

**Virtualni laboratorij pri pouku naravoslovja –
eksperimentalna študija razumevanja, reprodukcije in
uporabe osvojenega znanja**

**Virtual Laboratory in Science Class – Experimental Study
of Understanding, Reproduction and Application of
Acquired Knowledge**

Nataša Rizman Herga
OŠ Ormož, Hardek 5, 2270 Ormož
natasa_herga@yahoo.com

Dejan Dinevski
Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta
dejan.dinevski@uni-mb.si

Povzetek

Tradicionalni pouk pogosto ne omogoča aktivnejše vloge učenca pri pouku. V kemiji in naravoslovnih vedah nasploh je eksperimentalno in laboratorijsko delo eno izmed najučinkovitejših metod za pridobivanje znanja. Eksperimentalno delo lahko izvajamo tudi v virtualnem svetu. Virtualni laboratorij prinaša nekatere pomembne prednosti. Razumevanje kemije vključuje sposobnost razmišljanja na treh nivojih: makroskopskem nivoju, simbolnem nivoju in nivoju delcev, kjer kot učinkovito orodje lahko uporabimo virtualni laboratorij. Na tej osnovi smo izvedli didaktični eksperiment, da bi preverili učinkovitost uporabe virtualnega laboratorija, in sicer z vidika znanja učencev. V eksperiment so bili vključeni učenci 7. razreda (N = 38). Ob tem smo si zastavili vprašanje, ali so učni rezultati učencev po eksperimentalni zasnovi pouka z virtualnim laboratorijem boljši kot pouk naravoslovja brez vizualizacijskih elementov. Rezultati didaktičnega eksperimenta so pokazali, da je z vidika osvajanja znanja uporaba virtualnega laboratorija učinkovitejša kot pouk, kjer niso vključeni vizualizacijski elementi, ki so ključni pri učenju in razumevanju kemije.

Ključne besede: virtualni laboratorij, naravoslovje, kemijska vizualna pismenost, znanje

Abstract

Traditional teaching often does not allow very active involvement of pupils in class. In chemistry and natural sciences in general, experimental and laboratory work is one of the most effective methods for acquiring knowledge. Experimental work can also be exercised using virtual world. Virtual laboratory offers some important advantages. Understanding chemistry involves the ability of cognitive comprehension on three levels: the macroscopic level, the symbolic level and the level of particles, where the virtual laboratory can be an effective tool. On this basis, a didactic experiment was performed in order to verify the effectiveness of virtual laboratory from pupils' knowledge point of view. The experiment involved seventh grade pupils (N = 38). Furthermore, we tried to answer the question whether the learning results of pupils, according to the experimental design of classes using a virtual laboratory, are better than results gained through classical science classes without visualization tools. The results of didactic experiments have shown that the knowledge acquiring is more effective when using the virtual laboratory instead of classical teaching (in the case when classical approach does not include visualization elements crucial for learning and understanding chemistry).

Key words: virtual laboratory, science, chemical and visual literacy, knowledge

1 Uvod

Pri poučevanju naravoslovja učitelji pogosto izhajamo iz dejstva, da je narava najboljši vir informacij. Osnovna metoda in hkrati najučinkovitejša pri pridobivanju znanja iz kemije pa je eksperimentalno in laboratorijsko delo. Temeljne naravoslovne pojme v šoli uvajamo na osnovi poskusov. V dinamičnem družbenem okolju kot je današnje, ne zadoščajo več tradicionalne oblike izobraževanja in usposabljanja. Informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT) učencu in učitelju odpira nov izobraževalni svet ustvarjalnosti. Razumevanje kemijskih pojmov in procesov lahko povečamo, če skrbimo za razvoj kemijske vizualne pismenosti. Ključna elementa kemijske vizualne pismenosti sta sposobnost zaznave in opisovanja sprememb na makroskopski ravni ter pravilno dojetje delčne narave zgradbe snovi na submikroskopski ravni. Pri tem uporabljamo molekulske in kristalne modele. Poskusi v šolskem laboratoriju so lahko izvedeni na realen ali virtualen način. Pri virtualnih poskusih so eksperimenti izvedeni s pomočjo računalniške simulacije ali animacije. Ena izmed prednosti virtualnega laboratorija je med drugim tudi ta, da omogoča modelni prikaz zgradbe snovi, kar pa je predpogoj za pravilno dojetje delčne narave snovi.

2 Učenje naravoslovnih pojmov

Učenje naravoslovnih pojmov bi naj na prvi stopnji temeljilo na opazovanju določenega naravoslovnega procesa, kar pomeni, da naravni proces zaznamo s čutili. Na drugi stopnji je potrebno opažanja razložiti s teorijami, ki temeljijo na delčni zgradbi snovi in so v danem trenutku na določeni stopnji izobraževanja znanstveno neoporečne. Na tretji stopnji razumevanje kemijskega pojma, submikroraven, prevedemo v ustrezne simbole, ki zajemajo kemijske simbole, formule in enačbe, matematične enačbe, različne shematske ter grafične predstavitve in drugo. Ta raven omogoča enostavnejšo interpretacijo stanja in medsebojno komunikacijo med tistimi, ki simbolni jezik poznajo. Poučevanje naravoslovja, predvsem z vidika simbolne ravni brez povezovanja z ostalima dvema, lahko povzroča nastanek ali

poglobitev že oblikovanih napačnih razumevanj, če ti simboli niso pravilno interpretirani in integrirani v obstoječo mrežo znanja (Devetak idr., 2009).

V kemiji in naravoslovnih vedah nasploh je eksperimentalno in laboratorijsko delo eno izmed najučinkovitejših metod za pridobivanje znanja. Za kemijo je značilno zaznavanje pojavnega sveta snovi, pojavov in procesov na makroskopski ravni, za njihovo razlago in napovedovanje pa moramo uporabiti jezik submikroskopskega sveta.

Pri učenju kemije je pomembno, da učenci razumejo in znajo povezati pojme na vseh treh predstavni ravneh (makroskopski, submikroskopski in simbolni), kar je mnogim težko. Prepad med tremi predstavnimi ravnimi pa lahko v veliko meri premostimo z uporabo vizualizacijskih elementov. Tako sodi sposobnost uporabe modelov pri učenju in poučevanju kemije med ključne elemente kemijske vizualne pismenosti (Vrtačnik idr., 2003).

2.1 IKT in naravoslovje

V dinamičnem družbenem, produkcijskem in storitvenem okolju, kot je današnje, ne zadoščajo več tradicionalne oblike izobraževanja in usposabljanja. Elektronski interaktivni mediji nam omogočajo, da si v razredu ogledamo mikrosvet žive ali nežive narave, poletimo med planete Sončnega sistema ali si ogledamo kako bi deloval eksperiment v resničnem laboratoriju. Informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT) učencu in učitelju odpira nov izobraževalni svet ustvarjalnosti. IKT igra pomembno vlogo pri načrtovanju ur pouka in pri njihovem vodenju (Grimaldi in Rapuano, 2009). Uporabo IKT bi lahko razdelili v dve skupini: v prvi skupini se računalnik uporablja kot sredstvo za iskanje informacij, za komunikacijo in multimedijo, v drugi skupini pa se računalnik uporablja kot znanstveno orodje, kot je virtualni laboratorij, interaktivna simulacija, računalniško podprto laboratorijsko delo (Šorgo idr., 2007).

Uporaba računalnika pri pouku naravoslovnih predmetov, še zlasti kemije, ima nekatere specifične prednosti. Kognitivni psihologi predvidevajo, da razumevanje kemije vključuje sposobnost razmišljanja na treh nivojih: makroskopskem nivoju, simbolnem nivoju in nivoju delcev (Johnstone, 1991). Učenci, dijaki in študentje imajo največ težav pri razumevanju submikroskopskega nivoja – nivoja delcev, saj je izven njihovih izkušenj. Pri tem lahko kot učinkovito orodje uporabimo interaktivno multimedijo. Multimedijski prikaz eksperimentov pa nikakor ne sme nadomestiti drugih metod in oblik dela pri pouku kemije. Virtualni laboratorij lahko odstrani nezanimive in dolgočasne dele eksperimentov. Učencem pomaga pri višjih kognitivnih nivojih analizi, sintezi in vrednotenju (Kirscher in Huisman, 1998). Uporaba multimedije in virtualnih laboratorijev pri pouku kemije torej izboljša poučevanje, ker omogoča povezovanje treh nivojev razumevanja kemije, vizualizacijo in simulacijo procesov.

2.2 Eksperimentalno delo in virtualni laboratorij

V kemiji in naravoslovnih vedah nasploh je eksperimentalno in laboratorijsko delo eno izmed najučinkovitejših metod za pridobivanje znanja. Iz didaktičnega vidika je eksperimentalno delo izrednega pomena, saj prekinemo včasih monotono podajanje teoretične snovi s praktičnim delom. V osnovi lahko eksperimentalno delo razdelimo na realno in virtualno.

Klasično eksperimentalno delo je najbolj znana oblika praktičnega dela in se najpogosteje uporablja pri pouku naravoslovja in kemije v osnovni šoli. Za učence, ki izberejo predmet Poskusi v kemiji, je eksperimentiranje temeljna in prevladujoča oblika dela. Učenci urijo

ročne spretnosti, razvijajo sposobnost opisovanja kemijskih sprememb, spoznavajo fizikalne in kemijske lastnosti snovi, razvijajo sposobnost za varno delo v šolskem laboratoriju, utrjujejo in dopolnjujejo znanja, spretnosti ter veščine, razvijajo eksperimentalni pristop kot obliko raziskovalnega dela...

Z eksperimentalnim delom se razvijajo in poglobljajo naravoslovna pismenost, osnove znanstvenega dela, kompleksno mišljenje in povezovanje teorije s prakso. Kot je dokazano, si učenci želijo, da bi laboratorijske vaje bile pogostejše zajete v klasičnem pouku (Šorgo in Špernjak, 2007).

Virtualne laboratorijske vaje potekajo v virtualnem svetu. Virtualni laboratorij prinaša veliko prednosti. Izvedemo lahko nevarne eksperimente, ne da bi ogrozili sebe ali druge. Simulacije so cenovno ugodne. Ko so enkrat razvite, jih lahko brez dodatnih stroškov izvedemo kolikokrat želimo. Rezultati so vedno enaki.

Glavna pomanjkljivost virtualnega laboratorija je odtujitev od narave in realnega, zato so simulacije predvsem le dober dodatek, ne pa zamenjava za praktično eksperimentalno delo (Puhek 2009, str. 6-7).

V tabeli 1 primerjamo klasični in virtualni laboratorij. Z znakom »+« je predstavljena prednost laboratorija, znak »-« pa predstavlja pomanjkljivost laboratorija.

Klasično eksperimentalno delo	Virtualni laboratorij
+ urijo ročne spretnosti	+ spoznavajo znanstveni pristop k delu
+ spoznavajo znanstveni pristop k delu	+ rezultati so vedno enaki
+ upoštevati pravila	+ velik nabor kemikalij in pripomočkov
- predhodna priprava	+ enostavna izvedba nevarnih, dragih, zdravju škodljivih poskusov ali poskusov s posebnimi pogoji
- nevarne ali zdravju škodljive kemikalije	+ cenovno ugodno
- zahtevni, predolgi ali predragi poskusi	+ vključeni vizualizacijski elementi
- prihaja do odstopanj	- odtujitev od narave in realnega
	- dodatek in ne zamenjava praktičnega dela

Tabela 1: Prednosti in pomankljivosti klasičnega in virtualnega laboratorija

2.3 Program Crocodile Clips Chemistry

Crocodile Clips razvija izobraževalno programsko opremo za osnovne in srednje šole. Izdelke Crocodile Clips priporočajo učitelji po vsem svetu, saj predstavljajo inovativen pristop k učenju. Novo generacijo izobraževalnih orodij tega podjetja predstavlja Yenka. Virtualni kemijski laboratorij Crocodile Clips Chemistry omogoča varen prikaz eksperimentov. Program lahko služi učitelju kot orodje, s pomočjo katerega lahko eksperimente pokaže pri frontalni obliki pouka. Prilagojen je za delo na interaktivni tabli. Program omogoča tudi samostojno delo učenca ali skupino učencev, kjer jih vmesnik postopno vodi po korakih skozi virtualni eksperiment. Učencu ali učitelju so na voljo že pripravljene zbirke eksperimentov. Lahko pa uporabi tudi pripomočke, steklovino in kemikalije in sam sestavi eksperiment. Program ima možnost spreminjanja že obstoječih eksperimentov. Učenec ali učitelj lahko obstoječi eksperiment prilagodi s spreminjanjem različnih parametrov kot so temperatura, masa, koncentracija... V knjižici elementov najdemo bogato opremo, ki jo srečamo v kemijskih laboratorijih in tudi več kot sto različnih kemikalij, s pomočjo katerih lahko

izvedemo poljubne eksperimente tudi take, ki so za šolski laboratorij prenevarni. Animacije si lahko ogledamo na submikroskopski ravni z ustreznimi prikazovalniki atomov oziroma molekul.

3 Metodologija

3.1 Namen raziskave in metodologija

V raziskavi smo želeli ugotoviti, kakšen učinek ima pouk izveden z virtualnim laboratorijem pri predmetu naravoslovje v 7. razredu z vidika znanja učencev. Za preučevanje učinka pouka izvedenega z virtualnim laboratorijem smo v okviru študije primera uporabili eksperimentalno metodo tradicionalnega empirično-analitičnega pedagoškega raziskovanja. Raziskovalno delo je potekalo v eksperimentalni (ES) in kontrolni (KS) skupini. Pri pouku z virtualnim laboratorijem smo uporabili program Crocodile Clips Chemistry. Pouk z virtualnim laboratorijem smo opravili v eksperimentalni skupini. V kontrolni skupini je učiteljica izvedla pouk z običajnim pristopom, ki ga uporablja pri pouku. Zanimal nas je torej učinek pouka izvedenega z virtualnim laboratorijem na znanje učencev. Znanje se kaže v treh ravneh: v reprodukciji, razumevanju in uporabi znanja.

3.2 Opredelitev vzorca

V didaktični eksperiment smo vključili učence 7. razreda. V raziskavi je sodelovalo 38 učencev (N = 38), in sicer 18 fantov ter 20 deklet.

Učenci so bili razdeljeni v eksperimentalno (ES) in kontrolno skupino (KS). Kot prikazuje tabela 2 se učenci eksperimentalne in kontrolne skupine statistično ne razlikujejo po spolu ($\chi^2 = 0,055$, $P = 0,815$).

Izbrana skupina učencev predstavlja v okviru statističnega preizkušanja hipotez enostavni slučajnostni vzorec iz hipotetične populacije. Didaktični eksperiment je potekal pri predmetu naravoslovje in je zajemal kemijske vsebine predmeta.

SKUPINA SPOL	ES		KS		SKUPNO	
	f	f%	f	f%	f	f%
Moški	9	45	9	50	18	47,4
Ženski	11	55	9	50	20	52,6
SKUPAJ	20	100	18	100	38	100,0

Tabela2: Število (f) in strukturni odstotki (f %) sodelujočih učencev v eksperimentalni (ES) in kontrolni (KS) skupini glede na spol.

3.3 Postopki zbiranja podatkov

Podatke smo zbirali s preizkusoma znanja, ki smo ju za naše potrebe izdelali sami. Ob tem smo izvedli racionalno in empirično validacijo preizkusov znanja. Racionalna validacija je temeljila na presojanju vsebinske in oblikovne ustreznosti preizkusa. Za empirično validacijo

smo uporabili rešitev faktorjske analize, in sicer odstotek pojasnjene variacije s prvim skupnim faktorjem (% poj.var._{F1}). Glede na to, da prvi faktor pojasni 24,5 % variance in je nad mejo predpostavljenega kriterija spodnje meje (20 %), ocenjujemo, da gre za preizkus znanja, ki je ustrezno veljaven. Za ugotavljanje zanesljivosti preizkusa znanja smo uporabili Cronbachov koeficient alfa ($\alpha = 0,832$). Ta pa potrjuje, da gre za zanesljiv instrument ocenjevanja znanja po eksperimentu. Objektivnost izvedbe testiranja smo zagotovili s podrobnimi navodili. Veliko vprašanj je bilo zaprtega tipa. Rezultate je v obeh skupinah po priloženih kriterijih vrednotil isti učitelj.

V mesecu marcu smo se dogovorili za izbor razredov za eksperimentalno in kontrolno skupino ter tako pridobili potrebne podatke pred uvedbo eksperimenta. V obeh skupinah (ES in KS) smo pred didaktičnim eksperimentom s preizkusom znanja preverili predznanje skupin. Po izvedbi didaktičnega eksperimenta smo s preizkusom znanja želeli diagnosticirati napredek učencev ene učne skupine glede na drugo skupino. Preizkus znanja po eksperimentu je zajemal 14 nalog (41 možnih točk). Vrednotenje dosežkov je potekalo po predloženih navodilih in točkovniku.

3.4 Postopki obdelave podatkov

Podatke smo obdelali z uporabo programa SPSS; obdelani so bili na nivoju deskriptivne in inferenčne statistike. Uporabili smo enofaktorsko analizo kovariance preučevanja razlik v aritmetični sredini doseženih točk testa znanja po eksperimentu glede na skupine ob izenačitvi skupin ob začetnem stanju.

4 Rezultati

Pred izvedbo didaktičnega eksperimenta smo analizirali skupni rezultat na preizkusu znanja pred eksperimentom.

SKUPINA	Numerus n	Aritmetična sredina \bar{x}	Standardni odklon	Preizkus homogenosti varianc		Preizkus razlik aritmetičnih sredin	
				F	P	t	P
ES	22	37,23	6,76				
KS	17	36,18	7,68	0,430	0,516	0,749	0,635

Tabela 3: Izid t-preizkusa razlik v skupnem rezultatu na preizkusu znanja med učenci eksperimentalne (ES) in kontrolne (KS) skupine pred eksperimentom

Predpostavka o homogenosti varianc, na kateri temelji uporaba t-preizkusa, je upravičena ($F = 0,430$, $P = 0,516$).

Kakor kaže izid t-preizkusa v znanju pred didaktičnim eksperimentom, med učenci eksperimentalne in kontrolne skupine ni statistično značilnih razlik ($t = 0,749$, $P = 0,635$).

4.1 Znanje po izvedbi didaktičnega eksperimenta

Po izvedbi eksperimenta smo za testiranje uporabili preizkus znanja. Analizirali smo skupni rezultat, seštevke vseh doseženih točk na preizkusu znanja.

SKUPINA	Numerus n	Aritmetična sredina \bar{x}	Standardni odklon	Preizkus homogenosti varianc		Preizkus homogenosti regresijskih koeficientov		Preizkus razlik aritmetičnih sredin	
				F	P	F	P	F	P
ES	20	32,65	4,88						
KS	17	27,29	6,79	1,706	0,200	2,003	0,166	7,718	0,009

Tabela 4: Izid enofaktorske analize kovariance razlik med učenci eksperimentalne (ES) in kontrolne (KS) skupine v skupnem rezultatu na preizkusu znanja po eksperimentu kot KRITERIJSKE SPREMENLJIVKE ob kontroliranju predznanja

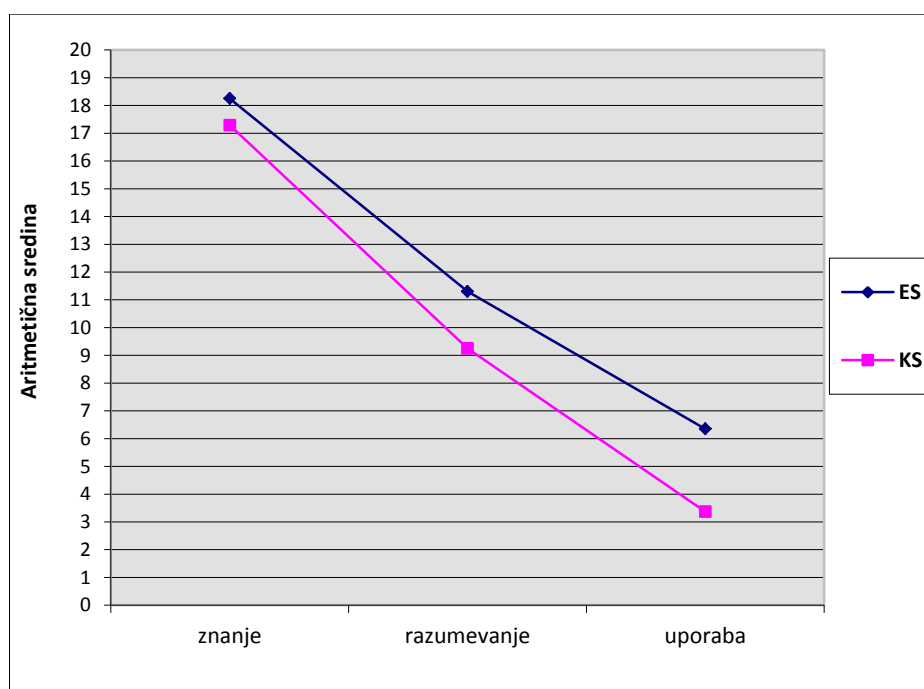
Predpostavki o homogenosti varianc ($F = 1,706$ $P = 0,200$) in o homogenosti regresijskih koeficientov ($F = 2,003$, $P = 0,166$) sta upravičeni.

Razlika med prilagojenima aritmetičnima sredinama testnih rezultatov učencev eksperimentalne in kontrolne skupine je statistično značilna ($F = 7,718$, $P = 0,009$).

Učenci v eksperimentalni skupini ($\bar{x} = 32,65$) so bili pri preverjanju znanja po izvajanju eksperimenta uspešnejši kot učenci v kontrolni skupini ($\bar{x} = 27,29$). V znanju so torej učenci eksperimentalne skupine, ki so spoznavali kemijske vsebine s pomočjo virtualnega laboratorija, v prednosti pred učenci kontrolne skupine, kjer je bil izveden tradicionalni pouk.

4.2 Analiza razlik med eksperimentalno in kontrolno skupino v posameznih nivojih znanja

Preizkus znanja je sestavljen iz treh nivojev nalog po Bloomovi taksonomiji ciljev za kognitivno področje: znanje, razumevanje in uporaba. Spodnji graf prikazuje aritmetične sredine posameznih nivojev znanja preizkusa o snoveh.



Graf 1: Aritmetična sredina dosežkov učencev (ES in KS) v posameznih nivojih nalog preizkusa znanja kemijskih učnih vsebin po izvedenem eksperimentu.

Iz grafičnega prikaza je razvidno, da je linija eksperimentalne skupine (ES) nad linijo kontrolne skupine (KS). Izrazite razlike so vidne pri razumevanju in uporabi. Ali so zaznane razlike statistično značilne, kažejo rezultati v tabeli 5.

	SKUPIN A	Numerus n	Aritmetična sredina \bar{x}	Standardni odklon	Preizkus homogenosti varianc		Preizkus homogenosti regresijskih koeficientov		Preizkus razlik aritmetičnih sredin	
ZNANJE	ES	20	18,25	3,21	F	P	F	P	F	P
	KS	17	17,29	3,64	0,002	0,962	0,915	0,346	0,712	0,405
RAZUME- VANJE	ES	20	11,30	1,92	F	P	F	P	F	P
	KS	17	9,25	2,75	2,428	0,128	2,012	0,165	6,987	0,012
UPORABA	ES	20	6,35	1,71	F	P	F	P	F	P
	KS	17	3,76	2,04	0,090	0,766	1,875	0,180	26,096	0,000

Tabela 5: Izid enofaktorske analize kovariance razlik med učenci eksperimentalne (ES) in kontrolne (KS) skupine v dosežkih pri nalogah znanja, razumevanja in uporabe kot KRITERIJSKE SPREMENLJIVKE ob kontroliranju predznanja.

a) Dosežki pri nalogah znanja

Iz rezultatov razberemo, da je upravičena predpostavka o homogenosti varianc ($F = 0,002$, $P = 0,962$). Prav tako je upravičena predpostavka o homogenosti nivojskih regresijskih koeficientov ($F = 0,915$, $P = 0,346$). Razlika med prilagojenima aritmetičnima sredinama testnih rezultatov učencev eksperimentalne in kontrolne skupine ni statistično značilna ($F = 0,712$, $P = 0,405$). Učenci v eksperimentalni skupini ($\bar{x} = 18,25$) so bili pri preverjanju znanja po izvajanju eksperimenta v nalogah znanja nekoliko boljši od učencev v kontrolni skupini ($\bar{x} = 17,29$). V reprodukciji znanja učenci eksperimentalne skupine niso v prednosti pred učenci kontrolne skupine.

b) Dosežki pri nalogah razumevanja

Predpostavki o homogenosti varianc ($F = 2,428$, $P = 0,128$) in o homogenosti nivojskih regresijskih koeficientov ($F = 2,012$, $P = 0,165$) sta upravičeni. Če v znanju med učenci ES in KS po končanem eksperimentu ni statistično značilnih razlik, pa v reševanju nalog, ki so preverjale razumevanje, obstajajo statistično značilne razlike ($F = 6,987$, $P = 0,012$). Učenci, ki so predpisane vsebine obravnavali pri pouku z uporabo virtualnega laboratorija, so po doseženem znanju ($\bar{x} = 11,30$) statistično boljši od kontrolne skupine ($\bar{x} = 9,25$). Pri razumevanju pojmov so učenci eksperimentalne skupine v prednosti pred kontrolno skupino.

c) Dosežki pri nalogah uporabe

Iz tabele 5 je razvidno, da sta upravičeni predpostavki o homogenosti varianc koeficientov ($F = 0,090$, $P = 0,766$) in predpostavka o homogenosti nivojskih regresijskih koeficientov ($F = 1,875$, $P = 0,180$). Izid splošnega F-preizkusa kaže, da med prilagojenima aritmetičnima sredinama obstaja statistično značilna razlika ($F = 26,096$, $P = 0,000$). Učenci

eksperimentalne skupine ($\bar{x} = 6,35$) so bili v nalogah, ki so zahtevale uporabo znanja, izrazitejšo uspešnejši od učencev v kontrolni skupini ($\bar{x} = 3,76$). Z vidika uporabe znanja so učenci eksperimentalne skupine prav tako v prednosti pred učenci kontrolne skupine.

5 Diskusija

Z virtualnim kemijskim laboratorijem imajo učenci in učitelji na voljo izobraževalno orodje, ki jim omogoča uvajanje novih strategij, ki podpirajo višjenivojske spretnosti: komunikacijsko in informacijsko pismenost, samostojno upravljanje z znanjem, reševanje problemov, samostojno učenje, sodelovalno učenje in podobno. Virtualni laboratorij z izdelanimi simulacijami realnih poskusov in orodji znanstvenega raziskovanja postaja vse bolj uporabljeno orodje e – izobraževanja, ki omogoča aktivno učenje (Anderson 2007, str. 62). Raziskava, ki je potekala pri študiju analize kemije, je pokazala prednosti spletnega virtualnega laboratorija. Uporabo virtualnega laboratorija priporočajo tudi kot pripravo na praktično delo (Zimmerer idr., 2003) ali nadgradnjo tradicionalnega poučevanja (Chin, 1999). Uporaba virtualnega laboratorija pred konkretno izkušnjo je statistično dokazala boljše razumevanje učne snovi. Z uporabo virtualnega laboratorija se zmanjšajo kognitivne obremenitve študentov. Dobro projektiranje laboratorijev na podlagi pedagoške teorije lahko vodi do boljših rezultatov učenja (Abdulwahed in Nagy, 2009). Študija učinkovitosti virtualnega laboratorija v e-izobraževanju (Rajendran idr., 2010) je pokazala, da učenci pri učenju raje uporabljajo računalniško podprta orodja, kot pa učbenike.

Tudi raziskava učinkov učenja povezanih z različnimi učnimi stili učenja v spletnem virtualnem laboratoriju je pokazala, da so učenci eksperimentalne skupine, ki je imela pouk s pomočjo virtualnega laboratorija, dosegli boljše ocene od tistih v kontrolni skupini, ki so imeli tradicionalni pouk. Kar se tiče različnih stilov učenja ni večjih razlik, kar nas vodi do sklepa, da je spletno virtualno učno okolje primerno za različne stile učenja. Kar 75% anketiranih učencev je navedlo, da raje uporabljajo spletni virtualni laboratorij kot samo branje učbenikov. Rezultati eksperimentalne metode in ankete spodbujajo nadaljnji razvoj spletnega virtualnega laboratorija (Sun, Lin, Yu, 2008).

6 Zaključek

Proučevali smo pouk z virtualnim laboratorijem kot metodo pri poučevanju in učenju naravoslovja. Pouk smo izpeljali s pomočjo programa Chemistry Crocodile Clips. Program nam ponuja velik nabor različnih eksperimentov, ki jih lahko ponovimo pri utrjevanju in preverjanju, lahko mu spreminjamo reakcijske pogoje in si med drugim ogledamo potek reakcije na submikroskopskem nivoju. S tem smo vključili vizualizacijske elemente, ki so ključni pri učenju in razumevanju kemije. Raziskave so pokazale, da celo zelo uspešni učenci pri reševanju matematično – kemijskih pojmov največkrat ne znajo pojasniti kaj se dogaja na nivoju delcev.

Učinkovitost pouka izvedenega z virtualnim laboratorijem smo preverili z vidika znanja na treh nivojih: znanje, razumevanje in uporaba. S statističnimi preizkusi razlik med eksperimentalno (ES), torej skupino učencev, ki je uporabljala virtualni laboratorij, ter kontrolno skupino (KS), ki je bila deležna tradicionalnega načina poučevanja, smo potrdili tri zastavljene hipoteze, eno pa smo zavrnili. Neupravičena je bila hipoteza, ki se je nanašala na reprodukcijo znanja učencev eksperimentalne skupine. Temeljna empirična spoznanja so:

- Identificirali smo statistično značilne pozitivne učinke na področju znanja naravoslovja in sicer višji nivo znanja eksperimentalne skupine, ki je učno temo tematskih sklopov »Snovi, njihove lastnosti in spremembe« ter »Čiste snovi in zmesi« utrjevala s pomočjo virtualnega laboratorija.
- Pri reprodukciji znanja razlika med prilagojenima aritmetičnima sredinama testnih rezultatov učencev eksperimentalne in kontrolne skupine ni statistično značilna ($F = 0,712$, $P = 0,405$).
- Pri merjenju razumevanja znanja smo ugotovili, da so dosežki učencev eksperimentalne skupine boljši od dosežkov učencev kontrolne skupine. Razlika med prilagojenima aritmetičnima sredinama je statistično značilna ($F = 6,987$, $P = 0,012$).
- Na področju uporabe osvojenega znanja se je izkazalo, da so učenci eksperimentalne skupine pridobili več kot učenci kontrolne skupine, saj obstaja med prilagojenima aritmetičnima sredinama statistično značilna razlika ($F = 26,096$, $P = 0,000$).

Virtualni laboratorij nam olajša laboratorijsko delo, ki ga včasih iz materialnih ali drugih razlogov ne moremo izvesti. Z uporabo IKT tako populariziramo naravoslovje med mladimi. Utrjevanje znanja s pomočjo virtualnega laboratorija se je izkazalo za učinkovitejše glede na tradicionalni pouk z vidika znanja.

Rezultati naše eksperimentalne raziskave potrjujejo, da je metoda pouka z uporabo virtualnega laboratorija učinkovita in pozitivno vpliva na znanje učencev, zato je tak didaktični pristop poučevanja naravoslovja in kemije nujen za boljše razumevanje naravoslovnih in kemijskih pojmov.

Viri in literatura:

- Abdulwahed, M., Nagy, Z. (2009). Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education. *Journal of Engineering Education*, 98 (3), 283-293.
- Anderson, T. (2007). The Theory and practice of online learning. Athabasca University: AU Press.
- Chin, K. L. (1999). The development of Web-based teaching system for engineering education. *Engineering Science and Education Journal*, 3 (8), 115-118.
- Devetak, I., Vogrinc, J., Glažar, S. A. (2009). Assessing 16 years old students understanding of aqueous solution on at submicroscopic level. *Research in Science Education*, 39 (2), 157-179.
- Grimaldi, D., Rapuano, S. (2009). Hardware and software to design virtual laboratory for education in instrumentation and measurement. *Measurement*, 42 (4), 485-493.
- Johnstone, A., H. (1991). »Why is science difficult to learn: Things are seldom what they seem«. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kirschner, P., Huisman, W. (1998). »Dry laboratories« in science education; computer based practical work. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 665-682.
- Puhek, M. (2009). Interaktivne računalniške simulacije bioloških laboratorijskih vaj.
- Rajendran, L., Veilumuthu, R., Divya, j. (2010). A study on the effectiveness of virtual lab in E-learning. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2 (6), 2173-2175.

- Sun, K., Lin, Y., Yu, C. (2008). A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students. *Computers & Education*, 50, 1411-1422.
- Šorgo, A., Špernjak, A. (2007). Profesorice bi morale biti zgoraj brez ali kaj spremeniti v pouku biologije. *Vzgoja in izobraževanje*, 38 (5), 37-40.
- Šorgo, A., Verčkovnik, T., Kocijančič, S. (2007). Laboratorijsko delo pri pouku biologije v slovenskih srednjih šolah. *Acta Biologica Slovenica*, 50 (2), 113-124.
- Vrtačnik, M., Ferk, V., Fir, M., Dolničar, D., Renič, V., Potisk, B., Pozdrec, N. (2003). *Dinamična vizualizacija naravoslovnih pojmov s poskusi in modeli*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani: Naravoslovnotehniška fakulteta.
- Zimmerer, C., Thiele, S., Slazer, R., Krauseneck, A., Körndle, H. (2003). Internet Teaching: Laboratory Course in Analytical Chemistry. *Microchimica Acta*, 142, 153-159.