

Utjecaj sustava xTEx-Sys na uspjeh učenika 8. razreda

u predmetu *fizika*, područje *optika*

Zlatko Norac, prof.

O.Š. "Ravne njive" - Split

1. Uvod

1.1. Što je xTEx-Sys?

Extended Tutor-Expert System [Stankov, 2003] ili **xTEx-Sys** je Web orijentirana inteligentna hipermedijska autorska ljuška koja je kroz zadnjih desetak godina evoluirala od *on-site* verzije (*Tutor-Expert System*) [Stankov, 1997], preko *distribuirane* verzije (*Distributed Tutor-Expert System*) [Rosić, 2000] u najnoviju *proširenu* Web-orijentiranu verziju na *Zavodu za Informatiku Fakulteta prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu*. Sustav se već nekoliko godina primjenjuje na ovom Fakultetu ali i u nekim osnovnim školama u gradu Splitu. Istraživanja se temelje na Bloom-ovom eksperimentu [Bloom, 1984.] koji je pokazao nadmoć tutorskog oblika poučavanja; *jedan učitelj na dva, tri učenika*. Tom idealu nastoje se približiti inteligentni računalni tutorski sustavi, pa i *autorska ljuška xTEx-Sys*. Imajući u vidu globalni cilj izgrađena je metodologija koja je primjenjena i u ovom radu.

1.2. Gdje je tu inteligencija?

Inteligentni tutorski sustav dijagnosticira trenutno znanje učenika i na osnovu dijagnoze vodi učenika kroz nastavni sadržaj. Sustav *xTEx-Sys* to čini pomoću inteligentnog kviza čija se dinamika tijekom samog rješavanja prilagođava učeniku. Pitanja su izgrađena od čvorova i veza semantičke mreže koje sustav sam bira. Tri su bodovne kategorije pitanja. Da bi prešao u višu, učenik treba ispravno riješiti pitanja iz niže kategorije. Tijekom rješavanja kviza učenik nema informaciju u kojoj je kategoriji, ni je li ispravno odgovorio na pitanje. Na kraju kviza učenik dobija ocjenu, ali i ispravak kviza sa linkovima na

gradivo tj. čvorove znanja koji su se u kvizu pojavili. Pregledani linkovi i nepregledani razlikuju se po boji. U ispravku se vidi broj bodova odnosno kategorija pitanja. Na taj način učenik dobiva smjernice za daljnji rad (Slika 1.1).

Rezultat testa za 4.5.4. Ponavljanje gradiva
bodovi: 16 / 16
ocjena: 5

< Nazad

pregled...

kategorija: 2 bodovi: 2/2
1. Koji nadčvor je povezan vezom je s [točka kroz koju prolaze zrake na izlasku iz sabirne leće kad na nju uputimo snop zraka paralelnih s optičkom osi](#)

- Nema nadčvorova
- Fokus konvergentne leće
- leća kojoj je sredina deblja od rubova
- Središte (centar) zakrivljenosti leće

kategorija: 2 bodovi: 2/2
2. Koji nadčvor je povezan vezom može biti s [sabitna](#)

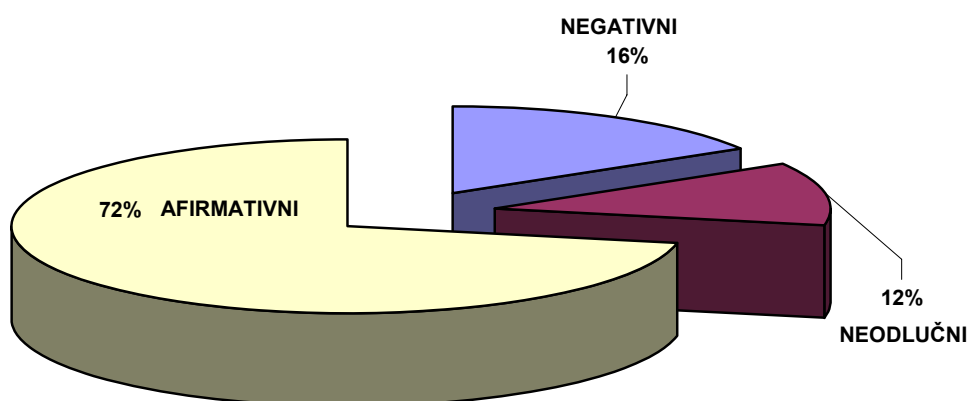
- Nema nadčvorova
- Leća
- Udaljenost slike predmeta od središta leće
- prozirno optičko tijelo omeđeno dvjema plohamo od kojih je barem jedna zakrivljena

Slika 1.1 *Ispravljen kviz*

Slika 1.1 prikazuje ispravljena prva dva pitanja iz kviza 4.5.4. *Ponavljanje gradiva* sa gradivom iz nastavne teme 4.5. *Leće*. Točke prikazuju odabrane odgovore od strane učenika, a kvačice točne odgovore. Vidimo da su oba odgovora točna. Plava boja čvora *sabitna* signalizira da taj čvor nije pregledavan, a hiperveza učenika klikom miša spaja na dotični čvor.

1.3. Što i kako smo radili?

U ovom radu prikazani su rezultati eksperimenta čiji je cilj bio utvrditi postoji li i koliki je utjecaj sustava *xTEx-Sys* na postignuće učenika. Isti učenici koji su sudjelovali u eksperimentu (4 odjeljenja 8. razreda O.Š. "Ravne njive" iz Splita) su prošle školske 2004/05. godine upoznali *on-site* verziju (*Tutor-Expert System*) sustava na bazi znanja iz tehničke kulture [Norac, 2005]. Tada su prema rezultatima provedene ankete dvotrećinskom većinom prihvatili sustav kao koristan za primjenu u školi (Slika 1.2).



Slika 1.2 Rezultati ankete "Kako učenici doživljavaju sustav TEx-Sys?"

Učenici su postavili pitanje može li se susav koristiti i u drugim predmetima. Odgovor je stigao godinu dana kasnije u okviru eksperimenta čiji se rezultati prezentiraju ovim radom. Na autorovoj bazi znanja iz *optike* sa sadržajima iz predmeta *fizika* za 8. razred osnovne škole izgrađenoj pomoću sustva *xTEx-Sys*, učenici O.Š. "Ravne njive" iz Splita su učili i provjeravali svoje znanje. Rezultati su ohrabrujući. Učenici koji su se koristili sustavom *xTEx-Sys* postigli su statistički značajno bolje rezultate.

2. Metodologija

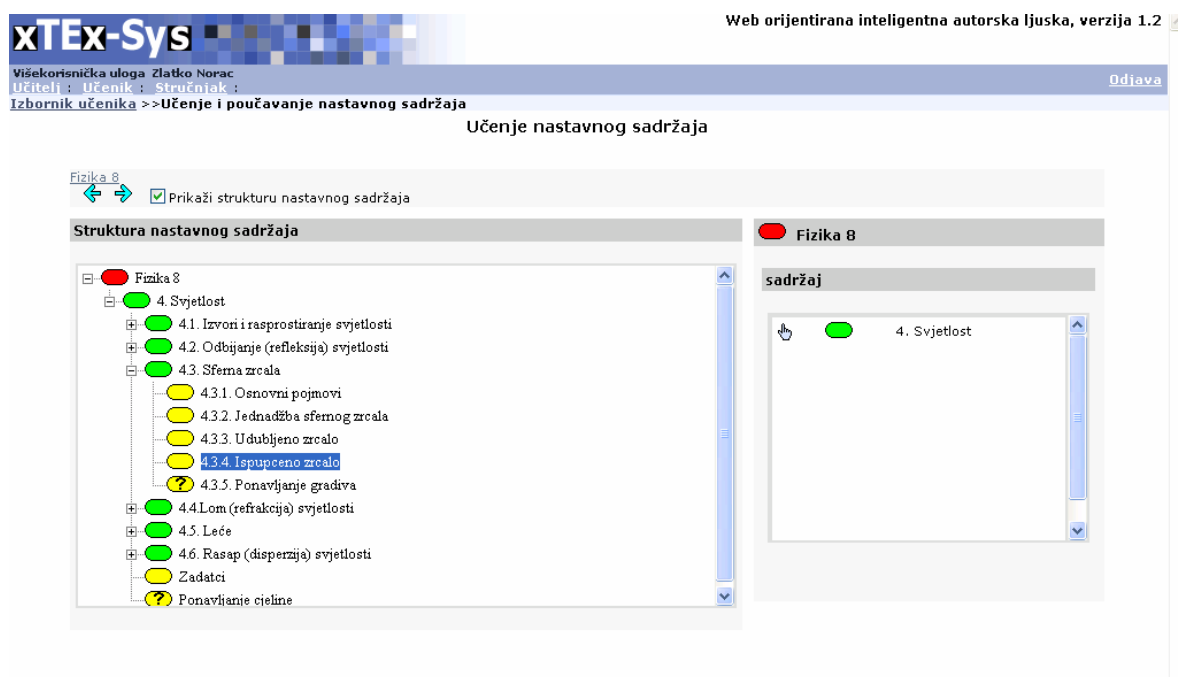
2.1. Baza znanja i courseware

Pojam *autorska ljuska* podrazumijeva različite sadržaje koje ljuska može obuhvaćati. Naravno, taj sadržaj je određeno područno znanje, u ovom slučaju iz *fizike* za osmi razred osnovne škole. Za potrebe istraživanja izgrađena je primjenom sustava *xTEx-Sys* baza znanja sa sadržajima iz *optike* koji su usklađeni s aktualnim nastavnim planom i programom fizike, te zahtjevima HNOS-a. Nastavni sadržaji su organizirani kao 4. cjelina *Svjetlost*, sa pojedinim temama: 4.1. *Izvori i rasprostiranje svjetlosti*, 4.2. *Odbijanje (refleksija) svjetlosti*, 4.3. *Sferna zrcala*, 4.4. *Lom (refrakcija) svjetlosti*, 4.5. *Leće*, 4.6. *Rasap (disperzija) svjetlosti* (Slika 2.1).

The screenshot displays the xTEx-Sys web interface. At the top, it identifies the user as 'Višekorisnička uloga: Zlatko Norac' and provides navigation options for 'Učitelj', 'Učenik', and 'Stručnjak'. The main title is 'Učenje nastavnog sadržaja'. The interface is divided into two main panels. The left panel, titled 'Struktura nastavnog sadržaja', shows a tree view with 'Fizika 8' expanded to show '4. Svjetlost'. The right panel, titled '4. Svjetlost', shows a list of sub-topics: 4.1. Izvori i rasprostiranje svjetlosti, 4.2. Odbijanje (refleksija) svjetlosti, 4.3. Sferna zrcala, 4.4. Lom (refrakcija) svjetlosti, 4.5. Leće, 4.6. Rasap (disperzija) svjetlosti, Zadatci, and Ponavljanje cjeline. A footer bar contains '0 projektu', 'Zadnja izmjena: 22.10.2005', and 'Pomoć'.

Slika 2.1 *Struktura coursewarea*

Dalje su teme razrađene na više nastavnih jedinica, a svaka tema ima kao posljednju nastavnu jedinicu dinamički kviz *Ponavljanje gradiva*. Na kraju cjeline u strukturi je kviz *Ponavljanje cjeline* (Slika 2.2).



Slika 2.2 Nastavni sadržaj

2.2. Cilj i način istraživanja

Metodom eksperimenta istraženo je da li i u kojoj mjeri uporaba sustava *xTEx-Sys* uz klasične nastavne metode utječe na konačna postignuća učenika.

U eksperimentu je sudjelovalo ukupno 97 učenika četiriju odjeljenja osmog razreda O.Š. "Ravne njive" iz Splita. Od toga broja bilo je 50 djevojčica i 47 dječaka. Na osnovu bodova iz prethodna tri ispita znanja iz fizike izvršena je podjela na eksperimentalna (8.c i 8.d) i kontrolna odjeljenja (8.a i 8.b). U dva odjeljenja uveden je, kao nezavisna varijabla, koncept učenja i poučavanja uz podršku sustava *xTEx-Sys*.

Ekspiriment je trajao od 24. travnja 2006. do 9. lipnja 2006. Kroz to vrijeme obrađeno je planirano građivo tj. cjelina *Svjetlost* i provjerena usvojenost istog *pismenim ispitom znanja*. Prije uvođenja eksperimentalnog faktora proveden je pismeni *predispit*. Osim tradicionalnih nastavnih metoda učenici eksperimentalne skupine su imali mogućnost samoučenja i samovrednovanja pomoću sustava *xTEx-Sys*.

Statistički su najprije uspoređeni rezultati pismenih predispita kontrolne i eksperimentalne skupine učenika sa svrhom daljnjeg izjednačavanja, odnosno uparivanja. Naime, tim postupkom odredili smo ekvivalentne parove učenika (jedan iz eksperimentalne, jedan iz kontrolne skupine) sa što sličnijim početnim rezultatima. Nakon izjednačavanja, u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini bilo je po 40 učenika. Dakle, uzorak je činilo 80 učenika. Skupine su bile ujednačene i po spolu, tako da je u svakoj bilo 20 djevojčica i 20 dječaka.

2.3. Nul - hipoteza

Utvrđenom metodologijom postavljena je nul-hipoteza:

H: "Ne postoji statistički značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe kod rezultata završnog ispita znanja."

Statističkom analizom obrađeni su rezultati završnog ispita znanja, te uspoređeni s rezultatima predispita. Izračun t-vrijednosti dat će nam priželjkivani znanstveni rezultat, a to je odbacivanje nul-hipoteze H. Ako je apsolutna vrijednost dobivene t-vrijednosti veća od granične (za određene stupnjeve slobode), razlika u rezultatima je statistički značajna. Negativna t-vrijednost implicira bolje rezultate eksperimentalne grupe.

Veličine učinka eksperimentalnog faktora, a to je sustav *xTEx-Sys*, se može interpretirati na različite načine. Ciljana veličina je 2σ [Bloom, 1984.] što je razina učinka tutorskog poučavanja. Bloom je u svom istraživanju utvrdio prosječan rezultat studenta u tutorskoj grupi za oko dvije standardne devijacije bolji od prosječnog studenta u tradicionalnoj

grupi. Realno se očekuje ipak manji rezultat, no u svakom slučaju pozitivan i na razini drugih sličnih istraživanja.

3. Rezultati

Rezultati predispita i konačnog ispita znanja su statistički obrađeni uz pomoć programskog paketa "Statistica 7". Kao mjeru centralne tendencije koristili smo aritmetičku sredinu, a raspršenosti rezultata standardnu devijaciju. Na osnovi razlike rezultata konačnog ispita i predispita dobili smo sljedeće podatke.

3.1. Deskriptivna statistika

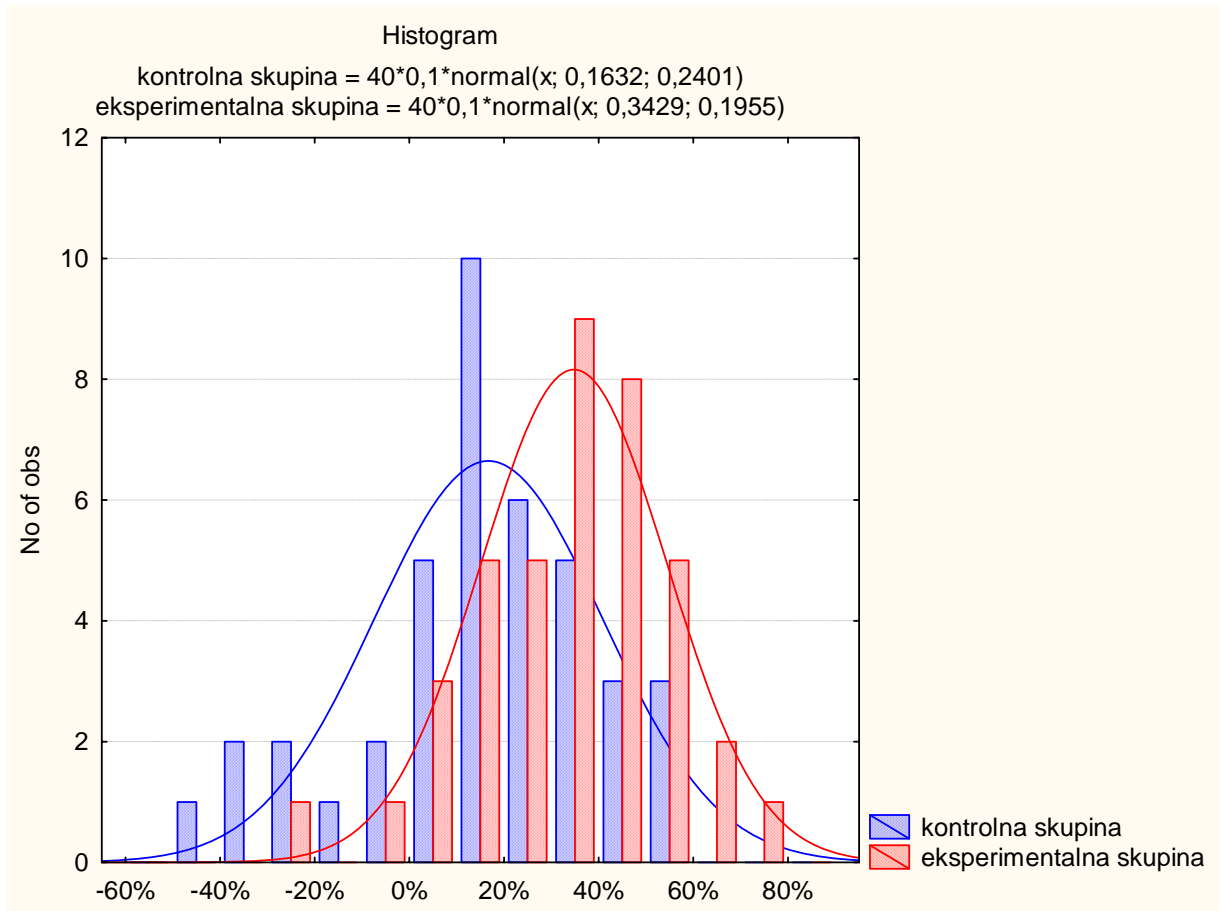
U tablici 3.1. su prikazani podaci o veličini skupine (N), aritmetička sredina (AS), najmanji (Minimum) i najveći (Maximum) rezultat, te standardna devijacija (Std.Dev.) za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Uočavamo bolje rezultate eksperimentalne skupine.

Tablica 3.1. *Deskriptivna statistika*

| Variable | N | AS | Minimum | Maximum | Std.Dev. |
|-------------------------|----|----------|-----------|----------|----------|
| kontrolna skupina | 40 | 0,163214 | -0,400000 | 0,600000 | 0,240114 |
| eksperimentalna skupina | 40 | 0,342857 | -0,200000 | 0,742857 | 0,195528 |

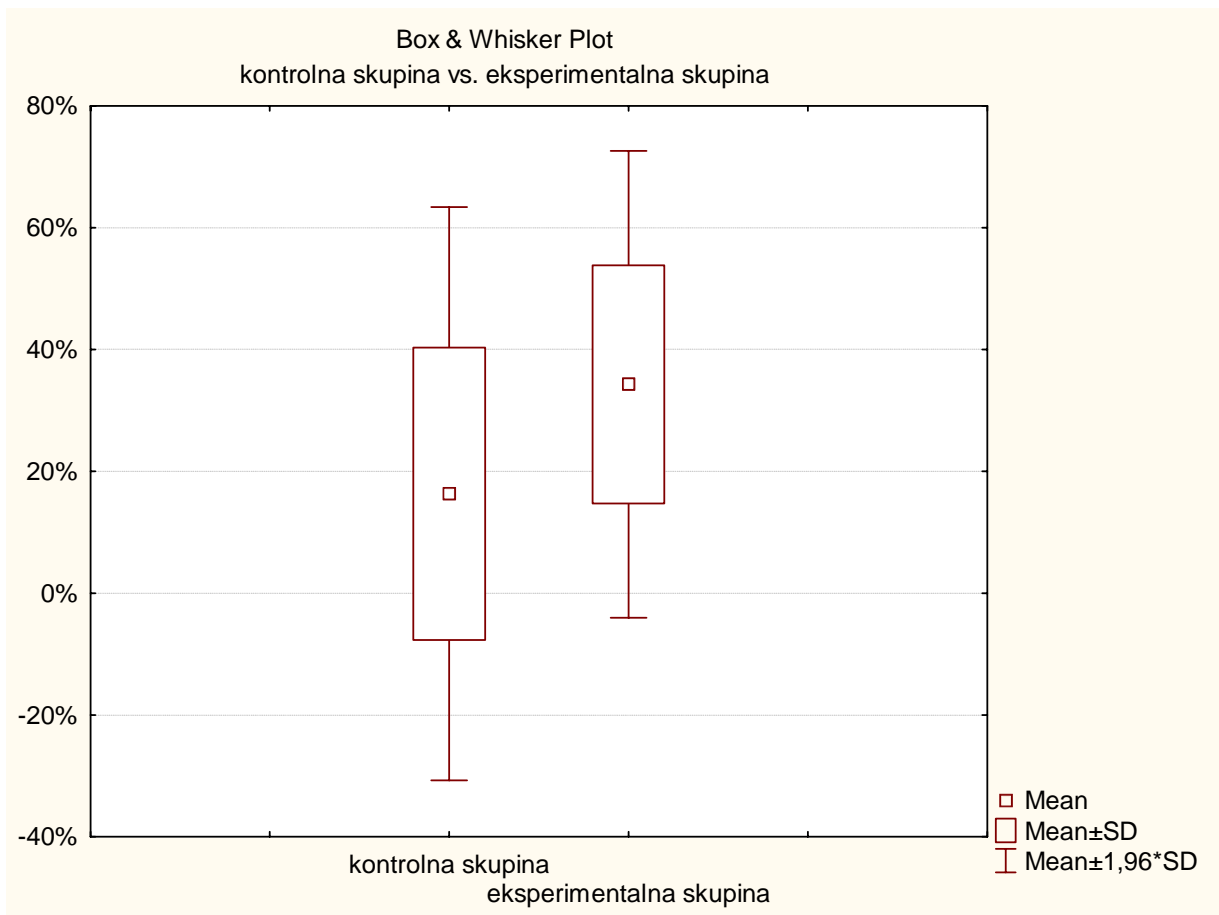
3.2. Grafički prikaz

Na slici 3.1. prikazane su grafički u obliku histograma frekvencije rezultata za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Primjećujemo pomak udesno normalne krivulje eksperimentalne skupine, te viši maksimum i blago suženje u odnosu na krivulju kontrolne skupine. Dakle, prevladavaju viši rezultati tj. veću razliku u odnosu na uspjeh iz predtesta su postigli učenici eksperimentalne skupine uz najveću zastupljenost rezultata 40 % i 50 %. Rezultati eksperimentane skupine su nešto homogeniji, manja je vrijednost standardne devijacije.



Slika 3.1. Grafički prikaz frekvencija

Slika 3.2 prikazuje situaciju na drukčiji način. Uočavamo pomak pravokutnika koji predstavlja aritmetičku sredinu \pm standardna devijacija uvis po ordinati. Ukupni rezultati su bolji kod eksperimentalne skupine. Oznaka aritmetičke sredine za eksperimentalnu skupinu je uočljivo viša po y osi od kontrolne. Pravokutnik eksperimentalne skupine je nešto manje visine u odnosu na kontrolnu, što znači homogenije rezultate (manja vrijednost standardne devijacije).



Slika 3.2. *Box & Whisker prikaz*

3.3. T-test

Tablica 3.2. prikazuje rezultate t-testa kontrolne i eksperimentalne skupine za 78 stupnjeva slobode (ss). Uočavamo negativnu t-vrijednost koja je statistički značajna. Granična t-vrijednost za primjenjenu razinu značajnosti od 5 % iznosi 1,99. Apsolutna t-vrijednost 3,67 je očito veća od granične. Negativna t-vrijednost veća od granične znači da je eksperimentalna skupina sigurno bolja od kontrolne.

Tablica 3.2. *T-test*

| | T-test | |
|---|--------------|----|
| | t-vrijednost | ss |
| Group 1 vs. Group 2 | | |
| kontrolna skupina vs. eksperimentalna skupina | -3,66913 | 78 |

T-test pokazuje statistički značajnu razliku u rezultatima eksperimentalne i kontrolne skupine. Time smo oborili nul-hipotezu H: "Ne postoji statistički značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe kod rezultata završnog ispita znanja." Eksperimentalna skupina je postigla bolje rezultate.

Veličinu učinka računali smo prema Glass-ovoj formuli [Milas, 2005] kao omjer razlike aritmetičkih sredina eksperimentalne i kontrolne skupine, te standardne devijacije za kontrolnu skupinu:

$$\Delta = \frac{\overline{X}_e - \overline{X}_k}{\sigma_k}$$

Dobiveni rezultat zaokružen na dvije decimale iznosi $\Delta = 0,75$.

4. Diskusija

Korištenjem sustava *xTEx-Sys* učenici eksperimentalne skupine su postigli statistički značajno bolje rezultate od učenika kontrolne skupine u rješavanju pismenog ispita znanja iz *optike* u sklopu predmeta *fizika* za 8. razred u O.Š. "Ravne njive" - Split. Je li to dovoljan razlog za uvođenje inteligentnih tutorskih sustava u naše osnovno obrazovanje? Sigurno je potrebno provesti još obuhvatnija istraživanja, a neka su već u tijeku, koja će dati odgovor na postavljeno pitanje. Što se tiče sustava *xTEx-Sys*, on je pokazao zanimljive rezultate primjenom u više školskih predmeta primarnog obrazovanja, primjerice u tehničkoj kulturi [Norac, 2005] i kemiji [Vladušić, 2006], te u razrednoj nastavi [Tomaš, 2006].

U sklopu ovog istraživanja na uzorku od 80 učenika proveli smo eksperiment o utjecaju sustava *xTEx-Sys* na uspjeh učenika u predmetu *fizika*. Statističkom analizom razlike rezultata konačnog ispita i predispita oborili smo nul-hipotezu H:

"Ne postoji statistički značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe kod rezultata završnog ispita znanja."

Postojanje statistički značajne razlike utvrdili smo t-testom budući je dobivena apsolutna t-vrijednost veća od odgovarajuće granične vrijednosti. Negativna t-vrijednost ukazuje na to da je eksperimentalna skupina sigurno bolja od kontrolne. Međutim, koliko je to poboljšanje? Na to pitanje nam kvantitativno odgovara veličina učinka koja iznosi 0,75. Poznati su različiti pristupi u interpretaciji veličine učinka. Tako možemo reći da je prosječan učenik eksperimentalne skupine bolji za 0,75 standardne devijacije od prosječnog učenika iz kontrolne skupine. Ona je manja od 2σ , pa se ne radi o ciljanom tutorskom poučavanju. Za usporedbu, veličini učinka 0,80 prema Bloom-u odgovara tzv. suradno učenje (eng. cooperative learning). Uspoređujući dobivenu vrijednost veličine učinka s Fletcher-ovim [Fletcher, 2003] rezultatima, zaključujemo da rezultat nije značajno udaljen od $0,84\sigma$, koliko se postiže učenjem uz pomoć inteligentnih tutorskih sustava.

5. Zaključak

Na temelju prethodno izloženog zaključujemo da se inteligentna autorska ljuska *Extended Tutor-Expert System* može uspješno koristiti u izgradnji baza znanja iz fizike za osnovnu školu. Osim toga, učenici koji su u učenju i samoprovjeravanju koristili *xTEx-Sys* postigli su bolje rezultate u klasičnom ispitu znanja. To poboljšanje je statistički značajno sa efikasnošću od $0,75\sigma$ eksperimentalne u odnosu na kontrolnu skupinu. Prema tome, očito su vrline sustava uzrok boljih rezultata kod učenika eksperimentalne skupine. To još uvijek nije razina tutorskog poučavanja, no k tome težimo. Daljnja istraživanja bit će usmjerena u pravcu povećanja efikasnosti sustava. Također napredovat ćemo u

povećavanju opsega i vrsta znanja koja će se pomoću sustava *xTEx-Sys* oblikovati, te prilagoditi primarnom obrazovanju.

Literatura

- Bloom, B. S. (1984) The Two-Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational researcher*, 13, 4-16.
- Fletcher, J. D. (2003) Evidence for learning From Technology-Assisted Instruction, In edition by H. F. O'Neil, Jr., Perez, R. S., *Technology Application in Education – A learning View*, Lawrence Erlbaum Ass. Publishers, Mahwab, New Jersey.
- Hewitt, P. G. (2002) *Conceptual Physics*, 9. edition, Addison Wesley.
- Kara Kurtović, R.; Ratkaj, B. (2004) *Fizika 8*, 1. izdanje, udžbenik i radna bilježnica iz fizike za 8. razred osnovne škole, Profil
- Milas, G. (2005) *Istraživačke metode u psihologiji i drugim društvenim znanostima*, Naklada Slap, Jastrebarsko.
- Mužić, V. (1973) *Metodologija pedagoških istraživanja*, Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo.
- Norac, Z. (2005) Kako učenici doživljavaju sustav TEx-Sys?, *Metodička radionica, Inteligentni sustavi za e-učenje, Savjetovanje: Računalo u školi*, Šibenik
- Rosić, M. (2000) *Zasnivanje sustava obrazovanja na daljinu unutar informacijske infrastrukture (magistarski rad)*, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Stankov, S. (glavni istraživač) (2003-2005) Tehnologijski projekt MZT: Web orijentirana inteligentna hipermedijska autorska ljuska (TP-02/0177-01).
- Tomaš, S. (2005) *E-učenje u primarnom obrazovanju*, *Metodička radionica, Inteligentni sustavi za e-učenje, Savjetovanje: Računalo u školi*, Šibenik
- Vladusic, R. (2006) *Inteligentni tutorski sustavi u nastavi kemije u primarnom obrazovanju (magistarski rad)*, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije, Sveučilište u Splitu, Split.

- Department of Physics and Astronomy – Louisiana State University (2000) Operation Primary Physical Science, Nature of Light, Light interactions with matter
- Virtual Labs and Simulations
<http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/sciweb/applets.html>
- Optics for Kids
http://www.opticsforkids.com/optics_for_kids.html
- E-skola, FIZIKA, Priča o svjetlosti
http://eskola.hfd.hr/hokus_pokus/svjetlost/index.htm