

Ali ima virtualno terensko delo v biologiji in ekologiji prihodnost?

Does Virtual Field Trip have a Future in Biology and Ecology?

Miro Puhek

Sinergise, laboratorij za geografske informacijske sisteme, d.o.o.
miro.puhek@sinergise.com

Matej Perše

Sinergise, laboratorij za geografske informacijske sisteme, d.o.o.
matej.perse@sinergise.com

Andrej Šorgo

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru
andrej.sorgo@uni-mb.si

Povzetek

Virtualno terensko delo predstavlja podporno okolje za spoznavanje učnih vsebin, ki je v prvi meri namenjeno predstavitvi obstoječih poti, kot pripomoček za pripravo na klasično terensko delo in ne nazadnje tudi kot samostojno okolje za reševanje nalog na računalnikih. V prispevku so predstavljene ključne komponente modela virtualne učne poti Sprehod po Mariborskem otoku, ki so se na testiranjih izkazale za pomembne. Z interaktivnostjo poti učence iz zdolgočassenih obiskovalcev spremenimo v raziskovalce, fleksibilnost pa omogoči nešteto možnosti sestave in uporabe. Z digitalizacijo novih, že obstoječih, učnih poti bi le-te postale dosegljive tudi širši javnosti, hkrati pa bi omogočale varno okolje za pripravo ali urjenje. Vprašanje torej ni, kateri način je boljši, temveč kako klasično in virtualno delo združiti, da bodo doseženi rezultati še učinkovitejši za doseganje znanja pri biologiji in ekologiji.

Ključne besede: virtualna naravoslovna učna pot, virtualno terensko delo

Abstract

The virtual field trip presents the new supporting environment for learning. Mainly it is used for the promotion of the already developed real field trips, for the work as a didactical tool before or after the real engage, and finally, for the substitution for the real field trips engaged in a safer and cheaper virtual environment. In this study the key features of the virtual field path The walk on Maribor Island are presented that have proven to be of greater importance. Interactivity of the exercises transforms students from bored visitors to the active researchers. The adaptability of the virtual field trip enables various options for the usage and development of personalized field paths. Finally, the digitalisation of the existing real field paths provides the promotion and makes them reachable for the general public as the tool for preparation before or the practice after the real field trip. The question in this case is not which method is better, but how to combine the real and virtual field trips to achieve optimal results in the knowledge gain in biology and ecology.

Keywords: virtual field trip, virtual nature trail

1 Uvod

Glavni namen terenskih del je narediti učenje živo, kar je nemogoče doseči samo z uporabo učbenikov (Cowden, DeMartin, Lutey, 2006). V zadnjem času postajajo vedno popularnejša virtualna terenska dela, ki učiteljem pomagajo pri pripravi, ponovitvi ali nadomestilu klasičnega terenskega dela. Praviloma je njihov namen povezati vrzel med učnimi problemi v učilnici z težavami iz resničnega sveta (Gredler, 2004). Mnenja glede uporabe virtualnega terenskega dela pri pouku so deljena tako med učitelji ter bodočimi učitelji kot učenci (Bonnell, Fletcher, Wingate, 2007; Puhek, Perše, Šorgo, 2011; Spicer in Stratford, 2001). Kljub deljenemu mnenju glede uporabnosti ter primernosti takšnega dela pa je število novo nastalih virtualnih terenskih gradiv v porastu (Klemm in Tuthill, 2003; Mikropoulos in Natsis, 2011).

Virtualno terensko delo je v naprej pripravljeno tematsko učno okolje, ki uporabnikom omogoča simuliranje dejanskih pojavov s pomočjo tehnologije (Foley, 2010). Obsega velik nabor različnih učnih pristopov in uporabljene tehnologije, najpogosteje pa je izdelano s pomočjo multimedijske spletne predstavitve, ki uporabnikom z zvokom, sliko in filmom približajo oddaljeno mesto (Klemm in Tuthill, 2003). Enostavnejše virtualne poti so sestavljene iz kopice spletnih povezav, medtem ko zahtevnejše tvorijo 3D okolje, kjer pri uporabnikih simulirajo občutek dejanskega nahajanja na drugi lokaciji (Klemm in Tuthill, 2003). Virtualne poti lahko vsebujejo tudi komunikacijo s strokovnjaki ali znanstveniki na realnem delovnem mestu, ki učencem skozi tehnologijo predstavi delovanje v resničnem okolju (Kaibel, Auwarter, Kravcik, 2006). Med strategijami uporabe virtualnih gradiv lahko podobno kot za klasično terensko delo ločimo od opazovanja na eni strani in aktivno udeležbo učencev na drugi strani (Puhek in Šorgo, 2011). V prvem primeru so aktivnejši učitelji, v drugem primeru pa se aktivnost prenese na učence, glavna vloga učiteljev pa postane vodenje in usmerjanje. Ustreznost posameznega učnega gradiva morajo izbrati učitelji, saj virtualna gradiva predstavljajo le pripomoček za doseganje ciljev (Puhek in Šorgo, 2011) in lahko ob pravilni uporabi učencem predstavijo učenje učinkovito in prijetno (Kirchen, 2011).

Virtualno terensko delo učiteljem omogoča premagovanje veliko ovir, hkrati pa ima tudi nekaj pomanjkljivosti. Glavne prednosti virtualnega terenskega dela so neodvisnost od lokacije izvajanja, varnost izvajanja in popoln nadzor nad dogajanjem (Kirchen, 2011). Učitelji se

izognejo veliki odgovornosti za učence na terenu, poleg tega pa delo ni odvisno od vremena, razpoložljivosti prevoza in ostalih organizacijskih izzivov. Z njimi lahko dosežemo širok krog obiskovalcev, uporaba takšnih gradiv pa je praviloma enostavna in poteka brez zapletov (Kirchen, 2011; Ramasundaram, Grunwald, Mangeot, Comerford, Bliss, 2005). Učitelji lahko brez zadržkov peljejo svoje učence na oddaljene kraje po celem svetu ali pa jih popeljejo celo v preteklost ali prihodnost (Cowden, et al., 2006). Virtualno okolje je fleksibilno in povsod dosegljivo (Sanchez, Cuevas, Fiore, Cannon-Bowers, 2005). V primerjavi s klasičnim terenskim delom v virtualnem okolju ne moremo vplivati na okolje, zaradi česar je primernejše za velike skupine udeležencev ali zaščitena območja. Z nekaj truda je uporabniku možno zagotoviti fleksibilnost, da lahko pri delu narekuje svoj tempo in se spoprijema z njegovim znanjem primernimi nalogami. S pomočjo tehnologije je mogoče prikazati zahtevnejše procese, ker lahko pripomore k boljšim učnim rezultatom (Puhek, Perše, Šorgo, 2012b). Stroški ureditve in vzdrževanja enostavnih gradiv so cenovno dostopni, prav tako pa se znižajo stroški dodatnega osebja (bodisi učiteljev spremljevalcev ali strokovnjakov za vodeni ogled).

Med najpogostejše zastopanimi stališči proti uporabi virtualnih gradiv je neživost spoznavanja narave. Sploh terensko delo bi za večino moralo potekati v naravnem okolju, kjer bi učenci z raziskovanjem odkrivali naravne procese in zakone (Cowden et al., 2006). Značilnosti narave bi morali prikazovati v živo in v dejanskem okolju (Carter, 2001). Delo na računalnikih je prav tako manj osebno, prav tako je pogosto težje izvesti delo v skupini. V praksi se pokaže tudi, da so učencem v današnjem času preveč mikavna družabna omrežja in zabavne strani, zato je zahtevnejše zagotoviti koncentracijo in posledično resno delo (Puhek, Perše, Šorgo, 2012a). Za zagotavljanje učinkovite simulacije naravnega okolja je pogosto potreben celoten razvojni kolektiv in dobra finančna podpora, saj v nasprotnem primeru uporabniki nimajo občutka o obisku oddaljenega kraja (Stanney, Mollaghasemi, Reeves, Breaux, Graeber, 2003), delo pa postane zgolj reševanje elektronskega delovnega zvezka. Ne nazadnje pa lahko vse prednosti virtualnega dela uživamo le ob predpostavki, da so šole opremljene s sodobno in delujočo računalniško opremo. Prav tako morajo učitelji obvladati uporabo virtualnega okolja, kar lahko povzroči težave predvsem pri starejših učiteljih (Patron, Ellis, Barrett, 2008).

V prispevku so predstavljene komponente nove digitalizirane učne poti *Sprehod po Mariborskem otoku*, ki je uporabnikom dosegljiva na brezplačnem spletnem atlasu Geopedia. Učna pot služi kot model poti, katere ključne komponente so interaktivnost, fleksibilnost in prilagojenost za izobraževalne namene. Glavni namen izdelave je bil uporabnikom (predvsem učiteljem in učencem osnovnih šol) ponuditi novo okolje, ki od učencev zahteva aktivno sodelovanje, hkrati pa omogoča povezavo nalog v drugem zaporedju.

2 Ozadje

V letu 2011 je bila razvita virtualna učna pot *Sprehod po Mariborskem otoku* (<http://e-ucenje.sinergise.com/>). Pri izdelavi poti je bila težnja usmerjena proti razvoju virtualnega okolja, ki bi uporabnikom (predvsem učencem in učiteljem osnovnih šol) omogočil nov – interaktiven način uporabe. Kot model je bila izbrana ideja trim steze, kjer učenci na posamezni točki rešijo tematsko nalogo in nadaljujejo delo na naslednji točki (Puhek et al., 2012a). Pot je bila testirana tako na terenu (klasična pot) kot računalnikih (virtualna pot), pri čemer se je izkazalo, da je lahko interaktiven tip poti zelo uspešen učni pripomoček in kot tak predstavlja potencial v izobraževanju (Puhek et al., 2012b). Na podlagi preizkušenega modela, je bila učna pot *Sprehod po Mariborskem otoku* vključena tudi v Geopedijo (sloja Učne poti in Učne poti -Točke ob poti), kjer je dosegljiva širši javnosti.

Tabela 1. Primerjava klasične in virtualne poti *Sprehod po Mariborskem otoku*.

	Klasična učna pot	Virtualna učna pot
potrebe za obisk	organizacija prevoza in spremstva, dogovor z oskrbnikom otoka (v času kopalne sezone), oprema točk z delovnim materialom	računalniška učilnica
trajanje obiska	90 min + čas transporta	90 min
izkušnja	doživetje narave	računalniško simuliranje pojavov
prilagojenost učencem	deloma omogočena (manj aktivna vloga v skupini, položnejši teren)	visoka (individualna prilagojenost nalog, velikost prikaza nalog)
omejitve	finančni stroški, vreme, čas in fizična kondicija	število računalnikov, internetno omrežje
povratna informacija	učitelj	računalnik (takojsnja) + učitelj
velikost skupine	optimalno do 18 učencev (6 skupin po 3 učence)	odvisno od št. računalnikov (običajno po 2 učenca na računalnik)
glavna vloga učitelja	priprava poti, zahtevnejše vodenje učencev, izogibanje nevarnim situacijam (reka, strupene rastline, ...), motiviranje učencev	vodenje učencev ob zapletih, motiviranje učencev
prednosti	osebno doživetje in občutenje	računalniško pojasnilo, takojšnja povratna informacija

3 Virtualne učne poti

Virtualne učne poti so v prvi meri namenjene razrešitvi in podpori logističnih ter organizacijskih ovir s katerimi se običajno pri klasičnem terenskem delu spopadajo učitelji (Klemm in Tuthill, 2003; Puhek et al., 2011). V izobraževanju bi naj obsegale praktično naravnane dejavnosti, simulacije naravnih pojavov, časovno neodvisno učno okolje, prostorsko neodvisno učno okolje za opazovanje ter eksperimentiranje in naloge s priloženimi navodili (Klemm in Tuthill, 2003; Ramasundaram et al., 2005). Na podlagi opisanih lastnosti in testiranj, se kot ključni pogoji za najenostavnejši ter nadaljnji razvoj virtualnih učnih poti lahko izpostavljajo digitalizacija že obstoječih poti, interaktivnost nalog, prilagojenost ciljni skupini in fleksibilnost uporabnikom željam.

3.1 Digitalizacija

V Sloveniji je po obstoječih podatkih več kot 160 učnih poti, ki bi jih bilo mogoče uporabiti v izobraževalne namene. Večina zabeleženih učnih poti (96) je pod okriljem Zavoda za gozdove Slovenije (Zavod za gozdove Slovenije, 2006). Večino ostalih najdenih poti zabeležimo na podstraneh Ministrstva za kmetijstvo in okolje (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, n.d.) ter Nature 2000 (Natura 2000, 2007).

Izmed digitaliziranih poti v Sloveniji po številu najbolj izstopa Geopedia, kjer je možno dostopati do približno 30 učnih poti. Poleg Geopedije obstaja še kopica nepovezanih oziroma

osebnih strani, ki so jih izdelale razne šole, muzeji, zanesenjaki, turistične organizacije itd. Potencial po digitalizaciji novih učnih poti in izdelavi skupne zbirke se poleg lažje dosegljivosti kaže tudi v tem, da je bila kot uspešna pokazana povezava med obema načinoma dela – klasičnim in računalniško podprtim oziroma virtualnim načinom (Puhek et al., 2012b). Prav tako bi upravljalci poti s pomočjo digitalizacije minimizirali stroške izdelave informativnih tabel in tiska gradiv za učne poti, v kolikor bi uporabniki učno pot obiskali ob podpori tehnologije (npr. pametnega telefona) in gradiv na spletu oziroma Geopediji.

3.2 Interaktivnost

Večina obstoječih učnih poti (klasičnih in virtualnih) je izdelana po sistemu vodenja. Kot takšne obiskovalcem ponujajo le bolj ali manj posrečene opise in so v izobraževanju manj uporabne. Prav tako je večina opisov predolgih, zato jih obiskovalci preskočijo in tako izpustijo informacije. Pokazano je bilo, da v izobraževanju model planinskih poti ne deluje, saj morajo učenci razen obiska zastavljenih točk ("check pointov") doseči še kaj drugega. V zadnjem času didaktiki posvečajo več pozornosti spodbujanju samostojnega dela učencev, za razliko od predhodnih vodenih sprehodov z ogledi (Dean in Kuhn, 2007). Če so naloge izdelane tudi motivacijsko in privlačno, obstaja večja verjetnost ponovnega obiska in širše uporabe tudi v prostem času.

Kot testni model se je učna pot Mariborski otok izkazala v tem, da za razliko od ostalih poti, obiskovalce tudi zaposli. Naloge so bile zastavljene tako, da so učenci po teoretičnem delu dobili tudi kratko nalogo, s pomočjo katere so spoznali nov delček otoka. V nadaljevanju bi lahko večji poudarek namenili zabavi v povezavi z izobraževanjem (ang. edutainment), ki bi k obisku takšnih poti dodatno pritegnil. Hkrati pa poleg interaktivnosti Geopedija že zdaj omogoča izdelavo brošure, ki uporabnikom služi kot vodič po digitalizirani učni poti.

3.3 Prilagojenost

V virtualnem okolju je prilagojenost ciljni skupini lažje doseči, saj uporabniki že v osnovi niso izpostavljeni oviram (npr. razgiban teren, nevarnost poškodb, alergije na cvetni prah). S prilagojenostjo omogočimo doseganje in razumevanje informacij, namenjenih posamezni ciljni skupini. Prilagojenost lahko pomeni tako zmožnost razumevanja vsebin (npr. za starostno skupino), aktivnost udeležbe, uporabe raziskovalnih pripomočkov itd. Prav tako je potrebno razlikovati namen obiska poti, saj so poti lahko v prvi meri namenjene spoznavanju nove snovi, utrjevanju že osvojene snovi, zabavi, športnim aktivnostim, kot tudi preživljanju prostega časa (npr. družinski izleti) (Lelas, 1985).

Naloge na učni poti *Sprehod po Mariborskem otoku* so bile izdelane za uporabo pri bioloških in ekoloških vsebinah v osnovnih šolah, predvsem za osmo- in devetošolce. Prav tako je tudi učna pot v naravi primerna za obisk mlajših učencev, saj teren ne zahteva posebne fizične pripravljenosti. Trenutno virtualna različica na Geopediji še ne omogoča izbire poti za posamezen namen, predmet ali ciljno skupino, bo pa slednje omogočeno z razvojem obsežnejše baze nalog in izdelave ustreznega vmesnika.

3.4 Fleksibilnost

Fleksibilnost učnih poti mora težiti k željam uporabnikom. Izdelava nabora nalog uporabnikom omogoča izdelavo svoje učne poti in nešteto kombinacij uporabe (princip Lego kock). Pri tem je pomembno zagotoviti čim večjo univerzalnost nalog in njihovo kratkost, da obisk posamezne točke na poti ne postane predolg in dolgočasen. Nabor nalog mora omogočati fleksibilno vključitev nalog v nove poti, da iz izdelave poti niso izključeni niti uporabniki s slabšim računalniškim znanjem.

Učno pot *Sprehod po Mariborskem otoku* tvori osem krajših nalog, ki se lahko rešujejo kot celota ali pa neodvisno po posameznih delih. Učitelji lahko brez posega v tematiko uporabijo samo posamezne naloge in tako določen del, ki za njih ni izrecno zanimiv, preskočijo. Vsekakor pa večja baza nalog pomeni tudi več možnosti uporabe.

4 Diskusija

Glavni namen virtualnih učnih poti je učiteljem in učencem ponuditi varno učno okolje, ki bo zanesljivo in vedno dosegljivo. V praksi se je pokazalo, da mora biti takšno okolje tudi cenovno ugodno (večinoma brezplačno), privlačno in predvsem vsebinsko skladno z učnim načrtom (Puhek et al., 2012a). Tako imajo učitelji za vključevanje v pouk na voljo že obstoječe učne poti ali pa jih morajo izdelati sami. Zaradi prezasedenosti z ostalim delom v povezavi s pomanjkanjem računalniškega znanja je samostojnih udejstvovanj z nekaj svetlimi izjemami malo (Puhek et al., 2011). Tako je pogostejša uporaba že izdelanih učnih okolij. Mandel (2008) navaja tri tipe že izdelanih virtualnih učnih poti, ki so po večini pripravljene po obstoječih učnih poteh muzejev, akvarijev, parkov, znamenitosti ali tudi javnih institucij itd. Takšne strani so komercialne strani, informativne strani in izobraževalne strani. Komercialne strani so namenjene predvsem predstavitvi učne poti, ustanove oziroma produkta, v želji po trženju le-tega. Primer take poti je npr. virtualni sprehod po ZOO Ljubljana. Z informativnimi stranmi želijo avtorji predvsem promovirati svoje delo oziroma prepričanje med uporabniki (npr. informiranje o pomembnosti območij v Natura 2000). Izobraževalne strani pa se po večini dosledneje nanašajo na vsaj dele vsebin iz učnih načrtov in so tako tudi najuporabnejše v izobraževanju. Pogosto nastanejo kot produkt raznih raziskovalnih nalog, projektov in krožkov na šolah in so zelo specifične. Prav zaradi slednjega pa jih je težje uporabiti v drugih kontekstih in izven obsega šole z oddaljenimi uporabniki (Mandel, 2008). Geopedia je tako že sedaj največja baza vseh treh predhodno zapisanih oblik poti (npr. komercialne strani – mestni promet LPP; informativne strani – eNarava, pespoti.si; Izobraževalne strani – Učne poti), vsebine pa se redno dodajajo in osvežujejo.

Pokazano je bilo, da je aktivno delo učencev uspešnejše od njihove pasivnosti, saj se lahko učenci preizkusijo v znanosti tudi v vlogi znanstvenikov in ne le opazovalcev (Dean in Kuhn, 2007; Michael, 2006). Problemsko zasnovano spletno gradivo je tako pripomoglo k višji kakovosti in hitrejšem osvajanju vsebin v primerjavi z gradivom, ki je temeljilo na internetni razlagi s kasnejšo diskusijo (Chang, 2001). Naloge na virtualni učni poti *Sprehod po Mariborskem otoku* so zato izdelane tako, da učence zaposlijo z uporabnimi nalogami iz resničnega sveta. Učenci po teoretičnem delu z razjasnitvijo ključnega namena vsebine rešijo kratko nalogo, katere rezultat oziroma dodatna pojasnila dobijo v trenutku. Po končanem delu nadaljujejo z novo točko in tako spoznajo celotno vsebino, ne da bi bili odvisni od hitrosti sošolcev. Učna pot bi z nadgradnjo s tutorskim sistemom pridobila še dodatne razsežnosti, saj bi lahko učitelj po koncu ure dobil rezultate vsakega posameznika in tako spremljal njegov napredek (Aberšek in Popov, 2004).

Z izdelavo učnih gradiv, ki so sestavljena iz manjših, v celoto povezanih, delov (princip Lego kock), pridobimo na njihovi fleksibilnosti in posledično na uporabnosti. Virtualna učna pot Mariborski otok se je v praksi pokazala kot dobro dopolnilo ali v nekaterih primerih kot nadomestilo za klasično terensko delo (Puhek et al., 2012b). Učitelji imajo trenutno na voljo osem tematsko ločenih nalog, ki skupaj tvorijo celoto. Možno jih je uporabiti posamično ali kot celoto v obstoječi učni poti. Glavna pomanjkljivost trenutne učne poti je omejen nabor nalog, kar pa je možno razrešiti s povečanjem baze.

Doseganje različnih priložnosti za uspeh je možno zagotoviti s prilagojenostjo vsebin različnim učnim stilom in metodam ter prilagojenostjo učencem, pri čemer je poudarek na spolu, kulturi, jeziku in morebitnim posebnim učnim potrebam (Klemm in Tuthill, 2003). V Sloveniji imajo učenci specifične težave z razpoložljivostjo gradiv, saj uporaba tujih gradiv (po večini angleških) v nižjih razredih vertikalno povzroča učencem težave z razumevanjem (Puhek et al., 2011; Šorgo, 2003). Poleg prilagojenosti učne poti za osvajanje ali ponavljanje biološko-ekoloških vsebin v osnovnih šolah, učenci na virtualni učni poti niso odvisni od

hitrosti sošolcev (npr. čakanje proste naloge na terenu). V primeru uporabe gradiva po ali pred obiskom klasične poti, pa lahko virtualna pot služi kot okolje za pripravo ali ponovitev snovi (Gredler, 2004; Klemm in Tuthill, 2003). Tutorski sistem bi lahko učencu ob prijavi hkrati ponudil njegovemu znanju primerno težavnostno stopnjo nalog (Aberšek in Popov, 2004). Pokazano je bilo, da imajo učenci sicer raje klasično terensko delo, vendar vidijo virtualno terensko delo kot koristen pripomoček za pripravo na učne vsebine ali kot orodje za ponavljanje po njih (Bonnell et al., 2007; Puhek et al., 2011; Spicer in Stratford, 2001). Za zagotavljanje učinkovite povezave med klasičnim in virtualnim terenskim delom, pa morata le-ti temeljiti na izdelanem načrtu dela s poudarkom na vsebini in učencih, aktivnostjo učencev ter vodstveno vlogo učitelja oziroma vodnika in fleksibilnostjo učnega okolja za doseganje vsebin s pomočjo različnih načinov dela (Klemm in Tuthill, 2003). Uspešnost povezave klasičnega terenskega dela z virtualnim delom se kaže še v dvigu motivacije učencev (Kirchen, 2011) kot tudi z ojačitvijo različnega obsega znanja (Puhek et al., 2012b; Simmons, Wu, Knight, Lopez, 2008).

5 Zaključek

Virtualno okolje se je pokazalo kot potencialen didaktičen pripomoček z veliko potenciala in sposobnostjo, da oživi prvovrstno izkušnjo iz učnega načrta. Namesto uporabe računalnika kot digitalnega učbenika, ima virtualno okolje sposobnost, da učencem omogoči dodatno razlago snovi, samostojno delo s sprotim usmerjanjem in privlačno interaktivno multimedijско okolje, ki je vedno na razpolago.

Virtualno delo je v prvi meri pokazalo potencial predvsem pri načrtovanju terenskega dela, v vsebinskem smislu pa se je pokazalo kot vsaj enako oziroma uspešnejše od klasičnega dela pri težje razumljivih procesih. Zato je možno brez zadržkov trditi, da ima virtualno terensko delo svetlo prihodnost, ki bo učencem pripomogla pri razumevanju vsebin, zavedanju narave in urjenju v testnem okolju, kjer napačne odločitve ne puščajo posledic v naravi ali na njih samih.

Zahvala

Delo sofinancira Evropski socialni sklad – pogodba P-MR-10/10. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013.

Viri

- Aberšek, B., Popov, V. (2004). Intelligent tutoring system for training in design and manufacturing. *Advances in Engineering Software*, 35(7), 461-471.
- Bonnell, W., Fletcher, K., Wingate, A. (2007). Integrating Geriatric Resources into the Classroom: A Virtual Tour Example. *Geriatric Nursing*, 28(5), 301-305.
- Carter, J. (2001). *A Sense of Place – an interpretive planning handbook*. Scottish Interpretation Network.
- Chang, C.Y. (2001). A problem-solving based computer assisted tutorial for the earth sciences. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 263-274.

- Cowden, P.A., DeMartin, J.D., Lutey, W.E. (2006). Stepping inside the classroom: A look into virtual field trips and the constructivist educator. *Journal for the Practical Application of Constructivist Theory in Education*, 1(1), 1-8.
- Dean, D., Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384-397.
- Foley, K. (2010). *The Big Pocket Guide to Using & Creating Virtual Field Trips* (5th ed.). Washington: Tramline.
- Gredler, M.E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 2, 571-581.
- Kaibel, A., Auwarter, A., Kravcik, M. (2006). Guided and interactive factory tours for schools. *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*, 4227, 198-212.
- Kirchen, D.J. (2011). Making and Taking Virtual Field Trips in Pre-K and the Primary Grades. *Young Children*, 66(6), 22-26.
- Klemm, E.B., Tuthill, G. (2003). Virtual Field Trips: Best Practices. *International Journal of Instructional Media*, 30, 177-193.
- Lelas, Z. (1985). *Nastavne ekskurzije u biologiji*. Zagreb: Školske novine.
- Mandel, S. (2008). Why Use Virtual Field Trips? Pridobljeno 8.6.2012 iz http://www.phschool.com/eteach/professional_development/virtual_field_trips/essay.html
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159-167.
- Mikropoulos, T.A., Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56, 769-780.
- Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Ogorelec, B. (n.d.). Za ljubitelje narave. Pridobljeno 8.6.2012 iz <http://www.za-ljubitelje-narave.mop.gov.si/>
- Natura 2000. Ogorelec, B. (2007). Biseri slovenske narave - učne poti. Pridobljeno 8.6.2012 iz <http://www.natura2000.gov.si/index.php?id=84>
- Patron, L., Ellis, R.A., Barrett, B.F.D. (2008). University professor approaches to case studies: virtual field trips. *Prospects*, 38, 527-539.
- Puhek, M., Perše, M., Šorgo, A. (2011). Students' Perceptions of Real and Virtual Field Work in Biology. *Problems of Education in the 21st Century*, 37, 98-108.
- Puhek, M., Perše, M., Šorgo, M. (2012a). Sprehod po Mariborskem otoku - virtualna učna pot za učence osnovnih šol. V zborniku *Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT -SIRikt* 2012, 1149-1154.
- Puhek, M., Perše, M., Šorgo, M. (2012b). Comparison between a Real Field Trip and a Virtual Field Trip in a Nature Preserve: Knowledge Gained in Biology and Ecology. *Journal of Baltic Science Education*, 11(2), 164-174.
- Puhek, M., Šorgo, A. (2011). *Strategije vključevanja virtualnih gradiv v terensko delo. Strategije poučevanja za razvoj naravoslovnih kompetenc*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, 14-18.
- Ramasundaram, V., Grunwald, S., Mangeot, A., Comerford, N.B., Bliss, C.M. (2005): Development of an environmental virtual field laboratory. *Computers & Education*, 45, 21-34.

- Sanchez, A.D., Cuevas, H.M., Fiore, S.M., Cannon-Bowers, J.A. (2005). Virtual field trips: synthetic experiences and learning. V zborniku Human factors and ergonomics society 49th annual meeting, 732-736.
- Simmons, M.E., Wu, X.B., Knight, S.L., Lopez, R.R. (2008). Assessing the Influence of Field- and GIS-based Inquiry on Student Attitude and Conceptual Knowledge in an Undergraduate Ecology Lab. *CBE—Life Sciences Education*, 7, 338-345.
- Šorgo, A. (2003). Searching for information on the internet – what if your students cannot speak English? *International Journal of Instructional Media*, 30(3), 315-319.
- Spicer, J.I., Stratford, J. (2001). Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 345-354.
- Stanney, K.M., Mollaghasemi, M., Reeves, L., Breaux, R., Graeber, D.A. (2003). Usability engineering of virtual environments (VEs): identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 447-481.
- Zavod za gozdove Slovenije (2006). Seznam gozdnih učnih poti v Sloveniji. Pridobljeno 8.6.2012 iz <http://www.zgs.gov.si/slo/delovna-podrocja/delo-z-javnostmi/gozdne-ucne-poti-zgs/>