

Samo Božič, Milenko Stiplovšek in Jaka Banko, Zavod RS za šolstvo

UPORABA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJ PRI POUKU FIZIKE

POGLEDI NA RABO TEHNOLOGIJE PRI POUKU V PRIHODNOSTI

Zaradi prehoda od industrijske družbe k družbi znanja se je učenje znašlo v središču pozornosti javnosti in politike. Vse bolj prihaja v ospredje to, kar nekateri imenujejo »kompetence 21. stoletja«: poglobljeno razumevanje, elastičnost in zmožnost vzpostavljanja kreativnih povezav, spekter t. i. »mehkih veščin«. Učenci naj bi razvijali sposobnosti samostojnega učenja, saj jih mora šolski sistem pripraviti za delovna mesta, ki še ne obstajajo, za rabo tehnologij, ki še niso na voljo, in za reševanje problemov, za katere še ne vemo, da se bodo pojavili. Količina in kakovost učenja tako postajata vse pomembnejši, spremlja pa ju skrb, da tradicionalni vzgojno-izobraževalni pristopi niso več zadostni. Hiter razvoj informacijskih in računalniških tehnologij in njihova vsenavzočnost, zlasti pa njihov pomen za mlade ljudi premikajo meje možnosti vzgojno-izobraževalnega dela (Dumont in Istance, 2013). Položaj, ko učenci in dijaki pri svojem delu v šoli ne smejo uporabljati mobilnih naprav, povezave v svetovni splet in drugih tehnologij (še posebej v fazi, ko se njihovo znanje ocenjuje), pri kasnejšem delu, s katerim bodo prispevali k razvoju družbe in k blagostanju vseh, pa bodo to večinoma morali uporabljati, je – milo rečeno – čuden. Seveda razumemo razloge, zakaj je v tem trenutku tako, vendar pa je treba premisliti, kako to nelogičnost v izobraževalnem sistemu odpraviti v najkrajšem možnem času.

Izobraževalni sistem je velik glede števila vpletenih ljudi in virov, potrebnih za njegovo delovanje. Za družbo je zelo pomemben in zaradi njegove kompleksnosti je včasih težko predvideti posledice pri posegih vanj. Ker so večje spremembe sistema lahko tvegane, morajo biti dobro premišljene, in če je le mogoče, postopne. Tako lahko morebitne neželene posledice pravočasno zaznamo in odpravimo vzroke zanje. Ena od logičnih strategij je poskusno vpepljevanje načrtovanih sprememb na manjšem delu sistema in ugotavljanje učinkov teh sprememb. S tem seveda pridobimo pri varnosti (če bo prišlo do težav ali neželenih učinkov, se bo to dogajalo le v delu sistema in ne v celoti), a tvegamo, da ne bomo dobili prave informacije o odzivu sistema takrat, ko bo sprememba vpeljana v ves sistem.

E-ŠOLSTVO, E-UČBENIKI, E-ŠOLSKA TORBA, E-LISTOVNIK, E-VSEBINE, E-STORITVE ...

Podobno je tudi z vpeljevanjem novosti v izobraževalni sistem, ki jih združujejo v naslovu poglavja našete besedne zveze. Predstavljajo prizadevanje, s katerim smo

poskušali in poskušamo smiselno uporabiti informacijske tehnologije pri pouku. Seveda je v obstoječih okvirih nemogoče hkrati preizkusiti vse možnosti uporabe, ampak le nekatere. Da bi se lahko z uporabo tehnologije pri pouku bolj približali dejanskim situacijam, ki bodo vsakodnevna realnost mlajših generacij kasneje pri delu, pa bodo gotovo potrebni določeni večji posegi v obstoječ izobraževalni sistem. Smiselno je preveriti, kaj lahko za izboljšanje pripravljenosti učencev in dijakov na njihovo življenje in delo po končanem šolanju naredimo že v obstoječih okvirih in kako. Hkrati lahko s tem deloma preverimo, kakšni načini uporabe tehnologije so v določenih primerih smiselni in učinkoviti, kdaj učinka ni ali pa je celo negativen, pa tudi kaj je, glede na trenutno dosegljivo tehnologijo, sploh možno.

RAČUNALNIŠKO PODPRTI POSKUSI IN MERITVE PRI POUKU FIZIKE

Fiziki se praviloma s tehnologijo, tudi informacijsko, z veseljem in hitro spoprijateljimo. Še najhitreje smo to storili z uporabo tehnologije pri merjenju. Merjenja, ki jih bodo naši učenci in dijaki opravljali pri svojem delu v prihodnosti, bodo praviloma podprta z ustrezno specializirano računalniško opremo. Zato je zelo pomembno, da vsaj nekaj meritev s podobno opremo naredijo že v času svojega šolanja in se tako seznanijo z načeli tovrstnih meritev. Dijaki v gimnazijah imajo to možnost od leta 2003 naprej, dosegljiva pa je že tudi v številnih osnovnih šolah.

Na področju računalniško podprtih poskusov in meritev pri pouku fizike, ki so bili največkrat demonstracijski, segajo začetki že v čas opremljanja srednjih šol ob vpeljavi splošne mature v gimnazije in tehniške šole leta 1994. Samostojno eksperimentalno delo več skupin dijakov hkrati z ustrezno računalniško podprto opremo pa sta omogočila šele prvo večje opremljanje gimnazij z vmesniki, senzorji in programsko opremo proizvajalca Vernier leta 2003 in sistematična dopolnitev zbirke leta 2011. Danes tehnologija že omogoča povezavo omenjene merilne opreme z napravami, ki jih ima večina dijakov v svojem žepu oziroma s katerimi so se nekatere šole opremile v večjem številu. Na teh mobilnih napravah je nato prejete podatke mogoče tudi obdelati.

V osnovni šoli sistematičnega opremljanja s tovrstno opremo še nismo izvedli. Razvoj in cenovna dostopnost senzorjev, ki jih lahko priključimo neposredno na osebni računalnik in nato izmerjene podatke zajamemo, obdelamo in prikažemo z ustrezno programsko opremo, pa sta pripomogla, da jih v vedno večji meri uporabljajo tudi učitelji in učenci v osnovnih šolah.

RAZVOJ E-VSEBIN, NAMENJENIH UPORABI PRI POUKU FIZIKE

Vzporedno z razvojem na področju merjenja je potekal razvoj tudi na področju priprave e-vsebin, ki so namenjene uporabi pri pouku fizike. V okviru projekta *Računalniško opismenjevanje* smo v našem šolskem prostoru že leta 1999 dobili zgoščenko z naslovom *Fizika – interaktivni repetitorij*. Po sedanjih kriterijih je to e-učbenik v podporo pouku fizike v srednjih šolah. Na njej so predstavljene vse vsebine, ki so bile obvezne v takrat veljavnem učnem načrtu, in še nekatere izbirne, tudi s pomočjo animacij in videoposnetkov eksperimentov. Vsebuje še 1850 nalog in generator za sestavo preizkusov znanja, v katerem lahko izbiramo naloge glede na temo, tip in težavnost. Največja težava pri uporabi tega orodja ob njegovem izidu je bila slaba opremljenost učilnic za fiziko v Sloveniji z računalniki. Če učitelj ni imel možnosti uporabe računalnika pri vsaki uri pouka, je bilo načrtovanje pouka z uporabo zgoščenske zapleteno, oddelki z neenakimi možnostmi uporabe računalnika pri pouku pa so se znašli v neenakopravnem položaju.

Danes se s tovrstnimi težavami tako rekoč ne srečujemo več. Učitelj lahko praviloma uporablja računalnik pri vsaki uri pouka. Na veliko šolah imamo celo razrede, v katerih imajo vsi učenci oziroma dijaki možnost pri pouku uporabiti svoje lastne naprave. Pojavile pa so se težave z združljivostjo starejših e-vsebin z novejšo strojno in programsko opremo, saj le-te največkrat niso vzdrževane in posodobljene, čeprav bi bila z vsebinskega vidika marsikatera e-vsebina še vedno uporabna pri pouku. To velja tudi za veliko e-vsebin, ki so nastajale v vmesnem času pod okriljem različnih projektov, kot so na primer prevod knjige *Fizika s fizleti – Interaktivne predstavitve in raziskave za uvod v fiziko* in zgoščenske iz leta 2006, *Videofonova egradiva* (<http://www.egradiva.si/>), *Napredne učne kocke* (<http://www.nauk.si/>) in *Fizikalna vadnica* (<http://www.fiz.e-va.si>). To je le nekaj najbolj znanih e-vsebin, ki so imele za cilj pokriti vse vsebine v takrat veljavnih učnih načrtih. Ko so se projekti končali, se je največkrat končalo tudi vzdrževanje in posodabljanje e-vsebin ter njihovo prilagajanje na nove operacijske sisteme. Kot primer lahko navedemo nedelovanje Fizikalne vadnice v času nastajanja tega članka.

S projektom *E-učbeniki s poudarkom naravoslovnih predmetov v osnovni šoli* smo skušali zajeti vse pozitivne izkušnje iz preteklosti pri uporabi e-vsebin in tako sta nastala učbenika za pouk fizike v osmem in devetem razredu osnovne šole. V skladu z zahtevami projekta je učbenika mogoče uporabljati na osebnih računalnikih in mobilnih napravah z različnimi operacijskimi sistemi, s povezavo v svetovni splet in tudi brez nje. Za učence sta učbenika brezplačna.

USPOSABLJANJA ZA UČITELJE FIZIKE

Hkrati z vsemi zgoraj opisanimi procesi, naj bo to nakup opreme ali nastanek novih e-vsebin, so bila načrtovana

in izvedena tudi mnoga izobraževanja in praktična usposabljanja za učitelje, ki jih je večinoma pripravil Zavod RS za šolstvo v sodelovanju s skupinami, ki so delovale pod njegovim okriljem. Med najpomembnejšimi skupinami sta bili:

- predmetna razvojna skupina za fiziko, ki je bila imenovana v okviru projekta *Posodobitev gimnazije* in kasneje projekta *Posodobitev kurikularnega procesa na osnovnih šolah in gimnazijah*, in
- področna skupina za fiziko, ki je bila oblikovana v projektu *E-šolstvo*.

Tako je npr. predmetno razvojna skupina za fiziko skupaj z mentorskimi in sodelujočimi učitelji izdala dva priročnika za učitelje fizike v gimnaziji in enega za učitelje fizike v osnovni šoli, v katerih je uporaba IKT pri pouku močno zastopana – ne le merjenje z računalniško podporo, ampak tudi primeri uporabe e-vsebin in e-storitev na svetovnem spletu. Vsakemu priročniku je priložena zgoščenska, ki ob prispevkih v priročniku vsebuje še datoteke s primeri rezultatov meritev in delovne liste za dijake oziroma učence v formatu zapisa, ki omogoča, da učitelji gradivo prilagodijo svojim potrebam pri pouku.

Področna skupina za fiziko, ki je delovala v okviru projekta *E-šolstvo*, je sodelovala pri razvoju standarda e-kompetentni učitelj. Njeni člani so aktivno sodelovali pri pripravi seminarjev in svetovanj za področje e-kompetentni učitelj fizike, pa so tudi znotraj interdisciplinarnih področij, kot sta bila npr. področje interaktivnih tabel in področje eNAMA.

Člani teh skupin so aktivno sodelovali na različnih nivojih izobraževanj in usposabljanj učiteljev fizike, kjer so širili in predajali svoja znanja, izkušnje in spoznanja ter primere dobre rabe. Razpon izobraževanj je segal od svetovanj, ki so bila namenjena nekaj učiteljem, do študijskih skupin, seminarjev in drugih delavnic za nekaj deset udeležencev in večjih konferenc, kot je npr. Mednarodna konferenca SIRikt, Multimedia in Physics Teaching and Learning ali pa Konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov, na katerih je vedno od 500 do 1000 udeležencev.

Vsa ta znanja in izkušnje smo prenesli tudi v projekta *Inovativna pedagogika 1 : 1 v luči kompetenc 21. stoletja* in *e-šolska torba*. V okviru slednjega potekata tudi dva pilotna projekta: *Uporaba in uvajanje e-vsebin in e-storitev ter Preizkušanje e-vsebin in e-storitev*. S temi projekti smo uporabo tehnologije pri pouku dvignili na višjo raven. Če je pred tem pri pouku tehnologijo bolj ali manj uporabljal učitelj, se je pozornost zdaj usmerila na učence in njihove naprave. Učenci so torej tisti, ki smiselno uporabljajo vsak svojo napravo in z njeno pomočjo dostopajo tudi do e-vsebin in e-storitev.

V začetni fazi omenjenih projektov smo pripravili, kasneje pa še dopolnjevali dodatne smernice in didaktične napotke ter možnosti za smiselno vključevanje IKT v pouk fizike. Za izhodišče smo pregledali učne načrte in kataloge znanj za fiziko (OŠ in SŠ) in iz njih najprej

izluščili smernice za uporabo IKT, ki so vezane strogo na pouk fizike, kot je npr. uporaba IKT pri merjenju. V nadaljevanju pa smo dodali še nekatere druge načine uporabe, ki so bolj splošne narave in bi jih lahko uporabili tudi pri pouku fizike, kot npr.:

- preverjanje in ocenjevanje znanja z uporabo elektronskih osebnih odzivnikov oziroma mobilnih naprav s primerno programsko opremo;
- uporaba spletne učilnice za sledenje opravljenemu delu, zbiranje gradiv učencev, preverjanje znanja, sodelovalno delo ipd.;
- uporaba e-listovnika pri npr. eksperimentalnem delu.

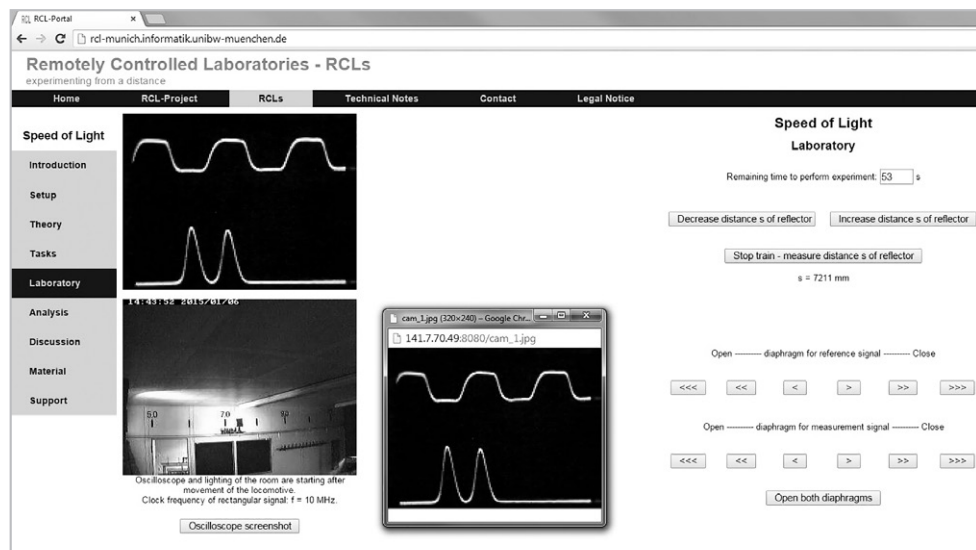
Pripravili smo pregled in klasifikacijo možnih dejavnosti učiteljev in učencev z osmišljeno uporabo IKT. V dokumentu je navedena tudi literatura, ki je lahko v pomoč učiteljem pri vstopu na to področje.

PRIMERI IZ USPOSABLJANJ ZA UČITELJE FIZIKE

Člani predmetne skupine za fiziko na Zavodu RS za šolstvo smo aktivno sodelovali pri spremljavi pouka znotraj

obeh pilotnih projektov v okviru projekta *e-Šolska torba*. Nekaj izsledkov spremljave smo združili s klasifikacijo možnih dejavnosti iz omenjenih smernic in na *Mednarodni konferenci SIRikt 2014* med drugim predstavili, kako pogosto so učitelji in učenci oziroma dijaki uporabljali e-učbenik, spletno učilnico, družbena omrežja, preverjali znanja z IKT ipd. (Božič, 2014). Tudi na drugih izobraževanjih smo se trudili s predstavljenimi primeri zaobjeti čim širši spekter možne uporabe tehnologije, pri čemer smo v zadnjem času največkrat skušali slediti načelom pedagogike 1 : 1 in iskati primere, pri katerih je izvedba dejavnosti neodvisna od tega, katero napravo uporablja pri pouku učenec oziroma dijak. Opišimo samo nekaj primerov:

Predstavili smo inovativno uporabo tehnologije pri pouku, ki omogoča dijakom eksperimentiranje na daljavo. Za primer smo izbrali merjenje hitrosti svetlobe. Največkrat na šolah nimamo opreme, s katero bi lahko izvedli eksperiment. V tem primeru dijaki uporabijo eksperimentalno opremo, ki je postavljena v oddaljenem laboratoriju, in jo krmilijo na daljavo. Fizikalna vsebina je konceptualno relativno preprosta, za izvedbo realnega eksperimenta in meritev pa potrebujemo le brskalnik ter programsko opremo ali aplikacijo za obdelavo slike.

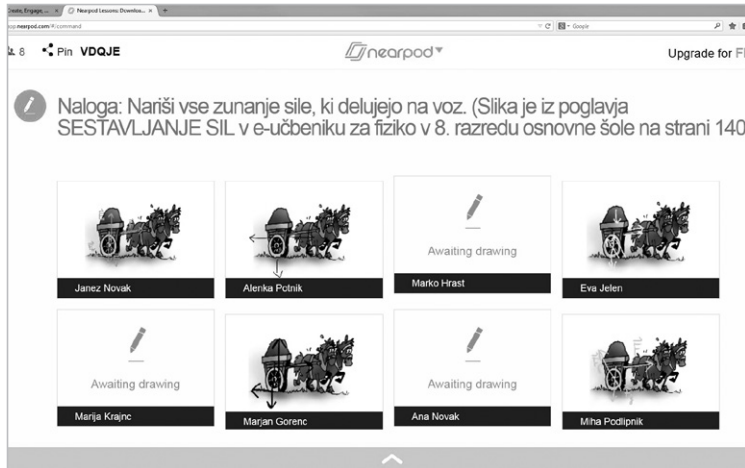


Slika 2: Uporabniški vmesnik za izvajanje eksperimenta na daljavo na spletni strani <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>

Pokazali smo možnost uporabe tabličnih računalnikov v kombinaciji s samostojnim eksperimentalnim delom učencev in uporabo e-učbenika. S pomočjo tabličnih računalnikov smo fotografirali lom svetlobe, nato prek aplikacije za merjenje kotov na fotografijah določili vpadni in lomni kot ter primerjali izmerjene vrednosti z rezultati simulacije v e-učbeniku. Z eksperimentalnim ugotavljanjem pravilnosti simulacije poleg uresničevanja ciljev in standardov, zapisanih v učnem načrtu za fiziko v osnovni šoli, pri učencih razvijamo še kritično mišljenje kot eno ključnih kompetenc, ki naj bi jih spodbujal pouk fizike.



Slika 3: Merjenje vpadnega in lomnega kota na fotografiji z aplikacijo na tabličnem računalniku



Slika 4: Primer pogleda učitelja v aplikaciji Nearpod, ko zbira odzive učencev pri risanju sil.

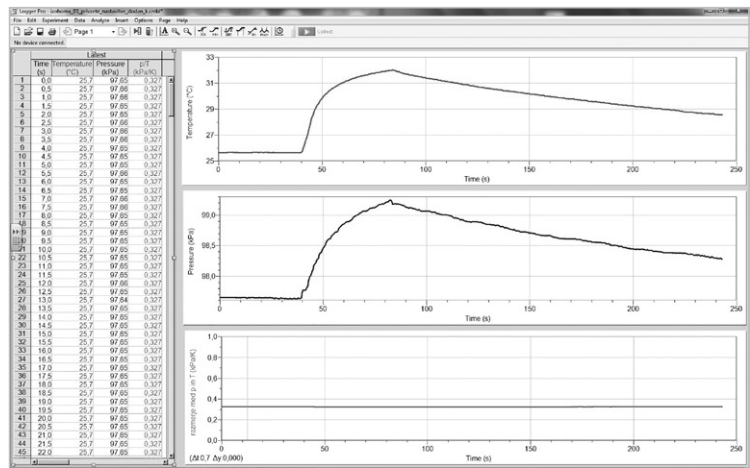


Slika 5: Primer pogleda učenca v aplikaciji Nearpod pri dejavnosti, ko mora na sliko narisati vse sile, ki delujejo na voz.

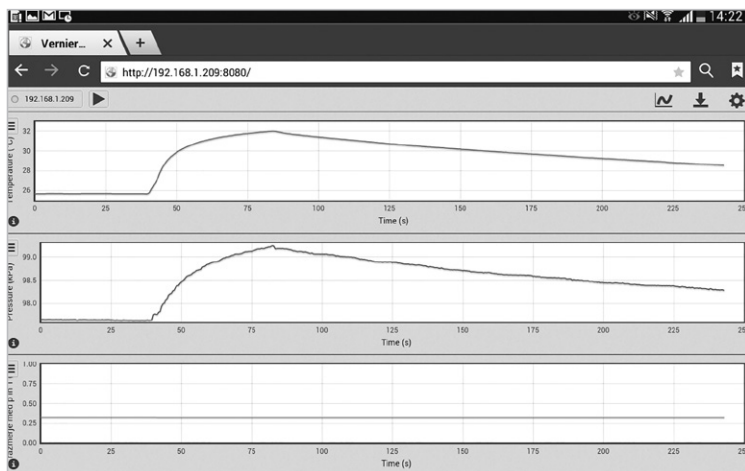
Primer uporabe e-učbenika v kombinaciji z aplikacijo Nearpod (www.nearpod.com) smo predstavili večkrat. Gre za eno izmed oblik elektronskega osebnega odzivnika. Poseben poudarek smo dali vlogi kakovostne povratne informacije. Skupaj z udeleženci smo izvedli nekaj dejavnosti, ki jih omogoča programska oprema, in z njimi raziskali dodatne možnosti za izboljšanje povratne informacije tako učencem kot učitelju.

Raziskali in predstavili smo možnosti, ki učitelju omogočajo, da izmerjene podatke, pridobljene pri demonstracijskem poskusu z eksperimentalno opremo Vernier, posreduje dijaku na mobilno napravo. Te podatke lahko vsak dijak na svoji napravi takoj tudi obdelava. Po navadi imajo šole na voljo od 4 do 8 delovnih mest za izvajanje meritev in obdelavo merskih rezultatov pri pouku, kar pomeni, da trenutna opremljenost na šolah omogoča izvajanje demonstracijskih poskusov in prikaz izmerjenih vrednosti, frontalni prikaz obdelave izmerjenih vrednosti in delo v skupinah. Če pa smo želeli, da vsak dijak sam obdelava

rezultate meritev, je bil do zdaj najpogostejši način pošiljanje merskih rezultatov dijaku (e-pošta, spletne učilnice itd.) in nato kasnejša samostojna individualna obdelava teh rezultatov doma s pomočjo računalnika.



Slika 6: Rezultati demonstracijske računalniško podprte meritve spreminjanja tlaka in temperature pri izohorni spremembi stanja plina, kot jih prikaže računalnik, na katerem dela učitelj



Time (s)	Temperature (°C)	Pressure (kPa)	razmedje med p in T (kPa/K)
1 0.0	25.7	97.55	0.327
2 0.5	25.7	97.56	0.327
3 1.0	25.7	97.56	0.327
4 1.5	25.7	97.55	0.327
5 2.0	25.7	97.55	0.327
6 2.5	25.7	97.56	0.327
7 3.0	25.7	97.56	0.327
8 3.5	25.7	97.56	0.327
9 4.0	25.7	97.55	0.327
10 4.5	25.7	97.55	0.327
11 5.0	25.7	97.55	0.327
12 5.5	25.7	97.56	0.327
13 6.0	25.7	97.55	0.327
14 6.5	25.7	97.55	0.327
15 7.0	25.7	97.56	0.327

Sliki 7 in 8: Rezultati demonstracijske računalniško podprte meritve spreminjanja tlaka in temperature pri izohorni spremembi stanja plina, kot jih prejmejo dijaki med izvajanjem meritev na svoje mobilne naprave.

SKLEP

V okviru e-projektov se je jasno pokazalo, da informacijska tehnologija spodbuja in omogoča premik od potreb po pomnjenju informacij k iskanju, vrednotenju in ustrezni uporabi informacij. V tem trenutku je sicer komunikacijska infrastruktura na večini šol še prešibka, da bi lahko vsi učenci oziroma dijaki hkrati individualno uporabljali internet pri pouku, a verjamemo, da bo to s časom postalo mogoče.

Težava pa so zahteve, ki jih pred učence, dijake, študente ter njihove učitelje in profesorje postavlja naš izobraževalni sistem. Če je pri preverjanjih in ocenjevanjih znanja še vedno več poudarka na obvladovanju vsebin kot na obvladovanju procesov in če se pri tem informacijske tehnologije ne sme uporabljati, potem je tudi intenzivna raba le-te pri pouku vprašljiva – morda celo zavajajoča. Kako na novo postaviti cilje izobraževanja za pripravo otrok in

mladine na življenje v 21. stoletju in kako nato vrednotiti stopnjo doseganja teh ciljev, je gotovo eden večjih izzivov današnjega časa na področju izobraževanja. Od uspešnosti odgovaranja na ta izziv je v veliki meri odvisna kakovost življenja ljudi v prihodnosti.

Jef Staes informacijsko poplavo poimenuje kritični element in jo postavi ob bok vodi, zraku, zemlji in ognju (Staes, 2009). Upajmo, da bodo informacije, znanje in izobrazba obravnavane kot javno dobro, do katerega imamo vsi pravico in smo zanj tudi vsi soodgovorni, in da jih razne združbe ne bodo uspele zaseči ter jih nato prodajati, kot si to želijo za vodo, zrak, energijo ipd. Samo dovolj veliko število izobraženih, civiliziranih, kritično razmišljujočih in povezanih ljudi lahko prepreči prevlado želje po kopičenju bogastva za zelo majhen del ljudi, ki si prizadeva imeti neomejen nadzor nad vsem, druge pa spravljati v takšno ali drugačno odvisnost ter s tem bogateti.

LITERATURA

- Božič, S. (2014). Spremljava pouka – Kako učenci/dijaki uporabljajo tablične računalnike? V: *SIRikt 2014, Zbornik povzetkov prispevkov*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.zrssi.si/pdf/Zbornik-SIRIKT2014.pdf> (6. 1. 2015).
- Božič, S. idr. (2013). *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi. Fizika*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.zrssi.si/digitalnknjiznica> (6. 1. 2015).
- Božič, S., Banko, J. (2013). *Dodatne smernice in didaktični napotki ter možnosti za smiselno vključevanje IKT v pouk fizike* (interno gradivo projekta).
- Cvahte, M. et al. (2010). *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Fizika – mehanika, toplota, nihanje*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.zrssi.si/digitalnknjiznica/> (6. 1. 2015).
- Dumont, H., Istance, D. (2013). Analiziranje in oblikovanje učnih okolij za 21. stoletje. V: Dumont, H. idr. (ur.), *O naravi učenja, uporaba raziskav za navdih prakse*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.zrssi.si/digitalnknjiznica/> (6. 1. 2015).
- Fizikalna vadnica*. Dostopno na: <http://www.fiz.e-va.si/> (trenutno nedostopno).
- Grubelnik, L. et al. (2014). *Fizika 8, e-učbenik za fiziko v 8. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://eucbeniki.sio.si/> (6. 1. 2015).
- Na daljavo vodeni laboratorij RCL*. Dostopno na: <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/> (6. 1. 2015).
- Napredne učne kocke NAUK*. Dostopno na: <http://www.nauk.si/> (6. 1. 2015).
- Repnik, R. et al. (2014). *Fizika 9, e-učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://eucbeniki.sio.si/> (6. 1. 2015).
- Staes, J. (2009). *My Organisation is a Jungle*. Lannoo Publishers.
- Stiplovšek, M. et al. (2014). *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Fizika – elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Dostopno na: <http://www.zrssi.si/digitalnknjiznica/> (6. 1. 2015).
- Videofonova egradiva*. Dostopno na: <http://www.egradiva.si/> (6. 1. 2015).
- Wolfgang, C., Belloni, M. in Divjak, S. (2006). *Fizika s fizleti – Interaktivne predstavitve in raziskave za uvod v fiziko*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.