Postojanje tehnologije ne jamči učinkovitost, ako sadržaj učenja i poučavanja nije na učinkovit način predstavljen. Teško je zamisliti da je pristup koji uzrokuje individualizaciju uopće i moguć bez tehnologije.

Vrednovanje od strane trećih osoba

Mnoga vrednovanja primjene tehnologije u učenju i poučavanju su provedene od osoba koje imaju udio u njihovom uspjehu, što može biti i snaga i slabost ovakvom vrednovanju. Programeri su ponekad indiferentni na uspješnost svojih proizvoda, i mogu namjerno ili ne, odstupati od rezultata svojih vrednovanja. Na drugu stranu, imaju pogrešaka u iskrenosti ocjenjivanja, oni mogu razumjeti bolje nego itko snagu i ograničenje od onoga što su proizveli.

Zastarivanje aplikacije

U vrijeme kad je vrednovanje učenja i poučavanja provedeno, pisano, i izvješteno u obliku dostupnom programeru i potencijalnom korisniku, prvobitna aplikacija koja bi se mogla uzeti u obzir je 5 ili više godina stara.

7.3. Provjera rezultata meta-analize o učinku suvremenih inteligentnih tutorskih sustava

Fletcher je na temelju vrednovanja 5 izvedenica istog sustava izračunao prosječnu veličinu učinka suvremenih inteligentnih tutorskih sustava od 1.05 standardne devijacije. Provjeravana je učinkovitost sustava Sherlock 1, Sherlock 2 i Freankenstation na temelju rezultata dobivenih od strane ispitanika koji su rješavali inicijalni i završni dvostruki test: Verbal Troubleshooting (VTT) ili verbalni test otklanjanja kvarova i Noninteractive Troubleshooting Test (NIT) ili neinteraktivni test otklanjanja kvarova (Gott 1995, prema [FLET2003]).

Sherlock je (prema [VIDO2006]) inteligentni tutorski sustav koji predstavlja simulaciju okruženja u kakvom stručnjaci zrakoplovne tehnologije rade na ispitivanju ispravnosti te uklanjanju kvarova na djelovima zrakoplova.

Kod svih 5 sustava eksperimentalna i kontrolna grupa se uspoređuju na nekoj zavisnoj varijabli (rezultati testa), veličinu učinka ćemo izračunati izračunom standarne razlike aritmetičkih sredina. Zbog relativno malog uzorka ispitanika u pojedinim istraživanjima koristiti će se ispravak veličine učinka.

U tablicama su dani podaci: broj ispitanika u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi (n), aritmetička sredina postignutog uspjeha na testu za obje grupe (\bar{X}) i standardna devijacija za obje grupe (s), za svaki od sustava. Trebamo napomeniti da je N koji se koristi u tablicama ukupan broj ispitanika u obje grupe.

Sada ćemo izračunati pojedinačne veličine učinka i njihove težine, a tek onda ćemo prijeći na izračun ukupne veličine učinka. Najprije ćemo izračunati zajedničku standardnu devijaciju (s_p), veličinu učinka (ES_{sm}), ispravak veličine učinka (ES'_{sm}) i njenu težinu (w_{sm}). Koriste se formule (2), (3), (4) navedene na početku rada.

Tablica 6. Podaci vrednovanja sustava VTT 3 (Sherlock) te izračun veličine učinka i njene težine

	EKSPERIMENTALNA	KONTROLNA
n	18	23
\bar{X}	95	59
s	5	37
$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{(n_E - 1) + (n_K - 1)}}$	27,98	
$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_K}{s_p}$	1,28	
$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9}\right] ES_{sm}$	1,26	
$w_{sm} = \frac{2n_E n_K (n_E + n_K)}{2(n_E + n_K)^2 + n_E n_K (ES'_{sm})^2}$	8,44	

Dobivena je veličina učinka sustava VTT 3 (Sherlock) $ES'_{sm} = 1.26$ i njena težina $w_{sm} = 8,44$. Ti će nam podaci biti kasnije potrebni za izračun ukupne veličine učinka.

Tablica 7. Podaci vrednovanja sustava VTT 4 (Sherlock) te izračun veličine učinka i njene težine

	EKSPERIMENTALNA	KONTROLNA
n	18	23
\bar{X}	91	58
s	7	37
$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{(n_E - 1) + (n_K - 1)}}$	28,17	
$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_K}{s_p}$	1,17	
$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9}\right] ES_{sm}$	1,15	
$w_{sm} = \frac{2n_E n_K (n_E + n_K)}{2(n_E + n_K)^2 + n_E n_K (ES'_{sm})^2}$	8,68	

Dobivena je veličina učinka sustava VTT 4 (Sherlock) $ES'_{sm} = 1.15$ i njena težina $w_{sm} = 8,68$. Ti će nam podaci biti kasnije potrebni za izračun ukupne veličine učinka.

Tablica 8. Podaci vrednovanja sustava NIT (Sherlock) te izračun veličine učinka i njene težine

	EKSPERIMENTALNA	KONTROLNA
n	18	23
\bar{X}	87	75
s	12	14
$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{(n_E - 1) + (n_K - 1)}}$	13,16	
$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_K}{s_p}$	0,91	
$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9}\right] ES_{sm}$	0,89	
$w_{sm} = \frac{2n_E n_K (n_E + n_K)}{2(n_E + n_K)^2 + n_E n_K (ES'_{sm})^2}$	9,19	

Dobivena je veličina učinka sustava NIT (Sherlock) $ES'_{sm} = 0.89$ i njena težina $w_{sm} = 9,19$. Ti će nam podaci biti kasnije potrebni za izračun ukupne veličine učinka.

Tablica 9. Podaci o vrednovanju sustava VIT (Frankenstation) te izračun veličine učinka i njene težine

	EKSPERIMENTALNA	KONTROLNA
n	17	21
\bar{X}	82	55
s	23	31
$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{(n_E - 1) + (n_K - 1)}}$	27,73	
$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_K}{s_p}$	0,97	
$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9}\right] ES_{sm}$	0,95	
$w_{sm} = \frac{2n_E n_K (n_E + n_K)}{2(n_E + n_K)^2 + n_E n_K (ES'_{sm})^2}$	8,44	

Dobivena je veličina učinka sustava VIT (Frankenstation) $ES'_{sm} = 0,95$ i njena težina $w_{sm} = 8,44$. Ti će nam podaci biti kasnije potrebni za izračun ukupne veličine učinka.

Tablica 10. Podaci o vrednovanju sustava NIT (Frankenstation) te izračun veličine učinka i njene težine

	EKSPERIMENTALNA	KONTROLNA
n	17	21
\bar{X}	80	72
s	10	11
$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{(n_E - 1) + (n_K - 1)}}$	10,57	
$ES_{sm} = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_K}{s_p}$	0,76	
$ES'_{sm} = \left[1 - \frac{3}{4N - 9}\right] ES_{sm}$	0,74	
$w_{sm} = \frac{2n_E n_K (n_E + n_K)}{2(n_E + n_K)^2 + n_E n_K (ES'_{sm})^2}$	8,79	

Dobivena je veličina učinka sustava NIT (Frankenstation) $ES'_{sm} = 0,74$ i njena težina $w_{sm} = 8,79$. Ti će nam podaci biti kasnije potrebni za izračun ukupne veličine učinka.

U Tablici 11. su prikazane izračunate pojedinačne veličine učinka sustava i njihove težine, te je izračunat umnožak svake veličine učinka njenom težinom potreban za daljnju analizu.

Tablica 11. Prikazuje veličine učinka i težine pojedinog sustava te njihovi umnošci

rbr.		w	ES	w*ES
1	VIT 3 (Sherlock)	8,44	1,26	10,63
2	VIT 4 (Sherlock)	8,68	1,15	9,99
3	NIT (Sherlock)	9,19	0,89	8,18
4	VIT (Frank'tn)	8,44	0,95	8,02
5	NIT (Frank'tn)	8,79	0,74	6,5
	Σ	43,54		43,32

Sada se ukupna veličina učinka računa koristeći prethodnu tablicu po formuli (1):

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w_i ES_i)}{\sum w_i} = \frac{43,32}{43,54} = 0,99$$

Dobivena prosječna veličina učinka svih sustava je 0.99 što pokazuje da je prosječni student koji koristi ovaj sustav, 0.99 standardne devijacije uspješniji nego tradicionalno poučavan student, što pokazuje veliku veličinu učinka suvremenih inteligentnih tutorskih sustava. Rezultati se za 0.06 standardne devijacije razlikuju od rezultata prijašnje meta-analize o učinkovitosti suvremenih inteligentnih tutorskih sustava od 1.05 standardne devijacije, što ne predstavlja statistički značajan razliku.

Sada ćemo izračunati interval pouzdanosti za prosječnu veličinu učinka.

Interval pouzdanosti za prosječnu veličinu učinka temelji se na standardnoj pogrešci tog prosjeka i kritičnoj vrijednosti iz z-distribucije. Standardna pogreška dobivene prosječne veličine učinka se računa prema formuli (5) navedenoj na početku rada i iznosi:

$$SE_{\overline{ES}} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} = \sqrt{\frac{1}{43,54}} = 0,15$$

Sada se interval pouzdanosti od 95% oko prosječne veličine učinka računa koristeći formule (6) sa početka rada. Kritična vrijednost z-distribucije za interval pouzdanosti od 95% iznosi $z = 1,96$ ($\alpha = 0,05$), a donja i gornja granica navedenog intervala pouzdanosti iznose:

$$\overline{ES}_L = \overline{ES} - z(SE_{\overline{ES}}) = 0,99 - 1,96 * 0,15 = 0,696$$

$$\overline{ES}_U = \overline{ES} + z(SE_{\overline{ES}}) = 0,99 + 1,96 * 0,15 = 1,284$$

Interval pouzdanosti od 95% oko prosječne veličine učinka ($0,696 < \overline{ES} < 1,284$) ne uključuje 0, pa je dobivena prosječna veličina učinka statistički značajna za $p < \alpha$.

Direktan se test značajnosti prosječne veličine učinka se može dobiti računanjem z-testa po formuli (7):

$$z = \frac{|\overline{ES}|}{SE_{\overline{ES}}} = \frac{0,99}{0,15} = 6,6$$

Budući da ova vrijednost prelazi 2,58 onda je statistički značajna za $p \leq 0.01$.

U nastojanju da provjerim prosječne veličine učinka ostalih stupaca sa slike 4., naišla sam na poteškoće. Kod meta-analize o učenju i poučavanju temeljenom na računalu od 5 meta-analiza iz 233 studije, tri nisu pronađene, a kod preostala dvije nedostaje podataka potrebnih za izračunati ukupnu veličinu učinka. Nisu pronađene meta-analize o učenju i poučavanju temeljenom na računalu u srednjoj školi (Bangert-Drowns, Kulik i Kulik 1985, prema [FLETCHER2003]), o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu u obrazovanju odraslih (Kulik, Kulik i Shwalb 1986, prema [FLETCHER2003]), te o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu u vojnom poučavanju (Johnston i Fletcher 1996, prema [FLETCHER2003]). Nisu dani podaci o tome koliko ispitanika pripada eksperimentalnoj, a koliko kontrolnoj grupi. Također, meta-analizu o učenju i poučavanju temeljenom na interaktivnoj multimediji nisam mogla provjeriti zbog nedostatka podataka potrebnih za izračun ukupne veličine učinka. Provjeru rezultata meta-analize o učinku inteligentnih tutorskih sustava nisam mogla obaviti zbog nedostatka originalnih radova, a radi se o 11 studija. Budući da rezultate meta-analiza nismo mogli provjeriti, dobivene rezultate ćemo uzeti u obzir, ali sa dozom kritičnosti.

7.4. Zaključci

Rezultati koji su navedeni pokazuju da su primjene tehnologije u obrazovanju i nastavi učinkovitije od trenutne prakse [FLET2003]. Bilo kakav drugi zaključak bi trebao imati i ogromnu količinu rezultata koji dokazuju suprotno, da bi bio valjan. Ali opet, još uvijek ostaje i veliki broj pitanja koja tek trebaju biti odgovorena.

Kako nove tehnologije mogu biti integrirane sa postojećim institucijama poučavanja? Većina promjena koje se događaju su više evolucijske nego revolucionarne prirode, pa i pristupi poučavanju koji su temeljeni na tehnologiji nisu nimalo drugačiji, unatoč ogromnim promjenama koje oni na koncu mogu prouzrokovati.

U konstruktivnom svijetu, mi ne možemo učiniti da se učenje jednostavno događa samo od sebe, mi samo možemo stvoriti okruženje i unaprijediti i poticati ovaj proces (npr., Mayer, 1999 prema [FLET2003]). Sa ili bez konstruktivizma, Seidel i Perez (1994) (prema [FLET2003]) su bili u pravu, kada su rekli da treba poduzeti i učiniti više da bi se shvatilo kako najbolje dizajnirati i implementirati ovakva okruženja. Revolucija koja se dogodila izumom automobila nije bila kompletna dok se nije izgradila i infrastruktura koja je afirmirala ovaj izum. Isto se može reći i za učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji.

Također, u obzir se isto moraju uzeti i cijene i učinkovitost. Obrazovni istraživači koji posvećuju svoje profesije poboljšavanju obrazovanja, pomoću razvijanja novih inovativnih pristupa moraju se također pozabaviti i faktorom učinkovitosti. Većina njih se dobro i sa odgovornošću suočava sa ovim izazovom. No za odredbodavce koji donose odluke u vezi obrazovanja, učinkovitost može biti tek jedna polovica pitanja. Negdje će netko morati razmotriti i pitanje cijene. Ispravno razmatranje cijena ovisi o razvoju adekvatnih modela cijena te se mora razviti i detaljno razumijevanje troškovnih posljedica koje prate bilo kakvu inovaciju u poučavanju, a posebno inovaciju koja uključuje jedan vrlo strani pristup, kao što je primjerice učenje i poučavanje

temeljena na tehnologiji. Ne postoji mnogo odredbodavaca u obrazovanju koji imaju vremena ili resursa da se bave ovim stvarima te oni, kao i većina nas, imaju interes u tome da stalno održavaju status quo. Prema tome, zadatak da se popuni ova praznina ostaje na obrazovnim istraživačima. Oni bi, u isto vrijeme kada istražuju nove pristupe poučavanju, također trebali početi ozbiljno razmatrati i troškovne posljedice novih pristupa koje odluče unaprijediti.

Fletcher istražuje kako bi trebalo oblikovati učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji [FLET2003]. Praksa u učenju i poučavanju temeljenom na tehnologiji je već otišla korak dalje od pitanja da li aplikacije koje koriste ovo uopće funkcioniraju, do novog pitanja, to jest, do kojeg stupnja učinkovitosti se one mogu koristiti. Kakva okruženja učenja i poučavanja mogu biti dizajnirana, da pridonese specifičnim ishodima u učenju i poučavanju?

Učenje i poučavanje temeljeno na tehnologiji izgleda da ima jedinstvenu ulogu u zatvaranju kruga, između teorije učenja i poučavanja i istraživanja o učenju i poučavanju, sa svojom preciznom kontrolom nad ulaznim parametrima (engl. inputs) i jednako preciznim mjerenjima ishoda (engl. outputs).

Kako se može najbolje individualizirati poučavanje? [FLET2003] Ako je individualizacija ključna za potpuno iskorištavanje mogućnosti učenja i poučavanja temeljenog na tehnologiji, onda se mora napraviti više kako bi se ocijenili najbolji načini na koje se može postići ovo. Što možemo zaključiti od interakcija individualnih osoba sa tehnologijom, a da bi se najbolje pripremio stil, sadržaj, redoslijed i brzina instrukcijskih prezentacija koji se kreiraju za njih? Ovo su ključne točke u istraživačkoj literaturi. Više bi se trebalo i moralo učiniti da se ove točke identificiraju, da se od njih uči te da se na osnovu njih dalje širi razvoj.

Ovaj pregled učenja i poučavanja temeljenog na tehnologiji zaključuje da će ovakav pristup najvjerojatnije smanjiti cijene i povećati učinkovitost u mnogim različitim primjenama. Ovaj pristup će najvjerojatnije pokazati sebe kao najjeftinijom alternativom u mnogim okruženjima i aplikacijama, naspram svih drugih mogućnosti u kontekstu potpunih sustava. Sve u svemu, ovaj pristup će najvjerojatnije poboljšati, praksu poučavanja i teorije nastave i saznavanja. Prema tome, ne izgleda pretjerano kada se kaže da su resursi, koji su potrošeni u realizaciji ovoga potencijala, dobro potrošeni. Ovi resursi uključuju financiranje, vrijeme i napore koji su utrošeni, da bi se omogućile znatne promjene u profesionalnoj praksi u našim obrazovnim institucijama. Glavna poruka ovoga rada [FLET2003] je ta da će povrat ovakve investicije biti velik i vrijedan.

8. Učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na Web-u – Wisner, Olson, 2003

U literaturi se počinju pojavljivati izvještaji o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u, ali nije bilo integrirane analize od ovih ranijih istraživanja. Američki vojni istraživački institut je pretražujući odgovarajuće baze podataka, objavio 40 izvještaja sa rezultatima podataka iz više od 500 izvješća na temu *učenja i poučavanja temeljenog na Web-u* (eng. *web-based instruction*). Učenje i poučavanje temeljeno na Web-u se realizira putem preglednika kao što su Internet Explorer ili Netscape Navigator. Ako su izvještaji uključivali višestruke studije, broj slučajeva koji pružaju empirijski dokaz se je povećao na 47.

U ovom istraživanju je proučavano korištenje distribuiranih tehnologija učenja i poučavanja za primjenu kod vojnika. Vojska je započela neke promjene da bi održala standardiziran individualni samo-razvoj (eng. *self-development*) i poučavanje vojnika u malim grupama preko aplikacije umreženog komunikacijskog sustava. Planiralo se vojno poučavanje više usmjereno učeniku i u kojem će vojnici preuzimati na sebe veće odgovornosti za stjecanje znanja i razvoj vještina isporučenih preko Web-a ili vojnih privatnih mreža temeljenih na tehnologiji Web-a (eng. *military intranets*). Američka vojska planirala je povećati upotrebu distribuiranog učenja i poučavanja da bi udovoljili budućim potrebama učenja i poučavanja vojnika. Kolegiji bi uključivali učenje i poučavanje temeljeno na Web-u u kombinaciji sa CD-ROM-ovima, printanim materijalima, e-mail-om, chat-om i konvencionalnim praktičnim vodičem u učenju i poučavanju koji ispituje po potrebi.

Središnje pitanje je koliko je učinkovito učenje i poučavanje temeljeno na Web-u. Nema praktičnih razloga za očekivati da nastava pomoću Web-a bude išta manje učinkovita nego tradicionalno učenje i poučavanje temeljeno na računalu (CBI). Obje su sposobno interaktivne, sa individualnom povratnom informacijom i multimedijским sadržajima.

Učenje i poučavanje temeljeno na Web-u pruža nove prednosti učeniku, kao što su interaktivnost sa nastavnikom i studentima, te brz pristup dodatnim online izvorima. Kako tehnologija napreduje, učenje i poučavanje temeljeno na Web-u može imati konačan napredak.

Učenje i poučavanje temeljeno na Web-u je u mogućnosti osigurati postizanje individualnih ciljeva u učenju i poučavanju. Web omogućava dodatne funkcije koje uključuju: olakšavanje upisivanja u kolegije koristeći nastavni plan i program u učenju i poučavanju, prijenos podataka, e-mail između učitelja i učenika, stvaranje komunikacije u učenju i poučavanju. Web je postao moćan alat za učenje i poučavanje na daljinu.

8.1. Metoda istraživanja

Centar obrazovnih izvora informacija (eng. Educational Resources Information Center ERIC) je istraživao korištenje sljedećih kombinacija ključnih riječi: *kolegiji temeljeni na Web-u* (eng. web-based courses), *nastave temeljene na Web-u* (eng. web-based instruction), *kolegiji temeljeni na Web-u i vrednovanje* (eng. web-based courses and evaluation), *vrednovanje kolegija i web* (eng. course evaluation and web), *vrednovanje kolegija i Web* (eng. course evaluation and Internet), *web i učenje na daljinu* (eng. web and distance education), i *online kolegiji i vrednovanje* (eng. online course and evaluation).

Zato što su pokušavali odrediti primjene u vrednovanju nastave temeljene na Web-u, istraživanje je ograničeno na godine između 1996 i 2002.

Ovo istraživanje je provedeno između kolovoza 2000. i srpnja 2002., utvrđujući više od 500 pripadajućih studija. Ipak, većina od ovih studija uključuje preporuku za oblikovanje online kolegija ili radije učešće tehnologije nego vrednovanje od posebnih kolegija, stoga nisu uključeni u ovo ispitivanje.

Suzili su veću grupu studija na 47 baziranih na izvještajima od empirijskih dokaza o učinkovitosti učenja i poučavanja.

Njihovo ispitivanje literature od učenja i poučavanja temeljenog na Web-u je organizirano prema tri kategorije:

- 1) karakteristike studija
- 2) metodološke karakteristike
- 3) karakteristike kolegija

Analiza ovih karakteristika omogućava da se uoči koja pitanja ljudi pitaju o nastavi temeljenoj na Web-u i kako dobro su odgovorena.

Karakteristike studija

Područja sadržaja prikazana u studijama su široka. Približno 23% kontrolira učinak nastave temeljene na Web-u za učenje matematike, tehnike i kolegije o računalima, dok je 26% usredotočeno na učenje prirodnih znanosti i medicinskih kolegija. Ostalih 23% je usmjereno na društvene znanosti, 9% na ostale djelatnosti, te 4% na jezike. U dodatku, oko 15% studija vrednuje cjelokupne programe učenja na daljinu, koji su vjerojatno najčešće obuhvaćeni od mnogo tipova kolegija. Široki izbor od sadržaja područja otkrivenih u ovom ispitivanju predočuje fleksibilnost učenja i poučavanja temeljenog na Web-u prilagođenu zahtjevima studenata i nastavnika u mnogim različitim nastavnim područjima.

Studenti i diplomirani studenti su predstavljeni u ovom ispitivanju. Oko 47 studija, 81 % vrednuje učenje i poučavanje temeljeno na Web-u za studente, 17% vrednuje diplomirane studente, i 2 % vrednuje kombinirano učenje i poučavanje temeljeno na Web-u za diplomirane i nediplomirane studente.

Dane su razlike u sadržajima kolegija u oblicima učenja između nediplomiranih i diplomiranih razreda.

Tablica 12. Pregled karakteristika studija

Područje sadržaja	%
Matematika/tehnika/računala	23
Prirodne znanosti/medicina	26
Programi učenja na daljinu	15
Društvene znanosti	23
Ostale djelatnosti	9
Jezici	4
Razina obrazovanja	%
Nediplomirani studenti	81
Diplomirani studenti	17
Diplomirani/nediplomirani studenti	2

Metodološke karakteristike

Veličina uzorka studija može značajno utjecati na statističku moć, temeljnu za različitost testova. Od 47 studija, 36 je izvjestilo informacije o veličinama uzorka sudionika. Od ovih 36 studija koje osiguravaju veličine uzorka, većina (64%) ima veličine uzorka manje od 100 sudionika. Veličina učinka je dostupna za 10 od ovih studija i prosječna veličina učinka je približno 0.09. Za studije gdje veličina uzorka premašuje 100, prosječna veličina učinka povećava se na 0.55. Općenito, veća veličina uzorka, jača statistička moć. Ipak, kako je veličina učinka dostupna za samo 15 studija, ovi rezultati moraju biti tumačeni sa oprezom.

Većina studija ustanovljenih ovim ispitivanjem koristi usporednu grupu (eng. comparison group) u kojoj studenti započinju isti kolegij lice u lice (eng. face to face) ili isti kolegij bez komponente Web-a (eng. web-based components).

Kako bilo, samo 41% studija vrednuje kolegij temeljen na Web-u sa ne usporednom grupom.

Tablica 13. Pregled metodoloških karakteristika

Veličina uzorka	Veličina učinka
do 100	0.09
iznad 100	0.55

Karakteristike kolegija

Kao što je predočeno rezultatima Kulik-a (1994) i Liao-a (1999) (prema [WISH2003]) različiti oblici od učenja i poučavanja temeljenog na računalu (CBI) mogu utjecati na studentove rezultate. Tako je važno uzeti u obzir kako je pojedini medij od nastave primjenjen u vrednovanju kolegija.

Ovo je posebno istinito za učenje i poučavanje temeljeno na Web-u u pogledu sredstava golemih mogućnosti širenja naizgled neograničenih izvora i informacija bilo kome i u bilo koje vrijeme.

Fleksibilnost Web-a dopušta da bude upotrebljen za različite svrhe od upravljanja kolegijem i vođenjem te da završi predaju kolegija i svaku od ovih razina upotrebe (eng. levels of use) radi prema različitom cilju.

Izvorna pretpostavka koja je iskazana kaže da ako je učenje i poučavanje temeljeno na Web-u angažirano kako treba, i da bi se dostigli posebni ciljevi u učenju i poučavanju, treba dovesti do

veličine učinka koja je barem usporediva sa učenjem i poučavanjem temeljenom na računalu (CBI).

Od 15 studija u ovoj analizi koje osiguravaju dovoljno informacija za računati veličinu učinka, osam (53%) veličina učinka je pozitivna i favorizira grupu koja koristi učenje i poučavanje temeljeno na Web-u, dok sedam (47%) je negativno i favorizira grupu koja ne koristi učenje i poučavanje temeljeno na Web-u.

Veličina učinka je u rasponu od -0.40 do 1.60. Prosječna veličina učinka za svih 15 studija je 0.24, i medijan je 0.095. Standardna devijacija od 0.58 pokazuje da je velika promjenjivost veličina učinka kroz studije.

Tablica 14. Pregled karakteristika kolegija

Broj studija	Veličina učinka
8	pozitivna
7	negativna

8.2. Analiza i interpretacija rezultata

Prosječna veličina učinka, uspoređujući učenje i poučavanje temeljeno na Web-u sa konvencionalnom razrednom nastavom, je 0.24, što znači da se prosječno postignuće studenata povećalo od 50-og do 59-og percentila.

U ranijim analizama o učinkovitosti ne Web oblicima od učenja i poučavanja temeljenog na računalima koje koriste stotine studija, izvješćena je veličina učinka između 0.32 i 0.41 (odgovarajući 63-og do 66-og percentila).

U uvjetima učinkovitosti učenja i poučavanja, pojavljuje se da primjena učenja i poučavanja temeljenog na Web-u izaziva poboljšanje u odnosu na učenje i poučavanje u razredu, zbog toga opada osnovna težnja za tradicionalnim učenjem i poučavanjem temeljenom na računalu. Promatranjem nedostataka empirijskih istraživanja i relativnih noviteta koristeći Web u svrhu učenja i poučavanja, još su velike količine kontroliranih studija potrebne prije nego bude odlučena točnija veličina učinka.

Nema praktičnih razloga zašto veličina učinka mora biti manja nego što je predloženo za učenje i poučavanje temeljeno na računalima.

Ovi rezultati mogu služiti kao osnova za:

- 1) odabrati najbolje primjene u objektivne svrhe
- 2) utvrđivanje objektivnog dostignuća od budućih sadržaja učenja i poučavanja
- 3) stvaranje osnovnog seta dokaza kojem može biti dodano buduće dokazivanje učinkovitosti od učenja i poučavanja temeljenog na Web-u

8.3. Provjera rezultata meta-analize

Prosječna veličina učinka, uspoređujući učenje i poučavanje temeljeno na Web-u sa konvencionalnom razrednom nastavom je 0.24 (prema [WISH2003]). Sada ćemo napraviti provjeru rezultata meta-analize o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u.

Od 47 studija poznati su nam podaci od 15 studija (Prilog A) i to: veličina učinka i veličina uzorka koju čine ispitanici koji su poučavani putem Web-a (eksperimentalna grupa) i oni koji nisu poučavani putem Web-a (kontrolna grupa). Dane podatke 1 od ovih 15 studija nije moguće iskoristiti za izračun prosječne veličine učinka jer nije posebno navedeno koliko od dane veličine uzorka pripada eksperimentalnoj, a koliko kontrolnoj grupi.

U Tablici 15. su dani podaci o broju ispitanika u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi te veličina učinka za 14 studija. Prema formulama (4) na početku rada izračunata je standardna pogreška (SE) i ispravak veličine učinka (ES'_{sm}) koje su nam potrebne za daljnju analizu.

Tablica 15. Podaci studija o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u , te izračun veličine učinka i njene standardne pogreške

rbr.	eksp.	kont.	ES	$ES'_i = \left(1 - \frac{3}{4N-9}\right)ES$	$SE = \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2} + \frac{ES'^2}{2(n_1 + n_2)}}$
1	78	40	-0,19	-0,18	0,19
2	57	39	-0,13	-0,12	0,20
3	19	19	-0,12	-0,11	0,32
4	18	48	0,21	0,20	0,28
5	151	182	1,60	1,59	0,13
6	95	94	0,37	0,36	0,15
7	10	70	0,66	0,65	0,34
8	49	151	0,59	0,58	0,17
9	40	59	0,01	0,01	0,20
10	21	33	0,77	0,75	0,29
11	18	23	-0,33	-0,32	0,32
12	14	17	-0,27	-0,26	0,36
13	16	24	-0,40	-0,39	0,32
14	203	101	0,36	0,36	0,12

Da bi izračunali ukupnu veličinu učinka trebamo izračunati težinu koja je izračunata u Tablici 16 prema formuli (4) navedenoj na početku rada i koristeći prethodnu tablicu, te umnožak veličine učinka sa težinom.

Tablica 16. Veličine učinka i težine pojedinih studija te njihov umnožak

rbr.	$w = \frac{1}{SE^2}$	ES'	$w * ES'$
1	26,33	-0,18	-4,98
2	23,10	-0,12	-2,99
3	9,48	-0,11	-1,11
4	13,03	0,20	2,70
5	62,65	1,59	100,01
6	46,45	0,36	17,11
7	8,55	0,65	5,59
8	35,84	0,58	21,07
9	23,84	0,01	0,28
10	11,99	0,75	9,09
11	9,96	-0,32	-3,22
12	7,60	-0,26	-2,00
13	9,42	-0,39	-3,69
14	71,42	0,36	25,71
Σ	359,69		163,60

Ukupna veličina učinka se izračuna koristeći prethodnu tablicu po formuli (1):

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w_i ES_i)}{\sum w_i} = \frac{163,60}{359,69} = 0,45$$

Ukupna veličina učinka datih studija o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u iznosi 0,45 sigma i ne predstavlja statistički značajnu razliku u odnosu na rezultate prijašnje meta-analize o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u. Budući da podatke 1 od ovih 15 studija nismo mogli uključiti u meta-analizu jer nisu dani podaci o tome koliko ispitanika pripada eksperimentalnoj, a koliko kontrolnoj grupi, dobivene rezultate treba uzeti sa oprezom.

Sada ćemo izračunati interval pouzdanosti za prosječnu veličinu učinka.

Interval pouzdanosti za prosječnu veličinu učinka temelji se na standardnoj pogrešci tog prosjeka i kritičnoj vrijednosti iz z-distribucije. Standardna pogreška dobivene prosječne veličine učinka se izračuna prema formuli (5) navedenoj na početku rada:

$$SE_{\overline{ES}} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} = \sqrt{\frac{1}{359,69}} = 0,053$$

Sada se interval pouzdanosti od 95% oko prosječne veličine učinka izračuna koristeći formule (6) sa početka rada.

Kritična vrijednost z-distribucije za interval pouzdanosti od 95% iznosi $z = 1.96$ ($\alpha = 0.05$), a donja i gornja granica navedenog intervala pouzdanosti iznose:

$$\overline{ES}_L = \overline{ES} - z(SE_{\overline{ES}}) = 0.45 - 1.96 * 0.053 = 0.35$$

$$\overline{ES}_U = \overline{ES} + z(SE_{\overline{ES}}) = 0.45 + 1.96 * 0.053 = 0.55$$

Interval pouzdanosti od 95% oko prosječne veličine učinka ($0.35 < \overline{ES} < 0.55$) ne uključuje 0, pa je dobivena prosječna veličina učinka statistički značajna za $p < \alpha$.

Direktan se test značajnosti prosječne veličine učinka se može dobiti računanjem z-testa po formuli (7):

$$z = \frac{|\overline{ES}|}{SE_{\overline{ES}}} = \frac{0,45}{0,053} = 8,49$$

Budući da ova vrijednost prelazi 2,58 onda je statistički značajna za $p \leq 0.01$.

8.4. Zaključci

Na temelju ograničenog broja od empirijskih studija, učenje i poučavanje temeljeno na Web-u pokazuje poboljšanje u odnosu sa konvencionalnom razrednom nastavom. Ipak, sporno je da li učenje i poučavanje temeljeno na Web-u komparira povoljno prema učenju i poučavanju temeljenom na računalu (CBI). Cjelokupna veličina učinka je manja ali ne statistički značajno. Ovo ne može, biti interpretirano tako da se kaže da su ekvivalentne, ali može to da nema prepoznatljive razlike. Ovo je prividno određena nestalna i jako rasprostranjena varijabilnost u rezultatima.

Kako broj studija koje izvještavaju usporedne podatke se povećava, vode prema još pouzdanijoj procjeni u veličini učinka odnosno kako dobro će biti moguće učenje i poučavanje temeljeno na Web-u usporediti sa učenjem i poučavanjem temeljenom na računalu (CBI). Koliko veliki učinak učenja i poučavanja, u terminima veličine učinka može biti očekivan od Web-a?

Jedna mogućnost dolazi od istraživanja inteligentnih tutorskih sustava. Ovo je sustav temeljen na znanju tutora (eng. knowledge-based tutors) koji generira prilagodbu problema, savjet, pomoćno sredstvo za individualnog učenika, ometajući u ovom slučaju strukturu nastave.

Kad se usporedi sa nastavom u razredu, vrednovanje pokazuje veličinu učinka od 1.0 i više (Woolf i Regian, 2000; Wisher, Macpherson, Abramson, Thornton i Dees, 2001 prema [WISH2003]). Ako ovaj individualni sustav učenja i poučavanja bude dopunjen sa primjenom pomagala u učenju i poučavanju, online učenjem, veličina učinka 2 standardne devijacije predložena od (Bloom,1984 prema [WISH2003]), može jednog dana biti moguća.

9. Zaključak

Pregledom najvažnijih meta-analiza o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalu, može se zaključiti da učenje i poučavanje temeljeno na računalu obično ima pozitivne učinke u odnosu na tradicionalno poučavane učenike. Učenici nauče više u razredu u kojem primaju instrukcije uz pomoć računala, razvijaju pozitivne stavove prema računalima kada od njih primaju pomoć u učenju i poučavanju i potrebno im je manje vremena za poučavanje. Iako su meta-analitičari u više navrata pokazali da učenje i poučavanje temeljeno na računalima obično ima pozitivan utjecaj na učenje i poučavanje učenika, nijedan meta-analitičar nije dao rezultate da su sve vrste učenja i poučavanja temeljenog na računalima poboljšale postignuće učenika u svim vrstama okruženja. Kulik je 1994. analizirao rezultate iz 97 studija i izračunao veličinu učinka od 0.32 standardne devijacije za učenje i poučavanje temeljeno na računalu, što predstavlja malu veličinu učinka u odnosu na tradicionalnu nastavu.

Meta-analiza o učinkovitosti hipermedijom poduprtog učenja i poučavanja naglašava da je postignuće učenika u obrazovanju moguće. Hipermedija je noviji oblik učenja i poučavanja temeljenog na računalu. Prosječna veličina učinka meta-analize o učinkovitosti hipermedijom poduprtog učenja i poučavanja koja je dobivena na temelju rezultata iz 47 studija je 0.41 standardne devijacije.

Meta-analiza o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na računalima prikazuje rezultate iz 233 studije na temelju kojih je Fletcher zaključio da je veličina učinka učenja i poučavanja temeljenog na računalima 0.39 standardne devijacije što pokazuje poboljšanje u rezultatima učenika od 50-og do 65-og percentila. Učenje i poučavanje temeljeno na interaktivnoj multimediji prikazuje rezultate iz 47 istraživanja na temelju kojih je dobiveno da je veličina učinka 0.50 standardne devijacije. Taj učinak se još interpretira kao skok u prosječnog učenika od 50-og do 69-og percentila na ljestvici uspješnosti nakon učenja i poučavanja pomoću interaktivne multimedije. Troškovi ovih novih mogućnosti u učenju i poučavanju mogu biti nadoknađeni povećanjem učinkovitosti u učenju i poučavanju, što je vidljivo iz dobivenih veličina učinka. Prosječna veličina učinka od 0.50 standardne devijacije prikazuje povećanje učinkovitosti u učenju i poučavanju u odnosu na veličinu učinka učenja i poučavanja temeljenog na računalima od 0.39 standardne devijacije.

Nepoznata je jedino veličina učinka inteligentnih tutorskih sustava od 0.84 standardne devijacije, što predstavlja veliku učinkovitost u odnosu na tradicionalnu nastavu. Radi se o 11 istraživanja ne temelju kojih je Fletcher izračunao spomenutu veličinu učinka.

Meta-analiza koja je provedena u sedmom poglavlju, ispitala je učinkovitost suvremenih inteligentnih tutorskih sustava u odnosu na tradicionalni način učenja i poučavanja. Meta-analizom je dobivena ukupna veličina učinka od 0.99 standardne devijacije, koja predstavlja veliku učinkovitost suvremenih inteligentnih sustava u odnosu na tradicionalnu nastavu. Rezultati dobiveni provedenom meta-analizom u skladu su sa rezultatima prijašnje meta-analize, sa

veličinom učinka od 1.05 standardne devijacije, i pokazuju da su ovi sustavi vrlo korisni u poučavanju. Oni učenike motiviraju i stvaraju kod njih pozitivne stavove o učenju i poučavanju, što su preduvjeti za učinkovito učenje i poučavanje.

Meta-analizom o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u je dobivena prosječna veličina učinka od 0.24 standardne devijacije i to na temelju rezultata 15 studija o učinkovitosti učenja i poučavanja temeljenog na Web-u.

Provjera rezultata meta-analize koja je provedena u osmom poglavlju, ispitivala je učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na Web-u. Od 47 studija, poznata je veličina učinka njih 15. Za izračun ukupne veličine učinka korišteni su podaci iz njih 14, a jedna studija nije sadržavala dovoljno podataka potrebnih za izračun ukupne veličine učinka. Analizom je dobivena veličina učinka od 0.45 standardne devijacije koristeći podatke koji su bili dostupni, koja je ne prikazuje statistički značajnu razliku u odnosu na prijašnju meta-analizu. No ovi rezultati se moraju uzeti sa oprezom.

Nameće nam se pitanje: Kolika je učinkovitost učenja i poučavanja na računalu i da li predstavlja poboljšanje u odnosu na tradicionalnu nastavu?

Učenje i poučavanje na računalu predstavlja poboljšanje u odnosu na tradicionalnu nastavu. Ono može samo olakšati rad nastavniku kako bi se mogao posvetiti kvalitetnijem radu s učenicima, ali nikako ne može zamijeniti nastavnika u cijelosti. Učinkovitost učenja i poučavanje se povećava uvođenjem računala u nastavu i prilagođava učenje sposobnostima učenika.

Sve raširenija prilagodba nastave na individualnoj razini, bilo kada i bilo gdje, prema potrebama i sposobnostima studenata, dovodi do toga da inteligentni tutorski sustavi mogu očekivati porast te da će biti u mogućnosti podignuti učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na tehnologiji.

Tehnologija predstavlja rješenje za individualnu nastavu, ali se opet postavlja pitanje učinkovitosti u odnosu na današnji tradicionalni način učenja i poučavanja. Uvođenje tehnologije u nastavu je u razvoju, ali treba dosta truda, sredstava da bi se postigla krajnja učinkovitost učenja i poučavanja temeljenog na tehnologiji. Ako sustavi učenja i poučavanja budu dopunjeni sa primjenom pomagala (zvuk, složenije animacije, video itd.) u učenju i poučavanju, veličina učinka 2-sigma predložena od Bloom-a, koja se uzima kao gornja granica učinkovitosti procesa učenja i poučavanja koju je potrebno postići primjenom informacijske i komunikacijske tehnologije će možda biti moguća.

Prilikom provjere rezultata meta-analize naišla sam na brojne poteškoće. U originalnim radovima nije dano dovoljno podataka da bi se mogli provjeriti rezultati dobivenih istraživanja.

Moja preporuka kod pisanja budućih znanstvenih radova je da budu prezentirani kvalitetniji podaci da bi se mogli provjeriti rezultati dane meta-analize. Svaki rad bi morao imati obveznu strukturu koja će davati rezultate vrednovanja o učinkovitosti. Trebali bi sadržavati sve potrebne podatke za eksperimentalnu i kontrolnu grupu koji su nam potrebni za izračun ukupne veličine učinka. Potreban nam je broj ispitanika eksperimentalne grupe i kontrolne grupe, aritmetička sredina i standardna devijacija obiju grupa. Zbog nemogućnosti provjere prosječnih veličina učinka danih meta-analiza, ne preostaje nam drugo nego vjerovati u vjerodostojnost originalnih rezultata meta-analiza.

Tablica 17. Šest meta-analiza o učenju i poučavanju temeljenom na računalima

God.	Autori	Vrsta sustava	Veličina učinka
1985	Kulik, J.A. Kulik, C-L-C Bangert-Drowns, R.L.	CBE	-
		CAI	0.47
		CMI	0.07
1986	Kulik, J.A. Kulik, C-L-C	CEI	0.26
		CBE	
		CAI	
		CMI	
1994	Kulik, J.A.	CBI	0.32
1999	Liao, Y.K.C.	CBI	0.41
		HI	
2003	Fletcher, J.D.	CBI	0.39
		IMI	0.50
		ITS	0.84
		RITS	1.05
2003	Wisher, R.A. Olson, T.M.	WBI	0.24

Obrazovanje temeljeno na računalu (CBE); Učenje i poučavanje upravljano računalom (CMI); Učenje i poučavanje uz pomoć računala (CAI); Učenje i poučavanje temeljeno na računalu (CBI); Učenje i poučavanje temeljeno na interaktivnoj multimediji (IMI); Inteligentni tutorski sustavi (ITS); Suvremeni inteligentni tutorski sustavi (RITS); Učenje i poučavanje temeljeno na Web-u (WBI). Učenje i poučavanje obogaćeno računalnim sadržajem (CEI).

10. Literatura

- [BLOO1984] Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to One Tutoring. University of Chicago and Northwestern University.
- [FLET2003] Fletcher, J. D. (2003): Evidence for Learning from Technology- Assisted Instruction. In: Technology applications in education: a learning view, (H.F. O'Neal, R. S. Perez (Ed.)), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 79-99
- [GLAS1976] Glass, G. (1976). Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. Laboratory of Educational Research University of Colorado.
- [KULI1985] Kulik, J. A., Kulik, C-L-C., Bangert-Drowns, R.L. (1985) Effectiveness of computer-based education in elementary schools. Computers in Human Behavior, 1, 59-74. – 28 studija – 0.47 sigma
- [KULI1986] Kulik, J.A., Kulik, C-L-C. (1986) Effectiveness of computer-based education in colleges. AEDS Journal, 19, 81-108.-101 studija-0.26 sigma
- [KULI1994] Kulik, J.A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. In E. L. Baker i H. F. O' Neil, Jr. (Eds.), Technology assessment in education and training (pp. 9-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- [LIAO1999] Liao, Y.K.C. (1999). Effects of hypermedia on students achievement: A meta-analysis. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 8,255-277
- [NEIL2006] Meta-analysis Research Methodology
URL:<http://wilderdom.com/research/meta-analysis.html> (06/04/08)
- [VIDO2006] Vidov, M. (2006) Meta-analiza. Diplomski rad. Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
- [WISH2003] Wisher, R.A., Olson, T.M. (2003) The Effectiveness of Web-based Training, U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Research Report 1802.

11. Prilozi

Prilog A –Karakteristike studija o učinkovitosti nastave temeljene na Internetu

Source	Course Evaluated	Educational Level	Extent of Web Use	Sample Size	Comparison Group	Attrition Data	Learning Outcome	Effect Size
Angulo & Bruce (1999)	Psychology, Drama, Philosophy, English Literature, Chemistry	Undergraduate and Graduate	Blend	290	No	No	N/A	N/A
Arvan et al. (1998a)	Spanish	Undergraduate	Blend	118 (78 Web, 40 No Web)	Yes	No	Exam Scores	-0.19
Arvan et al. (1998b)	Statistics	Undergraduate	Blend	304 (203 Web, 101 No Web)	Yes	No	Exam Scores	0.36
Arvan et al. (1998c)	Electrical and Computer Engineering	Undergraduate	Blend	Not Reported	No	No	N/A	N/A
Arvan et al. (1998d)	Chemistry	Undergraduate	All Online	Not Reported	No	No	N/A	N/A
Arvan et al. (1998e)	Calculus	Undergraduate	Blend	Not Reported	Yes	No	N/A	N/A
Arvan et al. (1998f)	Biology	Undergraduate	Blend	Not Reported	No	No	N/A	N/A
Bee & Usip (1998)	Statistics	Undergraduate	Blend	153 (78 Web, 75 No Web)	Yes	No	N/A	N/A
Cooper (2001)	Fundamentals of Computer Applications	Undergraduate	All Online	131 (37 Web, 94 No Web)	Yes	Yes	N/A	N/A
Deves & Mendenhall (1998)	Fitness and Lifestyle Management	Undergraduate	All Online	95 (57 Web, 39 No Web)	Yes	No	Exam Scores	-0.13
Frederickson et al. (2000a)	Program-wide evaluation of SUNY Learning Network (online instructional program)	Undergraduate	All Online	1,406	No	No	N/A	N/A
Frederickson et al. (2000b)	Program-wide evaluation of the Internet Academy at Herkimer County Community College	Undergraduate	All Online	Not Reported	Yes	Yes	N/A	N/A
Frederickson et al. (2000c)	Master's Degree program in Instructional Technology	Graduate	All Online	Not Reported	Yes	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Gagne & Shepherd (2001)	Accounting	Graduate	All Online	Not Reported	Yes	No	Exam Scores, Project Grades	Insufficient Data
Green & Gentsmann (2001)	English	Undergraduate	All Online	57	No	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Johnson (2001)	Political Science	Undergraduate	All Online	89 (40 Web, 49 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	Insufficient Data
Johnson, Aragon, Shaik, & Palma-Rivas (2000)	Human Resources	Graduate	All Online	38 (19 Web, 19 No Web)	Yes	No	Course Projects	-0.12
Jones (1999)	Statistics	Undergraduate	All Online	89 (33 Web, 56 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	Insufficient Data
LaRose, Gregg, & Esslin (1998)	Telecommunications	Undergraduate	Blend	49 (25 Web, 24 No Web)	Yes	No	Exam Scores	Insufficient Data
Lessure, Davis, & Thivon (2000)	Nursing Research	Graduate	All Online	65 (18 Web, 48 No Web)	Yes	No	Exam Scores, Course Grades	0.14; 0.28
Magalhaes & Schiel (1997)	Graphic Mechanics	Undergraduate	All Online	Not Reported	No	No	N/A	N/A
Maki et al. (2000)	Psychology	Undergraduate	Blend	333 (151 Web, 182 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	1.80
Maki & Maki (2002)	Psychology	Undergraduate	Blend	189 (95 Web, 94 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	0.37
McNulty et al. (2000)	Anatomy	Undergraduate	Blend	124	No	No	Course Grades	Insufficient Data
Murphy (2000)	General Soils	Undergraduate	Blend	80 (10 Web, 70 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	0.66
Navarro & Shoemaker (2000)	Economics	Undergraduate	All Online	200 (49 Web, 151 No Web)	Yes	No	Exam Scores	0.59
Phillips & Reynolds (1999)	Meteorology	Undergraduate	All Online	Not Reported	No	No	N/A	N/A
Powers, Davis, & Torrence (1998)	Instructional Technology, Information Technology and Media Literacy, Technologies of Distance Learning	Graduate	All Online	13	No	No	N/A	N/A
Ryan, Carlton, & Ali (1999)	7 Nursing Courses	Graduate	Blend	96	No	No	N/A	N/A
Sandercock & Shaw (1999)	Sports Science	Undergraduate	Blend	80	Yes	No	Assignment Scores, Exam Scores	1.11; 0.095
Schlough & Bhuripanyo (1998)	Task Analysis	Undergraduate	All Online	22	No	No	N/A	N/A
Schulman & Sims (1999)	Organizational Behavior, Personal Finance, Managerial Accounting, Sociological Foundations of Education, Environmental Studies	Undergraduate	All Online	99 (40 Web, 59 No Web)	Yes	No	Exam Scores	0.012
Schulte (1996)	Social Statistics	Undergraduate	All Online	33 (16 Web, 17 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	Insufficient Data

Source	Course Evaluated	Educational Level	Extent of Web Use	Sample Size	Comparison Group	Attrition Data	Learning Outcomes	Effect Size
Serban (2000)	Various Courses	Undergraduate	All Online and Blend courses	Not Reported	Yes	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Shepley (2000)	Organic Chemistry	Undergraduate	All Online	Not Reported	Yes	No	Exam Scores	Insufficient Data
Shaw & Pieter (2000)	Nutrition	Undergraduate	Blend	48	No	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Shuell (2000)	Educational Psychology	Undergraduate	All Online	12	No	Yes	N/A	N/A
Stadlander (1998)	Motivation	Graduate	All Online	9	No	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Summary & Summary (1998)	Economics	Undergraduate	Blend	408	Yes	No	N/A	Insufficient Data
Taylor & Sumkrant (1999)	Computer Science, English, Entomology, Geography, Math, Political Science, Women's Studies, Philosophy	Undergraduate	All Online	520	No	No	N/A	N/A
Thomson & Stringer (1998)	Agricultural Science	Undergraduate	Blend	170	No	No	N/A	N/A
Trier (1999)	Sociology	Undergraduate	All Online	54 (21 Web, 33 No Web)	Yes	Yes	Paper Scores; Exam Scores	0.34; 1.21
Verbrugge (1997)	Computer Operating Systems	Undergraduate	All Online	13	Yes	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Wang et al. (2000)	Economics	Undergraduate	All Online	24	No	Yes	Course Grades	Insufficient Data
Waschull (2001)	Psychology	Undergraduate	All Online	41 (18 Web, 23 No Web)	Yes	Yes	Exam Scores	-0.33
Wegner, Holloway, & Garton (1999)	Curriculum Design and Evaluation	Graduate	All Online	31 (14 Web, 17 No Web)	Yes	No	Exam Scores	-0.27
White (1999)	Communication Technology and Change	Undergraduate	All Online	40 (16 Web, 24 No Web)	Yes	No	Course Grades	-0.40