

Novi mediji in tehnologije spreminjajo učenje in poučevanje kemije

New media and technologies are changing teaching and learning chemistry

Nataša Rizman Herga^{1,*}, Dejan Dinevski²

¹ Osnovna šola Ormož / Hardek 5, 2270 Ormož

² Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta in Medicinska fakulteta, Koroška cesta 160, 2000 Maribor
E-mail: natasa_herga@yahoo.com; dejan.dinevski@um.si

* Avtor za korespondenco

Povzetek: Učenje in poučevanje kemije je zahteven proces, saj vključuje abstraktne pojme in koncepte, ki se jih pogosto ne da videti ne dotakniti. Uporaba sodobnih informacijskih tehnologij ponuja pomoč pri premagovanju tovrstnih težav, saj nam omogoča vizualizacijo naravoslovnih pojavov, ki so premajhni, prehitri, abstraktni ali ogromni, da bi jih neposredno opazovali. Številne raziskave kažejo, da uporaba vizualizacijskih gradiv (od fizičnih modelov, analogij, animacij, simulacij, submikropredstavitev, virtualnih okolij) izboljša razumevanje kemijskih pojmov. Vizualizacija abstraktnih pojmov in varno okolje za eksperimentiranje sta le dva razloga, ki kažeta v prid uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri pouku kemije. Želeli smo raziskati, ali jo slovenski učitelji vključujejo pri učenju in poučevanju kemije in kako pogosto so posamezna gradiva za vizualizacijo vključena. Cilj tega prispevka je analiza uporabe vizualizacijskih elementov, ki jih omogoča IKT, pri pouku kemije med slovenskimi osnovnošolskimi učitelji.

Ključne besede: kemija, vizualizacijski elementi, informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT), učenje in poučevanje.

Abstract: Learning and teaching chemistry is a complex process because it involves abstract concepts that can not often be seen or touched. The use of modern information technologies offers assistance in overcoming such problems as it enables visualization of natural phenomena that are too small, too fast, abstract or too enormous to be directly observed. Numerous studies show that the use of visualization materials (from physical models, analogies, animations, simulations, submicropresentations, virtual environments) improves the understanding of chemical concepts. Visualization of abstract concepts and safe environment for experimentation are only two reasons pointing in favor of the use of ICT in teaching chemistry. We wanted to explore whether the Slovenian teachers include it when teaching chemistry and how often individual materials for visualization are included. The aim of this paper is to analyze the use of visualization elements enabled by ICT in teaching chemistry among Slovenian primary school teachers.

Key words: chemistry, visualization elements, information and communication technology (ICT), learning and teaching.

1. Uvod

Konceptualni pristop pri pouku kemije združuje eksperimentalno delo učencev, problemsko naravnani pouk in uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije v celoto s ciljem uspešnejšega učenja in ustreznega motiviranja učencev na vseh ravneh učenja in poučevanja. Kemija je naravoslovna veda, ki temelji na opazovanju, eksperimentih in modelih, kar za učence pogosto predstavlja izziv (Heilsen in Josephsen, 2008). Pri pouku kemije lahko računalniške simulacije in animacije omogočijo vpogled v submikroskopsko raven razumevanja kemijskih pojmov, video posnetki pa prikažejo zanimive laboratorijske eksperimente.

Zanimanje za e-izobraževanje se v Sloveniji povečuje na vseh ravneh, predvsem kot dopolnjevanje tradicionalnega izobraževanja, za utrjevanje znanja in nadomeščanje zamujenega pouka (Arh, 2006, v Bregar idr., 2010). Prisotnost informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v šoli spreminja način učenja in poučevanja, njena vpeljava v učni proces pa je sprožila mnogo raziskovalnih vprašanj in izzivov. Kljub številnim publikacijam o preučevanju uporabe IKT v izobraževanju in o vplivih posameznih multimedijskih elementov na razumevanje pa med osnovnošolskimi učitelji naravoslovja oziroma kemije še ni raziskano, kako dejansko poteka pouk, podprt z IKT, ki omogoča vizualizacijo naravoslovnega pojma. Rezultati raziskave lahko služijo kot orientacija in osnova za nadaljnje načrtovanje kvantitativnih študij na področju kemijskega izobraževanja.

1.1. Spreminjanje izobraževanja s pomočjo IKT

Izobraževanje prehaja iz svojih značilnih okvirjev, ki jih je v preteklosti omejevala velikost razredov, laboratorijev in dostopnost materialov ter učnih gradiv. V dinamičnem družbenem, produkcijskem in storitvenem okolju, kot je današnje, se tradicionalne metode izobraževanja preoblikujejo v tehnološko podprte metode (Balram in Dragičević, 2008; Špernjak in Šorgo, 2009), saj IKT prinaša nove možnosti in kapacitete za učenje; učencu in učitelju odpira nov izobraževalni svet ustvarjalnosti ter tako vpliva na preoblikovanje poteka izobraževanja, saj predstavlja možnosti sodobnejšega, kvalitetnejšega pouka, individualizacije in diferenciacije ter možnost prehoda od pouka, ki temelji na pomnjenju podatkov k reševanju problemov, ki zahtevajo kreativno mišljenje. V veliko pomoč pri doseganju omenjenih ciljev je lahko sodobna IKT, zato vključitev le-te v učni proces ni več predmet izbire posameznega učitelja, ampak nuja v sodobnem izobraževalnem procesu (Bruce in Reynolds, 2009). Vpeljava IKT v učni proces je sprožila mnogo raziskovalnih vprašanj in izzivov. Raziskave o učinkih uporabe IKT pri naravoslovnih predmetih so osredotočene predvsem na ugotavljanje vpliva IKT na znanje. Rezultati kažejo nasprotujoče si učinke, nekateri

ugotavljajo pozitivne vplive uporabe IKT na znanje (Kubiatko in Vlckova, 2010; Chandra in Lloyd, 2008; Rizman Herga idr., 2015), drugi ugotavljajo, da uporaba IKT nima pomembnega vpliva na kvaliteto in trajnost znanja (Ricoy in Couto, 2009).

Medtem ko so učitelji v preteklosti pretežno uporabljali posamezne učne aplikacije, se danes vse pogosteje uporabljajo učna okolja (Edwards idr., 2011). Mayer (2013) ob običajnih računalniških predstavitev izpostavlja pet naprednih učnih okolij. To so: (1) animirani pedagoški posredniki, (2) virtualna resničnost, (3) igre, simulacije in mikrosvetovi, (4) hipermediji in (5) e-tečaji.

1.2. Učenje in poučevanje kemije ter IKT

Za kemijo kot naravoslovno vedo je značilno zaznavanje pojavnega sveta snovi, pojavov in procesov na makroskopski ravni, za njihovo razlago in napovedovanje pa moramo uporabiti jezik submikroskopskega sveta. Kompleksnost poučevanja naravoslovnih pojmov se kaže predvsem v njihovi naravi kemijskih pojmov, ki jo je mogoče opisati na treh ravneh (Chittleborough, 2014). Pri učenju kemije je pomembno, da učenci razumejo in znajo povezovati pojme na vseh treh predstavnostnih ravneh (makroskopski, submikroskopski in simbolni) ter pri tem razvijajo kemijsko vizualno pismenost. Pri uporabi vizualizacijskih elementov (modeli, submikroskopske predstavitve, animacije) in sodobne IKT je pomembno sistematično povezovanje z eksperimentalnim delom (Učni načrt za kemijo, 2011).

Vizualizacija

Vizualizacija se v naravoslovnem izobraževanju uporablja v najširšem pomenu besede; od fizičnih modelov do različnih slikovnih, multimedijskih in interaktivnih animacij ter navidezne realnosti. Sodobni vizualizacijski pristopi, ki jih omogoča hiter razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije, postajajo pomembno orodje za prikaz abstraktnih naravoslovnih pojmov. Glavni vlogi vizualizacije v izobraževanju sta predstavitev naravoslovnih pojmov (zunanja ali eksterna vizualizacija) in konstrukcija mentalnega modela o tem pojmu v miselnih shemah učečega (notranja ali interna vizualizacija) (Gilbert, 2005; Eshach, 2006). Če se učencem zagotovijo učinkovite zunanje vizualne predstavitve pojmov in pojavov, lahko učenci konstruirajo mentalni model, in tako se izboljšajo učni rezultati (Barak in Dori, 2005; Kaberman in Dori, 2009).

Najkompleksnejše kombinacije različnih vizualizacijskih elementov lahko oblikujemo v multimedijskih enotah. Delo, kjer se prepletajo makro, submikro in simbolna komponenta obravnavanega pojma, naj bi povečalo prostorsko-vizualizacijske sposobnosti učencev, kar se odraža v boljših uspehih

učencev. Uporaba računalniških programov, ki omogočajo prikaz trojne narave naravoslovnih pojmov, izboljša razumevanje in olajša nastanek povezav med tremi ravnmi pojma (Wu idr., 2001; Stieff in Wilensky, 2003). Vizualizacija torej podpira spoznavni proces v usvajanju novih kemijskih pojmov.

Eden najpomembnejših vizualizacijskih elementov pri pouku kemije je zagotovo eksperiment. Tehnologija virtualne resničnosti predstavlja pomemben tehnološki napredek, ki ponuja nove oblike izobraževanja. Njen prvotni cilj je zagotovitev zelo realističnih simulacij kemijskih pojavov v popolnoma imerzivnem, interaktivnem in tridimenzionalnem virtualnem svetu. Eksperimenti so sestavni del kemije, zato naj uporaba vizualizacijskih elementov, ki jih omogoča IKT, zagotavlja dragoceno dopolnilno orodje pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin.

Vizualizacijski elementi

Svet delcev je za učence abstrakten in neviden, zato so za razlago kemijskih pojmov primerni različni vizualizacijski elementi. Te si lahko predstavljamo kot metafore, analogije, modele ali teoretične konstrukte, ki jih opišejo različni simboli in so namenjeni pojasnjevanju realnega sveta (Devetak in Glažar, 2007).

Analogije primerjajo strukturne lastnosti dveh področij, enega znanega in drugega neznanega, in podajajo podobnosti med njima. Analogija pripomore k boljši integraciji novega znanja v že obstoječ mentalni model in k boljšemu razumevanju neke naravoslovne vsebine (Devetak, 2012).

Model podaja oziroma prikazuje nek dejanski predmet, sistem, pojav ali proces tako, da čim bolj ustreza dejanskemu stanju objekta. Modeli morajo biti za učence enostavni, logični in uporabni, saj predstavljajo pomoč, orodje za razlago in učni pripomoček, če jih učenci razumejo in si jih tudi zapomnijo (Devetak, 2012). Vizualizacijski elementi, kot so modeli atomov, molekul, kristalov, imajo ključno vlogo pri predstavitvi submikroskopskega sveta in pomagajo pri premoščanju težav pri povezovanju treh ravnih predstavitev. Z računalniško generiranimi modeli lahko vizualiziramo tudi zahtevno zgradbo makromolekul in kristalnih mrež. Poleg statičnega prikazovanja struktur molekul je možno simulirati tudi molekulska dinamika (Vrtačnik idr., 2005). Raziskave uporabe modelov so pokazale, da učenci kažejo kvalitetnejše kemijsko znanje, če rešujejo naloge, ki zahtevajo višje kognitivne ravni znanja in so sposobni kritičnega mišljenja. Uporaba fizičnih modelov omogoča nastanek obstojnejšega in kvalitetnejšega naravoslovnega znanja (Gabel in Sherwood, 1980). Uporaba računalniških modelov molekul izboljša učenčeve vizualizacijske sposobnosti in omogoča razumevanje pojmov (Monaghan in Clement, 2000). Z uporabo 3D-fizičnih modelov se poveča vizualizacijska moč in učinkovitost poučevanja kemije. Naloge bolje

rešujejo tisti učenci, ki so uporabljali kombinacijo 3D-modelov in 3D-računalniško simulacijo modelov, kot učenci, ki so uporabljali samo 2D- ali 3D-modele (Devetak, 2012). Da je uporaba 3D-simulacij v kemijskem izobraževanju koristna, je dokazala vrsta raziskav (Barnea in Dori, 1999; Dori in Barak, 2001; Wu idr., 2001; Urhahne idr., 2009).

Submikropredstavitve lahko definiramo kot analoge modela nekega elementa ali spojine (Harrison in Treagust, 1998 v Devetak, 2012) oziroma kar analogije delcev (Thiele in Treagust, 1994; Gabel, 1998 v Devetak, 2012). Submikropredstavitve so modeli, ki pomagajo posamezniku pri oblikovanju mentalne predstave o zgradbi snovi in so pomembna komponenta procesa učenja na vseh ravneh kemijskega izobraževanja. Poznamo 2D- in 3D-stacionarne ter 2D- in 3D-dinamične submikropredstavitve. Submikropredstavitve so lahko enostavne in enodelčne, kjer delec predstavlja le en vizualizacijski element – običajno krogec, ali pa so sestavljene in večdelčne, kjer je prikazana struktura molekule. Statično sliko lahko z računalniškimi programi animiramo in oblikujemo v dinamično animacijo, ki v končni fazi lahko postane interaktivna (Devetak, 2012). Submikropredstavitve vodijo učence pri vizualnem spoznavanju kemijskih pojavov. Rezultati raziskav intergracije treh ravnih kemijskih pojmov, ki so bile podane z 2D-submikroprezentacijami, kažejo boljše razumevanje narave snovi (Bunce in Gabel, 2002; Tien idr., 2007; Kelly in Jones, 2008; Rizman Herga in Dinevski, 2012).

V zadnjem času se razvija programska oprema navidezne resničnosti, ki k navadni sliki, shemi ali animaciji v 3D na računalniškem ekranu učencu omogoči, da »vstopi« v svet delcev. Učenje s pomočjo simulacij velja za pomembno učno strategijo, saj se prilagaja današnjim učencem, ki so odraščali v digitalnem svetu in so vajeni vizualnega učenja (Xie in Pallant, 2011). Uporaba multimedijske programske opreme in računalniških animacij, ki prikazujejo kemijske spremembe na nivoju delcev, olajša razumevanje opazovanih kemijskih sprememb na makroskopski ravni (Ardac in Akaygun, 2005, 2006; Tasker in Dalton, 2006; Dori in Belcher, 2005). Primernejši so tisti računalniški programi, ki omogočajo submikroanimacijo interakcij. To so potrdile številne raziskave, ki kažejo v prid animacijam submikroskopskega sveta delcev v primerjavi s statičnimi submikropredstavitvami (Williamson in Abraham, 1995; Russell idr., 1997; Sanger idr., 2000; Yang idr., 2003). Vse omenjene raziskave kažejo na pozitivne vplive računalniških animacij na razumevanje kemijskih pojmov na vseh treh ravneh.

2. Metodologija

Namen raziskave je bil osvetliti obstoječo šolsko prakso slovenskih učiteljev naravoslovja in kemije, pri

čemer smo se osredotočili na uporabo vizualizacijskih elementov, ki jih omogoča IKT pri poučevanju kemijskih vsebin.

Raziskovalna vprašanja

S pomočjo anketnega vprašalnika smo želeli odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kateri vizualizacijski elementi, ki jih omogoča IKT, so uporabljeni pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin?
2. Kako pogosto se posamezni vizualizacijski elementi uporabljajo pri učenju in poučevanju kemije?
3. Ali je uporaba vizualizacijskih elementov, ki jih omogoča sodobna IKT, odvisna od delovne dobe učitelja?
4. Kako pogosto se za vizualizacijo submikroskopskega sveta uporablja statična vizualizacija?
5. Kako pogosto se za vizualizacijo submikroskopskega sveta uporablja dinamična vizualizacija?

Raziskovalna metoda

Raziskava temelji na deskriptivni in kavzalno neeksperimentalni metodi empiričnega pedagoškega raziskovanja.

Raziskovalni vzorec

Raziskava temelji na neslučajnostnem priložnostnem vzorcu 48 učiteljev iz različnih koncev Slovenije. Zajeti neslučajnostni vzorec predstavlja na nivoju rabe inferenčne statistike enostavni neslučajnostni vzorec iz hipotetične populacije. Tabela 1 prikazuje značilnost anketiranih učiteljev glede na njihovo delovno dobo. V raziskavi obstajajo omejitve, ki so vezane na vzorec, ki temelji na učiteljih v osnovnih šolah, ki poučujejo kemijske vsebine (učitelji naravoslovja ali kemije), zato je vzorec relativno majhen.

Tabela 1. Število (f) in strukturni odstotki (f%) anketiranih učiteljev glede na dolžino delovne dobe.

Delovna doba	f	f %
Do 10 let	21	43,8
Od 11 do 20 let	13	27,1
Od 21 do 30 let	10	20,8
Nad 31 let	4	8,3
Skupaj	48	100

Postopki zbiranja podatkov

Anketirali smo osnovnošolske učitelje, ki so v šolskem letu 2012/2013 poučevali kemijske vsebine. Podatke smo zbirali z anketiranjem učiteljev s pomočjo spletnega anketnega vprašalnika Povezavo do spletnega anketnega vprašalnika (<https://www.1ka.si/a/25361>) smo poslali učiteljem naravoslovja in kemije v e-sporočilu. Prav tako smo v e-sporočilu predstavili vse podrobnosti o namenu raziskave. Anketo smo izdelali s pomočjo brezplačnega orodja IKA za spletno anketiranje oziroma izdelovanje anket. Podatke smo zbirali od konca maja 2013 do avgusta 2013.

Vsebinsko-metodološke značilnosti anketiranja

Anketni vprašalnik je sestavljen iz vprašanj zaprtega in odprtega tipa in vsebuje štiri vsebinske sklope. Prevladujejo zaprta vprašanja s stopnjevalnimi in z verbalnimi odgovori.

Uvodni sklop vprašanj vsebuje podatke o raziskovalnem vzorcu (spol, izobrazba, delovna doba, strokovni naziv, šolsko okolje in način zaposlitve).

Drugi sklop vprašanj je vezan na eksperimentalno delo pri poučevanju kemijskih vsebin (vprašanja od 1 do 7).

Tretji sklop vprašanj je vezan na vizualizacijo pri pouku naravoslovja oziroma kemije (vprašanja 8, 9 in 10).

Četrti sklop vprašanj je vezan na uporabo virtualnega laboratorija pri poučevanju kemijskih vsebin (vprašanja od 11 do 17). Za namen pričujoče raziskave smo uporabili uvodna vprašanja in vprašanja tretjega in četrtega sklopa (vprašanja od 8 do 17).

Anketni vprašalnik za učitelje je bil sestavljen po splošnih merilih sestavljanja anketnih vprašalnikov. Racionalna validacija vprašalnika temelji na presoji strokovnjakov za njegovo vsebinsko in formalno plat. Pri sestavljanju anketnega vprašalnika je bila zanesljivost zagotovljena z natančno izraženimi navodili ter enopomenskimi in dovolj specifičnimi vprašanji. Zanesljivost je preverjena tudi s primerjanjem odgovorov na vsebinsko sorodna vprašanja. Objektivnost je bila v fazi anketiranja zagotovljena z uporabo vprašanj zaprtega tipa. Odgovori na tri vprašanja odprtega tipa so bili kategorizirani objektivno, brez subjektivne presoje. Zanesljivost anketnega vprašalnika smo zagotovili z natančno izraženimi navodili. Preverili smo ga s Cronbachovim koeficientom zanesljivosti, ki je pokazal, da je inštrument z vidika zanesljivosti ustrezen ($\alpha = 0,707$).

Postopki obdelave podatkov

Podatke smo statistično obdelali v skladu z nameni in predvidevanji raziskave s pomočjo statističnega programskega paketa SPSS 17.0 za Windows. Pri obdelavi podatkov smo uporabili frekvenčno distribucijo (f , $f\%$) neštevilskih spremenljivk (delovna doba učitelja) in χ^2 -preizkus za analizo frekvenc neštevilskih spremenljivk. V primeru nizkih frekvenc (več kot 20 % teoretičnih frekvenc manj kot 5) je uporabljen alternativni χ^2 -preizkus (Likelihood Ratio).

3. Rezultati

Informacijsko-komunikacijska tehnologija, multimedija in elementi interaktivnosti v virtualnih simulacijah prinašajo nove zmožnosti in kapacitete za učenje; učencu in učitelju odpirajo nov izobraževalni svet ustvarjalnosti ter tako vplivajo na preoblikovanje izobraževanja. Za povezavo med tremi predstavnostnimi ravni je ključna uporaba vizualizacijskih elementov, na primer kemijskih modelov (od krogljčnih do računalniško generiranih, ki jih je mogoče prikazati dinamično v 2D- ali 3D-okolju), animacij, interaktivnih enot v kombinaciji z videoposnetki in s simbolnimi zapisi.

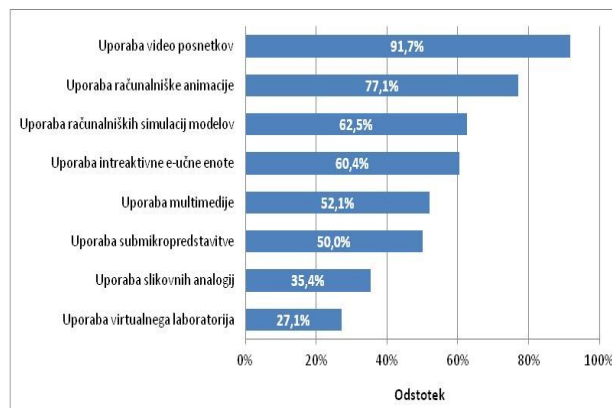
Vizualizacijski elementi, ki jih uporabljajo slovenski učitelji pri poučevanju in učenju kemijskih vsebin so: (a) uporaba videoposnetkov, (b) uporaba računalniške animacije, (c) uporaba računalniških simulacij modelov, (č) uporaba interaktivnih e-učnih enot, (d) uporaba multimedije, (e) uporaba virtualnega laboratorija, (f) uporaba slikovnih analogij in (g) uporaba submikropredstavitev.

Tabela 2. Število (f) in strukturni odstotki ($f\%$) anketiranih učiteljev po vključenosti vizualizacijskih elementov.

Vizualizacijski elementi	f	$f\%$
Računalniške animacije	37	77,1
Računalniške simulacije modelov	30	62,5
Video posnetki	44	91,7
Interaktivne e-učne enote	29	60,4
Multimedija	25	52,1
Virtualni laboratorij	13	27,1
Slikovne analogije	17	35,4
Submikropredstavitev	24	50,0

V spodnjem grafu (graf 1) je grafično prikazano kako pogosto so določeni vizualizacijski elementi uporabljeni med osnovnošolskimi anketiranimi učitelji, ki učijo in poučujejo kemijske vsebine.

Graf 1. Uporabljeni vizualizacijski elementi, ki jih omogoča IKT pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin.



Iz grafa lahko razberemo, da učitelji pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin IKT največ uporabljajo za prikazovanje video posnetkov (91,7 %). Le dobra četrtina (27,1 %) anketiranih učiteljev za razlago kemijskega pojma in vizualizacijo uporablja virtualni laboratorij. V velikem deležu se uporabljajo računalniške animacije (77,1 %), simulacije modelov (62,5 %) in interaktivne e-učne enote (60,4 %).

Ali je uporaba določenih vizualizacijskih elementov pri pouku odvisna od delovne dobe učitelja, je prikazano v tabeli 3.

Tabela 3. Vključeni vizualizacijski elementi pri pouku glede na delovno dobo anketiranega učitelja.

VIZUALIZACIJSKI ELEMENTI	ODGOVOR		DELOVNA DOBA				χ^2	P
			Do 10 let	Od 11 do 20 let	Od 21 do 30 let	Nad 31 let		
Uporaba slikovnih analogij	Izbral	f	12	2	2	1	8,048	0,045
		f%	57,1	15,4	20,0	25,0		
	Ni izbral	f	9	11	8	3		
		f%	42,9	84,6	80,0	75,0		
Uporaba virtualnega laboratorija	Izbral	f	8	5	0	0	10,839	0,028
		f%	38,1	38,5	0	0		
	Ni izbral	f	13	8	9	4		
		f%	61,9	61,5	100,0	100,0		
Uporaba računalniških simulacij modelov	Izbral	f	15	8	5	2	1,651	0,648
		f%	71,4	61,5	50,0	50,0		
	Ni izbral	f	6	5	5	2		
		f%	28,6	38,5	50,0	50,0		
Uporaba submikro-predstavitev	Izbral	f	8	9	6	1	4,625	0,201
		f%	38,1	69,2	60,0	25,0		
	Ni izbral	f	13	4	4	3		
		f%	61,9	30,8	40,0	75,0		
Uporaba računalniške animacije	Izbral	f	17	10	7	3	0,462	0,927
		f%	81,0	76,9	70,0	75,0		
	Ni izbral	f	4	3	3	1		
		f%	19,0	23,1	30,0	25,0		
Uporaba multimedije	Izbral	f	14	8	3	0	10,185	0,017
		f%	66,7	61,5	30,0	0,0		
	Ni izbral	f	7	5	7	4		
		f%	33,3	38,5	70,0	100,0		
Uporaba video posnetka	Izbral	f	19	12	9	4	0,775	0,855
		f%	90,5	92,3	90,0	100,0		
	Ni izbral	f	2	1	1	0		
		f%	9,5	7,7	10,0	0		
Uporaba interaktivne e-učne enote	Izbral	f	11	9	5	4	5,468	0,141
		f%	52,4	69,2	50,0	100,0		
	Ni izbral	f	10	4	5	0		
		f%	47,6	30,8	50,0	0,0		

Vrednosti χ^2 -preizkusa kažejo, da obstajajo statistično značilne razlike v vrsti vključenih vizualizacijskih elementov glede na delovno dobo učitelja. Te je zaznati pri uporabi slikovnih analogij ($P = 0,045$), ki jih uporabljajo predvsem mlajši učitelji. Prav tako je statistično značilna razlika ($P = 0,017$) pri uporabi multimedije glede na delovno dobo učitelja. Največ mladih učiteljev (66,7 %) uporablja multimedijo, medtem ko učitelji nad 31 let delovne dobe multimedije ne uporabljajo. Tudi pri uporabi virtualnega laboratorija obstaja statistično značilna razlika ($P = 0,028$), ki ga uporabljajo učitelji do 20 let delovne dobe, starejši učitelji pa ga ne uporabljajo. Pričakovali bi lahko, da starejši učitelji ne uporabljajo interaktivnih e-učnih enot, a tako kot pri preostalih vizualizacijskih elementih (uporaba video posnetkov, računalniških animacij, simulacij modelov, submikropredstavitve) ni statistično značilnih razlik.

3.1. Statična in dinamična vizualizacija submikroskopskega sveta

Za boljše razumevanje kemijskih pojavov je potrebno razložiti opazovan pojav na vseh treh ravneh naravoslovnih pojmov. Tabela 4 podaja v kolikšni meri učitelji pri razlagi vključujejo statično vizualizacijo za razlago submikroskopskega sveta.

Tabela 4. Število (f) in strukturni odstotki (f%) anketiranih učiteljev po vključenosti statične vizualizacije za razlago submikroskopskega sveta.

Ocena pogostosti vključevanja statične vizualizacije	f	f %
Nikoli	2	4,2
Redko	26	54,2
Pogosto	18	37,5
Vedno	2	4,2
Skupaj	48	100

Iz preglednice je razvidno, da več kot polovica učiteljev (54,2 %) pri obravnavanju učne snovi le redko uporablja submikropredstavitev v obliki statične 2D- ali 3D-slike. 37,5 % anketiranih učiteljev pogosto uporablja statične submikropredstavitev, le 4,2 % učiteljev pa pri razlagi submikroskopskega sveta vedno uporablja submikropredstavitev. Enak delež učiteljev (4,2 %) submikropredstavitve ne vključuje v svoje poučevanje.

V tabeli 5 je podano v kolikšni meri anketirani učitelji za razlago submikroskopskega sveta vključujejo v pouk dinamične vizualizacije.

Tabela 5. Število (f) in strukturni odstotki (f%) anketiranih učiteljev po vključenosti dinamične vizualizacije za razlago submikroskopskega sveta.

Ocena pogostosti vključevanja dinamične vizualizacije	f	f %
Nikoli	6	12,5
Redko	14	29,2
Pogosto	27	56,3
Vedno	1	2,1
Skupaj	48	100

Rezultati kažejo, da v primerjavi s statično vizualizacijo več kot polovica učiteljev (56,3 %) pogosto vključuje dinamično vizualizacijo. Le en anketirani učitelj vedno uporablja animacije in simulacije. 29,2 % anketiranih učiteljev redko uporabljata dinamično vizualizacijo, 12,5 % učiteljev pa animacij in simulacij ne uporablja.

4. Diskusija

Pri vizualnih računalniških učilih je poudarjena videokomponenta. Z video posnetki lahko prikažemo eksperimente, ki jih iz najrazličnejših razlogov ne moremo izvesti. Tovrstno učilo, ki ga omogoča IKT pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin, uporablja 91,7 % anketiranih učiteljev v primeru, ko realno eksperimentiranje ni izvedljivo. Pri izbiranju video posnetkov je pomembno, da izbiramo eksperimente, kjer so spremembe dobro vizualno zaznavne, in da posnetki nimajo preveč dodanih elementov, ki bi meglili pozornost učencev (Vrtačnik idr., 2005). Lahko pa so video posnetki del multimedije, ki je sestavljena iz slik (ilustracije, fotografije, animacije), in besedila. Multimedijo kot vizualizacijski element pri kemiji uporablja dobra polovica učiteljev (52,1 %). Med njimi v uporabi multimedije obstaja statistično značilna razlika ($P = 0,017$), saj jo uporabljajo le (glede na delovno dobo) mlajši učitelji. Zanimiv je podatek, da v uporabi interaktivnih e-učnih enot med učitelji, glede na njihovo delovno dobo, ni statistično značilne razlike. Vzrok bi lahko iskali v dejstvu, da so interaktivne e-učne enote za poučevanje že pripravljene in ni potrebnega veliko informacijskega znanja za uporabo le-teh, kar olajša delo starejšim učiteljem. Rezultati raziskave so pokazali, da so med anketiranimi učitelji interaktivne e-učne enote bolj množično uporabljene (60,4 %) kot multimedija. Kljub temu da virtualni laboratoriji ne morejo v celoti nadomestiti dejanskega eksperimentiranja, pa nudijo številne prednosti kot dopolnilno izobraževalno orodje. Pri učenju in poučevanju kemijskih vsebin ga uporablja dobra

četrtnina slovenskih osnovnošolskih učiteljev (27,1 %). Uporaba virtualnega laboratorija, ki omogoča eksperimentalno delo kot aktivno metodo učenja, vizualizacijo abstraktnih pojmov in pojavov, dinamične submikropredstavitev in integracijo vseh treh ravni kemijskega pojma v celoto, pozitivno vpliva na znanje učencev (Rizman Herga, 2015). Raziskave, ki so se ukvarjale z učinkovitostjo virtualnega laboratorija starejših učečih generacij, so pokazale, da je virtualni laboratorij primerno orodje, ki omogoča in olajša e-izobraževanje (Rajendran idr., 2010), in da je virtualni laboratorij primerno orodje, s katerim se študentje kemije pripravljajo na realno praktično delo (Dalgarno idr., 2009; Georgio idr., 2008; Abdulwahed in Nagy, 2009; Rajendran idr., 2010; Domingues idr., 2010), saj njegova uporaba znatno pripomore k razumevanju realnega eksperimentiranja.

Večina raziskovalcev uporabe računalnika pri poučevanju naravoslovja je ugotovila boljše rezultate in boljši odnos učencev do naravoslovja, če so uporabljali računalniško podprt pouk (Dalgarno idr., 2009; Georgio idr., 2008; Abdulwahed in Nagy, 2009; Rajendran idr., 2010; Domingues idr., 2010). Glede na dimenzije so učila lahko dvo- ali tridimenzionalna, glede na didaktično funkcijo pa statična ali dinamična. Statična dvodimenzionalna vizualna računalniška učila služijo predvsem za spoznavanje oblik in njihovih sestavov. Submikropredstavitev vodijo učence pri vizualnem spoznavanju kemijskih pojavov. Polovica anketiranih učiteljev (50,0%) kot vizualizacijski element pri poučevanju kemijskih vsebin uporablja submikropredstavitev. Pri tem anketirani učitelji za vizualizacijo submikroskopskega sveta večkrat uporabljajo dinamično vizualizacijo kot statično vizualizacijo. Dinamična simulacija ali submikroanimacija interakcij nudi učencem vizualizacijo kompleksnih področij, kar lahko privede do bolj učinkovitega učenja (Ainsworth in Van Labeke, 2004; Gerjets idr., 2010). Dinamična vizualizacija omogoča učencem, da dinamično modelirajo predstavitev kemijskih pojmov in pojavov na submikroskopskem nivoju (Xie in Lee, 2012; Levy 2013).

5. Zaključek

Abstraktna narava kemijskih pojmov in pojavov je povezana s trojno naravo kemijskih pojmov (makroskopsko, submikroskopsko, simbolno), ki se uporablja pri opisu in razlagi kemijskih pojavov. Potrebno je oblikovati strategije, ki bi učencem omogočale integracijo vseh treh ravni kemijskega pojma v celoto. Za pravilno integracijo novih pojmov v dolgotrajni spomin potrebujejo učenci različne vizualizacijske elemente. Razvoj IKT omogoča računalniško podprto poučevanje, ki pozitivno vpliva na učenčevo razumevanje kemijskih pojmov.

Novi mediji in tehnologije spreminjajo učenje in poučevanje kemije tudi v slovenskem prostoru. Ne glede na omejitve pričujoče raziskave, ki so vezane predvsem na vzorec, pa pridobljena empirična spoznanja dopuščajo izpeljavo smernic za prakso učiteljev, ki poučujejo kemijske vsebine.

Anketirani učitelji naravoslovja in kemije pri učenju in poučevanju kemije uporabljajo različne vizualizacijske elemente, ki jih omogoča IKT. Glede na rezultate raziskave so med osnovnošolskimi učitelji za vizualizacijo kemijskih pojmov in pojavov najbolj množično uporabljeni video posnetki, animacije in simulacije modelov, najmanj pa virtualni laboratorij. Med uporabljenimi vizualizacijskimi elementi obstajajo statistično značilne razlike glede na delovno dobo učiteljev. Multimedijo, slikovne analogije in virtualni laboratorij za vizualizacijo uporabljajo predvsem (glede na delovno dobo) mlajši učitelji. Vizualizacijski elementi, ki jih omogoča sodobna IKT, imajo to prednost, da je z njimi možno makroskopske ugotovitve razložiti na submikroskopski ravni, kar vpliva na oblikovanje mentalnih modelov in s tem dokazano uspešnejše razumevanje kemijskih pojmov. Učinkovito učenje kemijskih pojavov omogoča dinamična submikroanimacija interakcij. Raziskava je pokazala, da je med anketiranimi učitelji dinamična vizualizacija uporabljena večkrat kot statična. Pomoč pri osmišljanju makroskopskih opažanj in submikroskopskih razlag je ena izmed pomembnejših nalog učitelja kemije. Programi in orodja, ki so na voljo na svetovnem spletu pa zahtevajo od učitelja različna znanja; predvsem mora znati uporabljati sodobno IKT, poiskati primerne vizualizacijske elemente ter poznati kriterije za vrednotenje kakovosti vizualizacijskih elementov. Ob tem pa ne smemo pozabiti, da je kemija eksperimentalna veda, da naj bodo vizualizacijski elementi le podpora za razumevanje eksperimentalnega dela. Ob izrednem napredku sodobne družbe in posledično hitrim spremembam, tudi na področju vzgoje in izobraževanja, je področje tovrstnih raziskav še toliko bolj pomembno.

Literatura

1. Abdulwahed, M.; Nagy, Z. Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education. *Journal*.
2. Ainsworth, S.; Van Labeke, N. Multiple forms of dynamic representation. *Learning and Instruction*. **2004**, 14(3), 241-255.
3. Ardac, D.; Akaygun, S. Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*. **2006**, 41(4), 317-337.

4. Balram, S.; Dragičević, S. Collaborative spaces for GIS-based multimedia cartography in blended environments. *Computer & Education*, **2008**, 50, 371-385.
5. Barak M.; Dori, Y. J. Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, **2005**, 89(1), 117-139.
6. Barnea, N.; Dori, Y. J. High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*. **1999**, 8, 257-271.
7. Bregar, L.; Zagmajster, M.; Radovan, M. *Osnove e-izobraževanja*. Andragoški center Slovenije: Ljubljana, Slovenija 2008; pp. 20-31.
8. Bruce, B.C.; Reynolds, A. Tehnology in Docklands education: using scenarios as guides for teaching and research, *Educational Studies*, **2009**, 35(5), 561 – 574.
9. Bunce, D. M.; Gabel, D. Differential Effects in the Achievement of Males and Females of Teaching the Particulate Nature of Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. **2002**, 39(10), 911-972.
10. Chandra, V.; Lloyd, M. The methodical nettle: ICT and student achievement. *British Journal of Educational Technology*, **2008**, 39(6), 1087-1098.
11. Chittleborough, G. The development of theoretical frameworks for understanding the learning of chemistry V I. Devetak, S. A. Glažar (Ur.): *Learning with Undarstanding in the chemistry classroom*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014; 25-40.
12. Dalgarno, B.; Bishop, G. A.; Adlong, W.; Bedgood, D. R. Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers&Education*. **2009**, 53 (3), 853-865.
13. Devetak, I. *Zagotavljanje kakovostnega znanja naravoslovja s pomočjo submikroreprezentacij*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2012.
14. Devetak, I., Glažar, S. A. Razumevanja kemijskih pojmov na submikroskopski ravni in sposobnost vizualizacije pri dijakih, starih 16 let. V Devetak, I. (Ur.): *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2007; 9-36.
15. Domingues, L.; Rocha, I.; Dourado, F.; Alves, M.; Ferreira, E. C. Virtual laboratories in (bio)chemical engineering education. *Education for chemical engineers*. **2010**, 5(2), 22-27.
16. Dori, Y. J.; Barak, M. Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology & Society*. **2001**, 4, 61-74.
17. Dori, Y. J.; Belcher, J. W. How does technology-enabled active learning affect students' understanding of scientific concepts? *Journal of the Learning Sciences*. **2005**, 14(2), 243-279.
18. Edwards, R.; Tracy, F.; Jorda, K. Mobilities, moorings and boundary marking in developing semantic technologies in educational practise. *Research in Learning Technology*, **2011**, 19(3), 219 -232.
19. Eshach, H. *Science literacy in primary schools and pre-schools*. Dordrecht: Springer, Netherlands, 2006.
20. Gabel, D.; Sherwood, R. D. Effect of Using Analogies on Chemistry Achievement According to Piagetian Level. *Science Education*. **1980**, 64(5), 709-716.
21. Georgiou, J.; Dimitropoulos, K.; Manitsaris A. A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Social Sciences*. **2008**, 2 (1), 34-41.
22. Gilbert, J. K. *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer, Netherlands, 2005.
23. Heilesen, S. B.; Josephsen, J. E-learning: Between augmentation and disruption? *Computers & Education*, **2008**, 50(2), 525-534.
24. Kaberman, Z.; Dori, Y. J. (2009): Question posing, inquiry, and modeling skills of high school chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*. **2009**, 7(3). 597-625.
25. Kelly, R. M.; Jones, L. L. Investigating Students' Ability to Transfer Ideas Learned from Molecular Animations of the Dissolution Process. *Journal of Chemical Education*. **2008**, 85(2), 303-309.
26. Kubiátko, M.; Vlckova, K. Knowledge for Czech students: A secondary analysis of PISA 2006. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **2010**, 8(3), 523-543.
27. Mayer, R. E. Učenje s tehnologijo In *O naravi učenja*. Zavod RS za šolstvo: Ljubljana, Slovenija, 2013; 163-179.
28. Ministrstvo za šolstvo in šport. Učni načrt. Program osnovna šola. Kemija.2011. www.mizs.gov.si/

- fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/.../UN_kemija.pdf (pridobljen, 9. oktober, 2015)
29. Monaghan, J. M.; Clement, J. Algorithms, visualization and mental models: high school students' interaction with a relative motion simulation. *Journal of Science Education and Technology*. **2000**, 9(4), 311-325.
 30. Rajendran, L.; Veilumuthu, R.; Divya, J. A study on the effectiveness of virtual lab in E-learning. *International Journal on Computer Science and Engineering*. **2010**, 2 (6), 2173-2175.
 31. Ricoy, M. C.; Couto, M. J. V. S. The Information and Communication Technologies as resources in secondary education: a case study. *Revista Lusofona de Educacao*, **2009**, 14, 145-161.
 32. Rizman Herga, N.; Dinevski, D. Virtual laboratory in chemistry - experimental study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge of subject's chemical content. *Organizacija*. **2012**, 45(3), 108-116.
 33. Rizman Herga, N. Kakovostno znanje naravoslovja s pomočjo virtualnega laboratorija v vlogi elementa vizualizacije. Pedagoška fakulteta: Maribor, Slovenija, 2015.
 34. Rizman Herga, N.; Glažar, S. A.; Dinevski, D. Dynamic visualization in the virtual laboratory enhances the fundamental understanding of chemical concepts. *Journal of Baltic Science Education*, **2015**, 14(3), 351-365.
 35. Russell, J. W.; Kozma, R. B.; Jones, T.; Wykoff, J.; Marx, N.; Davis, J. Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning of Chemical Concept. *Journal of Chemical Education*. **1997**, 74(3), 330-334.
 36. Sanger, M. J. Using Particulate Drawings to Determine and improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. *Journal of Chemical Education*. **2000**, 77(6), 762-766.
 37. Špernjak, A.; Šorgo, A. Primerjava priljubljenosti treh različnih načinov izvedbe bioloških laboratorijskih vaj med osnovnošolci. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, **2009**, 24(3/4), 68-86.
 38. Stieff, M.; Wilensky, U. Connecting Chemistry – Incorporating Interactive simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*. **2003**, 12(3), 285-302.
 39. Tasker, R.; Dalton, R. Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*. **2006**, 7(2), 141-159.
 40. Tien, T. L.; Teichert, M. A.; Rickey, D. Effectiveness of a MORE Laboratory Module in Prompting Students To Revise Their Molecular-Level Ideas about Solutions. *Journal of Chemistry Education*. **2007**, 84(1), 175-180.
 41. Urhahne, D.; Nick, S.; Schanze, S. The Effect of Three-Dimensional Simulations on the Understanding of Chemical Structures and Their Properties. *Research in Science Education*. **2009**, 39, 495-513.
 42. Vrtačnik, M.; Glažar, S. A.; Ferko Savec, V.; Pahor, V.; Keuc, Z.; Sodja, V. Kako uspešneje poučevati in se učiti kemijo: monografija za učitelje kemije – mentorje. Partnerstvo fakultet in šol. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za anorgansko kemijo: Ljubljana, Slovenija, 2005; 7-67.
 43. Williamson, V. M.; Abraham, M. R. The Effects of Computer Animation on the particulate Mental Models of College Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*. **1995**, 32(5), 521-534.
 44. Wu, H. K.; Krajcik, J. S.; Soloway, E. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualisation Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. **2001**, 38(7), 821-842.
 45. Xie, Q.; Pallant, A. (2011): The molecular workbench software: an innovative dynamic modeling tool for nanoscience education. V Khine, M. S. (Ur.): *Models and modeling: cognitive tools for scientific enquiry*. New York: Springer. 2011; 121-132.
 46. Yang, E.; Andre, T.; Greenbowe, T. J. Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry. *International Journal of Science Education*. **2003**, 25(3), 329-349.