

Učeničko povezivanje iskustvenih spoznaja o sili i mjerjenju elastične sile

Mladen Klaić

Osnovna škola Brestje, Sesvete

Sažetak. Nastavna tema „Elastična sila i mjerenje sile“ je dio nastavne cjeline „Međudjelovanje i sila“, koja se obrađuje u sedmom razredu osnovne škole u razdoblju od prosinca do ožujka tekuće školske godine, što ukazuje na njezinu važnost i značaj u sveukupnom odgoju i obrazovanju učenika. U nekoliko posljednjih godina ovu temu započinem s inicijalnim anketiranjem učenika: „Što znam o opruzi i elastičnoj sili?“ Anketa se sastoji od devet osnovnih pitanja na temelju kojih provjeravamo koliko učenici znaju i što ih posebno zanima u vezi s obradom ove nastavne teme. U njoj učenici iznose svoja dosadašnja zapažanja i pokazuju što znaju, te koliko ih i zbog čega zanima gradivo ove teme. Dakle, provjeravamo njihovo dosadašnje životno iskustvo, interes za usvajanjem novih spoznaja, a potom planiramo primjerene načine i oblike njihova poučavanja. U anketi predočavamo slike pojedinih utega i opruga s kojim će se u praktičnom radu susresti, odnosno neposredno mjeriti elastičnost opruga. Tijekom nastavnog procesa pristupamo sustavnom ponavljanju, uvježbavanju i provjeri usvojenih znanja i vještina. Učenici osim odgovaranja na postavljena pitanja samostalno ocjenjuju usvojena znanja te uočavaju u kojoj mjeri mogu koristiti stečena znanja u praktičnom životu. U ovom radu slijedi opis metodičkih postupaka i oblika rada te evaluacija postignutih rezultata učenja.

Ključne riječi: anketa, elastična sila, mjerenje sile, nastavna praksa, samovrednovanje znanja.

UVOD

Kao zaseban nastavni predmet, fizika se poučava u sedmom i osmom razredu osnovne škole, dakle neposredno pred završetkom osnovnoškolskog odgoja i obrazovanja. Već prilikom prvih susreta s novim generacijama učenika sedmih razreda uočili smo da pojedini učenici posjeduju „skromno“ iskustveno znanje iz svijeta fizike, te da imaju dosta poteškoća u učenju i svladavanju nastavnog gradiva iz ovog predmeta. Na temelju dosad provedenih anketa o nastavi fizike u osnovnim školama, prevladavaju učenički stavovi kako je, općenito uzevši, nastava fizike neprivlačna, često nerazumljiva, teška i sl [1]. Kao posljedica takvih stavova, imamo pojavu da nam se sve manje učenika opredjeljuje za studije prirodnih i tehničkih znanosti, iako su potrebe za takvim strukama u današnjem ubrzanom tehnološkom razvoju sve veće [2]. Više je načina da ovo stanje prevladamo i da nam nastava fizike u školama bude kvalitetnija i uspješnija.

Poznata je činjenica da se fizika kao nastavni predmet u mnogome razlikuje od ostalih nastavnih predmeta s kojima su se učenici susretali tijekom školovanja. Primarni cilj je da prilikom izvođenja nastave fizike razvijamo znatizelju kod učenika i njihov istraživački poriv.

U svim nastavnim predmetima učenici priželjkuju inovativnu, kreativnu i zanimljivu nastavu, a poglavito se to odnosi na organizaciju nastave iz prirodoslovne skupine predmeta (matematike, fizike, kemije, biologije). Suvremeni oblici i načini nastave moraju kod učenika probuditi njihovu radoznalost i interes, osjećaje zadovoljstva i sreće u spoznavanju prirodnih zakonitosti svijeta u kojem su i oni dio njegovog daljnjeg kreativnog razvoja i napretka.

Nastavu fizike u našim školama potrebno je izvoditi u specijaliziranoj učionici koja treba biti opremljena s najosnovnijim suvremenim nastavnim sredstvima i pomagalicama, gdje se mogu

primjenjivati različiti oblici i metode nastavnog rada (interaktivna nastava, istraživačka nastava, rad u skupinama, multimedijaska nastava pomoću ICT - tehnologije i dr.).

U radu s učenicima danas su nam na raspolaganju brojne mogućnosti i novine u organizaciji i izvođenju nastave fizike u školi. Sve je podređeno jednom i jedinstvenom cilju: nastavu fizike učenicima učiniti što pristupačnijom, zanimljivijom i uspješnijom. Jedan vid takvih oblika suvremenog rada u našim školama su i elektronički interaktivni multimedijaski nastavni materijali iz nastave fizike za učenike sedmih i osmih razreda [3-4]. Dosadašnja iskustva potvrđuju da učenici rado prihvaćaju takve programe te gradivo fizike lakše i brže usvajaju ne samo na nastavnom satu, već i kod kuće.

Koje metode i oblike rada u nastavi fizike učenici najradije prihvaćaju? Kakva su im dosadašnja životna iskustva u razumijevanju fizikalnih pojava i primjeni fizikalnih zakonitosti? Na koji način razmišljaju i zaključuju? Kako rješavaju problemsko-situacijske zadatke? Kako i koliko prihvaćaju istraživačku nastavu i u kojoj mjeri se služe računalnim simulacijama u istraživanju pojedinih problemskih zadataka? Na neka od ovih i drugih pitanja odgovore možemo pronaći u bogatoj praksi naših učitelja i kreatora suvremenih metoda i oblika rada.

U uvodnom dijelu prilikom obrade teme: „*Elastična sila i mjerenje sile*“ učenici sedmih razreda ispunjavaju inicijalni anketni test kojim otkrivaju kakve su im spoznaje o sili i njezinu međudjelovanju, a nakon obrađene navedene teme, u novoj anketnoj provjeri, iskazuju koliko su bili uspješni u poučavanju navedenog gradiva.

Neka anketna pitanja (vidi tablicu 6. i 3. pitanje u anketi 2.) odnose se na utvrđivanje kakva su znanja i kompetencije i nastavnika i učenika u korištenju računalne tehnologije, odnosno koliko su u mogućnosti upotrijebiti različite digitalne obrazovne sadržaje. Digitalna kompetencija je peta temeljna kompetencija u svim predmetima i na svim razinama osposobljavanja nastavnika za rad u nastavi. Primjerice, u zadnjih desetak godina u norveškom obrazovnom sustavu nastavnika (TES) postupno se uvodi pedagoško korištenje ICT i digitalnih kompetencija nastavnika, kako na mikro razini tako i s budućim TES nastavnicima [5].

Iskustvene spoznaje o pojmu (elastične) sile

Sila je jedna od temeljnih fizikalnih pojmova s kojima se učenici (ne)svjesno susreću u svom životu daleko prije nego što dođu u sedmi razred i počnu učiti gradivo fizike. U fizici je poznato da su različiti fizički koncepti poput: mase, sile ili težine za „sedmaše“ različito pojmovno prihvaćeni, često drugačije od znanstvenog tumačenja. Učeničko objašnjenje spomenutih pojava i pojmova obično „zastaje“ zbog njihovih miskoncepcija u mehanici (koja je temeljno područje fizike), a osobito „zapije“ kad je riječ o poimanju odnosa sile i gibanja, što je temelj razumijevanja svih drugih područja fizikalnih zakonitosti. Već kod prvih susreta s novim generacijama učenika uočili smo da nam pojedini učenici dolaze s malo znanstvenih spoznaja iz svijeta fizike, te da imaju dosta poteškoća u ovladavanju gradivom iz fizike; oni teže logički zaključuju ili nepotpuno razumiju fizikalne koncepte, odnosno slabije prosuđuju određene pojavnosti ili životne situacije jer ne posjeduju dovoljno osobnog životnog iskustva. Učeničke pretkonceptije često su u sukobu s fizikalnim idejama koje učenicima otežavaju razumijevanje i usvajanje fizikalnih koncepata.

U nekoliko proteklih godina pristupili smo provedbi anketnog pilot-ispitivanja prije obrade nastavne cjeline „*Međudjelovanja i sile*“, u kojem su učenici – slobodno se izražavajući – odgovarali na postavljena pitanja, poput: „Što znate o opruzi i elastičnoj sili?“, „Koja se tijela u prirodi oko nas ponašaju kao opruge?“ ili „Kako se može mjeriti elastičnost opruge?“ - stvorena je dovoljna baza podataka o najčešćim učeničkim odgovorima (pretkonceptijama) s njihovim obrazloženjem i na temelju toga napravljena je skala najčešćih odgovora koji pojašnjavaju opću sliku njihovih predznanja o zadanoj temi.

Inicijalna anketna provjera sadrži devet osnovnih pitanja. Prvih sedam problemskih pitanja odnosi se na uočavanje učeničkih pretkonceptija, odnosno propituje se fizikalno razumijevanje

situacija u kojima su se učenici osobno našli, i kakva su im iskustva, odnosno doživljena iskustva. Među inim ovdje se našlo situacijsko-konceptualno pitanje (vidi tablicu 3.) s kojim su se učenici dosta pomučili (različite opruge, a isti uteg!). Preostala dva pitanja bila su procjena dosadašnjeg životnog iskustva o elastičnoj sili (tablica 4.) i o njihovoj želji što žele naučiti o toj sili.

U drugoj provedenoj anketi, nakon usmene i pisane provjere znanja i samovrednovanja znanja o sili i mjerenju elastične sile (tablica 5.), istražili smo učeničke stavove prema učenju i organizaciji nastave fizike u školi: njihova vještine u radu s različitim multimedijalnim nastavnim sadržajima putem računala (tablica 6.), sadržaji koje bi željeli učiti na nastavi fizike, o načinu rada u razredu, na koji način uče sadržaje iz fizike i s kim rado uče fiziku.).

VREDNOVANJE ZNANJA

Vrednovanje znanja o vrstama sila, elastičnoj opruzi, veličini međudjelovanja, sili i mjerenju elastične sile provedeno je kroz problemske zadatke. Tu smo vodili računa da pisana provjera znanja sadrži ove elemente: činjenično znanje (do 12%), razumijevanje (35%), primjena znanja (42%) i kreativno rješavanje problema (11%). Provjera znanja usmjerena je na razumijevanje i povezivanje gradiva, interpretaciju rezultata, tabličnih i grafičkih prikaza, te interpolaciju i povezivanje fizike s drugim prirodoslovnim predmetima. Faktografija i činjenično poznavanje gradiva i terminologije nije svrha testiranja već razumijevanje veza i odnosa između činjenica i sadržaja (interpolativna razina znanja)¹, primjena fizikalnih zakonitosti i teorija na stvarnim problemima i primjerima (operativna razina znanja) te kreativno rješavanje problema u novim situacijama primjenom fizikalnih zakonitosti, načela i teorija (ekstrapolativna razina znanja)² [5].

Prije i poslije vrednovanja znanja provedeni su anketni upitnici učenika (inicijalna provjera, a poslije provjere znanja, i završna anketa) koji su svojim odgovorima iskazali vlastite spoznaje, iskustva, interese, oblike i načine na koje bi željeli učiti fiziku, te svoje stavove općenito prema organizaciji nastavnih satova fizike. Korištenjem odgovarajućih pitanja i problemskih, a ne numeričkih zadataka, utvrđujemo usvojenost činjeničnog znanja te sposobnost primjene učeničkih znanja u svakodnevnom životu i njihovu kreativnost u rješavanju problema s naglaskom na uočavanje učeničkih pretkonceptija.

METODOLOGIJA RADA

Cilj istraživanja: Utvrditi u kojoj su mjeri učenici sedmog razreda usvojili znanja iz nastavne teme „Elastična sila i mjerenje sile“ te kako su svoje znanje na kraju istraživanja samovrednovali u odnosu na svoje znanje na početku inicijalne provjere.

Na početku i na kraju istraživanja prigodom obrade navedene teme provodi se anketiranje učenika pomoću kojeg možemo anticipirati njihova znanja, životna iskustva i interese, te utvrditi kako i na koje načine žele izučavati nastavne sadržaje iz fizike.

Istraživanje tipičnih učeničkih pretkonceptija provedeno je na satovima fizike u studenom 2016. godine inicijalnom provjerom i krajem siječnja 2017. godine provjerom znanja kod učenika sedmih razreda. U inicijalnom testiranju sudjelovalo je 112 učenika od čega je 97 anketirano u oba navrata (predtest i posttest). Rješavanje testa trajalo je 30-35 minuta uz još dodatno vrijeme za pet anketnih pitanja na kraju provjere znanja (samovrednovanje, stavovi učenika i drugo).

¹ Interpolativna razina znanja – shvaćanje uzročno-posljedičnih odnosa.

² Ekstrapolativna razina znanja – uz operativno znanje to je viša kompetencija koju je teže provjeravati jer sadrži kombinaciju znanja, vještina, stavova i motivacije.

Paralelni procesi utvrđivanja usvojenosti činjeničnog znanja i sposobnosti primjene znanja u svakodnevnom životu, kao i ocjena kreativnosti u rješavanju praktičnih životnih problema kod učenika, odvijali su se neovisno o učeničkom anketiranju prije i po završetku obrade navedene teme na nastavi fizike.

Pregled i interpretacija učeničkih odgovora

Nakon provedenih mjernih i pedagoških postupaka pri obradi teme „Elastična sila i mjerenje sile“, osvrnut ćemo se ukratko na neke od dobivenih rezultata.

Inicijalna provjera (Anketa 1.)

Navodimo nekoliko najčešćih formuliranih odgovora iz višestrukog izbora (većinom šest ponuđenih odgovora) na postavljeno pitanje iz inicijalne provjere.

TABLICA 1. Kako znamo da na oprugu djeluje neka sila?

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	a) kad oprugu stisnemo ili razvučemo	34	26,6	31,5	31,5
	b) kad se opruga pomakne ili se giba	14	10,9	13,0	44,4
	c) kad opruga promjeni oblik	6	4,7	5,6	50,0
	d) kad se duljina opruge smanji ili poveća	15	11,7	13,9	63,9
	e) kad se opruga stisne ili raširi	17	13,3	15,7	79,6
	f) kad opruga titra (miče gore dolje) ili se njiše	22	17,2	20,4	100,0
	Ukupno	108	84,4	100,0	
Odgovori koji nedostaju			15,6		
Ukupno		128	100,0		

Rezultati ukazuju na idealan indeks težine zadatka. Ukupno 26,6% učenika odlučilo se na distraktor a („kad oprugu stisnemo ili razvučemo“), a osim distraktora c (4,7%) („kada opruga promjeni oblik“), ostali distraktori su podjednaki, između 10,9 i 17,2%.

TABLICA 2. Zašto se ovješena opruga rasteže, kad na nju stavimo uteg?

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	a) zbog sile utega	9	7,0	8,3	8,3
	b) zbog mase utega	22	17,2	20,4	28,7
	c) zbog savitljivosti (savijanja) opruge	1	,8	,9	29,6
	d) zbog težine utega	23	18,0	21,3	50,9
	e) zbog rastezljivosti jer uteg ima veću masu od opruge	48	37,5	44,4	95,4
	f) zbog rastezljivosti jer opruga ima veću masu od utega	5	3,9	4,6	100,0
	Ukupno	108	84,4	100,0	
Odgovori koji nedostaju			15,6		
Ukupno		128	100,0		

Od ukupno 108 ispitanika, većina ispitanika se opredijelila - njih 48 (37,5%) za odgovor e („zbog rastezljivosti jer uteg ima veću masu od opruge“). Distraktori b i d („zbog mase odnosno težine utega“) su podjednaki (18%), a distraktor a (7%) i distraktor f (3,9%) su u nešto manjem uzorku ako zanemarimo samo jednog učenika koji se opredijelio za odgovor pod c („zbog savitljivosti (savijanja) opruge“).

Slijedi situacijsko – konceptualno pitanje (vidi tablicu 3.) za učenike sa slikom dviju opruga s istim utegom.

TABLICA 3. Uteg od 100 g ovjesimo na (A) tanku/slabiju i (B) tvrđu oprugu. Što se događa s oprugama?

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	a) opruga A se rastegne, a opruga B ostane na mjestu	5	3,9	4,9	4,9
	b) opruga A se više rastegne, a opruga B manje zbog čvrstoće i tvrdoće opruge	54	42,2	52,4	57,3
	c) opruga A se više rastegne zbog veće sile, a opruga B manje zbog manje sile	35	27,3	34,0	91,3
	d) opruga B se više rastegne zbog manje sile, a opruga A više zbog veće sile	3	2,3	2,9	94,2
	e) opruge su jednako rastegnute zbog iste mase utega	6	4,7	5,8	100,0
	Ukupno	103	80,5	100,0	
Odgovori koji nedostaju		25	19,5		
Ukupno		128	100,0		

Ovo pitanje je primjerenije ispitanicima, na što ukazuje 42,2% točnih odgovora. Ipak 27,3% učenika smatra da je točan odgovor c, dok su ostali distraktori slabi. Odabir odgovora na ovo pitanje temelji se na samo dva izbora, tj. na točnom odgovoru i jednom distraktoru.

Analizom inicijalne provjere utvrđene su pretkonceptije koje se odnose na rastezanje različitih elastičnih opruga (distraktor c skloniji je trećini učenika), što je posljedica usvajanja činjenica bez razumijevanja te nerazumijevanje procesa vezanih za jednako opterećenje različitih elastičnih opruga, a posljedica je krive predodžbe o elastičnim tijelima. Jedno od čestih učenčkih objašnjenje je: „Jača je ona sila koja izaziva veći učinak“ [7].

TABLICA 4. Kako ocjenjuješ svoje dosadašnje znanje/iskustvo o ELASTIČNOJ SILI:

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	A) sve znam	2	1,6	1,9	1,9
	B) uglavnom znam	14	10,9	13,1	15,0
	C) ponešto znam	59	46,1	55,1	70,1
	D) malo znam	28	21,9	26,2	96,3
	E) ništa ne znam	4	3,1	3,7	100,0
	Ukupno	107	83,6	100,0	
Odgovori koji nedostaju			16,4		
Ukupno		128	100,0		

Uvidom u rezultate inicijalne provjere, možemo zaključiti da najveći broj učenika smatra da ima ponešto znanja/iskustva o elastičnoj sili (46,1%), 21,9%; malo zna o tome, a 10,9% uglavnom zna o elastičnoj sili. Provođenjem T-testa za nezavisne uzorke s ciljem utvrđivanja postoji li statistička značajna razlika u samoocjenjivanju između dječaka i djevojčica dolazimo do sljedećih rezultata: Levenovim testom homogenosti utvrđeno je da su varijance homogenosti ($p=0,079$; $p>0,05$). Utvrđeno je da postoji statistički mala razlika na temelju spola ($t(105)=2,326$, $p=0,022$), odnosno djevojčice sebe statistički realnije samoocjenjuju ($M=3,34$; $SD=0,104$) za razliku od dječaka ($M=3,00$; $SD=0,102$).

Anketni upitnik (anketa 2.) – nakon pismene provjere znanja

Izdvojili smo tek neke od odgovora na postavljena pitanja iz anketnog upitnika.

TABLICA 5. Kako ocjenjuješ svoje znanje nakon obrade teme o elastičnoj sili i mjerenju el. sile

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	A) sve znam	1	,8	1,0	1,0
	B) uglavnom znam	34	26,6	34,3	35,4
	C) djelomično znam	41	32,0	41,4	76,8
	D) samo malo znam	23	18,0	23,2	100,0
	Ukupno	99	77,3	100,0	
Odgovori koji nedostaju			22,7		
Ukupno		128	100,0		

Uvidom u samoocjene učenika u postavljenoj anketi poslije provjere znanja, možemo zaključiti kako najveći broj učenika smatra da „djelomično zna“ o elastičnoj sili i mjerenju elastične sile (32%), „uglavnom zna“ 26,6%, „samo malo znam“ 18%, a „ništa ne znam“ nema opredijeljenih. Proveden je T-testa za nezavisne uzorke s ciljem utvrđivanja postoji li statistička značajna razlika između dječaka i djevojčica kada je riječ o njihovoj samoocjeni. Levenovim testom homogenosti utvrđeno je da su varijance homogenosti ($p=0,660$; $p>0,05$). Također možemo utvrditi kako postoji mala statistička razlika na temelju spola ($t(97)=0,112$; $p=0,911$) u u samoocjenjivanju znanja dječaka ($M=2,88$; $SD=0,781$) u odnosu na djevojčice ($M=2,86$; $SD=0,783$).

TABLICA 6. Kada bih imao dodatnu mogućnost učenja putem računala (s interaktivnim obrazovnim sadržajima kao na slici) ovaj pristup učenju bi mi se:

		Frekvencija	Postotak	Postotak valjanih odgovora	Kumulativni postotak
Valjani odgovori	A. Jako svidio	26	20,3	26,3	26,3
	B. Uglavnom svidio	52	40,6	52,5	78,8
	C. Malo svidio	14	10,9	14,1	92,9
	D. Vrlo malo svidio	2	1,6	2,0	94,9
	E. Ne sviđa mi se	5	3,9	5,1	100,0
Ukupno		99	77,3	100,0	
Odgovori koji nedostaju			22,7		
Ukupno		128	100,0		

Najveći broj učenika, koji imaju mogućnost učenja putem računala, uglavnom im se sviđa ovakav način učenja (40,6%), a „jako svidio“ 20,3% im se ovakav način učenja, što je ukupno iznad polovice ispitanika. Tek manji broj učenika (njih 10,9%) odgovorio je da im se „malo sviđa“, dok je pet učenika odgovorio da im se ne sviđa.

3. pitanje: U nastavi fizike želio/željela bih više (možeš zaokružiti više odgovora):

- A. Zanimljivih pokusa i praktičnih radova
- B. Interaktivnih obrazovnih sadržaja putem računala
- C. Sadržaja iz svakodnevnog života
- D. Nastavnih i priručnih sredstava
- E. Matematičkog znanja s jasnim životnim sadržajem
- F. Povezanost s ostalim prirodoslovnim znanostima
- G. Povezanost s jezično-umjetničkim sadržajima
- H. Povezanost s tehničkim i tjelesnim aktivnostima
- I. Nešto drugo (nadopiši što je to!) _____

Ukupno je zaokruženo 197 odgovora! Od toga se 77 učenika opredijelilo za odgovor: zanimljivih pokusa i praktičnih radova, 18 učenika želi više interaktivnih obrazovnih sadržaja putem računala, 43 učenika bira sadržaje iz svakodnevnog života, 5 učenika želi više nastavnih i priručnih sredstava u nastavi fizike, 8 učenika žele povezanost matematičkog znanja s jasnim životnim sadržajem, 14 učenika hoće nastavu fizike povezati s ostalim prirodnim znanostima, 4 učenika želi povezati nastavu fizike s jezično-umjetničkim sadržajima, 25 učenika želi povezati nastavu fizike s tehničkim i tjelesnim aktivnostima, a samo 3 učenika nadopisali su nešto drugo.

Rasprava o samoocjeni

Zadatak: Postoji li statistički značajna razlika znanja u samoocjenjivanju kod učenika prije (u predtestu) i poslije (u posttestu) provjere znanja iz fizike.

TABLICA 7. Statistička usporedba predtesta i posttesta na istom uzorku

		M	N	SD	Pogreška SD
Usporedba	Kako ocjenjuješ svoje dosadašnje znanje/iskustvo o elastičnoj sili?	3,17	94	,771	,080
	Kako ocjenjuješ svoje znanje nakon obrade teme o elastičnoj sili i mjerenju elastične sile pomoću dinamometra?	2,86	94	,784	,081

TABLICA 8. T-test za zavisne uzorke

		Usporedba razlika				t	df	p	
		M	SD	Pogreška SD	95% Interval granice pouzdanosti				
					Donja				Gornja
Usporedba	Predtest: Kako ocjenjuješ svoje dosadašnje znanje/iskustvo o elastičnoj sili? & Posttest: Kako ocjenjuješ svoje znanje nakon obrade teme o elastičnoj sili i mjerenju elastične sile pomoću dinamometra?	,309	1,016	,105	,100	,517	2,943	93	,004

Proveden je t-test za zavisne uzorke s ciljem kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajna razina znanja kod učenika prije ili poslije usvajanja znanja na fizici. U rezultatu testa utvrđeno je kako statistički postoji značajna razlika na razini usvojenih znanja kod učenika prije i poslije usvajanja znanja na satovima fizike ($t(93)=2,943$; $p=0,004$; $p<0,05$). Učenici poslije usvajanja znanja iz fizike su samopouzdaniji u svojem znanju ($M=2,86$; $SD=0,784$) u odnosu na prijašnje saznanje ($M=3,17$; $SD=0,771$).

Izračunat je indeks veličine efekta ($\eta^2=0,0073$) što ukazuje da se veliki efekt 0,73% varijance može povezati s razinom znanja na satovima fizike.

ZAKLJUČAK O ISKUSTVENIM SPOZNAJAMA O SILI I MJERENJU ELASTIČNE SILE

Završna je provjera vrednovanja iskazana ocjenom, a inicijalna provjera pokazala je učeničko predznanje i imala je pozitivan odraz na motiviranost učenika za učenje novog gradiva u nastavi fizike. U inicijalnoj provjeri uočili smo neke negativne učeničke pretkonceptije kao i nerazumijevanje pojedinih pojmova koje je potrebno temeljitije istražiti, osvijestiti i protumačiti primjerenim metodama poučavanja i praktičnom primjenom znanja.

U procesu unapređenja nastave fizike u školi važno je i aktivno sudjelovanje učenika u oblikovanju nastavnog procesa, ali i praktična i iskustvena osposobljenost učitelja u vođenju osmišljenog nastavnog procesa. Od suvremenog učitelja danas očekujemo njegovu stručnost i kreativnu osposobljenost za izradu i uporabu različitih i najprimjerenijih medijskih materijala u oblikovanju nastavnog procesa. Usporedbom inicijalne i završne provjere znanja utvrdili smo da svaki učenik ima određeno vlastito predznanje o nekom fizikalnom konceptu koje može, ali i ne mora biti u skladu sa znanstvenom spoznajom. Svaki pristup nastavnog procesu potrebno je stoga što kvalitetnije osvijestiti i organizirati tako da učenička usvojena znanja iz fizike ostaju trajna primijenjena u njihovom životu.

LITERATURA

1. D. Rister: *Mišljenje učenika o nastavi fizike u osnovnim školama*, Zbornik radova, VIII. Hrvatski simpozij o nastavi fizike, N. Vinodolski 2007., str. 68-72.
2. V. Paar i N. Šetić, *Hrvatsko školstvo u funkciji razvoja gospodarstva i društva*, doprinos kurikulnim promjenama, Hrvatski pedagoški književni zbor, 2015, str. 27.
3. M. Klaić, M. Dumančić, *Suvremeni pristupi koji doprinose uspješnijoj nastavi fizike u osnovnoj školi*, 35th international convention, Computers in Education/CE, Opatija: MIPRO, 2012. 1631-1634
4. M. Klaić, *Računalno samoučenje i samovrednovanje iz nastavnog predmeta fizike u osnovnoj školi*, magistarski rad, Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split 2011.
5. R. J. Krumsvik: *Teacher educators' digital competence*, Scandinavian Journal of Educational Research, 2014, Vol. 58, No. 3, 269–280.
6. Grgin, T. 1999. *Školsko ocjenjivanje znanja*, Naklada Slap, Jastrebarsko, p.196
7. Berti Erjavec, *Što je zapravo sila?*, Matematičko-fizički list, LXIII 1 (2012.-2013.) 60-63