

Uredili:

Igor Pesek

Blaž Zmazek

Vladimir Milekšič

Slovenski i učbeniki



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Slovenski i-učbeniki

Uredniki: dr. Igor Pesek, dr. Blaž Zmazek, Vladimir Milekšič

Avtorji: mag. Andreja Čuk, mag. Darko Drakulič, mag. Andrej Flogie, mag. Sonja Jelen, dr. Branko Kaučič, dr. Alenka Lipovec, Vladimir Milekšič, mag. Gregor Mohorčič, Peter Novoselec, dr. Igor Pesek, dr. Katja Prnaver, Jernej Regvat, dr. Samo Repolusk, Jožef Senekovič, Stanislav Šenveter, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Blaž Zmazek, dr. Boris Zmazek, Eva Zmazek, dr. Alfred Wassermann

Strokovni pregled: dr. Darko Friš, dr. Boris Sluban, ddr. Janez Žerovnik

Jezikovni pregled: Marija Holc

Naslovnica: DARTIS d.o.o., Anže Škerjanec

Oblikovanje: INITUT, Institut informacijskih tehnologij, d.o.o.

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Predstavniki: mag. Gregor Mohorčič

Objava na spletnem naslovu: <http://www.zrss.si/pdf/slovenski-i-ucbeniki.pdf>

Ljubljana, 2014

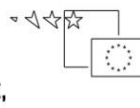
Imetnik avtorskih pravic na tem delu je Zavod Republike Slovenije za šolstvo. To delo je na voljo pod pogoji slovenske licence Creative Commons 2.5 (priznanje avtorstva, nekomercialno brez predelav). V skladu s to licenco je mogoče vsakemu uporabniku ob priznanju avtorstva delo razmnoževati, distribuirati, javno priobčevati in dajati v najem, vendar samo v nekomercialne namene. Dela ni dovoljeno predelovati.



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT**



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov v obdobju 2007–2013, razvojne prioritete: Razvoj človeških virov in vseživljenjsko učenje; prednostne usmeritve: Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.018.43:004(0.034.2)
37.091.64:004(0.034.2)

SLOVENSKI i-učbeniki [Elektronski vir] / avtorji Andreja Čuk ... [et al.] ; uredili Igor Pesek, Blaž Zmazek, Vladimir Milekšič. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2014

Način dostopa (URL): <http://www.zrss.si/pdf/slovenski-i-ucbeniki.pdf>

ISBN 978-961-03-0248-3 (pdf)
1. Čuk, Andreja, 1972- 2. Pesek, Igor
274076928

Kazalo

Na pot monografiji <i>Gregor Mohorčič</i>	6
Od e-gradiv do i-učbenikov	8
Od e-gradiv do i-učbenikov <i>Igor Pesek, Blaž Zmazek, Gregor Mohorčič</i>	9
Projekt e-učbeniki pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli <i>Igor Pesek, Blaž Zmazek, Gregor Mohorčič, Vladimir Milekšič</i>	17
Izhodišča in podpora pri izdelavi i-učbenikov	28
Vsebinsko-didaktična izhodišča in napotila pri izdelavi i-učbenikov <i>Blaž Zmazek, Igor Pesek, Vladimir Milekšič, Samo Repolusk, Jožef Senekovič, Alenka Lipovec</i>	29
Tehnično-organizacijska izhodišča pri izdelavi i-učbenikov <i>Igor Pesek, Blaž Zmazek</i>	52
Tehnično-administrativni podporni mehanizmi <i>Branko Kaučič, Katja Prnaver, Jernej Regvat, Peter Novoselec, Stanislav Šenveter</i>	65
JSXGraph v i-učbenikih <i>Alfred Wassermann, Darko Drakulič, Igor Pesek, Blaž Zmazek</i>	94
Izvedba in implementacija projekta E-učbeniki	116
Načini uporabe i-učbenika <i>Alenka Lipovec, Jožef Senekovič, Samo Repolusk</i>	117
Uporabniške izkušnje dijaka pri delu z matematičnimi interaktivnimi e-gradivi <i>Alenka Lipovec, Eva Zmazek</i>	144
I-učbeniki za kemijo – pogledi urednikov <i>Margareta Vrtačnik, Boris Zmazek</i>	159
Evalvacija i-učbenikov za matematiko v OŠ <i>Alenka Lipovec, Jožef Senekovič, Samo Repolusk</i>	179
Modeliranje in i-učbeniki za matematiko v OŠ <i>Alenka Lipovec, Jožef Senekovič</i>	197
Kako naprej	211
Razvoj sodobnega e-okolja in i-učbenikov za področje družboslovja v okviru projekta e-Šolska torba <i>Andrej Flogie, Vladimir Milekšič, Andreja Čuk, Sonja Jelen</i>	212

Seznam avtorjev

Čuk Andreja

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
andreja.cuk@zrss.si

Drakulić Darko

University of East Sarajevo, Faculty of
Philosophy, Bosnia and Hercegovina,
ddrakulic@ffuis.edu.ba

Flogie Andrej

Zavod Antona Martina Slomška,
Maribor, andrej.flogie@z-ams.si

Jelen Sonja

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
sonja.jelen@zrss.si

Kaučič Branko

Initut, Institut informacijskih
tehnologij, d.o.o.,
branko.kaucic@initut.com

Lipovec Alenka

Univerza v Mariboru, Pedagoška
fakulteta, alenka.lipovec@uni-mb.si

Milekšič Vladimir

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
vladimir.mileksic@zrss.si

Mohorčič Gregor

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
gregor.mohorcic@zrss.si

Novoselec Peter

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
peter.novoselec@zrss.si

Pesek Igor

Univerza v Mariboru, Fakulteta za
naravoslovje in matematiko,
igor.pesek@um.si

Prnaver Katja

katja.prnaver@gmail.com

Regvat Jernej

Zavod RS za šolstvo, Ljubljana,
jernej.regvat@gmail.com

Repolusk Samo

Univerza v Mariboru, Fakulteta za
naravoslovje in matematiko,
samo.repolusk@um.si

Senekovič Jožef

Osnovna šola Bojana Illica,
jozef.senekovic@guest.arnes.si

Šenveter Stanislav

Gimnazija Ptuj,
stanislav.senveter@gmail.com

Vrtačnik Margareta

Univerza v Ljubljani,
Naravoslovnotehniška fakulteta,
metka.vrtacnik@guest.arnes.si

Zmazek Blaž

Univerza v Mariboru, Fakulteta za
naravoslovje in matematiko,
blaz.zmazek@um.si

Zmazek Boris

Gimnazija Ptuj,
boris.zmazek@guest.arnes.si

Zmazek Eva

Gimnazija Ptuj,
eva.zmazek@gmail.com

Wassermann Alfred

Mathematisches Institut Universität
Bayreuth, Germany,
alfred.wassermann@uni-bayreuth.de

Na pot monografiji

Gregor Mohorčič

V mednarodnem prostoru se vsi šolski sistemi in vse organizacije, ki skrbijo za razvoj šolstva (OECD, EU), stalno ukvarjajo z zahtevo in hkrati željo po izboljšanju kakovosti šolskega sistema. S povezovanjem in z izmenjavo praks ter upoštevanjem domačih in mednarodnih konceptualnih dokumentov in raziskav postavljajo v ospredje učenca, dijaka, ki bo opolnomočen in sposoben živeti in delovati v družbi prihodnosti, v kateri bosta prilagodljivost (fleksibilnost) in učenje bistvena. Zato je treba pri učencih spodbujati in razvijati kompetence, povezane z delom (sodelovanje, pogajanje, sprejemanje odločitev, iskanje, izbira, strukturiranje in evalvacija informacij), učenjem in inovativnostjo (kritično mišljenje, učenje, reševanje problemov, kreativnost, intelektualna radovednost) ter življenjem (državljanstvo, globalno zavedanje, kariera, osebna in družbena odgovornost). Ob tem pa je treba še naprej razvijati znanje pri akademskih predmetih in skrbeti, da to postane vrednota.

Da bodo slovenski vzgojno-izobraževalni zavodi (v nadaljevanju šole) lahko odgovorili na vse te izzive, morajo preiti iz "klasične šole" v "inovativno šolo" ali šolo prihodnosti. V šoli prihodnosti delajo učitelji eksperti (uporabljajo problemski pristop, so fleksibilni, uporabljajo povratno informacijo o svojem delu, ustvarjajo optimalno klimo, globlje razumejo učenje in poučevanje, spremljajo učenčeve težave in presojuje njegovo stopnjo razumevanja in napredovanja, dajejo kakovostne povratne informacije učencem ...), v šoli prihodnosti poteka vodenje za učenje (načrtovanje, implementiranje in vzdrževanje močnega inovativnega učnega okolja, da se spremembe zgodijo), v njej prevladujeta spodbudna učna klima in, kultura dobre skupnosti, kjer je v središču učenje, šola pa se tudi povezuje v mreže in partnerstva (med šolami, s podjetji, z lokalno skupnostjo, raziskovalnimi institucijami ...). To je šola, ki ni zgolj prostor, ampak pomeni proces.

Na poti k šoli prihodnosti so ključna naslednja konceptualna področja: vodenje za učenje, učno okolje, profesionalni razvoj, gradiva in dokumenti ter spremljanje in vrednotenje. Ta konceptualna področja so soodvisna, se dopolnjujejo in zahtevajo ustrezno načrtovanje, učinkovito implementacijo in evalvacijo tako na posameznem področju kot v celoti.

Področje učnega okolja obsega spodbudno klimo, sodelovalno delo, timsko sodelovanje ter kolegialno podpiranje, s pomočjo katerih se ustvarja kultura dobre

skupnosti. Učno okolje sta poleg tega tudi fizični prostor in vsa tehnologija, ki jo v zadnjem času premišljeno in sistematično vpeljujemo v šolstvo. Ta tehnologija odpira nove koncepte dela v vzgojno-izobraževalnih zavodih, še posebej z e-gradivi in i-učbeniki, ki se pojavljajo v zadnjih letih. Ob vpeljavi e-gradiv in i-učbenikov pa je treba poskrbeti tudi za ustrezen profesionalni razvoj učiteljev ter načrtno spremljati in evalvirati delo v šolah.

Pričujoča monografija je razdeljena na sklope, ki opisujejo posamezne faze izvajanja projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete, in s tem povzema dejavnosti in rezultate projekta.

V prvem sklopu sta predstavljena projekt E-učbeniki pri naravoslovnih predmetih in področje razvoja e-gradiv in i-učbenikov v Sloveniji. V drugem poglavju so zbrani prispevki, v katerih so opisana izhodišča in orodja za izdelavo i-učbenikov. Izvedba in implementacija i-učbenikov na posameznih predmetnih področjih na pilotnih šolah sta opisani v tretjem sklopu, prispevek o nadaljnjih načrtih zaključuje monografijo v zadnjem sklopu.

Za konec bi želeli poudariti, da lahko izvedbo projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete še pred njegovim uradnim zaključkom z veliko gotovostjo ocenimo za izredno uspešno, saj so kazalniki in pričakovani rezultati projekta v vseh segmentih preseženi. Želimo in verjamemo, da bodo dosežki/rezultati projekta čim bolj zaživel med uporabniki in da bo ministrstvo čim prej implementiralo rešitev, ki bo omogočila nadaljnji razvoj in vzdrževanje e-gradiv in i-učbenikov.

Viri

1. Dumont, H., Istance, D. in Benevidas, F. (ur.) (2013). O naravi učenja. OECD in Zavod RS za šolstvo. Ljubljana.
2. Framework for 21st century learning, <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>, (pridobljeno 1.4.2014).

Od e-gradiv do i- učbenikov

Od e-gradiv do i-učbenikov

From e-materials to i-textbooks

Igor Pesek, Blaž Zmazek, Gregor Mohorčič

V prispevku je predstavljena evolucija e-gradiv od prvih poskusov in izdelkov v zgodnjih dobah interneta do zadnjih dognanj pri e-učbenikih. Predstavljeni so ključni projekti in spoznanja izdelave e-gradiv v obdobju 2005-2010, sledi opis problematike licenciranja e-gradiv. Na trgu je precej tehnološko in vsebinsko različnih e-učbenikov, zato je predstavljena delitev na tri nivoje, kjer je najpomembnejši med njimi poimenovan interaktivni učbenik oz. krajše i-učbenik.

Ključne besede: interaktivnost, učbenik, e-učbenik, i-učbenik, izhodišče, licence

This article presents the evolution of e-learning materials from the first attempts in the early days of the internet to the latest developments in e-textbooks. We present the main projects and milestones in the production of e-learning materials from 2005 to 2010. We also address issues concerning e-learning materials' licensing. The market offers a variety of e-learning materials on various technological and didactical levels; we have therefore divided them into three separate groups, with the most important called the interactive textbook or i-textbook.

Key words: interactivity, textbooks, e-textbook, i-textbook, license

Uvod

V zadnjem času v šolstvu veliko pozornosti namenjamo tudi razvoju ustreznega učnega okolja. To okolje obsega med drugim tudi fizični prostor in vso tehnologijo, ki jo še posebej v zadnjih letih premišljeno in sistematično vpeljujemo v slovensko šolstvo. Ključ te tehnologije vsekakor ni v tehnološki opremljenosti šol, čeprav je ta tudi pomembna in nezanemarljiva, temveč na vsebinah, gradivih, ki jih lahko neodvisno od naprave (telefoni, tablice, interaktivne table, računalniki...) uporabimo pri delu v razredu. Ustrezna gradiva in njihova uporaba na napravah odpirajo nove koncepte dela v vzgojno-izobraževalnih zavodih, še posebej z e-gradivi in i-učbeniki, ki se pojavljajo v zadnjem času. Skrb za razvoj, smiselno vpeljevanje in evalvacija uporabe e-gradiv in i-učbenikov ter profesionalni razvoj učiteljev so pogoji za kakovostno delo v šolah.

E-gradiva v Sloveniji

Učna gradiva so pomemben element v vzgojno-izobraževalnem procesu, posebej tam, kjer učitelj ni izključno posrednik in spodbujevalec izgradnje znanja pri učencih. Poleg funkcij hranjenja in posredovanja informacij ter omogočanja priložnosti za utrjevanje in poglobljanja znanja so lahko učinkovit mediator pri izgradnji novega znanja (Repolusk, 2009).

Z razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologij je omogočena tudi učinkovitejša uporaba e-gradiv v procesu izobraževanja, kar je posledica interaktivnosti učnega medija (Pesek, 2011). Z začetkom svetovnega spleta (WWW - World Wide Web) leta 1992 se je v Sloveniji pričel razvoj e-gradiv s projekti, kot sta Petra in Računalniško opismenjevanje, hkrati pa je ministrstvo, pristojno za šolstvo, pričelo z nakupi didaktične programske opreme za šole in zavode. V letu 1995, ko smo v Sloveniji dobili prvo izvedbo Slovenskega izobraževalnega omrežja (takrat <http://sio.edus.si>), se je začela priprava smernic za vrednotenje gradiv (npr. Batagelj, 1996; Batagelj, 1999), katerih povezava se je pojavila v katalogu gradiv (znan pod imenom Trubar). Od tedaj je ministrstvo redno organiziralo srečanja strokovnjakov na področju IKT v izobraževanju, učiteljev in profesorjev na mednarodnih konferencah MIRK, SIRIKT, VIVID idr.

V letih 1997–1999 je ministrstvo že razpisovalo manjše projekte za izdelavo e-gradiv na spletu, v okviru katerih so posamezniki ali skupine učiteljev izdelovali e-gradiva za različna področja. ZRSŠ je v teh projektih sodeloval s svetovalci, večina nastalih e-gradiv pa je bila vključena tudi v programe seminarjev za uporabo IKT pri poučevanju in učenju. V letih 2006–2008 je ministrstvo izvedlo javne razpise za obsežnejša e-gradiva na spletu (e-gradiva so dostopna na <http://www.sio.si>). (Kreuh, 2011; Čampelj in Čač, 2011). S temi razpisi je ministrstvo želelo izbrati projekte, ki z

razvojem novosti pri uporabi IKT (širjenje novih načinov dela pri vzgojiteljih in učiteljih ter posledično učencih) prispevajo k nadaljnjemu razvoju izobraževalnega sistema. Namen razpisov so bila nova multimedijska in interaktivna e-gradiva, ki so usklajena z učnimi načrti. Nastala e-gradiva in druga gradiva so poleg izobraževanja učiteljev namenjena tudi brezplačni uporabi v vzgojno-izobraževalnem procesu, tj. podpora izvedbe obstoječih izobraževalnih programov. E-gradiva lahko pripomorejo tudi k zmanjšanju tiskanih gradiv, ki jih uporabljajo učenci. Na daljši rok lahko z njimi staršem znižamo stroške za šolanje otrok in zmanjšamo težo šolskih torb. Vsa e-gradiva so v uporabi pod licenco Creative Commons, ki omogoča, da se odkrite napake lahko popravijo, pri tem pa ministrstvo, pristojno za šolstvo, ne potrebuje posebnega dovoljenja (Čampelj in Čač, 2011).

V javnih razpisih za izdelavo e-gradiv so bili določeni zahtevnejši pogoji za avtorje, urednike, programerje, recenzente in lektorje ter pripravljena priporočila za e-gradiva. Pri pripravi priporočil za e-gradiva so bile upoštevane smernice različnih mednarodnih projektov (Evropsko šolsko omrežje), v katerih so dejavno sodelovali tudi slovenski strokovnjaki. Vendar so priporočila predvidevala večinoma le tehnološke pogoje za e-gradiva, kar lahko pripišemo premajhni vključenosti strokovnjakov didaktikov v pripravo izhodišč za pripravo e-gradiv. Tako je bil zapostavljen bistven vidik učnih gradiv in s tem njihove uporabe, s čimer lahko morda delno odgovorimo na zastavljeno vprašanje "Zakaj se e-gradiva vendarle ne uporabljajo toliko, kot si želimo?" v (Čampelj in Čač, 2011).

Med vsemi e-gradivi, ki so nastala v javnih razpisih v letih 2006–2008, so e-gradiva na spletnem mestu <http://www.e-um.si> (E-um, 2006) uporabniki uporabljali več kot vsa druga e-gradiva skupaj (od skupaj cca. 65.000 obiskovalcev letno je e-um uporabljalo več kot 33.000 uporabnikov). Že od prvih objav e-gradiv se je v strokovni javnosti zastavljalo vprašanje ključnih razlik e-um e-gradiv od drugih, ki so povzročile tako veliko razliko v njihovi uporabnosti. V okviru javnih razpisov so bila razpisana multimedijska in interaktivna e-gradiva, ki so usklajena z učnimi načrti, vsak prijavitelj pa je za posamezno e-gradivo opredelil delež pokritja učnega načrta (št. ur, poleg tega pa tudi število spletnih strani, slik, animacij, videoposnetkov, interaktivnih elementov itd.). Izvajalci e-um gradiv so si kljub manjšim zahtevam razpisa v izhodiščih za izdelavo e-gradiv zastavili pokrivanje učnega načrta v celoti (vključujoč splošna, posebna in izbirna znanja), s čimer so bili postavljeni temelji za razvoj standardov za e-učbenike (Hvala, Kobal in Zmazek, 2007; Kobal, Hvala, Zmazek, Šenveter in Zmazek, 2007; Lipovec, Kobal in Repolusk, 2007; Zmazek, Kobal in Zmazek, 2007; Zmazek, Kobal, Zmazek in Hvala, 2007; Kobal in Zmazek, 2007; Zmazek, Hvala in Kobal, 2007; Pesek in Regvat, 2007; Prnaver, Šenveter in Zmazek, 2007; Prnaver, Pesek in Zmazek, 2007). Žal ministrstvo od objave drugega javnega razpisa v letu 2007 ni prislunilo predlogu poenotenja priporočil in izhodišč za izdelavo e-gradiv v obliki e-učbenikov.

S spremembo Pravilnika o potrjevanju učbenikov leta 2010 je bilo uvedeno potrjevanje e-učbenikov, vendar zapis v pravilniku za e-učbenik zahteva le digitalno obliko zapisa. To je v naslednjih letih povzročilo potrjevanje digitaliziranih oblik klasičnih tiskanih učbenikov, kar je strokovno popolnoma nesmiselno, saj se v postopku potrjevanja preverja s tiskanimi različicami že ugotovljeno strokovno korektnost in usklajenost z učnim načrtom. Tako je pojem e-učbenik v slovenskem šolskem prostoru izgubil prvotni pomen interaktivnega elektronskega učbenika in obsega vse elektronske učbenike.

Na osnovi priporočil za izdelavo e-učbenikov (Zmazek idr., 2011a; Zmazek idr., 2011b) je bila septembra 2011 kot rezultat dobre prakse v projektih izdelave e-gradiv izdana publikacija Zavoda RS za šolstvo z naslovom Izhodišča za izdelavo e-učbenikov (Kreuh, Kač in Mohorčič, 2011), ki naj bi prispevala k večji usklajenosti pri pripravi in potrjevanju e-učbenikov v slovenskem šolskem prostoru. Izhodišča so bila osnova za začetek izvedbe projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete, ki ga od leta 2011 izvaja Zavod RS za šolstvo, v okviru katerega so izdelani e-učbeniki za naravoslovne predmete in matematiko v osnovni šoli in gimnazijah. Večina e-učbenikov je že potrjenih na Strokovnem svetu RS za splošno izobraževanje, nekaj preostalih pa je trenutno še v postopku potrjevanja.

I-učbeniki

V prvi fazi izvajanja projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete so bila decembra 2011 izdelana Vsebinsko-didaktična in Tehnično-organizacijska izhodišča za izdelavo e-učbenikov, ki so kasneje postala standardi za vpeljavo pojma **i-učbenik** za skupino interaktivnih e-učbenikov.

Uporaba multimedijskih elementov, vprašanj s takojšnjo povratno informacijo in interaktivnih nalog in zgledov sama ponuja kategorizacijo elektronskih učbenikov v tri ravni oz. vrste.

V prvo raven e-učbenikov spadajo ti. *d-učbeniki*, kar je skrajšano poimenovanje za digitalizirane učbenike. Ti učbeniki so elektronske kopije klasičnih tiskanih učbenikov, torej vsebujejo samo besedilo in slike. Običajno so v formatih PDF ali EPUB2, med ponudniki pa se ti d-učbeniki razlikujejo predvsem v aplikacijah, ki jih prikazujejo. Te aplikacije ponujajo dodajanje zaznamkov, zapiskov. Nekateri ponudniki ponujajo še aplikacije za delo z interaktivnimi tablami.

Na drugo raven e-učbenikov uvrščamo *r-učbenike*. To so bogati e-učbeniki (ang. rich e-textbooks). Ti učbeniki so nadgradnja d-učbenikov, saj za osnovo služijo d-učbeniki, ki sta jim bila dodana zvok in video. Odvisno od prikazovalnika imajo nekateri dodana tudi preprosta vprašanja s takojšnjo povratno informacijo. Zaradi

preprostosti nadgradnje se večina založnikov v tujini (npr. Digitale Schulbücher, Mosaic MozaBook, idr.) odloča za ta tip e-učbenikov.

V tretjo raven uvrščamo *i-učbenike*, kar je krajše poimenovanje za interaktivne e-učbenike. I-učbeniki niso nadgradnja r-učbenikov, čeprav omogočajo vse, kar omogočajo r-učbeniki. Izdelava i-učbenikov se namreč bistveno razlikuje od vseh drugih, tako tehnološko kot vsebinsko. Ključna prednost i-učbenikov je neposredna vključitev interaktivnih zgledov, konstrukcij in nalog v besedilo i-učbenika. Povratne informacije pri reševanju so lahko kakovostnejše, omogočena sta shranjevanje odgovorov in spremljava uporabnika. I-učbeniki običajno temeljijo na HTML5- ali EPUB3-standardu, s tem pa omogočimo tudi širok nabor aplikacij, ki jih podpirajo. Ključni poudarki i-učbenikov so predstavljeni v nadaljnjih prispevkih v monografiji.

Grafično je delitev prikazana na sliki 1.



Slika 1: Kategorije e-učbenikov

Po uspešni izvedbi prvega dela projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete je ministrstvo v okviru projekta E-šolska torba med drugimi dejavnostmi Zavodu RS za šolstvo naročilo izdelavo interaktivnih e-učbenikov še za preostale predmete v osmem in devetem razredu osnovne šole in prvem letniku gimnazij. S pričetkom izvajanja so se razkrile težave, na katere je strokovna javnost opozarjala že od prvih razpisov leta 2006. Ker so vsa e-gradiva, e-učbeniki in i-učbeniki v uporabi pod licenco

Creative Commons in v lasti ministrstva, se vseskozi zastavlja vprašanje nadaljnega razvoja in vzdrževanja izdelanih vsebin. V prvih projektih (2006–2008) so se izvajalci zavezali, da bodo izdelana gradiva vzdrževali še 3 leta po zaključku projektov, ki so se iztekli že leta 2012. Enako vprašanje se postavlja glede vzdrževanja i-učbenikov, nastalih v projektih E-učbeniki za naravoslovne predmete in E-šolska torba. Rešitev tega problema bi lahko bila sprememba tipa licence izdelanih vsebin, ki bi omogočala tudi komercialno uporabo in s tem zagotavljanje vzdrževanja in razvoja e-gradiv in i-učbenikov.

Velik problem v vseh dosedanjih projektih, še posebej pa v projektu E-šolska torba, povzroča uporaba vsebin s priznanimi avtorskimi pravicami. Za takšne vsebine (zgodovinske fotografije, posnetki umetniških slik, zvočni posnetki ...) zaradi predpisane licence Creative Commons namreč ni mogoče kupiti pravic za njihovo uporabo v i-učbenikih. Zaradi omenjenih problemov bi moralo ministrstvo čim prej sprejeti strategijo na področju izdelave, objave in vzdrževanja i-učbenikov, ki bi zagotovila nadaljnji razvoj i-učbenikov v slovenskem šolskem prostoru.

Viri

1. Batagelj, V. (1996). Matematika in Omrežje. Seminar DMFA 96, 9. februar 1996, PeF, Ljubljana, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/ponudba/matinfo/dmfa96.htm> (pridobljeno 1.4.2014).
2. Batagelj, V. (1999). Analiza možnosti uporabe IKT pri podpori izobraževanja na daljavo v osnovni in srednji šoli, Projekt MIRK, Ljubljana, december 1999, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/dela/mirk/MirkAnap.htm> (pridobljeno 1.4.2014).
3. Čampelj, B. in Čač, J. (2011). E-gradiva, e-učbeniki in Ministrstvo za šolstvo in šport. E-gradiva in Slovensko izobraževalno omrežje – SIO. Bilten E-šolstva 5/2011, E-središče v okviru projekta E-šolstvo, Ljubljana. http://www.sio.si/fileadmin/dokumenti/bilteni/E-solstvo_BILTEN_03_2011_FIN_screen.pdf (pridobljeno 1.4.2014).
4. E-um (2006). <http://www.e-um.si>, (pridobljeno 1.4.2014), Ptuj.
5. Hvala, B., Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). Vsebinska zasnova in iz nje izhajajoča aksiomatika E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 250-254.
6. Kreuh, N. (2011). Zavod Republike Slovenije za šolstvo in razvoj e-gradiv. E-gradiva in Slovensko izobraževalno omrežje – SIO. Bilten E-šolstva 5/2011, E-središče v okviru projekta E-šolstvo, Ljubljana.

http://www.sio.si/fileadmin/dokumenti/bilteni/E-solstvo_BILTEN_03_2011_FIN_screen.pdf (pridobljeno 1.4.2014).

7. Kreuh, N., Kač, L. in Mohorčič, G. (2011). Izhodišča za izdelavo e-učbenikov, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
8. Kobal, D., Hvala, B., Zmazek, B., Šenveter, S. in Zmazek, V. (2007). Projekt E-um in vizija e-učenja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 254-258.
9. Lipovec, A., Kobal, D. in Repolusk, S. (2007). Načela didaktike in zdrava pamet pri e-učenju. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 261-265.
10. Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). (E-)Mind thinking with E-um. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007: proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, str. 1-4.
11. Pesek, I. (2011). Kaj je e-gradivo. E-gradiva in Slovensko izobraževalno omrežje – SIO. Bilten E-šolstva 5/2011, E-središče v okviru projekta E-šolstvo, Ljubljana. http://www.sio.si/fileadmin/dokumenti/bilteni/E-solstvo_BILTEN_03_2011_FIN_screen.pdf (pridobljeno 1.4.2014).
12. Pesek, I. in Regvat, J. (2007). E-um avtorska orodja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 265-269.
13. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2007). Online review system and authoring tools in the E-um project. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007: proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, 5 str.
14. Prnaver, K., Šenveter, S. in Zmazek, B. (2007). Priprava, avtomatizirana spremljava in objava E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 269-272.

15. Repolusk, S. (2009). E-učna gradiva pri pouku matematike, magistrska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Maribor.
16. Zmazek, V., Hvala, B. in Kobal, D. (2007). Sistem vodenja kakovosti projekta E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 281-285.
17. Zmazek, B., Kobal, D. in Zmazek, V. (2007). E-um learning in e-society. V: 2nd International Conference on e-Learning, New York, 28-29 June 2007. REMENYI, Dan (ur.). ICEL 2007. Reading: Academic Conferences, 2007, str. 521-544.
18. Zmazek, B., Kobal, D., Zmazek, V. in Hvala, B. (2007). The challenge of E-learning. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007: proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, 5 str.
19. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat, J. in Prnaver, K. (2011a). Priporočila za izdelavo e-učbenikov. Neobjavljeno delovno gradivo v projektu Kriteriji za izdelavo e-učbenikov. Zavod RS za šolstvo.
20. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat, J. in Prnaver, K. (2011b). What is an e-textbook? = Kaj je e-učbenik?. V: Međunarodni znanstveni skup Dvanaesti dani Mate Demarina, Medulin, 14. i 15. travnja 2011. KADUM, Vladimir (ur.), COTIČ, Mara (ur.). Suvremene strategije učenja i poučavanja: međunarodni znanstveni skup: monografija. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za odgojne i obrazovne znanosti, 2011, del 2, str. 929-942.

Projekt e-učbeniki pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli

Project The e-textbooks in science subjects in primary school

Igor Pesek, Blaž Zmazek, Gregor Mohorčič, Vladimir Milekšič

17

V prispevku so predstavljene izvedbene zahteve Ministrstva za šolstvo in šport, ki je v okviru projekta E-učbeniki pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli pričakovala nadgradnjo obstoječih e-gradiv v moderne e-učbenike. Podana so temeljna tehnološka izhodišča, v katerih so opisane razlike v razvojnih ciklih klasičnih učbenikov in e-učbenikov. V nadaljevanju je predstavljena organizacijska struktura projekta, pomen digitaliziranih učnih načrtov za učitelja in utemeljitev izbire enotnega zapisa vsebin e-učbenikov. Na koncu so podane reference na prispevke v monografiji, ki podrobneje osvetlijo ključna vsebinska in tehnološka vprašanja projekta.

Ključne besede: e-učbeniki, opis in cilji projekta

This paper presents the implementation requirements of the Ministry of Education and Sports, which expected the E-textbooks project to upgrade the existing e-learning materials to modern e-textbooks. The underlying technological facts, which describe the differences in the development cycle of traditional textbooks and e-textbooks are provided. The organizational structure of the project is then presented, followed by the importance of digitized curricula for teachers and a justification of the choice of a single e-textbook content format. Finally, the references to contributions in the monograph are given, which further illuminate the key substantive and technical issues of the project.

Key words: e-textbooks, description and goals of the project

Uvod

Projekt E-učbeniki pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli se je pričel izvajati leta 2011 in se končuje v letu 2014. Sofinancirala sta ga Ministrstvo za šolstvo in šport (MŠŠ) in Evropski socialni sklad. V tem prispevku bodo opisane izvedbene zahteve projekta in tehnološka izhodišča, ki si jih je projektna skupina zadala na začetku projekta in so izhajala iz izkušenj projektne skupine pri podobnih projektih v preteklosti.

Ministrstvo za šolstvo in šport je v prijavno dokumentacijo projekta zapisalo naslednje operativne točke (citirano iz prijave projekta):

1. *V različnih projektih MŠŠ je v preteklem obdobju nastalo večje število e-gradiv (dejansko digitalizirani učni sklopi), ki se nanašajo na različne predmete, različne razrede in različne podsisteme, izdelanih na različnih tehnoloških platformah. Primerno bi bilo za predmete, pri katerih je nastalo največ e-gradiv, ta gradiva nadgraditi v e-učbenike za vsaj 15 naravoslovnih predmetov in matematiko v osnovni šoli. Zato je smiselno pregledati vsa nastala gradiva, ugotoviti, kateri cilji iz učnih načrtov so že zajeti v teh gradivih, ter didaktično in tehnološko poenotiti ta gradiva.*
2. *V omenjenih e-gradivih niso zajeti vsi cilji iz učnih načrtov, kar pomeni, da je za te dele učnih načrtov treba izdelati ustrezna e-gradiva, tako da so v e-gradivih zajeti vsi cilji iz učnih načrtov, ter po kompletiranju e-gradiv, ki pokrijejo vse cilje iz omenjenih učnih načrtov, nadgraditi ta e-gradiva v e-učbenik. Ta cilj je mogoče doseči z nadgradnjo izbranih e-gradiv v e-učbenik; če primernih e-gradiv za nadgradnjo ni, je potrebna/se pričakuje tudi izdelava manjkajočih e-gradiv za e-učbenik v skladu s prenovljenimi in od 1. septembra 2011 veljavnimi učnimi načrti.*
3. *Preveriti je treba, kako funkcionira e-učbenik v šolski praksi, kakšne pogoje mora imeti šola za ustrezno rabo e-učbenika, ali učitelji potrebujejo kakšna posebna usposabljanja za rabo e-učbenika, kakšnim pogojem mora zadostiti učenec za rabo e-učbenika, ali ga je treba posebej usposablјati za to itn. so samo nekatera vprašanja, ki se odpirajo ob e-učbenikih. Na ta vprašanja pa je mogoče odgovoriti s preizkusom rabe izdelanih e-učbenikov.*

Projektna skupina je že na začetku izvajanja projekta naletela na precej težko nalogo zadostiti zahtevam ministrstva, da se pri pripravi e-učbenikov uporabijo in nadgradijo obstoječa, v preteklih razpisih MŠŠ izdelana e-gradiva. Nadgradnja e-gradiv v e-učbenike ne bi bila tako zahtevna, če bi pri izvedbi ohranili tehnološke in vsebinsko-didaktične lastnosti obstoječih e-gradiv, kar sta DZS in VideoFon v pilotnem projektu (MŠŠ, 2011) tudi naredila. Zaradi velikih tehnoloških premikov na prelomu desetletja, ko je z izdajo prve različice tabličnega računalnika iPad podjetje Apple postavilo povsem nova tehnološka in uporabniška izhodišča pri pripravi in uporabi e-gradiv, je bilo povsem nesmiselno in neracionalno vztrajati pri tehnologiji

obstoječih e-gradiv. Tudi omenjena e-učbenika iz pilotnega projekta sta bila ustvarjena v tehnologijah, ki jih večina modernih sistemov ne podpira več, zato je njuna uporabnost danes že zelo omejena. V pričujoči monografiji so predstavljene nekatere vizionarske odločitve projektne skupine, ki je zaznala smer tehnološkega razvoja in svoja zastavljena izhodišča tudi znala uporabiti in implementirati pri izvedbi e-učbenikov.

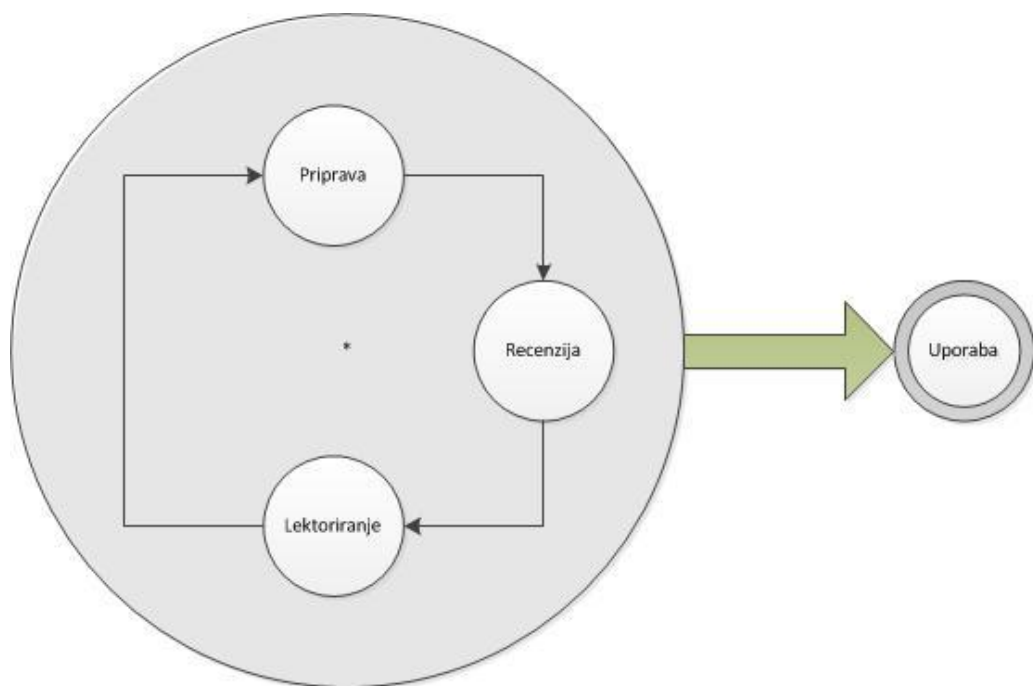
V projektu je bil zadan cilj, da bodo izdelani e-učbeniki za naslednje predmete v osnovni šoli:

- fizika
- kemija
- matematika
- biologija
- naravoslovje
- naravoslovje in tehnika
- gospodinjstvo

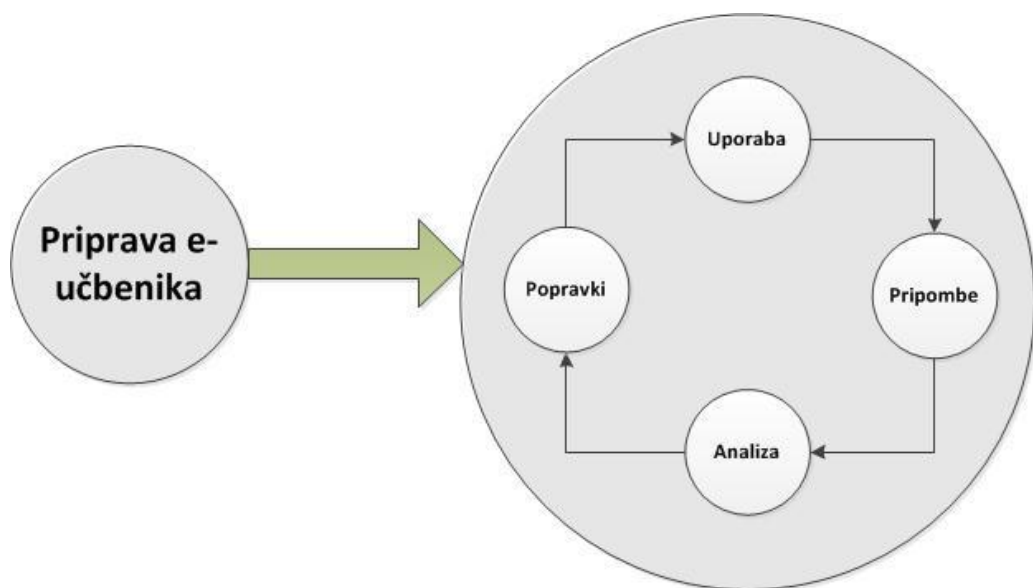
Zaradi razvojnih vprašanj in pomislov se je vodstvo projekta skupaj z didaktično skupino projekta in drugimi strokovnjaki odločilo, da se e-učbenikov za prvo triletno ne bo pripravljalo. Hkrati pa sta povezovanje in nadgradnja vsebin v gimnazijskem izobraževanju pomembno vplivala na odločitev, da se je pri vseh predmetih, kjer je takšno povezovanje mogoče (fizika, kemija, matematika, biologija), e-učbeniki izdelajo tudi za te predmete v gimnaziji.

E-učbeniki se od klasičnih učbenikov v uredniškem in založniškem smislu ne razlikujejo bistveno. Pri izdelavi e-učbenikov se od avtorjev sicer zahteva večja računalniško-tehnična usposobljenost, saj zmorejo takšni avtorji praviloma pripraviti in zasnovati boljše in interaktivnejše učne vsebine. Pri e-učbenikih je potreben dodaten korak, ker programerji celoten e-učbenik pripravijo za objavo na izbranem mediju in v ustrezni obliki. Vseeno pa so postopek in glavni koraki izdelave obeh tipov učbenikov enaki in so prikazani na sliki 1.

Glavna razlika v založniškem smislu je "življenje učbenika" po njegovi objavi. Pri klasičnem učbeniku se delo v založniškem smislu večinoma konča in se nadaljuje samo še distribucija. Pri e-učbenikih pa se poleg distribucije pojavi še dodaten cikel, ki omogoča založniku, da spremlja uporabo e-učbenika, omogoči možnost dajanja pripomb na mikro ravni (naloge, zgledi, opisi), jih analizira in tudi popravi, če je treba. Ko napako odpravi, se nova verzija e-učbenika lahko osveži pri vseh uporabnikih, kar je nesporno velika prednost pred klasičnimi učbeniki, ki tega ne omogočajo. Prikaz dodatnega cikla po pripravi in objavi e-učbenika je prikazan na sliki 2.



Slika 1: Glavni koraki izdelave e-učbenika

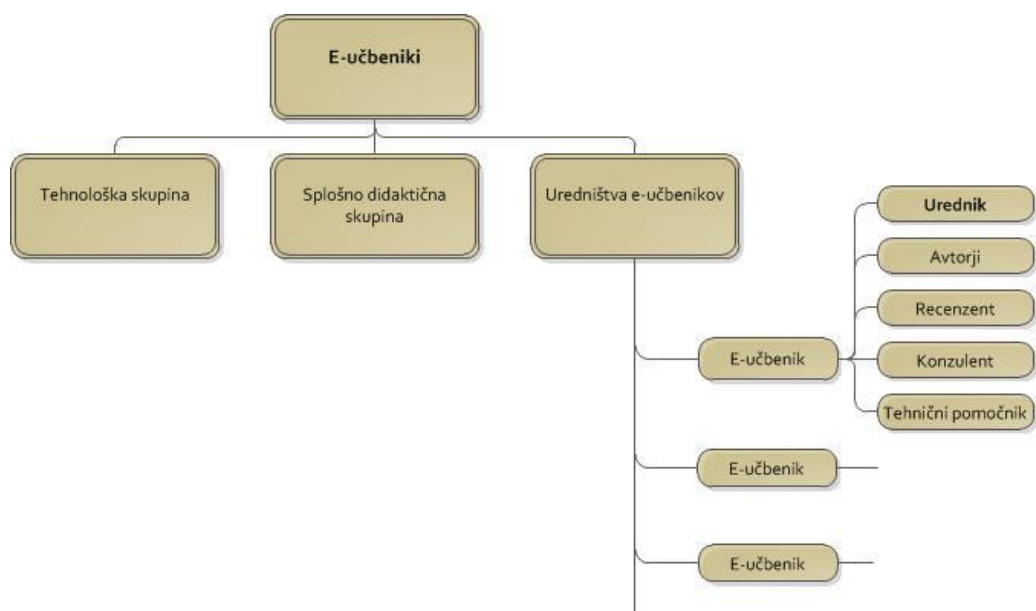


Slika 2: Dodatni cikel izboljševanja e-učbenika

Organizacija

Vodstvo projekta je za pripravo vsebinsko-didaktičnih (Zmazek idr., 2014) in tehnoloških smernic (Pesek in Zmazek, 2014), ki so služile kot izhodišče za pripravo e-učbenikov, oblikovalo dve strokovni skupini. Na podlagi teh smernic so bili pripravljeni in izvedeni seminarji za urednike, avtorje in tudi tehnične sodelavce. Avtorji e-učbenikov so bili izbrani na podlagi usposabljanj in preverjanj na seminarjih, ki so bili izvedeni v okviru več javnih pozivov. Za vsak e-učbenik je bil oblikovan tim, ki ga je vodil urednik. V tim so bili vključeni avtorji, tehnični sodelavci, ilustratorji, recenzenti in konzulent. Slednji so skrbeli za didaktično in vsebinsko ustreznost vsebin.

Organizacijska shema projekta je prikazana na sliki 3.



Slika 3: Organizacijska struktura projekta

Cilji

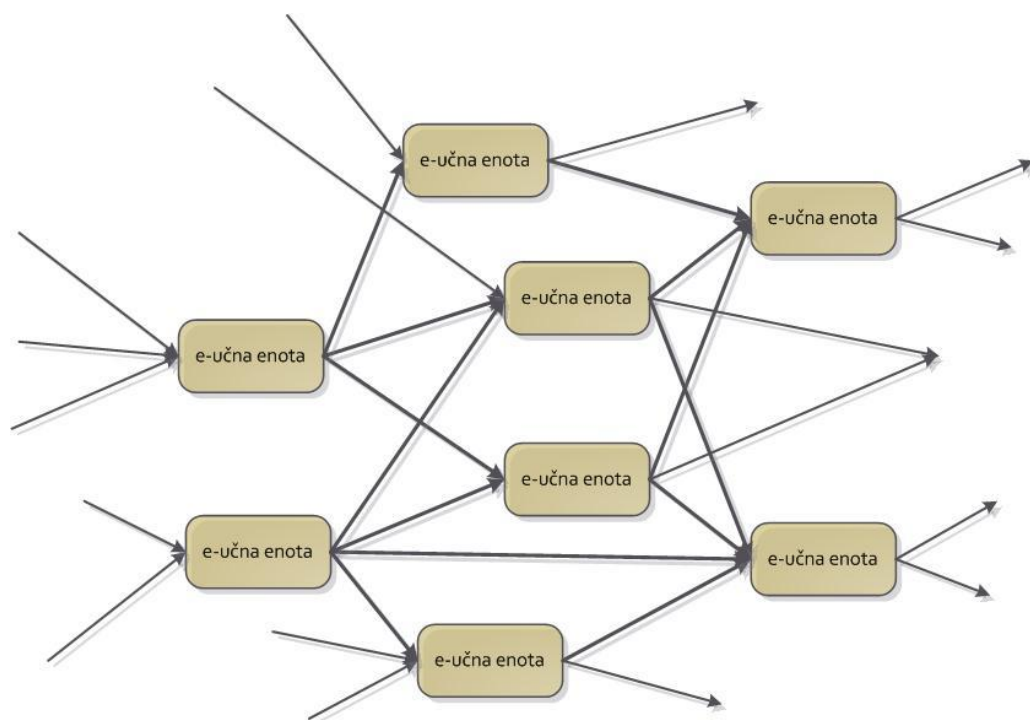
Eden od kriterijev za potrditev učbenikov (klasičnih in e-učbenikov) na Strokovnem svetu Republike Slovenije za splošno izobraževanje je, da so v učbeniku z vsebinami uresničeni vsi cilji, zapisani v učnem načrtu za predmetno področje, ki ga učbenik pokriva. Na projektu so bili zato za načrtovane e-učbenike digitalizirani vsi učni načrti in cilji, povezani s posameznimi učnimi enotami. Tako je bilo vzpostavljeno dvosmerno povezano omrežje ciljev in enot, ki bo lahko tudi učitelju pomagalo pri načrtovanju pouka na začetku šolskega leta, pa tudi pri iskanju informacij in usmeritev med šolskim letom. Tako so sedaj za vsak cilj v učnem načrtu zabeležene

vse enote, ki ta cilj pokrivajo, ter za vsako učno enoto zabeleženo, katere cilje učna enota pokriva.

Povezano omrežje znanja

Med pripravo konceptov in kasneje tudi med umeščanjem e-učnih enot v e-učbenike so uredniki želeli, da bi bilo zaradi možnosti pametnega učenja smiselno vzpostaviti povezave med vsebinsko povezanimi e-učnimi enotami, ki bi lahko uporabniku ob nerazumevanju snovi ali le nekaterih pojmov zaradi slabšega predznanja ponudile seznam e-učnih enot (lahko tudi iz drugih razredov in predmetov), ki so potrebne za razumevanje obravnavane e-učne enote. Če je učenca snov trenutne učne enote zanimiva in bi o tej temi hotel slišati še kaj več, mu omrežje znanja lahko ponudi e-učne enote, ki izhajajo iz trenutne e-učne enote ali se nanjo navezujejo. Primer takšnega omrežja znanja z generičnimi imeni enot je prikazan na sliki 4.

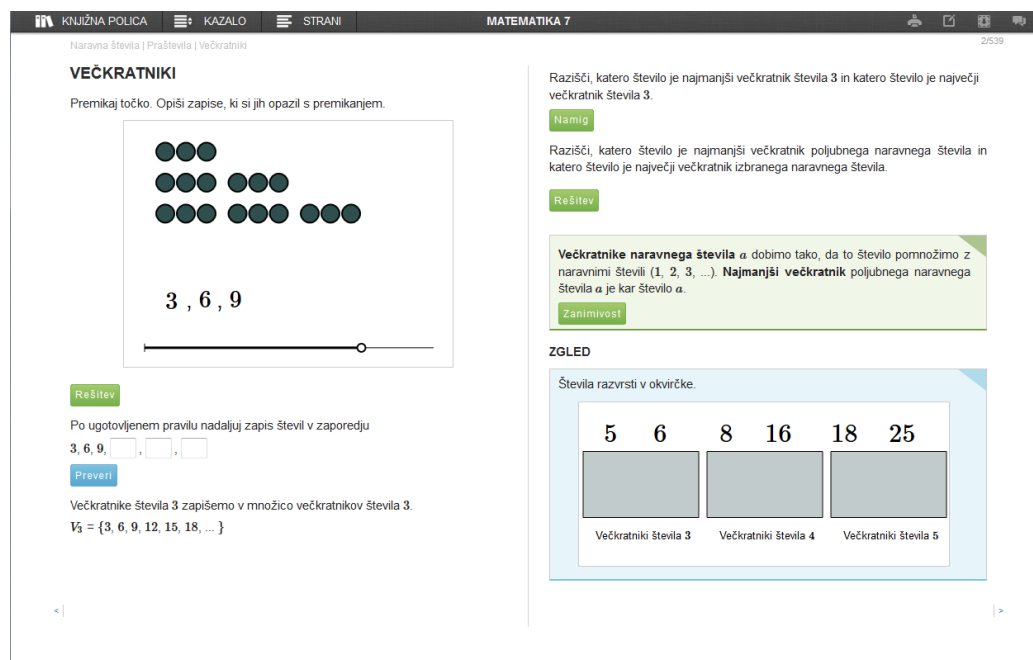
V tujini se za tovrstna omrežja uporablja izraz "topic map" (Topic map, 1991). Zapis takega omrežja je standardiziran, ima lastno XML-shemo in se uporablja pri upravljanju velikih količin vsebin.



Slika 4: Povezano omrežje znanja

Celostna grafična podoba

Eno od izhodišč projekta je bilo tudi poenotenje grafične podobe vseh e-učbenikov, nastalih v projektu. Osnovni cilj je bil ponuditi uporabniško izkušnjo, ki ne bi bila odvisna od operacijskega sistema ali samega prikazovalnika. Zato je vsebina v celoti ločena od oblike z uporabo HTML5 in CSS3 tehnologij. Posledično e-učbenik ni več vezan samo na eno oblikovanje, ampak je mogoče z zamenjavo datoteke s CSS lastnostmi zamenjati tudi celotno oblikovanje e-učbenika. Prvotno oblikovanje e-učbenika je pripravilo podjetje Idearna, d.o.o., ki je na podlagi navodil izdelalo moderno obliko i-učbenikov za naravoslovne predmete. Nekaj značilnosti oblikovanja je prikazanih na naslednji zaslonski sliki (slika 5).

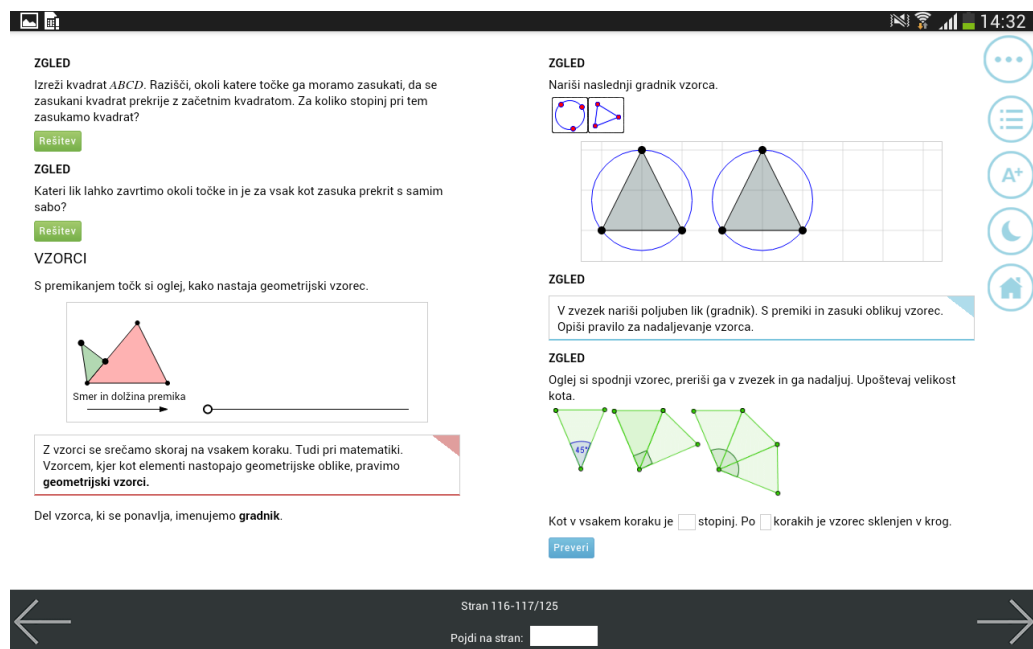


Slika 5: Primer oblikovane strani v e-učbeniku

Prikazovanje e-učbenikov na različnih operacijskih sistemih

V času pisanja tega prispevka so bili na tržišču trije glavni operacijski sistemi, namenjeni za tablične računalnike, in sicer Android, iOS in Windows. V slovenskih šolah je na večino računalnikov nameščen operacijski sistem Microsoft Windows (ver. 7 ali 8). Tehnološka skupina (Pesek in Zmazek, 2014) je zato že od samega začetka iskala najprimernejši format zapisa vsebin in tudi aplikacije, ki bi te vsebine prikazovale. Kot najpomembnejša izhodišča za odločitev o načinu in izvedbi prikazovanja e-učbenikov so bila postavljena hitrost, preprosto vzdrževanje,

možnost nadgrajenij e-učbenikov, možnost različnih dodatkov, delovanje brez internetne povezave. Ker e-učbeniki v spletnih brskalnikih brez internetne povezave ne bi mogli delovati, kar pa je bila ključna zahteva pri pripravi e-učbenikov, je bila sprejeta odločitev, da bodo za vse prej naštete operacijske sisteme pripravljene aplikacije, ki bodo omogočale vse omenjene zahteve. Kot prva je bila pripravljena aplikacija za operacijski sistem Android in je dostopna v Googlovi trgovini pod imenom e-torba, zaslonski posnetek strani je na sliki 6. Do zaključka projekta je načrtovana tudi izvedba aplikacije za druge sisteme.



Slika 6: Zaslonska slika aplikacije na Androidu

Neodvisen format zapisa vsebin - XML Schema

Izkušnje iz preteklih razpisov ministrstva, pri katerih ni bilo poenotenega zapisa vsebin, so posledično pripeljale do uporabe različnih formatov njihovega zapisa (HTML, Adobe Flash, Java itd.). Razpršenost tehnologij in večkrat tudi njihova nezdržljivost sta onemogočili vse poskuse postavitve izdelanih e-gradiv na skupno platformo. Zato si je tehnološka skupina že v začetku zadala cilj, da format zapisa vsebin tehnološko poenoti in ga zapiše v formatu, ki ni vezan na nobeno trenutno tehnologijo. Skupina se je pri odločitvi zgledovala po dveh podobnih zapisih v tujini (ELML, 2008; ML3, 2007), kjer so prišli do podobnih ugotovitev. Ker je obema omenjenima zapisoma manjkalo nekaj ključnih lastnosti, je tehnološka skupina zasnovala lastno XML-shemo, ki vsebino opisuje v nevtralnem formatu XML, in jo je poimenovala E-learning object XML oz. krajše ELOX (ELO, 2013). Shema podaja

značke za opis vseh elementov posamezne e-učne enote e-učbenika. Vsebine so zapisane v zapisu XML, ki se ga s težavo bere, zato je potreben še en korak, ki te vsebine pretvori v človeku prijazno obliko, npr. HTML, ki ga prikazujejo spletni brskalniki. Avtorsko orodje ExeCute omogoča izvoz vsebin v ELOX-zapisu, razvijamo pa program, ki bo integriran v administrativni portal projekta in bo omogočal izvoz v različne oblike (EPUB3, SCORM idr.).

Maturitetne naloge

Matura kot zaključek srednješolskega izobraževanja poteka v Sloveniji že 20 let. Vsako leto predmetne komisije za maturitetne predmete pripravijo nove naloge, ki so kasnejšim generacijam dijakov večinoma težko dostopne. Projekt e-učbeniki je pridobil dovoljenje za prenos vseh maturitetnih nalog za naravoslovne predmete v obliko in zapis e-učbenikov. Ob zaključku projekta bodo tako na voljo vse maturitetne naloge naravoslovnih predmetov z rešitvami in točkovanjem v vseh aplikacijah in spletnem mestu e-učbenikov.

Evalvacija e-učbenikov v pedagoškem procesu

Kaj se zgodi, ko se v razredu vključi 30 tablic in sočasno dostopa do interneta? Kaj storiti, ko se tablicam med poukom izprazni baterija? To sta tehnični vprašanji, ki se pojavita ob vpeljavi tabličnih računalnikov. Kaj pa bolj vsebinska vprašanja? Kdaj začeti uporabljati i-učbenike? V kolikšni meri? Kako uporabljati i-učbenike v razredu? Na vsa ta vprašanja bo poskušala odgovoriti evalvacija, ki poteka v zadnjem letu projekta. Učitelji, ki sodelujejo v projektni skupini, skupaj s svetovalci načrtujejo, spremljajo pouk in pripravljajo primere dobre prakse, da bo vseslovenska vpeljava e-učbenikov v prihajajočih letih čim uspešnejša in bosta za večino težav že znana odgovor in tudi rešitev.

Zaključek

V projektu E-učbeniki pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli so bila pripravljena didaktična izhodišča in smernice za pripravo i-učbenikov (Zmazek idr., 2014), ki skupaj s tehnično-organizacijskimi izhodišči (Pesek in Zmazek, 2014) tvorijo temelj, na katerem bo nastajala večina prihodnjih slovenskih i-učbenikov. Vzpostavljen je bil administrativni portal, ki omogoča razvoj i-učbenika od koncepta do končnega izdelka, pripravljeni so bili drugi podporni mehanizmi, ki omogočajo, da izdelava i-učbenika večinoma predstavlja le še kreativni napor (Kaučič, Prnaver, Regvat, Novoselec in Šenveter, 2014). Tudi mednarodno se je projekt uspel povezati z vodilnimi razvijalci JavaScript aplikacij za interaktivne geometrijske konstrukcije (Wassermann, Drakulić, Pesek in Zmazek, 2014). Z didaktičnega vidika so pripravljani

in na raznih srečanjih predstavljeni pogledi didaktične skupine, kako se lahko i-učbeniki v pedagoškem procesu uporabljajo (Lipovec, Senekovič in Repolusk, 2014), kako jih uporabljati specifično pri kemiji (Vrtačnik in Zmazek, 2014) ter kako lahko i-učbenike uporabimo kot izvrsten pripomoček pri modeliranju v matematiki (Lipovec, Senekovič in Zmazek, 2014). I-učbeniki so bili v manjšem obsegu že uporabljeni kot učni pripomoček v razredu, rezultati teh manjših preizkusov so tudi opisani v strokovni literaturi (Lipovec in Senekovič, 2014).

Ker sta se v izvajanju projekta izkazala velik potencial in vizionarstvo izvajalcev, so leta 2013 začeli izvajati projekt E-šolska torba (Flogie, Čuk, Milekšič in Jelen, 2014), ki predvideva nadaljevanje uspešne zgodbe projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete v OŠ.

Projekt E-učbeniki je v slovenski in mednarodni prostor prinesel svež pogled na pripravo in uporabo e-učbenikov ter bo prihodnjim generacijam omogočil vpeljavo tudi trenutno večinoma neizvedljive pedagoške paradigme, kot je šola brez razredov, in še kakšen nov, učencu po meri ustvarjen izobraževalni pristop.

Viri

1. ELML (2008). <http://www.elml.org> (pridobljeno, 13.4.2014).
2. ELO (2013). <http://eucbeniki.sio.si/elo> (pridobljeno 13.4.2014).
3. Flogie, A., Čuk, A., Milekšič, V. in Jelen, S. (2014). Razvoj sodobnega e-okolja in i-učbenikov za področje družboslovja v okviru projekta e-šolska torba. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
4. Kaučič, B., Prnaver, K., Regvat, J., Novoselec, P. in Šenveter, S. (2014). Tehnično-administrativni podporni mehanizmi. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
5. Lipovec, A. in Senekovič, J. (2014). Evalvacija i-učbenikov za matematiko v OŠ. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
6. Lipovec, A., Senekovič, J. in Repolusk, S. (2014). Načini uporabe i-učbenika. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
7. Lipovec, A., Senekovič, J. in Zmazek, V. (2014). Modeliranje in i-učbeniki za matematiko v OŠ. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
8. ML3 (2007). <http://www.ml-3.org/> (pridobljeno 13.4.2014).
9. MŠŠ (2011). Novinarska konferenca: Predstavitev prvega e-učbenika http://www.mizs.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/article/55/7168/4317cad1c6 (pridobljeno 14.4.2014).

10. Pesek, I. in Zmazek, B. (2014). Tehnično-organizacijska izhodišča pri izdelavi i-učbenikov. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
11. Topic map (1991). <http://www.topicmaps.org/> (pridobljeno 13.4.2014).
12. Vrtačnik, M. in Zmazek, B. (2014). I-učbeniki za kemijo – pogledi urednikov. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
13. Zmazek, B., Pesek, I., Milekšič, V., Repolusk, S., Zmazek V., Lipovec, A. idr. (2014). Vsebinsko-didaktična izhodišča in napotila. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.
14. Wassermann, A., Drakulić, D., Pesek, I. in Zmazek, B. (2014). JSXGraph in itextbooks. Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014.

Izhodišča in podpora pri izdelavi i- učbenikov

Vsebinsko-didaktična izhodišča in napotila pri izdelavi i-učbenikov

Contents and didactic guidelines in the i-textbooks production

Blaž Zmazek, Igor Pesek, Vladimir Milekšič, Samo Repolusk, Jožef Senekovič, Alenka Lipovec

29

Učna gradiva v današnji šoli vedno pogostejše/bolj izrabljajo elektronske medije kot mediatorje pri izgradnji znanja. Med njimi imajo pomembno vlogo elektronski učbeniki, ki posebej izkoriščajo interaktivno in večpredstavno zmožnost sodobnih elektronskih medijev. V prispevku opredelimo temeljne značilnosti in razlike med e-učbeniki in i-učbeniki ter lastnosti njihovih gradnikov, ki bi morali v kakovostnem i-učbeniku v polnosti izrabiti njegove pedagoške potenciale. Na primeru projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete predstavimo vsebinsko-didaktična in oblikovna izhodišča ter smernice za načrtovanje in izdelavo i-učbenikov, pri čemer posebej obravnavamo koncept in strukturo posamezne učne enote i-učbenika. I-učbeniki, ki so nastali v omenjenem projektu, bodo najverjetneje sooblikovali prihodnje standarde za izdelavo i-učbenikov v našem šolskem okolju, zato želimo v prispevku osvetliti čim več dejavnikov, ki so vplivali na njihov nastanek.

Ključne besede: interaktivnost, učbenik, e-učbenik, i-učbenik, smernice, učna enota, e-učenje, kombinirano učenje

Learning materials in today's schools are increasingly exploiting electronic media to mediate the construction of knowledge. Among these, electronic textbooks play an important role, which specifically takes advantage of the interactive capability of modern electronic media. In this paper we define the basic characteristics of and differences between e-textbooks and i-textbooks. We discuss the properties of their building blocks, which should fully exploit their teaching potential in a high-quality i-textbook. In the case of the E-textbooks for science

project, we present content-related and didactic guidelines, design trends and principles for the planning and production of i-textbooks. We focus on the concept and structure of each learning unit in an i-textbook. The I-textbooks created in this project are likely to shape the future of i-textbook production standards in Slovenian schooling. We therefore wish to shed light on the contribution of as many of the factors that influenced their creation as possible.

Key words: interactivity, textbook, e-textbook, i-textbook, production guidelines, learning unit, e-learning, blended learning

Uvod

Vloga in pomen informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) v svetu v zadnjih desetletjih nezadržno rasteta. Zavedanje o pomenu teh tehnologij ima vse večjo vlogo in vrednost tudi v šolskem prostoru (Mohorčič, 2012). Tehnologija igra ključno vlogo pri tem, kako se učenci igrajo, učijo, pridobivajo informacije in komunicirajo drug z drugim, zato učenci naravno pričakujejo uporabo različnih tehnologij tudi v učnem okolju (Geer in Sweeney, 2012). Konstruktivistični pristop – kot trenutno sprejeta paradigma učenja in poučevanja – pri učiteljih pozitivno korelira z občutkom samoučinkovitosti pri integraciji tehnologije v učno okolje (Anderson, Groulx in Maninger, 2011). Vsi šolski sistemi preverjajo, kako najučinkoviteje IKT umestiti v pedagoški proces, tako z vidika poučevanja kot z vidika učenja. Vpliv tehnologije na razmerje učni vhod/izhod je v različnih državah različen. Upoštevaajoč finančne dejavnike, PISA-rezultate, izobraženost, pokritost z internetom ter razmerje učenec/učitelj, ugotavlja Aristovnik (2012) ugodno razmerje za Finsko, Norveško, Belgijo in Korejo, Slovenija pa v večini modelov zaseda dokaj ugodno mesto v drugem kvartilu. Čeprav so raziskovalni rezultati na tem področju še nejasni, pa je hipoteza, da bodo računalniki opravljali vlogo kognitivnih spodbujevalcev pri pouku tudi v prihodnosti, trenutno široko sprejeta (Lesgold, 2013).

Pomen tehnologije torej zagotovo vpliva na učni proces, kar je zaznati tudi v slovenskem šolskem prostoru (Batagelj, 1996; Zmazek in Šenveter, 2002). V ospredje že prihajajo didaktični pristopi, ki izkoriščajo potencial tehnologije, ne posvečajo pa tolikšne pozornosti tehnologiji sami (Kobal in Zmazek, 2007). Na tem področju je zagotovo treba misliti vsaj na tri segmente: izobraževanje in izpopolnjevanje vzgojiteljev, učiteljev in ravnateljev, kreiranje ustreznega e-učnega okolja ter ponudba ustreznih e-učnih gradiv in e-učbenikov (Batagelj idr., 1998; Dinevski, Jakončič Faganel, Lokar in Žnidaršič, 2006; Zmazek, Hvala in Kobal, 2007). S prvim in drugim segmentom se je v obdobju 2008-2013 intenzivno ukvarjal projekt E-šolstvo, ki so ga denarno podprli Evropski socialni sklad (ESS) in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ), v katerem so vzgojitelji, učitelji in ravnatelji sistematično pridobivali digitalne kompetence. Prav tako se je področje e-gradiv v preteklosti razvijalo tudi po zaslugi več razpisov pristojnega ministrstva, vendar poudarek ni bil na razvoju e-učbenikov. Nekatera gradiva so zato skozi svoje vsebinske zasnove sledila konceptu učbenikov bolj, nekatera manj, nekatera pa sploh ne.

Na področju matematike izpostavimo E-um gradiva (2006), ki že od zasnov sledijo (kasneje postavljenim) smernicam e-učbenikov (Hvala, Kobal in Zmazek, 2007; Hvala, Kobal in Zmazek, 2008; Kobal idr., 2008; Zmazek idr., 2011a, Zmazek idr., 2011b), pri ustvarjalcih pa je zaslediti tudi zasnove IKT-didaktike (Lipovec, Kobal in Repolusk, 2007; Kobal idr., 2007; Repolusk, 2009; Repolusk, 2013). Tehnika, ki

omogoča vsebinsko kakovost E-um gradiv, je v podrejenem položaju, razvoj je torej podrejen izključno didaktičnim namenom (Pesek in Prnaver, 2008). Orodja, ki so na voljo ustvarjalcem, so prilagojena njihovim zahtevam in zato gre večkrat za avtorska orodja (Prnaver, Šenveter, Zmazek, 2007; Pesek in Regvat, 2007). Dodatno orodja omogočajo temeljito recenziranje ter prosto objavo, s tem pa dvigujejo kakovost gradiv (Pesek in Prnaver, 2008; Prnaver, Pesek in Zmazek, 2008). Avtorji gradiv so skozi izdelavo teh enot oplemenitili tako svoje pedagoško vsebinsko kot tudi didaktično in tehnološko pedagoško znanje (Lipovec in Kosi Ulbl, 2008), ustvarjen portal pa se je izkazal kot dober vir celo pri izobraževanju bodočih učiteljev razrednega pouka, čeprav to ni bil njegov namen (Lipovec, 2009). Evalvacija uporabe gradiv s portala je pokazala, da pozitivno vpliva na učne dosežke učencev (Lipovec in Kosi Ulbl, 2009).

Zaradi vse več pritiskov v smeri osmišljene uporabe e-gradiv je bil v letu 2011 zasnovan projekt E-učbeniki za naravoslovne predmete, financiran s strani ESS in MIZŠ, v okviru katerega so bila na samem začetku zastavljena vsebinsko-didaktična in tehnično-organizacijska izhodišča in napotila za izdelavo e-učbenikov, ki so predstavljala smiselno nadaljevanje in nadgradnjo izhodišča (Zmazek idr., 2011a; Kreuh, Kač in Mohorčič, 2011). Cilj projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete so vsebinsko neoporečni in didaktično sveži e-učbeniki, ki bodo potrjeni s strani Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje in se bodo uporabljali pri pouku v osnovnih in srednjih šolah kot nadomestilo in nadgradnja dosedanjih tiskanih učbenikov. V ta namen morajo e-učbeniki uporabnikom (učencem in dijakom) omogočati samostojno učenje in celostno znanje, zato vsebujejo elemente za pridobivanje znanja in tudi ponavljanje, utrjevanje, preverjanje in poglobljanje usvojenega znanja.

V nadaljevanju bo opisan proces nastanka učbenikov v tem projektu.

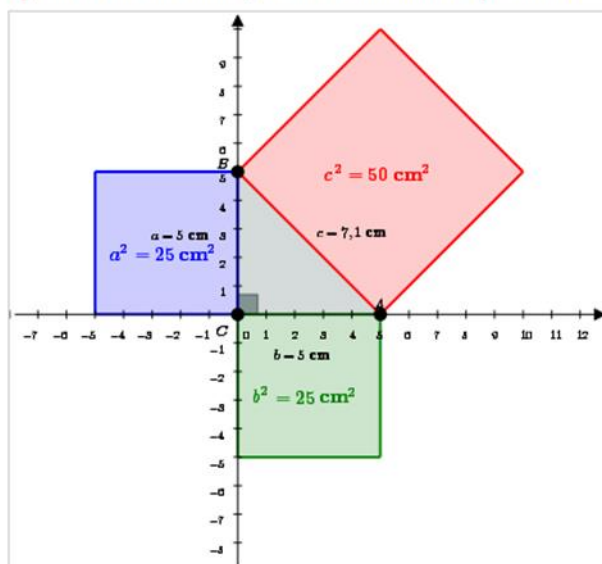
E-učbenik ali i-učbenik

Ker se v zadnjem obdobju vse večjega trenda uporabe IKT v izobraževanju pojavlja vse več e-učbenikov v obliki digitaliziranih klasičnih (tiskanih) učbenikov, ki izkoriščajo nove medije le kot nadomestilo (Pravilnik o potrjevanju učbenikov od leta 2010 omogoča potrjevanje vseh oblik e-učbenikov), je vpeljan pojem **i-učbenik** za interaktivne e-učbenike. Ta pojem pomeni e-učbenike, ki izkoriščajo nove medije za nadgradnjo interakcije z uporabnikom, kot jo omogoča nova tehnologija.

V celoti e-učbenik vsebinsko obsega klasični tiskani učbenik in vadnico oz. delovni zvezek, vendar z **dodatnimi e-elementi** tvori veliko učinkovitejše in spodbudnejše učno okolje za uporabnika, saj krepi moč uvida in globljega razumevanja tudi z interaktivnimi gradniki nižje, srednje in visoke stopnje (Repolusk in Zmazek, 2008):

- slike, video, zvok, animacije, simulacije (multimedijski gradniki), ki jih uvrščamo med gradnike nizke stopnje interaktivnosti;
- različni testi (pravilno/narobe, več možnih odgovorov, dopolnjevanje ...), ki jih uvrščamo med gradnike srednje stopnje interaktivnosti;
- apleti in didaktične igre, ki jih uvrščamo med gradnike visoke stopnje interaktivnosti (slika 1).

Prikaži vsaj tri pravokotne trikotnike. Prikaži vsaj tri trikotnike, ki niso pravokotni. Za vsak prikazani trikotnik preveri, ali je vsota ploščin kvadratov nad krajšima stranicama enaka ploščini kvadrata nad daljšo stranico.



Pravokotni Nepravokotni

Pitagorov izrek velja samo za pravokotne trikotnike.

Slika 1: Aplet za Pitagorov izrek – gradnik z visoko stopnjo interaktivnosti (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index3.html>)

E-učbenik pokriva celoten učni načrt za posamezni predmet v določenem razredu oz. letniku (če so v učnem načrtu opredeljena poleg splošnih tudi posebna in izbirna znanja, pokriva e-učbenik vsa znanja iz učnega načrta: obvezna in izbirna oziroma splošna, posebna in izbirna) z vnaprej dogovorjenimi oznakami za tip znanja. Izbirna znanja prepoznamo po rdeči črti, ki poteka ob vsebini.

Dober i-učbenik mora zadoščati naslednjim **minimalnim vsebinsko-didaktičnim, tehnično-organizacijskim** in **oblikovnim** zahtevam: strokovna ustreznost in korektnost, metodično-didaktična ustreznost (splošna in predmetno

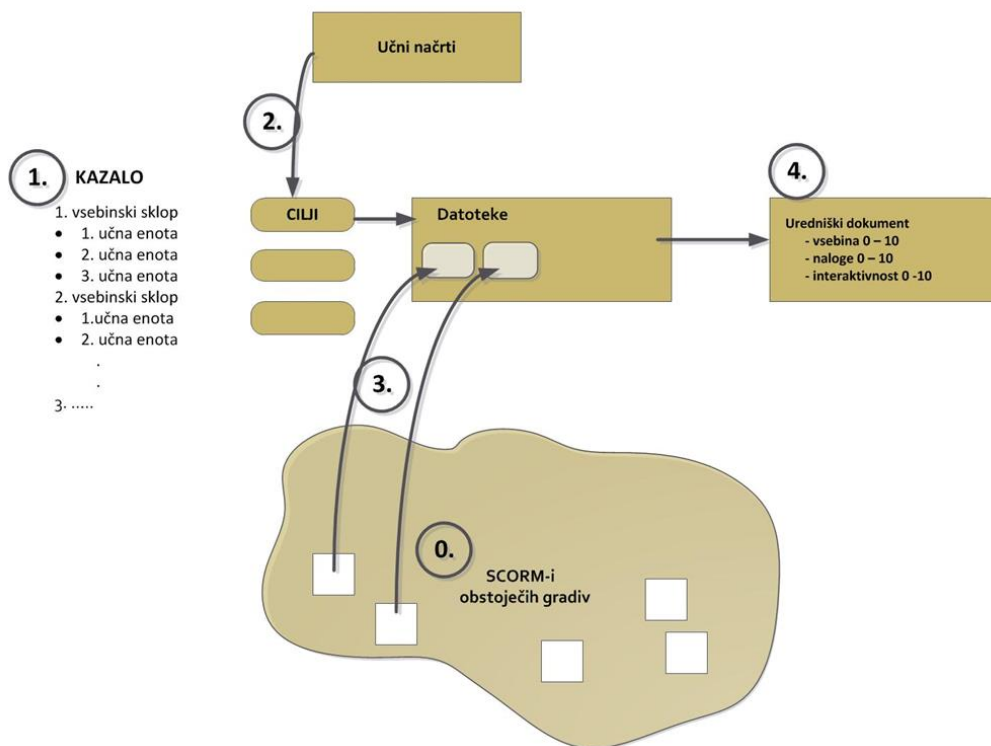
specifična), usklajenost z učnimi cilji in standardi oz. dosežki znanja iz učnega načrta, povratna informacija (sprotna in končna) z namigom za nadaljnje delo v primeru nerazumevanja snovi, upoštevanje razvojne stopnje učenca, upoštevanje sposobnosti in učnih zmožnosti učencev, upoštevanje splošnih didaktičnih načel (postopnosti, nazornosti, aktivnosti učencev itd.), še posebej načelo veččutnega (multisenzornega) učenja z vključevanjem didaktično ustreznih večpredstavnostnih elementov, možnost prilagajanja učencem s posebnimi potrebami, upoštevanje kulturnega okolja učencev, enotna zunanja oblikovna in uporabniška podoba, jezikovna ustreznost (poudarek tudi na semantični oz. starostni stopnji primerni sporočilni vrednosti informacij, razumljiva razlagalna besedila, jasne strukture).

Za izdelavo e-učbenikov je bila z razpisom predpisana uporaba že obstoječih e-gradiv (oz. njihovih delov), ki so pod okriljem pristojnega ministrstva in sofinanciranjem Evropskega socialnega sklada nastala v letih od 2006 do 2011 (npr. Videofon, 2006; E-um, 2006; Nauk, 2008; E-vadnica za fiziko, 2008). Za opisovane učbenike se je pokazal portal E-um kot temeljno izhodišče za pripravo učbenikov tako za matematiko kot za fiziko in kemijo.

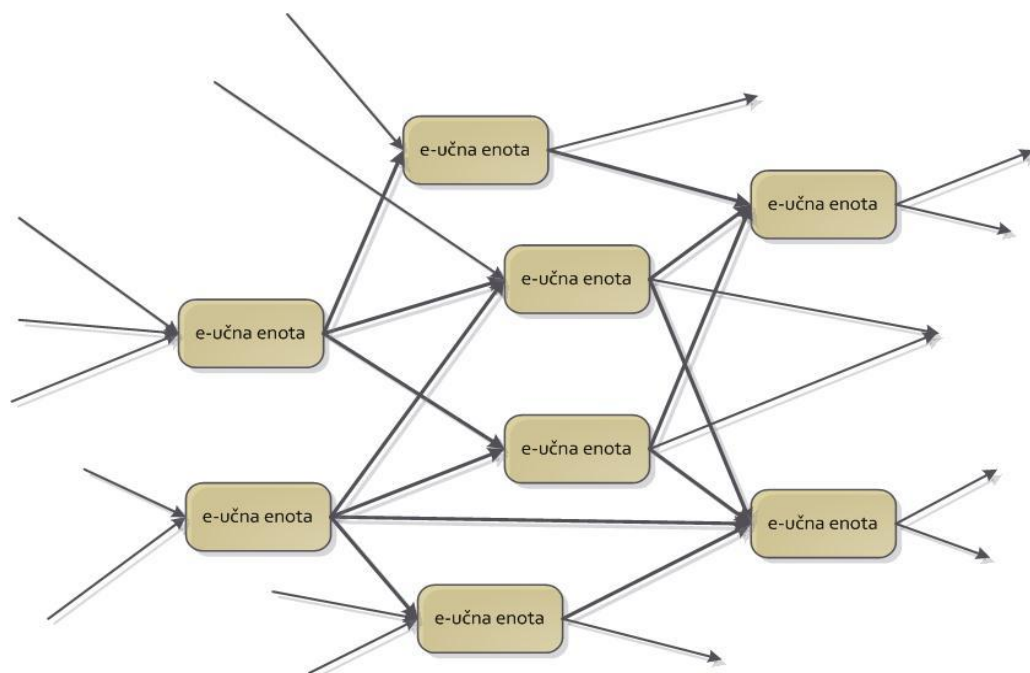
E-učna enota je osnova i-učbenika

Vsebina i-učbenika je s kazalom strukturirana po vsebinskih sklopih, v vsakem vsebinskem sklopu so nanizane e-učne enote, ki smiselno pokrivajo vsebino za najmanj eno in največ tri šolske ure. Ob pripravi i-učbenika je bil upoštevan ciljni pristop, zato je bilo za cilje učnega načrta najprej oblikovano kazalo (slika 2).

E-učne enote tako nikakor niso teoretične didaktične priprave za učitelja, temveč čim bolj spodbudno, prijazno in produktivno okolje za samostojno učenje, ki spodbuja razvoj relacijskega učenja (Skemp, 1978) z izgradnjo povezane kognitivne sheme oz. z izrazitim poudarkom na razumevanju kot bistveni komponenti konceptualnega znanja (Hiebert, 1986). V ta namen so e-učne enote i-učbenika med seboj na poseben način povezane v omrežje (slika 3). Ker je definiranje ključnih idej temelj poglobljenega (ang. profound) znanja matematike (Ma, 1999), usmerjeno omrežje e-učnih enot povezuje izbrano e-učno enoto s ključnimi e-učnimi enotami, katerih vsebine so potrebne za razumevanje in pridobivanje novih znanj, zapisanih v izbrani e-učni enoti.



Slika 2: Povezanost vsebin i-učbenika s cilji učnega načrta



Slika 3: Usmerjeno omrežje e-učnih enot

E-učne enote navajajo učenca na aktivno samostojno učenje, kar optimalno dosega s tem, da spodbujajo učenje z reševanjem problemov in od učenca oziroma dijaka terjajo namesto pasivnega branja in spoznavanja reaktivno sodelovanje (Repolusk in Hvala, 2008). Zato morajo vsebovati zadostno količino interaktivnih, dinamičnih in drugih elementov, ki jih omogoča sodobna tehnologija (slike, zvočne sekvence, videoprojekcije, animacije oz. zaporedje slik), simulacije ter aplete. Vsebujejo tudi risbe z visoko didaktično uporabnostjo, kar pomeni, da ni ilustracij, ki so same sebi namen, temveč ilustracije z uvajanjem v bistvo problema omogočajo njegovo spoznavanje ali reševanje. Povezava (link) se ne šteje kot interaktivni element.

Sodobni interaktivni in dinamični gradniki lahko v učnem procesu – v odvisnosti od spretnosti sestavljavca e-učne enote – odigrajo konstruktivno, pa tudi destruktivno vlogo. Lahko so koristni pripomočki pri zagotavljanju aktivne udeležbe učenca oz. dijaka pri boljši predstavitvi dejstev in doseganju globljega razumevanja snovi. Napačno uporabljeni gradniki pa lahko zbranost učenca oz. dijaka zmotijo in jo od bistvenih ciljev usmerijo povsem drugam. Dinamičnost in interaktivnost zato ne smeta biti sama sebi namen in nista sama po sebi dobra. Uporabiti ju moramo ne za poceni "šov", pač pa za dosego že prej naštetih konstruktivnih ciljev (Zmazek, Kobal, Zmazek in Hvala, 2007).

Struktura e-učne enote

Vsebinska in oblikovna struktura e-učne enote mora biti prilagojena zakonitostim in možnostim, ki jih ponujata posamezno predmetno področje in posamezna vsebina, ki jo z e-učno enoto obravnavamo. Zaporedja vsebinskih elementov iz nadaljevanja ne razumemo povsem togo, saj ga zaradi didaktičnega pristopa in učinkovitosti lahko v posamezni e-učni enoti tudi prilagodimo.

Predlagano zaporedje vsebinskih elementov je naslednje (slika 7):

- A. **NASLOV** e-učne enote je čim krajši. Kasnejši vmesni podnaslovi so mogoči, vendar naj ne bi bili preveč pogosti in naj bi se nanašali na ločevanje večjih vsebinskih sklopov e-učne enote.
- B. **UVOD**:
 - a. Naslovu po možnosti sledi **motivacija oziroma kontekstualizacija**, ki bodisi izpostavi določen izziv (problem), na katerega bomo z novim znanjem znali odgovoriti, bodisi predstavi vpetost nove vsebine v življenjski prostor.
 - b. Po motivaciji po potrebi sledi **identifikacija predznanja**, običajno z visoko interaktivnimi nalogami. Na predznanje uporabnika smo pozorni zlasti takrat, ko bo uporabnik za razumevanje novih vsebin v nadaljevanju potreboval predznanje, ki presega vsebino prejšnjih e-

učnih enot istega vsebinskega sklopa, ali gre za mlajšega uporabnika. V takem primeru po identifikacijskih vprašanjih uporabniku ponudimo kratek povzetek predznanja, vendar tudi s tehničnim oblikovanjem in skrivanjem predznanja "pod gumbe" pazimo, da se gradivo ne "razvleče" in se zato v njem izgubi središčni del.

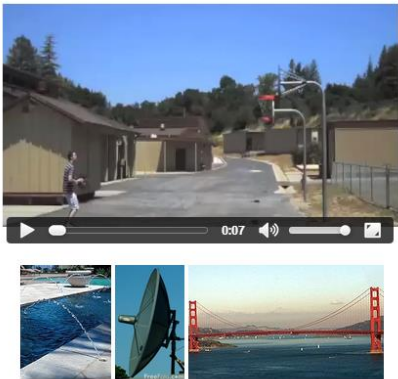
- c. V vsaki enoti je v uvodu obvezna **kratka predstavitev vsebin** e-učne enote, ki predstavi, kaj bomo v e-učni enoti počeli. Če je naslov X, zapis "Spoznali bomo X" nikakor ni sprejemljiv. Predstavitev naj na kratko pove "od kod prihajamo in kam gremo" (slika 4).

KAZALO STRANI VEGA 2 451/703

Kvadratna funkcija | Definicija kvadratne funkcije | Definicija kvadratne funkcije

DEFINICIJA KVADRATNE FUNKCIJE

Oglej si film in ugotovi, kaj ima skupnega s slikami pod njim.



Namig

Mnoga gibanja v naravi in človeške stvaritve v naši okolici upodabljajo posebno krivuljo, ki je graf ene od **potenčnih funkcij**. Poglobili se bomo v raziskovanje lastnosti omenjene funkcije.

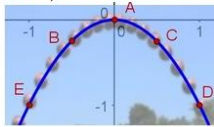
PONOVITEV

Krivulje na različne načine postavimo v koordinatni sistem. Pri kateri postavitvi krivulja predstavlja graf funkcije? Utemelji svojo izbiro.



Namig **Rešitev** **Izziv**

Premisli, kakšno enačbo ima krivulja na spodnji sliki, ki sovпада s tiro m žoge iz uvodnega filma? Enačbo krivulje poznamo iz poglavja o potenčnih funkcijah. Oglej si podatke na sliki in zapiši enačbo.



Namig **Rešitev** **Naloga**

$A = (0, 0)$
 $B = (-0.5, -0.25)$
 $C = (0.5, -0.25)$
 $D = (1, -1)$
 $E = (-1, -1)$

Slika 4: Primer uvodne strani v i-učbeniku Vega 2 (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/278/index.html>)

- C. Uvodnim elementom e-učne enote sledi njen središčni del, **JEDRO**, ki je namenjeno usvajanju novih predmetnospecifičnih znanj. V jedru med drugim uporabniki
- pridobivajo nove POJME (pojmi označujejo reči, pojave, dogodke, zakonitosti ...), praviloma induktivno skozi dejavnosti,
 - pridobivajo PROCESNA ZNANJA (kognitivne spretnosti in veščine),
 - izvajajo DEJAVNOSTI, da bi pridobili načrtovana znanja ter spretnosti in veščine ter
 - z VZORČNIMI NALOGAMI sproti *preverjajo in utrjujejo*, ali so učno vsebino razumeli in dosegajo postavljene cilje.

Jedro ponudi uporabniku dovolj zgledov in primerov nalog oz. problemov, ki se nanašajo na vsebino e-učne enote. Vsebinski elementi jedra, ki pokrivajo zgoraj zapisane točke a, b in c, si ne sledijo zaporedoma, temveč se vsebinsko in didaktično smiselno izmenjujejo. Posebej pazimo, da uporabnikovo usvojenost novega znanja preverjamo sproti (med posameznimi vsebinskimi elementi jedra) in da v primeru nerazumevanja vsebine uporabnika usmerimo nazaj k besedilu ali pa mu ponudimo dodatno razlago (na drugačen način npr. z drugo reprezentacijo ali kontekstualizacijo). Pozorni smo, da v središčnem delu čim bolj/popolnoma izkoristimo moč računalniške tehnologije kot medija, ki pri učenju in poučevanju še posebej omogoča diferenciacijo, tako pri vsebinskih elementih kot pri učni poti, ki uporabnika vodi od enega elementa k drugemu. V jedru e-učne enote, zlasti pri točkah a (novi pojmi) in b (procesna znanja) z vnaprej dogovorjenimi oznakami označujemo, kateri deli pokrivajo splošna, posebna ali izbirna znanja učnega načrta (slika 5).

KAZALO
STRANI
VEGA 2

Če določamo, kje funkcija doseže **največjo** oziroma **najmanjšo** (ekstremno) vrednost in kolikšna ta vrednost je, pravimo, da rešujemo **EKSTREMALNI PROBLEM**.

Katere od ekstremalnih problemov bomo znali rešiti in katere še ne?

Ponovi bistveno o ekstremu kvadratne funkcije.

a) Funkcija $f(x) = 3x^2 - 5x + 2$ doseže v svojem temenu

- ☐ največjo funkcijsko vrednost.
- ☐ najmanjšo funkcijsko vrednost.

b) Funkcija $f(u) = -2(u - 3)^2 + 6$ doseže največjo vrednost

- ☐ 6 pri $u = 3$.
- ☐ 6 pri $u = 0$.

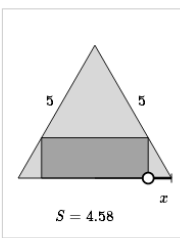
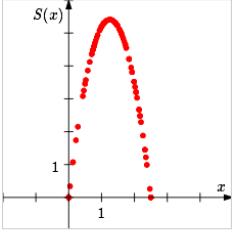
c) Funkcija $g(t) = a(t - p)^2 + q$ ($a < 0$) doseže

- ☐ največjo vrednost q pri $t = p$.
- ☐ najmanjšo vrednost q pri $t = p$.

Kadar iščemo ekstrem kvadratne funkcije, jo zapišemo v temenski obliki, $f(x) = a(x - p)^2 + q$, in sklepamo:
 Za $a < 0$ doseže funkcija pri $x = p$ **največjo** vrednost q .
 Za $a > 0$ doseže funkcija pri $x = p$ **najmanjšo** vrednost q .

Ekstrem kvadratne funkcije $T(p, q)$ lahko poiščemo tudi z obrazci $p = -\frac{b}{2a}$ in $q = -\frac{D}{4a}$, kjer je $D = b^2 - 4ac$.

Trikotno okno z enako dolgimi stranicami zasenčimo s pravokotnim kosom platna. Izračunaj dimenziji platna, da bo zasenčena površina največja možna?

a) Pomagaj si z drsnikom na aktivni sliki (levo) in izrazi širino in višino pravokotnega platna s spremenljivko x .

Širina Višina

b) Izrazi z x ploščino pravokotnega platna S . Grafično predstavitev funkcije $S(x)$ si lahko ogledaš na zgornji aktivni sliki (desno).

Rešitev

c) Računsko razišči, kdaj funkcija $S(x)$ doseže maksimalno vrednost. Rezultat primerjaj na zgornji aktivni sliki (desno).

Rešitev

Slika 5: Primer posebnega znanja v i-učbeniku Vega 2 – reševanje ekstremalnih problemov (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/286/index2.html>)

D. ZAKLJUČEK e-učne enote vsebuje:

- a. **odgovor** na uvodni izziv oziroma problem, če je bil zastavljen,
- b. kratko povzemanje spoznanega v obliki **povzetka**. Pri daljših ali kompleksneje zgrajenih e-učnih enotah oz. pri e-učnih enotah za nižje

starostne skupine učencev po potrebi povzemamo sproti že v jedru, vendar v končnem povzetku vse delne povzetke še enkrat strnemo (slika 6),

- c. **nabor nalog**, in sicer naloge na ravni minimalnih standardov znanja, naloge za preverjanje doseganja standardov znanja in naloge za razširjanje in poglobljanje znanja.

STRANI **VEGA 2**

Evklidska geometrija | Togi premiki in skladnost | Povzetek

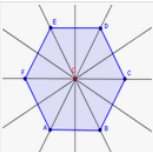
33/703

POVZETEK

Toga preslikava ali gibanje imenujemo preslikavo v ravnini, ki ohranja razdalje. Če preslikamo s togo preslikavo točko A v točko A' in točko B v točko B' , bo $d(A, B) = d(A', B')$. **Negibna točka** toge preslikave je točka, ki se preslika sama vase.

Osnovne toge preslikave so **vzporedni premik** za usmerjeno daljico (nima negibnih točk), **zrcaljenje čez premico** (negibne točke so na premici zrcaljenja), **zrcaljenje čez točko** (točka zrcaljenja je edina negibna točka) in **vrtenje ali rotacija** (središče vrtenja je edina negibna točka).

Množica je **simetrična** glede na premico, če se pri zrcaljenju čez to premico preslika vase. To premico imenujemo **simetrijska os** ali **simetrala** množice. Množica je **središčno simetrična**, če je simetrična glede na neko točko tako, da se preslika vase.



Pravilni šestkotnik ima šest simetral in je središčno simetričen lik.

Simetrala daljice je množica točk, ki so enako oddaljene od obeh krajišč daljice. Simetrala daljice razdeli daljico na skladni daljici.

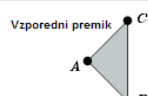
Simetrala kota je množica točk, ki so enako oddaljene od obeh krakov kota. Simetrala kota razdeli kot na skladna kota.

Ponovi toge preslikave.

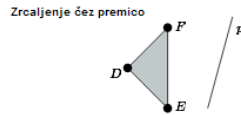
Izberi orodje:



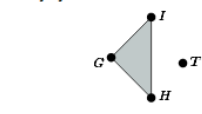
Vzporedni premik



Zrcaljenje čez premico



Zrcaljenje čez točko



Vrtež



$\alpha = 143^\circ$

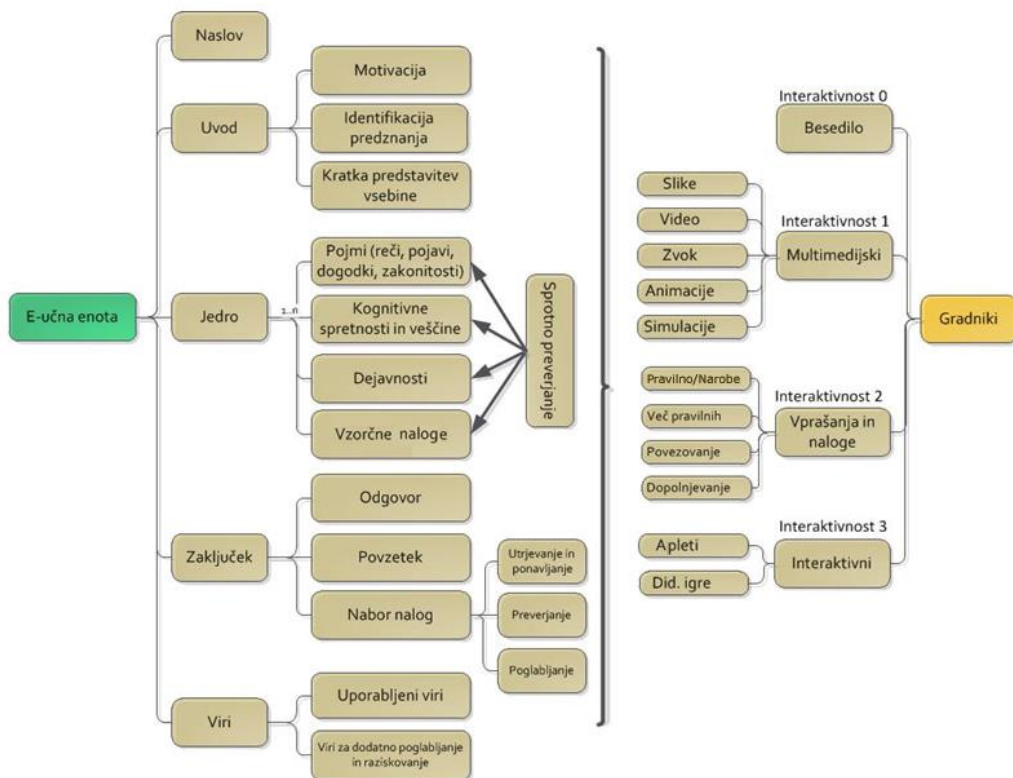
Slika 6: Primer povzetka učne enote v i-učbeniku Vega 2 (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/230/index8.html>)

Množica nalog ene e-učne enote pokriva vse taksonomske stopnje in vse tipe znanja. S posebnimi dogovorjenimi oznakami označujemo naloge problemskega tipa in naloge, ki jih lahko uporabniki rešujejo z računalniškimi orodji tudi zunaj i-učbenika. Med uporabljenimi računalniškimi orodji navedimo npr. Excel, Geogebra (2001), GeoNext (2002), R.i.š (2001), Euler (Batagelj in Zaveršnik, 1998), JSXGraph (2008), JMol (2002), JSMol (2002). S seznama razberemo, da se orodja z razvojem tehnologije prilagajajo. Vsaka predmetna skupina se vnaprej odloči, kakšna razvrstitev nalog bi bila najprimernejša in v skladu s predmetnim učnim načrtom tudi primerno poimenovana oziroma označena.

E. VIRI

Po zaključku vsake e-učne enote zapišemo, katere vire smo uporabili (**uporabljeni viri**), če smo vsebino črpali iz obstoječih virov, prav tako pa

uporabnikom priporočimo **vire za dodatno poglobljanje**, ki presega cilje iz učnega načrta. V tem delu lahko uporabnika tudi opozorimo na možnosti medpredmetnega povezovanja vsebin. Posebej smo pozorni pri učnih načrtih, ki že ponujajo nekatera medpredmetna povezovanja.



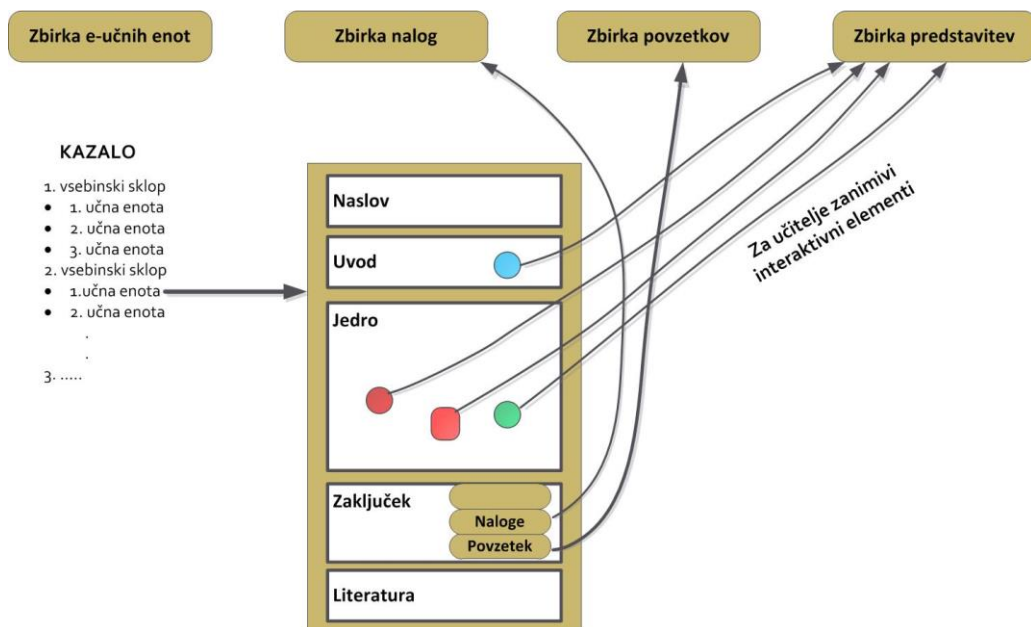
Slika 7: Predlagana struktura e-učne enote

Struktura i-učbenika

E-učna enota, ki predstavlja zaključeno učno celoto za 1 do 3 šolske ure uporabnikovega dela, mora izkoriščati računalnik kot medij, zato mora biti zračnost e-učne enote izražena tudi v pravilnem razmerju med besedilom in drugimi interaktivnimi elementi. Zračnost zagotavlja pravilo, da na vsakih 1000 znakov besedila (oz. 800 ali manj na nižji stopnji izobraževanja) v povprečju poskrbimo za minimalno (najmanj) en interaktivni element (raje več), in sicer vsaj srednje stopnje interaktivnosti. Ena e-učna enota mora v odvisnosti od tega, ali je namenjena eni oziroma (do) trem šolskim uram uporabnikovega dela, vsebovati od 2000 (za eno uro) do 6000 znakov besedila (za tri ure) in po pravilu zračnosti ustrezno število interaktivnih elementov (od vsaj 2 za eno uro do vsaj 6 za tri ure). Izogibamo se e-

učnim enotam za tri šolske ure; izdelamo jih le takrat, kadar vsebine zaradi njene narave ne moremo razdrobiti v več e-učnih enot.

Vsebina e-učne enote se bo uporabnikom praviloma prikazovala kot zaporedje enozaslonskih slik, zato ustvarjalci e-učnih enot in uredniki pazijo tudi na oblikovno smiselno razporejenost gradnikov, da se izognemo praznim oziroma preveč polnim enozaslonskim slikam.



Slika 8: Struktura i-učbenika

I-učbenik je pravzaprav ZBIRKA e-učnih enot in še več. Iz vseh e-učnih enot lahko "izluščimo" tudi naslednje zbirke (slika 8):

- nabor večje količine nalog iz zaključkov e-učnih enot se lahko združi v ZBIRKO NALOG,
- nabor zanimivih slik, videoposnetkov, zvočnih gradnikov, animacij, simulacij, didaktičnih iger in apletov, ki pomagajo učiteljem pri delu v razredu, se združi v ZBIRKO PREDSTAVITEV,
- nabor povzetkov iz zaključnih delov e-učnih enot pa se združi v ZBIRKO POVZETKOV.

Osnova za organizacijo i-učbenika je KAZALO v drevesni strukturi (neobvezno se prikazuje v kazalu razred oz. letnik, obvezno pa vsebinski sklop e-učne enote), ki temelji na predmetnem učnem načrtu. Drevesna struktura omogoča jasno povezavo z učnim načrtom (oz. predmetnim katalogom) in omogoča enostavno prehajanje

med posameznimi zbirkami i-učbenika (Zbirka e-učnih enot, Zbirka nalog, Zbirka predstavitev, Zbirka povzetkov).

Splošne smernice za vsebino e-učne enote:

Čeprav bo lahko učitelj pri izvedbi ur uporabljal posamezne dele e-učnih enot, so e-učne enote kot celote **namenjene samostojnemu delu učencev oziroma dijakov**. Zato morajo biti oblikovane tako, da bodo vodile uporabnika pri koncentriranem delu skozi celotno enoto. Biti morajo torej jasne, motivacijske, spodbujati morajo radovednost in ustvarjalnost ter morajo biti v svojem bistvu usmerjene k razumevanju. Uporabnike spodbujajo k dejavnostim (branje, pisanje, oblikovanje, reševanje, raziskovanje, sodelovanje ...) ter zagotavljajo pridobitev povratnih informacij. Torej e-učne enote nikakor niso teoretične didaktične priprave za učitelja, temveč čim bolj vzpodbudno in produktivno okolje za učenje. Tudi zato se povezavam (linkom) izogibamo (razen na koncu učne enote, kjer lahko z linki navajamo tudi literaturo za razširjanje in poglobljanje znanja, ki je dostopna na svetovnem spletu). To je eden izmed načinov, kako pri učencih ohranjamo koncentracijo na enoti in se ne izgubijo v spletu, kjer klik vodi k novemu kliku.

Nasveti pri oblikovanju vsebin i-učbenika za matematiko in naravoslovje

V okviru projekta e-učbeniki za naravoslovne predmete so bili za avtorje na administrativnem portalu pripravljeni naslednji nasveti (Zmazek idr., 2011a):

1. *Upoštevanje učnega načrta*. Uzavestiti je treba, kaj UN omogoča oz. predvideva in česar ne priporoča na določeni stopnji izobraževanja. Graditi je treba na smiselnem in postopnem uvajanju novih pojmov in znanj. Avtor mora poznati celotno vertikalno razvoja pojmov in veščin. Omenjeno znanje je ključno za konstrukcijo dobrega didaktičnega pristopa (Clements in Sarama, 2004). Zato je učni načrt dokument, ki ga pri pisanju e-enot redno uporabljamo, pri čemer posebno pozornost namenimo didaktičnim priporočilom in spremljajočim virom. E-enote morajo biti strokovno neoporečne, kar npr. pomeni, da ni dovoljeno uporabljati izpeljank pojmov, ki jih morda uporabljamo kdaj pri delu v razredu, za učbenik pa niso primerne (npr. posebni ulomki, aspirin formula, izničenje učinka funkcije ...). Držati se moramo uveljavljene in dogovorjene terminologije. Želimo si sicer sodobnega pristopa v enotah i-učbenika, vendar ne na račun strokovne neoporečnosti. Dobro vsebinsko pedagoško znanje se namreč kaže kot temeljna komponenta dobrega poučevanja in posledično učenja (Ball, Thames in Phelps, 2008).

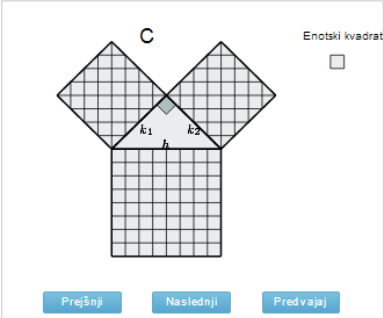
2. *Urednik določi zaporedje gradiv.* Včasih je zaporedje v neskladju z avtorjevo prakso, vendar se avtorji kazala in opomnikov urednikov držijo, saj s tem zagotavljajo smiselno pokritost celote. Vrstni red vsebin lahko spremeni samo urednik po dogovoru z avtorji, ko gre za utemeljeno izboljšavo.

STRANI
MATEMATIKA 8

Pitagorov izrek | Pitagorov izrek | Pitagorov izrek
419/541

PITAGOROV IZREK

Nad vsako stranico pravokotnega trikotnika narišemo kvadrat. S štetjem enotskih kvadratov določi ploščino kvadratov nad stranicami vsakega pravokotnega trikotnika. Kaj ugotoviš?



Prejšnji
Naslednji
Predvajaj

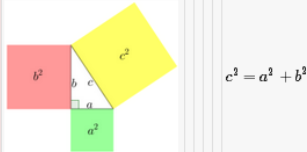
Ugotovitev

ZGLED

Na list papirja nariši poljuben pravokotni trikotnik. Nad vsako stranico pravokotnega trikotnika nariši kvadrat. Izreži kvadrate nad katetama in ju razreži tako, da boš prekril kvadrat nad hipotenuzo. Nato nalepi v zvezek.

Namig

Zvezo med ploščinami kvadratov nad stranicami pravokotnega trikotnika imenujemo **Pitagorov izrek**: v pravokotnem trikotniku je ploščina kvadrata nad hipotenuzo enaka vsoti ploščin kvadratov nad katetama.



$c^2 = a^2 + b^2$

Namig

ZGLED

Če velja $z^2 = x^2 + y^2$, je z hipotenuza.

Drži. ☒ Ne drži. ☐

	Ploščina kvadrata nad kateto k_1	Ploščina kvadrata nad kateto k_2	Ploščina kvadrata nad hipotenuzo	Vsota ploščin kvadratov nad katetama
A	9	16	25	25
B	36	64	100	100
C	32	32	64	64

Začni znova
Tvoj rezultat je 0/12.
Prikaži odgovore

Slika 9: Vpeljava Pitagorovega izreka z induktivnim pristopom v i-učbeniku Matematika 8 (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index2.html>)

3. *Induktivni pristop k razvoju novega pojma.* Če je le mogoče, izkoristimo i-učbenik in njegove lastnosti (interaktivnost) za pridobivanje novih pojmov s postopnimi razmisleki in usmeritvami uporabnika, še preden zapišemo formalno definicijo oz. obrazec za računanje (slika 9). Formalna definicija naj, če je le mogoče, sledi že preverjenemu intuitivnemu razumevanju vpeljanih pojmov (Resnick, 1989). V e-učnih enotah se izogibamo terminologiji definicija, izrek, dokaz, ampak v ustrezni povedi uporabimo raje Dogovorimo se, utemeljimo ...
- Ker tekoče prehajanje med različnimi reprezentacijami (Bruner, 1967) karakterizira znanje z razumevanjem, pojme predstavimo na več načinov oz. z več predstavitvami (npr. naraščanje funkcije z grafom in s preglednico, tudi z neurejenimi vrednostmi neodvisne spremenljivke, prek funkcijskega predpisa ...).
 - Novih pojmov in zakonitosti ne vpeljujemo s koncepti in pripomočki, ki so mogoče uporabniku še bolj tuji kot nova vsebina (npr. kombinatorike in

verjetnostnega računa ne gradimo na igrah s kartami, ki jih ne poznajo vsi enako dobro, seštevanja in odštevanja ne vpeljujemo s konceptom pozitivnih in negativnih žetonov, ki bo mogoče komu zaradi nepoznavanja težko razumljiv ...).

4. *Jezik in količina besedila.* I-učbenik naj ne bi bil razlagalni, ampak dejavnostni. Branje naj ne bo prevladujoča dejavnost. Seveda se s starostjo uporabnikov lahko delež besedila tudi poveča, vendar morajo biti enote dovolj "zračne". Izogibamo se nepotrebnim daljšim besedilom, ki morebiti dobro služijo kot motivacijska zgodbica v razredu, v učbeniku pa lahko nehote odvrnejo od bistva.
 - a. Posebej v osnovni šoli moramo paziti na jasnost in ustreznost besedila. Uporabljamo uporabnikom razumljive besede (četrtošolca npr. ne vprašamo, koliko nočitev beleži hotel, ampak koliko ljudi je prenočilo v hotelu), tvorimo krajše povedi, ne uporabljamo veliko zaimkov.
 - b. Pazimo, da pri izražanju ne izmenjujemo analitične in geometrijske predstavitve pojma (npr. naraščanje funkcije je prirastek vrednosti funkcije glede na spremembo neodvisne spremenljivke, ni pa pri linearni funkciji kar koeficient premice). Posebej pri geometrijskih vsebinah mora namreč jezik izražanja odslikavati Van Hielejevo stopnjo razvoja pojma, ki jo pripišemo učencu (Van Hiele, 1984).
5. *Interaktivni elementi.* E-učne enote morajo vsebovati zadostno količino interaktivnih, dinamičnih in drugih elementov, ki jih omogoča sodobna tehnologija, kot je opredeljeno v opisu obsega e-učnih enot.
6. *Uporaba zvezka, načrtovanje, zapiski.* Treba je sproti podajati konkretna in korektna navodila, kam naj uporabniki kaj naredijo (npr. Z ravnilom in šestilom konstruiraj, v zvezek izračunaj, poskušaj prepogniti list papirja po navodilih s skice, z orodjem za dinamično geometrijo konstruiraj, z računalniškimi preglednicami uredi podatke ...). Ne ostajamo zgolj pri uporabi i-učbenika znotraj enot, temveč uporabnika večkrat napotimo na uporabo konkretnih materialov ali IKT-orodij tudi zunaj enot. S tem omogočamo uspešnost različnih tipov učencev, krepimo kompetence uporabnikov pri uporabi IKT in navsezadnje uresničujemo cilje iz učnih načrtov.
7. *Naloge*
 - a. Pri navodilih za reševanje nalog uporabljamo različne glagole (npr. iz Bloomove taksonomije (Anderson, Krathwohl in Bloom, 2001)), ki omogočajo kontrolo nad taksonomsko pestrostjo nalog. Naloge naj se torej ne začenjajo le z izračunaj, reši, temveč tudi z razvrsti, utemelji, oceni, vrednoti, uporabi ...

- b. Naloge bomo sicer na grobo razvrstili v tri težavnostne stopnje, vendar pazimo, da na nižji ravni težavnosti ne najdemo le nalog za priklic dejstev in procedur, temveč tudi konceptualno zasnovane naloge, lahko tudi kakšno lažjo problemsko nalogo (slika 10). S tem omogočimo prehajanje učencev skozi nivoje. Prav tako na višjih ravneh težavnosti ne najdemo le nalog podobnega tipa (npr. strukturiranih za višjo raven zahtevnosti v gimnaziji, kot je npr. na maturi). Nasploh je treba paziti, da je v e-učnih enotah dovolj problemskih izzivov za uporabnike, saj so problemski pristopi pri pouku matematike in naravoslovnih predmetov nujni (Schoenfeld, 1985), narekovani tudi z učnimi načrti, v obstoječih gradivih in tiskanih učbenikih pa še premalo udeleženi.
- c. Pri nalogah izbirnega tipa pazimo, kako so zapisani distraktorji (da nam omogočajo ugotovitev, zakaj je uporabnik podal napačen odgovor, ko in če ga je podal, in lahko s komentarjem tudi ob napačnem uporabnikovem odgovoru širimo njegovo razumevanje vsebin).

STRANI

VEGA 2

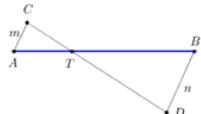
Evklidska geometrija | Podobni trikotniki | Naloge

133/703

8. V zvezek nariši daljico AB z dolžino 6 cm in jo razdeli na dva dela, ki bosta v razmerju 4 : 6.

Rešitev

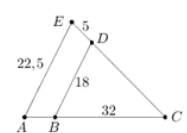
9. Dokaži, da lahko daljico AB razdelimo v razmerju $m : n$ tudi tako, kot kaže slika. Iz točke A narišemo daljico dolžine m s poljubnim nagibom. Nato narišemo vzporedno daljico iz točke B z dolžino n . Daljica, ki povezuje obe krajišči, tedaj seka daljico AB v danem razmerju.



Dokaz

10. Izračunaj dolžini daljic AE in BD , če sta daljici AE in BD vzporedni.

$|AB| = \square$ cm, $|CD| = \square$ cm.



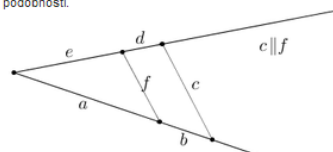
Preveri

11. Hincejeva sekvoja v Orešju pri Ptujju je zelo visoka. Njeno višino želimo oceniti po metodi, pri kateri merimo dolžine senc. Ob sončnem vremenu ima navpično postavljena palica dolžine 2 m senco dolžine 1,7 m. Senca sekvoje pa je ob istem času dolga 37 m. V zvezek nariši situacijo in izračunaj njeno višino z uporabo podobnih trikotnikov.



Skica **Rešitev**

12. Natančno si ogled sliko in dopolni spodnja razmerja. Upoštevaj Talesov izrek o podobnosti.



$a : b = e : \square$	$e : (e + d) = \square : (a + b)$
$a : e = b : \square$	$e : (e + d) = \square : c$

Ali velja tudi $a : b = f : c$? ☐ (da/ne)

Preveri

Slika 10: Razvrstitev nalog v tri težavnostne stopnje v i-učbeniku Vega 2 (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/243/index6.html>)

8. **Povzetek.** V povzetku najprej na kratko in čim zanimiveje povzemimo vsebino e-učne enote. Pri tem lahko uporabimo motivacijski aplet ali kakšen drug aplet, ki uporabniku pomaga pri motivaciji in priklicu vsebine. Ob gradnji povzetka se moramo ves čas zavedati, da bodo vsi povzetki tvorili izluščeno celoto in mora biti vsebina povzetka zato zaokrožena podcelota e-enote, neodvisna od drugih njenih delov.

9. Kulturnozgodovinska umestitev vsebin. Obravnavane vsebine poskušamo čim bolj osvetliti tudi s kulturnozgodovinskega stališča, in sicer v uvodu in jedru. Zgodovinske dosežke in matematične velikane predstavimo kot zanimivosti, zapisujemo jih večinoma pod gumba.

Zaključek

IKT je sestavni del sodobnega življenja. Omogoča nam skoraj takojšen dostop do podatkov, materialov in storitev, kar je bilo še pred 15 leti nepredstavljivo. V izobraževanje prinaša novo možnost udejanjanja principa enakosti.

V prispevku smo predstavili temeljne koncepte, ki so bili vodilo v ustvarjanju i-učbenikov, ki so nastajali v projektu E-učbeniki za naravoslovne predmete. Učbeniki so bili širši javnosti predstavljeni le v grobem (Lipovec idr., 2013), saj še vedno nastajajo. Struktura in didaktične smernice pisanja i-učbenikov temeljijo na mnogih spoznanjih predmetno specifičnih didaktik in didaktik uporabe tehnologij v učnih situacijah. Pri nastajanju učbenikov smo se dodatno opirali na mnoga znanstveno utemeljena spoznanja (Repolusk, 2013), ki smo jih prepletali z izkušnjami dolgoletnih priznanih učiteljev iz prakse ter oplemenitili s tehnično podporo, ki je sledila didaktično-vsebinskim zahtevam. V prispevku smo posebej izpostavili vlogo, ki jo igra interaktivnost višjih stopenj in s tem namenom tudi razlikovali e-učbenike od i-učbenikov. Verjamemo, da bodo izdelani i-učbeniki pripomogli k poglobljenemu znanju učencev, in upamo, da bodo primer dobre prakse IKT-didaktike, ki se v Sloveniji šele razvija.

Na koncu znova poudarimo, da sodobni interaktivni in dinamični gradniki lahko v učnem procesu – v odvisnosti od spretnosti sestavljavca e-učne enote – odigrajo bodisi konstruktivno bodisi destruktivno vlogo. Lahko so koristni pripomočki pri zagotavljanju aktivne udeležbe uporabnika, prispevajo k boljši predstavitvi dejstev in doseganju globljega razumevanja snovi. Napačno uporabljeni gradniki pa lahko pozornost uporabnika preusmerijo drugam. Dinamičnost in interaktivnost torej ne smeta biti sama sebi namen in nista sama po sebi dobra (Zmazek, Kobal in Zmazek, 2007).

Viri

1. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. in Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Allyn & Bacon.
2. Anderson, S., Groulx, J. in Maninger, R. (2011). Relationships among Preservice Teachers' Technology-Related Abilities, Beliefs, and Intentions to Use

Technology in Their Future Classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, 45(3), str. 321-338.

3. Aristovnik, A. (2012). The Impact of ICT on Educational Performance and its Efficiency in Selected EU and OECD Countries: A Non-Parametric Analysis. *TOJET*, 11(3), str. 144-152.
4. Ball, D. L., Thames, M. H. in Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), str. 389-407.
5. Batagelj, V. (1996). Matematika in Omrežje. Seminar DMFA 96, 9. februar 1996, PeF, Ljubljana, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/ponudba/matinfo/dmfa96.htm> (pridobljeno 1.4.2014).
6. Batagelj, V., Dinevski, D., Harej, J., Jakončič Faganel, J., Lokar, M., Žnidaršič, B. idr. (2005). Tipi elektronskih učnih gradiv, njihov opis in ocena kakovosti. Razvojna skupina za vzpostavitev načina ocenjevanja kakovosti e-gradiv. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
7. Batagelj, V. in Zaveršnik, M. (1998). Euler, programček za teorijo grafov. MIREK 1998, Piran, <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/conf/MIREK.98/> (pridobljeno 1.4.2014).
8. Bruner, J. S. (1967). *Toward a Theory of Instruction*. Harward University Press.
9. Clements, D. H. in Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6, str. 81–89.
10. Dinevski, D., Jakončič Faganel, J., Lokar, M. in Žnidaršič, B. (2006). Model ocenjevanja kakovosti elektronskih učnih gradiv. *Organizacija (Organization - Journal of Management, Information Systems and Human Resources)*, 39(8), FOV UM, <http://organizacija.fov.uni-mb.si/index.php/organizacija/article/viewFile/135/270> (pridobljeno 1. 4. 2014).
11. E-um (2006). www.e-um.si (pridobljeno 1.4.2014), Ptuj.
12. E-vadnica za fiziko (2008). www.e-va.si (pridobljeno 1.4.2014), Gimnazija Slovenska Bistrica.
13. Geer, R. in Sweeney, T. (2012). Students Voices about Learning with Technology. *Journal of Social Sciences*, 8(2), str. 294-303.
14. GeoGebra (2001). <http://www.geogebra.org/cms/sl/> (pridobljeno 1.4.2014).
15. GeoNext (2002). University of Bayreuth, <http://geonext.uni-bayreuth.de/> (pridobljeno 1.4.2014).
16. Graph (2008). <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wp/> (pridobljeno 1.4.2014).

17. Hiebert, J. (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. London: Routledge.
18. Hvala, B., Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). Vsebinska zasnova in iz nje izhajajoča aksiomatika E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 250-254.
19. Hvala, B., Kobal, D. in Zmazek, V. (2008). E-um izhodišča in E-um načrti v luči odzivov uporabnikov. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 327-331.
20. JMol (2002). http://wiki.jmol.org/index.php/Main_Page (pridobljeno 1.4.2014).
21. JSMol (2010). <http://chemapps.stolaf.edu/jmol/> (pridobljeno 1.4.2014).
22. Kobal, D., Hvala, B., Zmazek, B., Šenveter, S. in Zmazek, V. (2007). Projekt E-um in vizija e-učenja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 254-258.
23. Kobal, D., Hvala, B., Zmazek, B., Šenveter, S. in Zmazek, V. (2008). Retrospektiva E-um projekta, V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 321-326.
24. Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). (E-)Mind thinking with E-um. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, str. 1-4.
25. Kreuh, N., Kač, L. in Mohorčič, G. (2011). *Izhodišča za izdelavo e-učbenikov*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
26. Lesgold, A. (2013). *Information Technology and the Future of Education*. V Lajoie, S.P. in Derry, S.S. (Ur.) *Computers as cognitive tools*. London: Routledge.
27. Lipovec, A. (2009). Portal E-um kot vir pri izobraževanju razrednih učiteljev. V: Orel, M. (Ur.). *Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15.-18. april 2009*. Ljubljana: Arnes, 2009, str. 322-327.
28. Lipovec, A., Kobal, D. in Repolusk, S. (2007). Načela didaktike in zdrava pamet pri e-učenju. V: Vreča, M. In Orel, U. (Ur.). *Mednarodna konferenca Splet*

izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007, str. 261-265.

29. Lipovec, A. in Kosi-Ulbl, I. (2008). E-um učna gradiva z vidika avtorjev. Pedagoška obzorja, 23(1), str. 19-35.
30. Lipovec, A. in Kosi-Ulbl, I. (2009). Evalvacija E-um gradiv. V: Vreča, M. Orel, U., Matjašič, S. in Kosta, M (Ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008, str. 342-346.
31. Lipovec, A., Vrtačnik, M., Senekovič, J., Repolusk, S. in Zmazek, B. (2013). E-učbeniki. V: Kreuh, N. (Ur.), et al. Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2013, Kranjska Gora, str. 815-816.
32. Ma, L. (1999). Knowing and teaching elementary mathematics : teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States. Mahwah. N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
33. Mohorčič, G. (2012). E-učbeniki. XIX. Srečanje ravnateljic in ravnateljev srednjega šolstva. Povzetki predavanj in delavnic.
http://www.solazaravnateljce.si/wp-content/uploads/2012/11/Povzetki-predavanj-in-delavnic-srecanja-ravnateljcev-srednjega-solstva_november-2012.pdf (pridobljeno 1.4.2014).
34. Nauk (2008). www.nauk.si (pridobljeno 1.4.2014), Ljubljana: FMF UL.
35. Pesek, I. in Prnaver, K. (2008). Tehnične rešitve v prilagajanju zahtevam uredniškega tima in avtorjev pri projektu E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 347-351.
36. Pesek, I. in Regvat, J. (2007). E-um avtorska orodja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 265-269.
37. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2007). Online review system and authoring tools in the E-um project. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, str. 5.
38. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2008). Computer aided support systems in the E-um project. V: 30th International Conference on Information Technology Interfaces, June 23-26, 2008, Cavtat. LUŽAR - STIFFLER, Vesna (ur.), HLJUŽ

DOBRIĆ, Vesna (ur.), BEKIĆ, Zoran (ur.). Proceedings of the ITI 2008, (ITI ... (Tisak), ISSN 1330-1012). Zagreb: SRCE University Computing Centre, 2008, str. 625-630.

39. Prnaver, K., Šenveter, S. in Zmazek, B. (2007). Priprava, avtomatizirana spremljava in objava E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 269-272.
40. Repolusk, S. (2009). E-učna gradiva pri pouku matematike. Magistrsko delo. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematike, Univerza v Mariboru.
41. Repolusk, S. (2013). Značilnosti učnega pogovora pri učenju matematike z apleti. Doktorska disertacija. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru.
42. Repolusk, S. in Hvala, B. (2008). Smernice za e-izobraževanje in E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 337-341.
43. Repolusk, S. in Zmazek, B. (2008). Interaktivnost in e-učna gradiva E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 332-336.
44. Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, 44(2), str. 162-169.
45. R.i.š. (2001). (Ravnilo in šestilo) – Z.u.l. (Zirkel und linea), http://zul.rene-grothmann.de/doc_en/ (pridobljeno 1.4.2014).
46. Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
47. Skemp, R. R. (1978). Relational understanding and instrumental understanding. *Arithmetic Teacher*, 26(3), str. 9-15.
48. Van Hiele, P. M. (1984). Summary of Pierre van Hiele's dissertation entitled: The problem of insight in connection with school children's insight into the subject-matter of geometry. V: Fuys, D.; Geddes, D.; Tischler, R. (Ur.). *English translation of selected Writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele*, str. 237-241. Brooklyn: City University of New York, Brooklyn College.
49. VideoFon (2006). www.egradiva.si (pridobljeno 1.4.2014), Ljubljana.
50. Zmazek, V., Hvala, B. in Kobal, D. (2007). Sistem vodenja kakovosti projekta E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z

IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 281-285.

51. Zmazek, B., Kobal, D. in Zmazek, V. (2007). E-um learning in e-society. V: 2nd International Conference on e-Learning, New York, 28-29 June 2007. REMENYI, Dan (ur.). ICEL 2007. Reading: Academic Conferences, 2007, str. 521-544.
52. Zmazek, B., Kobal, D., Zmazek, V. in Hvala, B. (2007). The challenge of E-learning. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, str. 5.
53. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat, J. in Prnaver, K. (2011a). Priporočila za izdelavo e-učbenikov. Neobjavljeno delovno gradivo v projektu Kriteriji za izdelavo e-učbenikov. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
54. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat, J. in Prnaver, K. (2011b). What is an e-textbook? = Kaj je e-učbenik?. V: Mednarodni znanstveni skup Dvanaesti dani Mate Demarina, Medulin, 14. i 15. travnja 2011. KADUM, Vladimir (ur.), COTIČ, Mara (ur.). Suvremene strategije učenja i poučavanja : međunarodni znanstveni skup : monografija. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za odgojne i obrazovne znanosti, 2011, del 2, str. 929-942.
55. Zmazek, B. in Šenveter, S. (2002). Matematika od blizu in daleč, Program stalnega strokovnega spopolnjevanja strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju. Maribor: Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru.

Tehnično-organizacijska izhodišča pri izdelavi i-učbenikov

Technical and organizational guidelines in the production of i-textbooks

Igor Pesek, Blaž Zmazek

Spremembe Pravilnika o potrjevanju učbenikov iz leta 2010, ki so vključile potrjevanje tudi e-učbenikov, niso upoštevale do tedaj pripravljenih izhodišč za izdelavo e-učbenikov in so omogočile potrjevanje vseh digitaliziranih tiskanih učbenikov, ki neposredno ne vsebujejo interaktivnih elementov in zato ne izkoriščajo prednosti digitalnih medijev. Ker pojem e-građiv in e-učbenikov vsebuje zelo široko množico različnih oblik elektronskih građiv, vključno z vsemi digitaliziranimi, z AV-elementi obogatenimi ter interaktivnimi e-učbeniki, je bilo pred pričetkom izdelave e-učbenikov v okviru projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete potrebno pripraviti tehnično-organizacijska izhodišča za izdelavo interaktivnih učbenikov. V prispevku je podan in utemeljen natančen opis posameznih segmentov v izhodiščih za izdelavo e-učnih enot interaktivnih učbenikov.

Ključne besede: interaktivnost, učbenik, e-učbenik, i-učbenik, učna enota, izhodišča

Amendments to the Rules of Validation of textbooks in the Republic Slovenia from 2010, which also included the validation of e-textbooks, did not take into account the guidelines for producing e-textbooks established at that time. Consequently, all e-textbooks had to be validated, including digitized printed editions, which include no interactive elements, and, therefore, do not exploit the benefits of digital media. The term e-materials and e-textbooks covers the wide range of various forms of electronic materials, including all digitized materials, multimedia materials and interactive textbooks; therefore, it is crucial that the technical and organizational guidelines be prepared before the start of actual i-

textbook production. In this paper, we give a detailed description of each segment of the technical and organizational guidelines for e-material preparation.

Key words: interactivity, textbook, e-textbook, interactive textbook, learning unit, guidelines

Uvod

Čeprav je videti, kakor da je interaktivnost v izobraževalnih vsebinah nekaj, kar nastaja šele v zadnjih letih, prvi zgledi uporabe programskih rešitev v jezikih (Java, JavaScript ...), vključenih v HTML v Sloveniji, segajo že v sredo devetdesetih let prejšnjega stoletja (Batagelj, 1996; Batagelj in Zaveršnik, 1998; Batagelj, 1999), torej že kmalu po začetku uporabe svetovnega spleta (WWW - World Wide Web) leta 1992. Z razširitvijo in razvojem internetnih brskalnikov je bila tako odprta pot spletni objavi izobraževalnih vsebin.

S tehnološkim razvojem na področju strojne računalniške opreme je bilo v naslednjih letih prikazovanje interaktivnih vsebin vedno učinkovitejše in uporabnejše, predvsem v programskem jeziku Java, ki je v tem obdobju doživel največji razcvet: R.i.š. (2001), GeoGebra (2001), GeoNext (2002), JMol (2002). Ti programi za dinamično geometrijo in 3D predstavitve kemijskih molekul so omogočali vključevanje apletov v spletne strani z izobraževalnimi vsebinami (Zmazek in Šenveter, 2002).

Od leta 2006 je takratno Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije objavilo več javnih razpisov za izdelavo e-gradiv za neposredno uporabo pri pouku v okviru učnih načrtov v osnovnih in srednjih šolah. Projekte sta večinoma podprla Evropski socialni sklad in deloma tudi Ministrstvo za šolstvo in šport RS. V projektih so nastala e-gradiva (E-um, 2006; VideoFon, 2006; Nauk, 2008; E-vadnica za fiziko, 2008), ki večinoma temeljijo na tehnologijah HTML, Java in Flash. Zaradi varnostnih omejitev na nekaterih novejših operacijskih sistemih (npr. iOS) pa je bilo njihovo delovanje kmalu oteženo ali celo onemogočeno.

Januarja 2010, ko je družba Apple na trg predstavila na trgu prvo različico tabličnega računalnika iPad, ki ne podpira v spletne strani integriranih javanskih in flash programčkov, je bilo jasno, da se je v prihodnje treba usmeriti v vsebine, ki delujejo neodvisno od teh programov. Smiselnost vpeljave standarda označevalnega jezika HTML5 je potrdila tudi množična uporaba pametnih telefonov, ki so malodane poenotili uporabniško izkušnjo s tabličnimi računalniki. Kot najprimernejši programski jezik za pripravo interaktivnih elementov v spletnih vsebinah se je izkazal JavaScript. Za specifična strokovna področja so raziskovalne skupine v ta namen pripravile različne JS-knjžnice (JSXGraph, 2008; JSMol, 2010).

Zaradi opisanih tehnoloških sprememb v dveh desetletjih razvoja spletnih izobraževalnih vsebin so se v tem času morala prilagajati tudi tehnično-organizacijska izhodišča za izdelavo e-gradiv in e-učbenikov. Prvi enostavnejši zapisi so bili podani že v (Batagelj, 1999), kasneje je bil izdelan dokument, predviden za ocenjevanje e-gradiv, nastalih v okviru projektov za izdelavo e-gradiv od leta 2006 (Batagelj idr., 2005), ter kasneje tudi model ocenjevanja e-gradiv (Dinevski, Jakončič

Faganel, Lokar in Žnidaršič, 2006). Kompleksnejša zasnova in aksiomatika za izdelavo e-gradiv in vizija e-učenja je bila pripravljena v "E-um skupini", ki je v okviru projekta izdelave e-gradiv od leta 2006 pripravljala e-gradiva za matematiko za celotno vertikalno osnovnega in srednjega izobraževanja (Hvala, Kobal in Zmazek, 2007; Kobal, Hvala, Zmazek, Šenveter in Zmazek, 2007; Lipovec, Kobal in Repolusk, 2007; Zmazek, Kobal in Zmazek, 2007; Zmazek, Kobal, Zmazek in Hvala, 2007; Kobal in Zmazek, 2007). V okviru izvedbe tega obsežnega projekta je bil pripravljen poslovnik projekta in zastavljen sistem vodenja kakovosti projekta E-um (Zmazek, Hvala in Kobal, 2007), v katerem so opisani vsi procesi v fazi izvajanja projekta. Med pomembnejšimi podpornimi mehanizmi v projektu E-um so bili tudi avtorska orodja (Pesek in Regvat, 2007), avtomatizirana spremljava (recenziranje, lektoriranje, tehnični pregled idr.) in objava e-gradiv (Prnaver, Šenveter in Zmazek, 2007; Prnaver, Pesek in Zmazek, 2007; Prnaver, Pesek in Zmazek, 2008). V okviru objave e-gradiv je zelo pomemben del tudi spremljava odzivov uporabnikov in ustrezen odziv na pripombe, predloge in vprašanja (Hvala, Kobal in Zmazek, 2008). Na osnovi povratnih informacij uporabnikov, avtorjev in uredniškega tima E-um projekta (Kobal, Hvala, Zmazek, Šenveter in Zmazek 2008; Pesek in Prnaver, 2008) in dotedanjih izkušenj v e-izobraževanju z uporabo interaktivnih elementov E-um gradiv (Repolusk in Hvala, 2008; Repolusk in Zmazek, 2008) je bila izdelana natančna opredelitev pojma e-učbenika (Zmazek idr., 2011).

Pregled mednarodnih rezultatov na področju izdelave in uporabe e-gradiv je opravljen in predstavljen v magistrski nalogi (Repolusk, 2009). Na osnovi priporočil za izdelavo e-učbenikov (Zmazek idr., 2011) in kot rezultat dobre prakse v projektih izdelave e-gradiv je bila septembra 2011 izdana publikacija Zavoda RS za šolstvo, ki povzema izhodišča za izdelavo e-učbenikov (Kreuh, Kač in Mohorčič, 2011), ki naj bi prispevala k večji usklajenosti pri pripravi in potrjevanju e-učbenikov v slovenskem šolskem prostoru. Žal spremembe Pravilnika o potrjevanju učbenikov v letu 2010, ki so v Pravilnik vključile potrjevanje e-učbenikov, niso upoštevale pripravljenih izhodišč in so omogočile potrjevanje vseh digitaliziranih tiskanih učbenikov (v pdf-formatu), ki neposredno ne vsebujejo interaktivnih elementov in zato ne izkoriščajo prednosti digitalnih medijev. Ker pojem e-gradiv in e-učbenikov vsebuje zelo široko množico različnih oblik elektronskih gradiv, vključno z vsemi digitaliziranimi, z AV-elementi obogatenimi ter interaktivnimi e-učbeniki, je bilo pred pričetkom izdelave e-učbenikov v okviru projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete (izvajalec projekta je Zavod RS za šolstvo, projekt delno denarno podpirata Evropski socialni sklad in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport RS) treba pripraviti tehnično-organizacijska izhodišča za pripravo interaktivnih učbenikov (i-učbenikov).

Tehnična izhodišča za pripravo interaktivnih učbenikov

Izhodišča so bila pripravljena in predstavljena vodstvu in uredniškemu timu projekta E-učbeniki za naravoslovne predmete v decembru 2011. Bila so potrjena, temeljne usmeritve v izhodiščih pa so:

- i-učbeniki se bodo uporabljali na različnih napravah, primarna ciljna skupina so osebni računalniki in tablice;
- predvidena omejitev ločljivosti zaslonov je 1050 px (širina) x 700 px (višina);
- i-učbeniki se bodo prikazovali/uporabljali v namensko razvitih aplikacijah za najpogostejše operacijske sisteme: Microsoft Windows, Apple iOS in Android;
- vsebine se bodo predvidoma nahajale lokalno na napravi, zato ni predviden daljši čas dostopanja in nalaganja vsebin;
- na tablicah se bo uporabljal ležeči in pokončni način uporabe.

V načinu izvedbe interaktivnih vsebin:

- je treba upoštevati predviden razvoj platform v prihodnje;
- mora biti omogočena možnost spreminjanja vsebin i-učbenika;
- posamezne učne enote morajo biti opremljene z metapodatki o umestitvi v kurikulum;
- učne enote sestavljajo osnovni gradniki (besedilo, audio- in videovsebine, interaktivni elementi ...).

I-učbenik za posamezni predmet naj vsebuje: kazalo (se posodablja s strežnika ali ga ustvari/spreminja uporabnik sam – nanj se navezujejo vsebine), učni načrt in/ali katalog, učbenik, zbirko vaj, zbirko aktivnosti (apleti, laboratorijske vaje ...), generator testov.

Izhodišča z vidika uporabe interaktivnih učbenikov in izdelave e-učnih enot

Z vidika uporabe i-učbenikov so bile v projektu predvidene štiri ravni/stopnje uporabe: zbirka e-učbenikov, e-učbenik, vsebinski sklop, učna enota. Med tem ko je način uporabe i-učbenika na višjih ravneh predvsem prepuščen oblikovanju namenske aplikacije za uporabo i-učbenikov, je za nivoje učne enote treba upoštevati:

- najpogostejša uporaba e-učbenika je na tem nivoju;

- najpogostejši način uporabe bo ležeč;
- vsebina učne enote je razdeljena na uvodni del, jedro, povzetek in naloge;
- v ležečem načinu bo predvidoma vsebina v dveh stolpcih, izjemoma v enem stolpcu, če bo interaktivni gradnik preširok za širino enega stolpca, in še bolj izjemoma v treh stolpcih (morda pri krajših nalogah);
- omogočeno mora biti preprosto "listanje" po straneh naprej/nazaj, prehodi med vsebinskimi sklopi morajo biti jasni (prejšnja stran, ko je uporabnik na prvi strani učne enote; naslednja stran, ko je uporabnik na zadnji strani učne enote);
- pokončni način simulira neskončno stran učne enote, naenkrat je prikazana ena stran;
- omogočeno mora biti preprosto "listanje" po straneh naprej/nazaj, podobno kot v ležečem načinu;
- predogledi slik in interaktivnih elementov bodo pomanjšani na robu, le pomembnejši elementi ostanejo v originalni velikosti ali vsi elementi ostanejo v originalni velikosti in položaju, kot ga je predvidel avtor;
- pokončna stran je sestavljena iz dveh navideznih stolpcev: centralnega širokega, ozkega za pomanjšane slike ali pa tekst oblika pomanjšane slike; klik na sliko bi odprl/aktiviral pripadajoči interaktivni element oziroma pokazal večjo sliko (če gre za sliko);
- vsebina e-učbenikov bo razdeljena na ravni zahtevnosti (splošna, posebna in izbirna znanja) in v tem smislu tudi smiselno označena (npr. različna barvna obroba).

Da bi zagotovili celovitost in enotnost i-učbenikov, je bilo pri izdelavi posameznih e-učnih enot nujno pripraviti in slediti natančno določenim smernicam za strukturo e-učnih enot. S smernicami je bilo treba zadostiti tehničnim izhodiščem za pripravo interaktivnih učbenikov in hkrati zagotoviti njihovo izvedljivost, saj i-učbenike pripravljajo najboljši učitelji na posameznih predmetnih področjih, ki dobro razumejo smiselno uporabo interaktivnih elementov v i-učbeniku, a hkrati niso nujno tudi računalniški strokovnjaki (avtorjem pri izdelavi zahtevnejših interaktivnih elementov priskočijo na pomoč računalničarji, ki elemente pripravijo na podlagi jasnih scenarijev z upoštevanjem tehničnih zmožnosti orodij za izdelavo interaktivnih elementov).

V nadaljevanju podajamo natančen opis posameznih segmentov v izhodiščih za izdelavo e-učnih enot interaktivnih učbenikov, ki zaradi lažjega zapisa med drugim temeljijo tudi na pripravljenem avtorskem orodju eXeCute. Naj poudarimo, da je interaktivnost temeljni cilj sodobnega i-učbenika, zato smernice spodbujajo avtorje, da težijo k višjim stopnjam interaktivnosti, tj. k večkratnim povratnim zankam v

komunikaciji z učencem. S tem spodbujamo samoregulacijo učenja in metakognicijo. Glede na definicijo stopnje interaktivnosti v nizko stopnjo uvrstimo tudi upravljanje predvajalnika zvoka in videa v i-učbeniku. Pri srednji stopnji interaktivnosti dobi uporabnik povratno informacijo, ki je odvisna od njegovega odgovora, pri visoki stopnji interaktivnosti pa poteka večkratna interakcija med uporabnikom in sistemom.

Zaradi vsega opisanega je v izhodiščih opredeljeno:

1. **Obseg elementov v e-učni enoti:** 1 e-učna enota obsega vsebine, ki v učnem načrtu predvidevajo obravnavo snovi v 1 do 3 učnih urah.
 - a. Osnovna e-učna enota (obseg snovi za 1 učno uro po učnem načrtu) obsega v povprečju od 3 do 4 eXeCute strani. 1 e-učna enota obsega najmanj 5, 7 oz. 9 strani (za 1, 2 oz. 3 ure), in sicer npr.:
 - Uvod: 1 stran (vedno, razen pri začetni enoti poglavja izjemoma dve strani)
 - Jedro: 1 stran in 1 dodatna stran za vsako osnovno e-učno enoto;
 - Povzetek: 1 stran (vedno);
 - Naloge: 1 stran za vsako osnovno e-učno enoto (lahko več nalog, če je jedra manj; za 1 osnovno e-učno enoto mora biti jedrnih strani in strani z nalogami skupaj najmanj 3).
 - b. Ena eXeCute stran vsebuje najmanj
 - 1 multimedijski element ali
 - 1 interaktivni element,razen pri straneh Naloge (naloge z rešitvami za vadnico), kjer je v posebnih primerih dovoljeno, da multimedijskih oz. interaktivnih elementov ni.
 - c. 1 osnovna e-učna enota vsebuje najmanj 1 interaktivni element visoke stopnje (oz. vsaj srednje stopnje, če znamo pri sebi in uredniku utemeljiti, zakaj tako), 1 e-učna enota vsebuje najmanj 1 interaktivni element visoke stopnje.
2. **Struktura e-učne enote:**
 - a. E-učna enota je sestavljena iz posameznih strani. Strani praviloma postavljamo v dveh stolpcih, razen v primerih večjih gradnikov, ko je primernejša enostolpčna postavitve, ali v primeru zelo kratkih nalog na straneh Naloge, ko lahko uporabimo tristolpčno postavitve.
 - b. Vsaka stran ima svoje ime, ki se pojavi v kazalu na levi strani in v predogledu strani kot glava strani. Ime strani bo za uporabnika vodilo, da bo na hitro

poiskal želeno vsebino v enoti. Eno ime lahko zapišemo za več zaporednih strani (ne številčimo npr. Naloge 1, Naloge 2, temveč zapišemo le Naloge, Naloge). Če se na strani pojavi nov naslov, potem stran imenujemo po prvem naslovu, ki se pojavi na tej strani. Če na strani ni novega naslova, potem stran imenujemo po zadnjem naslovu na prejšnji strani.

- c. Tip strani (Uvod, Jedro, Povzetek, Naloge, Viri) dosledno označimo.
- d. Korenska stran (edina v enoti) je predvidena za Uvod.
- e. E-učna enota se nadaljuje s stranmi Jedra. V jedro praviloma niso vključene generirane naloge. Naloge v jedru se praviloma ne vključujejo v Zbirko nalog (vadnico). Jedro vključuje rešene primere in naloge, ki jih poimenujemo Zgledi in jih ne številčimo.
- f. Stran, ki vsebuje povzetek e-učne enote, ustrezno označimo in stoji neposredno za stranmi jedra. Če povzetek ne obsega celotne strani, stran primerno zapolnimo.
- g. Naloge vpisujemo v strani (eno ali več) za povzetkom. Postavitev strani je prav tako praviloma dvostolpčna. Vsaka naloga mora biti postavljena v svoj (en) gradnik. Naloge se številčijo avtomatsko. Rešitve so zapisane pod gumbi.
- h. Stran Viri naj vsebuje podatke o uporabljenih slikah in drugih materialih. Stran Viri ne sodi v predviden normativ obsega in oblikovanja e-učne enote.

3. Metapodatki in označevanje gradnikov:

- a. Pri vsaki enoti je treba vnesti vsaj 3 ključne besede (za uporabniški brskalnik po vsebini).
- b. V gradnikih je treba označiti raven vsebine (splošna/obvezna, posebna, izbirna znanja). Privzeta raven je splošno/obvezno znanje.
- c. Pri vsaki nalogi (gradniku) je treba označiti težavnost naloge (vsaj tri stopnje):
 - Za oceno 2 (minimalni standardi)
 - Za oceno 3, 4
 - Za oceno 5

Opozorilo: Taka razvrstitev je groba poenostavitev različnih taksonomij in je namenjena le interni rabi kot opora pri razvrstitvi nalog. Ob razvrstitvi poudarimo še, da naloge na nižjih ravneh niso zgolj proceduralnega tipa ali pa priklic pojmov in dejstev, prav tako problemske naloge, ki jih mora biti vsaj nekaj pri vsaki enoti, niso le naloge največje težavnosti. Gimnazijske naloge za posebna znanja praviloma niso strukturirane kot na maturi. Strukturirane naloge se pojavljajo tudi pri nalogah za splošna znanja.

- d. Gradnikom je treba izbrati obliko (besedilo, pomembno dejstvo, definicija, zanimivost, aktivnost, aktivnost v zbirko). Aplet oz. drugo aktivnost označimo v spustnem seznamu kot Aktivnost, če ne želimo, da se vključi v izluščeno zbirko predstavitev (za učitelje). Aplet oz. drugo aktivnost označimo kot Aktivnost v zbirko, če želimo uvrstiti v zbirko pripomočkov za učitelje. V spustnem seznamu eXeCute orodja najdemo še izbiro "V zbirko".

4. Oblikovanje vsebin:

- a. Vsebina na eni strani naj zapolni ves prostor, pazimo, da na posamezni strani ni velikih belih površin.
- b. Moteče je, če se na isti strani pojavita dve animaciji, na katerih se samodejno nekaj premika. Seveda pa se lahko pojavita na isti strani dva apleta ali več, če premike določa uporabnik.
- c. Pri vseh grafih za oznako točk uporabljamo "krogec".
- d. Največja širina (in višina) apletov, slik, videa ... naj bo 450 px, razen v posebnih primerih, kjer tega zaradi preglednosti ne moremo storiti in je lahko velikost največ 800 x 500 px (nujno sledi enostolpčna postavitev strani).

Resolucijo slik je obvezno treba zmanjšati na 1280 x 800 px.

- e. Slike in videoposnetki, ki stojijo samostojno v vrstici, naj bodo usredinjeni.
- f. Videoposnetke je treba pretvoriti v webm format (ali ogg).
- g. Vsakemu gradniku Java apleti je treba dodati videoposnetek ali gif-animacijo apleta (za uporabniške platforme, ki ne podpirajo Jave, npr. iPad) in reprezentativno sliko apleta (zaradi možnosti tiskanja učbenika), za katero izberemo ločljivost približno 450 x 450 px.
- h. Vse matematične simbole, spremenljivke, funkcije ... v besedilu zapisujemo v LaTeXu (med \$ \$ ali med \$\$ \$\$ ali med
$$\{ \}$$
). Res pazimo, da formule niso zapisane kot slike.
- i. Uporabljamo dogovorjene matematične oznake za številske množice, vektorje ..., in sicer:
- Računske operacije: uporabljamo +, -, : , · in ne ÷ ali ×. Pred simboli za računske operacije in za njimi ni presledka. [Algebrske izraze pišemo v LaTeX-u.]
 - Merske enote: pišemo skupaj s številkami v LaTeX-u v \rm pisavi s "trdim" presledkom (\,). npr. \$15\, \{\rm kg\} \\$.

- Imena funkcij: pišemo v LaTeX-u in uporabljamo vgrajene funkcije ($\tan$, $\cot$, $\arctan$...), za funkcije, za katere definicija v LaTeXu ne obstaja, uporabimo predlogo: $\operatorname{arccot}(x)$ zapišemo z $\text{\rm arccot}\backslash, (x)\text{\rm}$.
- Množice: pišemo v LaTeX-u z ukazom $\mathcal$ npr. $\mathcal{A}$.
- Velika števila pišemo z najmanjšim možnim presledkom v LaTeXu, npr. 1000000 kot $1\,000\,000$.
- Decimalno ločilo: uporabljamo zapis decimalnih števil z decimalno vejico: npr. 23 456,98 [Številke pišemo v LaTeX-u, dodamo presledek pri velikih številih, torej za navedeni primer $23\,456,98$].

Zaključek

V okviru projekta je na osnovi opisanih tehnično-organizacijskih izhodišč v zelo kratkem časovnem obdobju ustvarjeno in s strani Strokovnega sveta za splošno izobraževanje RS potrjeno že veliko zelo kakovostnih i-učbenikov za matematiko in naravoslovne predmete v osnovni in srednji šoli. Ker so izhodišča zastavljena tako, da so izdelane vsebine pripravljene tudi na morebitne tehnološke spremembe na področju strojne in programske opreme, verjamemo, da bodo dobra osnova za pripravo i-učbenikov tudi na drugih predmetnih področjih.

Viri

1. Batagelj, V. (1996). Matematika in Omrežje. Seminar DMFA 96, 9. februar 1996, PeF, Ljubljana, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/ponudba/matinfo/dmfa96.htm> (pridobljeno 1.4.2014).
2. Batagelj, V. (1999). Analiza možnosti uporabe IKT pri podpori izobraževanja na daljavo v osnovni in srednji šoli, Projekt MIRK, Ljubljana, december 1999, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/dela/mirk/MirkAnap.htm> (pridobljeno 1.4.2014).
3. Batagelj, V., Dinevski, D., Harej, J., Jakončič Faganel, J., Lokar, M., Žnidaršič idr. (2005). Tipi elektronskih učnih gradiv, njihov opis in ocena kakovosti. Razvojna skupina za vzpostavitev načina ocenjevanja kakovosti e-gradiv, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
4. Batagelj, V. in Zaveršnik, M. (1998). Euler, programček za teorijo grafov. MIRK 1998, Piran, <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/conf/MIRK.98/> (pridobljeno 1.4.2014).
5. Dinevski, D., Jakončič Faganel, J., Lokar, M. in Žnidaršič, B. (2006). Model ocenjevanja kakovosti elektronskih učnih gradiv. Organizacija (Organization -

Journal of Management, Information Systems and Human Resources), letnik 39, številka 8, FOV UM, <http://organizacija.fov.uni-mb.si/index.php/organizacija/article/viewFile/135/270> (pridobljeno 1.4.2014).

6. E-um (2006). www.e-um.si (pridobljeno 1.4.2014), Ptuj.
7. E-vadnica za fiziko (2008). www.e-va.si (pridobljeno 1.4.2014), Gimnazija Slovenska Bistrica.
8. GeoGebra (2001). <http://www.geogebra.org/cms/sl/> (pridobljeno 1.4.2014).
9. GeoNext (2002). University of Bayreuth, <http://geonext.uni-bayreuth.de/> (pridobljeno 1.4.2014).
10. Hvala, B., Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). Vsebinska zasnova in iz nje izhajajoča aksiomatika E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 250-254.
11. Hvala, B., Kobal, D. in Zmazek, V. (2008). E-um izhodišča in E-um načrti v luči odzivov uporabnikov. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 327-331.
12. JMol (2002). http://wiki.jmol.org/index.php/Main_Page (pridobljeno 1.4.2014).
13. JSMol (2010). <http://chemapps.stolaf.edu/jmol/> (pridobljeno 1.4.2014).
14. JSXGraph (2008). <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wp/> (pridobljeno 1.4.2014).
15. Kobal, D., Hvala, B., Zmazek, B., Šenveter, S. in Zmazek, V. (2007). Projekt E-um in vizija e-učenja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 254-258.
16. Kobal, D., Hvala, B., Zmazek, B., Šenveter, S. in Zmazek, V. (2008). Retrospektiva E-um projekta, V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 321-326.
17. Kobal, D. in Zmazek, B. (2007). (E-)Mind thinking with E-um. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, str. 1-4.

18. Kreuh, N., Kač, L. in Mohorčič, G. (2011). Izhodišča za izdelavo e-učbenikov, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
19. Lipovec, A, Kobal, D. in Repolusk, S. (2007). Načela didaktike in zdrava pamet pri e-učenju. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 261-265.
20. Nauk (2008). www.nauk.si (pridobljeno 1.4.2014), FMF UL, Ljubljana.
21. Pesek, I. in Prnaver, K. (2008). Tehnične rešitve v prilagajanju zahtevam uredniškega tima in avtorjev pri projektu E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 347-351.
22. Pesek, I. in Regvat, J. (2007). E-um avtorska orodja. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 265-269.
23. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2007). Online review system and authoring tools in the E-um project. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, 5 str.
24. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2008). Computer aided support systems in the E-um project. V: 30th International Conference on Information Technology Interfaces, June 23-26, 2008, Cavtat. LUŽAR - STIFFLER, Vesna (ur.), HLJUŽ DOBRIČ, Vesna (ur.), BEKIČ, Zoran (ur.). Proceedings of the ITI 2008, (ITI ... (Tisak), ISSN 1330-1012). Zagreb: SRCE University Computing Centre, 2008, str. 625-630.
25. Prnaver, K., Šenveter, S. in Zmazek, B. (2007). Priprava, avtomatizirana spremljava in objava E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 269-272.
26. Repolusk, S. (2009). E-učna gradiva pri pouku matematike, magistrska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Maribor.
27. Repolusk, S. in Hvala, B. (2008). Smernice za e-izobraževanje in E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT

2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 337-341.

28. Repolusk, S. in Zmazek, B. (2008). Interaktivnost in e-učna gradiva E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008. Uredili Orel, M., Vreča, M., Matjašič, S., Kosta, M., Ljubljana: Arnes, 2008, str. 332-336.
29. R.i.š. (2001). (Ravnilo in šestilo) – Z.u.l. (Zirkel und linea), http://zul.rene-grothmann.de/doc_en/ (pridobljeno 1.4.2014).
30. VideoFon (2006). www.egradiva.si (pridobljeno 1.4.2014), Ljubljana.
31. Zmazek, V., Hvala, B. in Kobal, D. (2007). Sistem vodenja kakovosti projekta E-um. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 281-285.
32. Zmazek, B., Kobal, D. in Zmazek, V. (2007). E-um learning in e-society. V: 2nd International Conference on e-Learning, New York, 28-29 June 2007. REMENYI, Dan (ur.). ICEL 2007. Reading: Academic Conferences, 2007, str. 521-544.
33. Zmazek, B., Kobal, D., Zmazek, V. in Hvala, B. (2007). The challenge of E-learning. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007 : proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, 5 str.
34. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat J. in Prnaver, K. (2011). Priporočila za izdelavo e-učbenikov. Neobjavljeno delovno gradivo v projektu Kriteriji za izdelavo e-učbenikov. Zavod RS za šolstvo.
35. Zmazek, B., Lipovec, A., Pesek, I., Zmazek, V., Šenveter, S., Regvat, J. in Prnaver, K. (2011). What is an e-textbook? = Kaj je e-učbenik?. V: Mednarodni znanstveni skup Dvanaesti dani Mate Demarina, Medulin, 14. i 15. travnja 2011. KADUM, Vladimir (ur.), COTIČ, Mara (ur.). Suvremene strategije učenja i poučavanja : međunarodni znanstveni skup : monografija. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za odgojne i obrazovne znanosti, 2011, del 2, str. 929-942.
36. Zmazek, B. in Šenveter, S. (2002). Matematika od blizu in daleč, Program stalnega strokovnega spopolnjevanja strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Maribor.

Tehnično-administrativni podporni mehanizmi

Technical-administrative supporting
mechanisms

Branko Kaučič, Katja Prnaver, Jernej Regvat,
Peter Novoselec, Stanislav Šenveter

65 Tehnična ekipa projekta E-učbeniki je s svojimi tehnično-administrativnimi podpornimi mehanizmi predstavljala enega od stebrov projekta. Imela je več funkcij: skrbela je za razvoj orodij in okolij, s katerimi so ostali udeleženci projekta ustvarjali i-učbenike, izvajala tehnično izdelavo zahtevnejših interaktivnih gradnikov e-učnih enot, izvajala tehnično predelavo tehnološko neustreznih gradnikov, in ponujala drugo administrativno in tehnično podporo. V prispevku so predstavljena orodja, okolja in mehanizmi, s katerimi je bilo to izvedeno.

Ključne besede: tehnična podpora, avtorska orodja, administrativni portal, recenzijski postopek

Technical and administrative support mechanisms, the technical support team of the E-textbooks project, is one of the project's cornerstones. It has had several functions: overseeing the development of tools and environments for other project participants involved in creating i-textbooks, implementing the technically advanced interactive elements of e-learning units, performing technical processing of inadequate elements, and conducting other administrative and technical support. The article presents the tools, the environments and the mechanisms by which all this was done.

Key words: technical support, authoring tools, administrative portal, reviewing process

Uvod

Projekt izdelave i-učbenikov v obsegu in ciljih projekta E-učbeniki s poudarkom na naravoslovnih predmetih v osnovni šoli (v nadaljevanju krajše pišemo "E-učbeniki") je bil kompleksen zalogaj. Celostni pogled na projekt v zaključevanju potrjuje predpostavko ob začetku izvedbe projekta: eden od temeljnih stebrov projekta je bila prav gotovo tehnična ekipa in z njo povezani tehnično-administrativni podporni mehanizmi ter orodja.

Kot bo podano v nadaljevanju, bi podporne mehanizme lahko v grobem razdelili na administrativno podporo nadzoru in postopkom poročanja o napredku projekta, administrativno podporo pripravi i-učbenikov, tehnično podporo pripravi i-učbenikov, večine tega pa so udeleženi v projektu bili deležni kot uporabniki raznih orodij in za njih vzpostavljenih okolij. Čeprav je tehnična ekipa razvila ali pa se posluževala več različnih orodij, postopkov in rešitev, v nadaljevanju podajamo le izveček najpomembnejših orodij in postopkov ter, kjer je smiselno, podajamo razloge za uporabo in tehnična izhodišča, ki jih je bilo treba doseči. Med drugim v opisu izpuščamo sicer nič manj pomembne procese, npr. iskanje najustreznejše rešitve za kakšno tehnično situacijo in razvoj pilotnih produktov, s katerimi smo dosegli uporabo vedno optimalnih rešitev v danem trenutku ter potrditev smernic projekta.

Delo tehnične ekipe se je pričelo ob zaključku začetnega usklajevanja didaktično metodološke ekipe, potekalo bo do zaključka projekta, kot je razvidno iz osnovne ideje i-učbenikov, pa se bodo produkti in postopki ekipe koristili še naprej za zagotavljanje kakovosti in ažurnosti i-učbenikov tudi po projektu.

Prispevek ima naslednjo strukturo: v razdelku 2 so opisana avtorska orodja za pripravo in izboljšanje vsebin i-učbenikov, medtem ko razdelek 3 predstavlja administrativni portal kot stično točko vseh postopkov in vsebin v projektu. Zaključne misli in napotke za izvedbo naslednjih i-učbenikov v prihodnje podaja razdelek 4.

Orodja

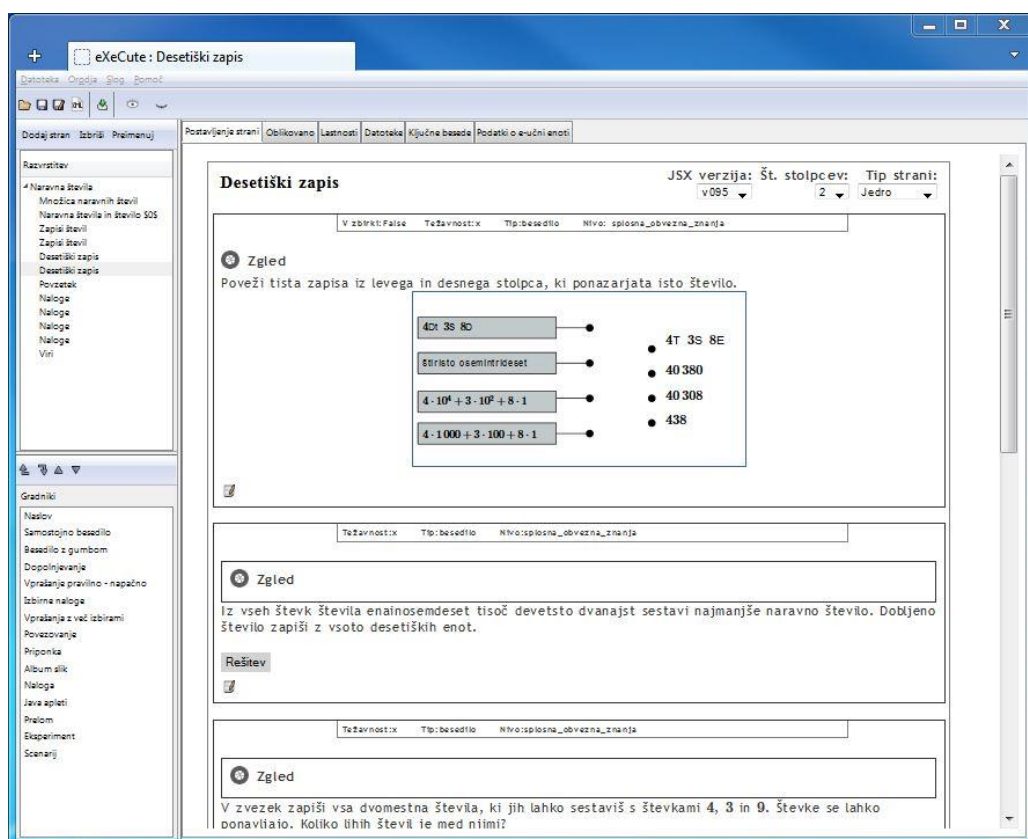
Pri izdelavi i-učbenikov so bila uporabljena različna avtorska orodja (ang. authoring tools) in tehnična okolja, predstavljena v tem razdelku. Med avtorskimi orodji izstopa orodje eXeCute kot temeljno orodje zapisa in kompozicije vsebin posameznih e-učnih enot. Tehnična ustreznost kot temeljno tehnično izhodišče projekta (tj. čim večja neodvisnost operacijskih sistemov in naprav) je bila dosežena z uporabo programskih ogrodij (ang. software frameworks) JSXGraph, MathJax, JSmol in standardiziranega spletnega programskega jezika JavaScript. Višje stopnje interaktivnosti in (dejavnega) učenja so bile avtorjem ponujene z dinamičnim

generatorjem nalog in zbirko predlog gradnikov učnih enot. Omenjeno so avtorji dosegli tudi z uporabo orodja za dinamično geometrijo GeoGebra, kar pa smo kasneje pričeli opuščati zaradi nedoseganja prej omenjenega temeljnega tehničnega izhodišča projekta. Avtorji so pri svojem delu uporabljali tudi dodatna orodja za obdelavo slik, video gradiv in zvočnih posnetkov. Dodatno uporabljeno orodje je bilo ActiveInspire (<http://www.prometheanworld.com>), ki pa so ga uporabljali le lektorji in bo prav tako na kratko omenjeno v nadaljevanju.

eXeCute

Odprtokodno orodje eXe (<http://exelearning.org>) in njegova predelava eXeCute (<http://execute.fnm.uni-mb.si>) sta bila uporabljena že v prejšnjih projektih izdelave e-gradiv (Kelenc, Kos, Kren in Pesek, 2011). Zaradi novih smernic videza in uporabe e-gradiv je bila oblikovna podoba nastalih gradiv nekoliko zastarela in ni ponujala nekaterih potrebnih interaktivnih gradnikov. Kljub višji prioriteti pomembnosti vsebine nad videzom smo se ves čas zavedali, da bodo i-učbeniki namenjeni predvsem mlajši generaciji, za katero je zunanja podoba gradiva pomemben dejavnik. Tehnična ekipa je predelala orodja za pripravo učnih vsebin v obliko, ki povzema končno obliko, spremenjeni ali dodani so bili pomembni gradniki (slika 1):

- **Dopolnjevanje:** omogoča pripravo besedila z manjkajočimi besedami, ki jih nato uporabnik vpiše v vnosno polje. Dodana je možnost izbire dolžin vnosnih polj (lahko so vsa polja enako dolga, lahko pa se vnosna polja prilagodijo dolžini manjkajočih besed) ali pa se za izbiro manjkajočih besed uporabi padajoči seznam.
- **Povezovanje:** poiskati je treba pravilne pare pojmov, slik ipd., razporejenih v dva stolpca. Avtor vnese pravilne pare, ki se nato pri uporabi naključno razporedijo, naloga uporabnika pa je, da najde ustrezne pare. To stori z ustrezno izbiro enega elementa v levem in enega elementa v desnem stolpcu (v prejšnji različici je bilo premikanje elementov iz desnega stolpca proti levemu, kar je oteževalo uporabo tega gradnika na tabličnih računalnikih).
- **Naloga:** vzpostavljena je povezava z generatorjem nalog in administrativnim portalom (oboje bo omenjeno v nadaljevanju), tako da avtor le vpiše identifikacijsko oznako naloge iz nabora nalog na portalu.
- **Eksperiment:** poenotenje navodil za eksperimentalno delo – določitev ciljev, potrebščin, postopka, rezultatov z možnostjo dodajanja teksta pod gumbe, obstaja pa tudi možnost priložitve dodatnih datotek.
- **Scenarij:** avtor lahko predvidi prostor za bodoči interaktivni element, ki ga bo izdelal kasneje ali pa bo zanj oddal naročilo tehnični ekipi (več o tem v nadaljevanju).



Slika 1: Uporabniški vmesnik avtorskega orodja eXeCut

V vseh gradnikih je bilo treba izbrati:

- *raven vsebine*: izbira se med splošnimi/obveznimi, izbirnimi ali posebnimi znanji. Posebna in izbirna znanja so v i-učbenikih posebej označena;
- *težavnost*: tristopenjska izbira težavnosti nalog. V i-učbeniku so številke nalog, glede na izbrano težavnost, različno obarvane;
- *oblika*: izbira se med besedilom, pomembnim dejstvom, definicijo, dejavnostjo, zanimivostjo, v zbirko, aktivnostjo, aktivnostjo v zbirki. V i-učbeniku ima vsaka oblika svoj videz/svojo zunanjo podobo.

Orodje so uporabljali predvsem avtorji in tehnična ekipa, za pregledovanje e-učnih enot pa tudi uredniki, konzumenti in recenzenti praktiki. Vse različice orodja eXeCut so zainteresirani prevzemali na administrativnem portalu; pri testiranju nekaterih različic pred uradno objavo so sodelovali tudi nekateri avtorji.

Generator nalog

V projektu E-um je takratna ekipa napravila pomemben korak naprej v simuliranju izkušenj učiteljev pri "neskončnem" izbiranju nalog za praktično utrjevanje znanja. Razvili so ti. generator nalog, ki z definicijo ene naloge omogoča generiranje večjega števila podobnih nalog (Prnaver, Pesek in Repolusk, 2009). Tovrstna funkcionalnost je pisana na kožo i-učbenikom.

V osnovi je bila ideja generatorja nalog zasnovana tako, da bi avtor dinamiko določal zgolj z uporabo matematičnih simbolov, sproti pa se je pokazala potreba po dodatnih funkcijah, kot so na primer pogojni stavki, nekatere napredne matematične funkcije, izbira več možnih odgovorov pri rezultatih ipd. V ta namen je začela nastajati knjižnica funkcij, ki so jih avtorji lahko enostavno vključevali v svoje naloge.

Vsaka naloga je bila v generatorju nalog določena z 0 ali več spodnjimi elementi:

- **Konstanta:** seznam vrednosti, ki jih določi avtor in se med različnimi prikazi naključno prikazujejo v obliki, kot jih določi avtor. Konstante se označujejo z $\sim$.

Primer:

$\sim$ ime = Ana, Bine, Cene, Drago, Erika

- **Spremenljivka:** oznaka, ki med različnimi prikazi zavzame različne vrednosti. Določena je s svojo spodnjo in zgornjo mejo ter natančnostjo, z matematičnim pravilom, s pravilom iz knjižnice funkcij ali pa celo s kombinacijo vsega. Prej definirane spremenljivke se lahko uporabijo v novih spremenljivkah. S funkcijami iz knjižnice je možno definirati tudi primere, ko se vrednost spreminja glede na drugo vrednost (npr. beseda se spreminja glede na spol, število ipd.). Spremenljivke se označujejo z @.

Primer:

@razred = naključno celo število med 1 in 9

@glagol = če je ime Ana ali Erika, potem "stara", drugače "star"

- **Rezultat:** definiran je podobno kot spremenljivka, vendar se v končnem besedilu prikaže kot prazno polje za vnos (ali seznam možnih odgovorov), ki ga mora uporabnik izpolniti in se potem primerja s pravilno vrednostjo. Rezultat je lahko podan podobno kot spremenljivka, lahko pa spremenljivko uporabimo kot rezultat. Rezultati se označujejo z #.

Primer:

#starost = @razred + 6

- **Besedilo:** v to polje je treba vnesti besedilo naloge, ki vključuje tako besedilo, ki se ne spreminja, kot tudi prej definirane konstante, spremenljivke in rezultate. Posebno pozornost je treba nameniti besedilnim elementom, ki zaradi števila ali

spola lahko zajemajo različne vrednosti – te je bilo treba pripraviti kot spremenljivke.

Primer:

~ime obiskuje @razred . razred osnovne šole. Če se v šolo vstopi s 6. leti in ima ~ime rojstni dan 1. aprila, koliko bo @glagol ~ime, ko bo konec šolskega leta v juniju?

Odgovor: ~ime bo @glagol #starost let.

- **Dinamični interaktivni elementi:** ker se je pri nekaterih nalogah izkazala potreba po uporabi drugih orodij, ki omogočajo interaktivnost, je bilo možno v tem polju v prvi fazi vključiti element iz Geogebre v obliki Java apleta, kasneje pa tudi kodo za JSXGraph element. Oboje je opisano v nadaljevanju. V nasprotju s statičnimi slikami je bilo možno te dinamične elemente povezati s spremenljivkami, ki so bile definirane zgoraj, in tako omogočiti tudi različne prikaze grafičnih elementov.

Odlika generatorja nalog je mehanizem, ki vse zgoraj definirane elemente združi in pripravi za končen prikaz. Tako bi na primer naloga iz prej omenjenih primerov morda bila:

Ana obiskuje 5. razred osnovne šole. Če se v šolo vstopi s 6. leti in ima Ana rojstni dan 1. aprila, koliko bo stara Ana, ko bo konec šolskega leta v juniju?

Odgovor: Ana bo stara _____ let.

Prav tako bi bil prikaz lahko morda tudi:

Cene obiskuje 1. razred osnovne šole. Če se v šolo vstopi s 6. leti in ima Cene rojstni dan 1. aprila, koliko bo star Cene, ko bo konec šolskega leta v juniju?

Odgovor: Cene bo star _____ let.

Priprava nalog zahteva spretnost in iznajdljivost avtorja, še posebej ko je treba vključiti dodatne omejitve; včasih je treba spremeniti način razmišljanja, ki od rezultata privede do spremenljivke.

V sklopu projekta E-učbeniki je bila funkcionalnost generiranja nalog preseljena v okolje administrativnega portala znotraj modula "Naloge", dodana je bila možnost nalaganja slik, določanja položaja slik, uporaba JSXGraph elementov (več o portalu in JSXGraph-u kasneje), poljuben vnos tekstov gumbov generirane naloge, vnos opisa poteka reševanja in morebitnega namiga reševalcu naloge, dodanih pa je bilo tudi nekaj novih funkcij generatorja in podpora konstantam nizov. Avtorji so z relativno malo truda usvojili orodje in pričeli kreirati lastne naloge.

Vsaka naloga je bila poimenovana, imela je krajši opis in oceno težavnosti, z vnosom v eXeCute pa so jih avtorji pomensko povezali z e-učnimi enotami.

JSXGraph

Uporaba Geogebra apletov (<http://www.geogebra.org>) kot sestavni del gradiv je bila odlična rešitev za vključevanje interaktivnih elementov v e-gradivih preteklih projektov. Sčasoma se je žal izkazalo, da napredek GeoGebre zahteva močnejšo strojno opremo, omejuje hkratno delovanje več GeoGebra apletov, ne deluje na nekaterih operacijskih sistemih in tako povzroča težave uporabnikom ter onemogoča uporabo i-učbenikov.

V iskanju alternativne rešitve za i-učbenike smo izbrali programsko ogrodje JSXGraph (Gerhäuser, Miller, Valentin, Wassermann in Wilfahrt, 2011; <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wp>), produkt skupine programerjev matematikov z Univerze Bayreuth v Nemčiji. Razvoj JSXGraph-a sega v leto 2008, ko je bila javnosti predstavljena prva verzija (<https://www.ohloh.net/p/jsxgraph/factoids>). Od takrat se knjižnica razvija tako v funkcionalnosti kot v skladnosti z novimi tehnologijami.

V nasprotju z GeoGebra apleti, ki so produkt matematičnega orodja in je Java zgolj tehnologija za prikaz na spletnih straneh, je JSXGraph programska knjižnica za interaktivno geometrijo, risanje funkcij, grafov in predstavitev podatkov v spletnih brskalnikih. Zapisana je v jeziku JavaScript, je popolnoma neodvisna od drugih knjižnic in uporablja različne grafične komponente in tehnologije za prikaz. Velikost knjižnice je ob integraciji v spletno stran manj kot 100 KB in ne zahteva nobenega posebnega vtičnika, zato je idealna za rabo v i-učbenikih.

Ob tem da JSXGraph temelji na JavaScript-u, ki ga podpirajo vsi splošno uporabljeni spletni brskalniki in ne potrebuje nobenih dodatnih nastavitev, je dodatna prednost JSXGraph-a tudi podpora MathJax-u, odprtokodnemu mehanizmu za prikaz matematičnih znakov, simbolov in formul v LaTeX zapisu. S podporo temu smo zadostili ustreznemu in poenotenemu prikazu v naravoslovnih i-učbenikih.

Razvoj JSXGraph elementov (delovno smo jih poimenovali "jsx-i" ali "jsx apleti") zahteva več programerskega znanja in izkušenj, kot bi jih bilo smiselno pričakovati od avtorjev. Predelavo obstoječih GeoGebra apletov in razvoj novih JSXGraph elementov za e-učne enote je prevzela tehnična ekipa. Odločenost, da avtorjev ne motimo pri delu, a smo jim hkrati čim večja tehnična podpora, je zahtevala organizirano pretvorbo GeoGebra apletov na treh mestih:

- *V nalogah:* naloga v predelavi je bila za čas pretvorbe zaklenjena za spremembe, avtorji so bili o tem obveščeni prek statusa naloge. Če je šlo za pretvorbo naloge, ki je že bila uporabljena v kakšni e-učni enoti, so avtorji le posodobili nalogo v

eXeCutu. V nasprotnem primeru so ob prvi uporabi naloge že dobili tehnično predelano nalogo.

- *V izdelanih e-učnih enotah:* po koncu prvega recenzijskega kroga (ko je bila vsebina in interaktivnost e-učne enote dokončana s strani avtorja, urednika, konzulenta in recenzenta praktika) so se sistematično prevzemale e-učne enote v tehnični pregled in predelavo v koordinaciji s tehničnim urednikom. Poudarek pri pretvorbah je bil na doslednem prenosu funkcionalnosti GeoGebra apleta v JSXGraph element in minimizaciji izgube funkcionalnosti pri tem.
- *Naročila:* avtorji so lahko na administrativnem portalu oddali zahtevek za pretvorbo dotičnega apleta, ker so že v fazi priprave e-učne enote želeli imeti končno verzijo JSXGraph elementa. Pri tem so običajno podali tudi zahtevek po spremenjeni funkcionalnosti apleta.

Dodatno je bilo avtorjem ponujeno spletno mesto, kjer so se nahajale JSXGraph predloge, s katerimi so avtorji lahko sami pripravili JSXGraph elemente (več o tem v nadaljevanju).

Pri pretvorbah iz Geogebre v JSXGraph se je občasno pokazala kakšna pomanjkljivost takšnega pristopa, vendar sta prevladali uporabnost in vsestranskost, kar je posledično pomenilo iskanje alternativne rešitve za upodabljanje nekega primera. Pri tem velja poudariti, da je bila ekipa z Univerze v Bayreuthu ves čas pripravljena za posredovanje dodatnih informacij o uporabi JSXGraph-a, predvsem pa za odpravo napak, ki jih je odkrila tehnična ekipa. Čeprav je JSXGraph v osnovi knjižnica, namenjena uporabi v matematičnih okoljih, se je kmalu izkazalo, da je lahko smiselno uporabljena tudi na drugih naravoslovnih področjih, kot so kemija, tehnika, fizika ipd. Kasneje se je izkazalo tudi, da je knjižnico možno uporabiti tudi na družboslovnih področjih, potrebna je le dobra ideja uporabe.

JSX-predloge

Sodobni učni pristop zahteva dejavno interaktivno učenje. Knjižnica JSXGraph je na prvi pogled izredno programersko specifična in ne ponuja okolja za pripravo interaktivnih elementov, kot ga ponuja na primer GeoGebra. Da se ta pomanjkljivost ne bi kazala v kakovosti interaktivnosti in dejavnega učenja z i-učbeniki, je tehnična ekipa za avtorje uvedla naročila, kasneje pa tudi lastno izdelavo JSXGraph elementov. Za naročilo z lastnim scenarijem se je namreč odločilo le omejeno število avtorjev.

Po vzoru gradnikov v eXeCutu, preučitvi drugih e-gradiv in željah nekaterih avtorjev je tehnična ekipa razvila dodatno spletno okolje za avtorje, v katerem so

lahko brez programerskega znanja in algoritmičnih postopkov kreirali JSXGraph elemente. Ti so bili pripravljeni v obliki, ki je bila ustrezna za vključitev v eXeCute.

Okolje smo zaradi njegove specifičnosti poimenovali "JSX-predloge", ker so avtorji JSXGraph elemente ustvarjali z izbiro predloge in vnosom ustreznih parametrov ter dodajanjem morebitnih slik. Pri vseh predlogah, kjer je bilo to smiselno, je bilo možno(mogoče) določiti besedilo ob pravilni rešitvi. Prav tako je bil sestavni del skoraj vseh predlog gumb "Premešaj", ki je znova naložil element z nekaterimi elementi dinamičnosti, kot so na primer zaporedje slik, nabor slik/besedila ipd.

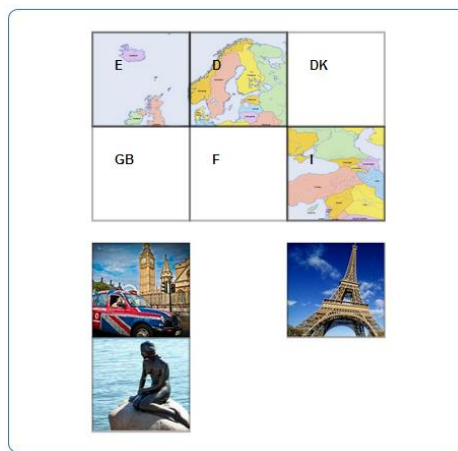
Avtorjem so bile na voljo naslednje JSXGraph predloge:

- **Prelivanje slik:** predloga omogoča predvajanje zaporedja slik, ki se lahko izvaja bodisi avtomatsko bodisi ima kontrolo nad prikazom naslednje slike uporabnik sam (slika 2).

Takšna predloga je lahko na primer uporabna pri predmetu gospodinjstvo, kjer bi se način priprave neke jedi lahko prikazal z zaporedjem slik, med katerimi se učenec premika s premikanjem drsnika.



Slika 2: JSX-predloga preliivanje slik



Slika 3: JSX-predloga sestavljanika

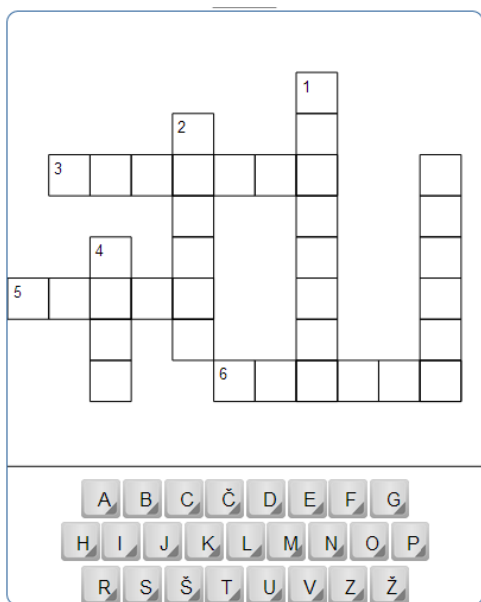
- **Sestavljanika (ang. puzzle):** pri tej predlogi je bil pripravljen/smo pripravili JSXGraph element, ki je bil sestavljen iz dveh $m \times n$ mrež. Na eni mreži so elementi fiksno postavljeni, nanje pa je treba prenesti ustrezne elemente iz druge mreže. Elementi mreže so lahko bodisi slike bodisi različna besedila. Ob prekritju pravilnega para elementov se lahko prikaže neka druga slika (slika 3).

Ta element bi lahko na primer uporabili pri predmetu geografija, kjer bi bile v prvi mreži slike znamenitosti iz različnih mest, v drugi pa imena krajev. Pri prenosu

pravičnega imena na pravično sliko bi se v ozadju prikazal košček zemljevida celine, iz katere so bile izbrane vse države. Ko bi učenec pravično povezal vsa mesta z imeni, bi se mu prikazal zemljevid celotne celine.

- **Križanka:** pri tej predlogi avtor vnese vodoravne in navpične koordinate lokacij za gesla, njihovo smer (vodoravno ali navpično) in pripravi se križanka, ki se jo nato lahko vključi v učno enoto (slika 4).

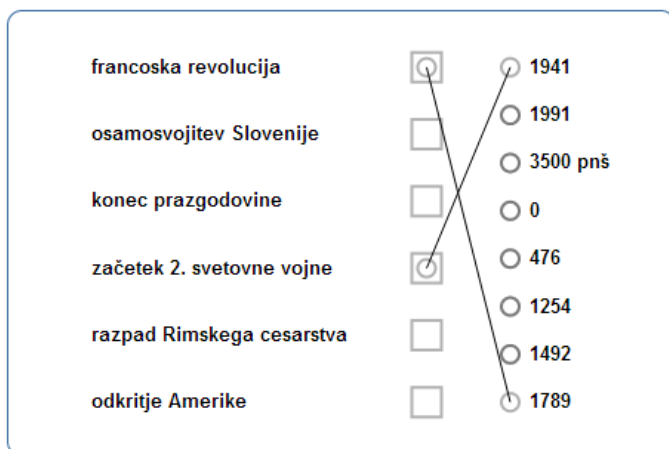
Ta element je uporaben prav za vse predmete, za potrebe naravoslovnih predmetov pa je bila omogočena tudi verzija številčne križanke.



Slika 4: JSX-predloga križanka

- **Povezovanje:** z uporabo te predloge je lahko uporabnik pripravil enostaven element, pri katerem je omogočeno povezovanje elementov iz levega in desnega stolpca. Elementi so lahko slike ali besedila, povezovanje pa je lahko s črtami ali premikom elementov iz desnega stolpca k ustreznim elementom na levi strani (slika 5).

Tudi ta predloga je lahko uporabljena na vseh predmetnih področjih. Na primer pri zgodovini bi lahko na ta način povezovali pomembne dogodke iz zgodovine z letnicami teh dogodkov.



Slika 5: JSX-predloga povezovanje

- **Spomin:** z nalaganjem ustreznega števila slik v to predlogo se je pripravil element, ki je simuliral igrice spomin. Pripravljeni sta bili tako verzija, kjer je bilo treba poiskati identične pare, kot tudi verzija, kjer je bilo treba poiskati smiselne pare (slika 6).

Tako bi lahko na primer pri športni vzgoji v spomin vključili pare različnih iger z žogo in žog, uporabljenih pri teh igrah.

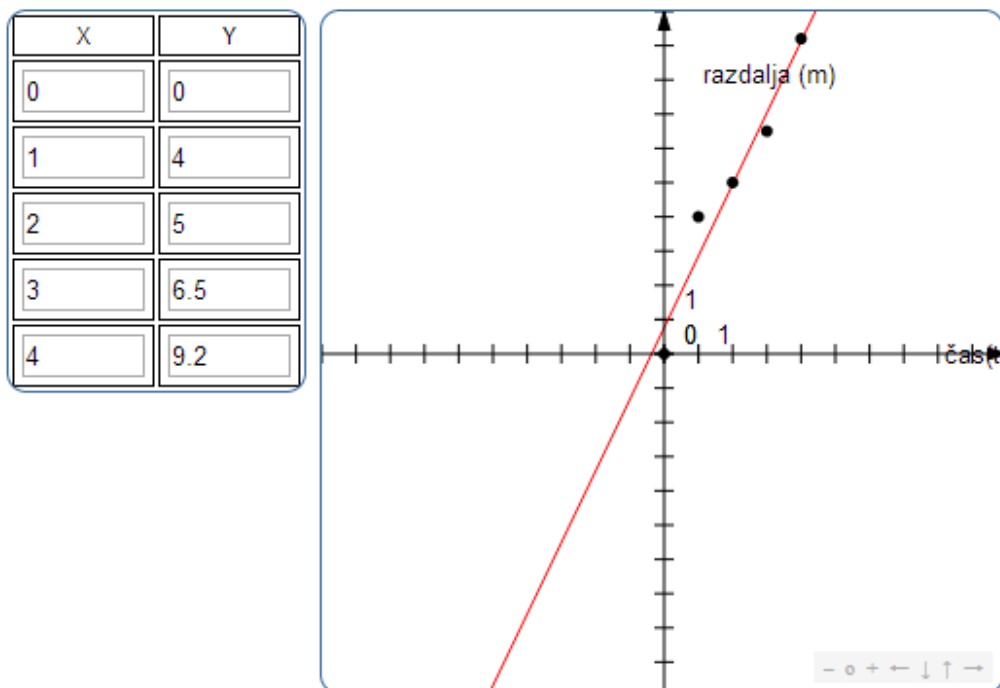


Slika 6: JSX-predloga spomin

- **Aproksimacija funkcij:** ta predloga je uporabna predvsem pri naravoslovnih predmetih. Avtor je določil število polj v tabeli in način izrisovanja krivulje, nato pa se je pripravil element, ki je vseboval tabelo in polje s koordinatnimi osmi. Ob

vnašanju vrednosti v tabelo so se na grafu vrisovale točke glede na vnesene koordinate, med njimi pa se je risala izbrana krivulja (slika 7).

Pri fiziki, na primer, bi takšno tabelo z izbrano linearno aproksimacijo uporabili za določanje naklona premice pri nekem poskusu in s tem za ugotavljanje lastnosti glede na naraščanje ali padanje naklona.



Slika 7: JSX-predloga aproksimacija funkcij

- **Dopolni in poveži:** ta predloga deluje podobno kot predloga povezovanje, le da je pri tej predlogi dodano še eno polje med levim in desnim stolpcem, v katerega je treba zapisati neko geslo (slika 8).

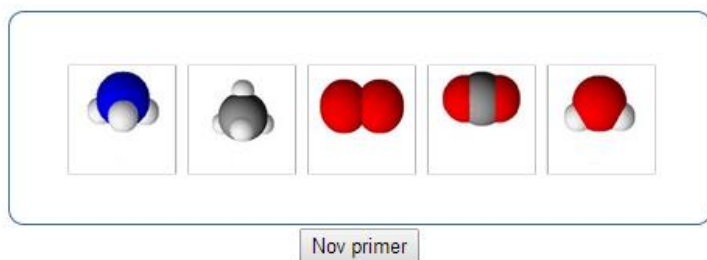
Primer uporabe te predloge je na primer pri predmetu slovenščina pri obravnavanju stavčnih členov. Tako bi v skrajno levi stolpec lahko zapisali zaporedne besede nekega stavka (Marko, tiho, gleda, televizijo), v skrajno desnem stolpcu bi bile podčrtave za stavčne člene (-----, =====, ~~~~~,), v polja med obema stolpcema pa bi bilo treba zapisati ustrezne stavčne člene (osebek, povedek, predmet, prislovno določilo načina).

Marko		☐	
tiho		☐	☐ NNNNNNNN
gleda	povedek	☐	☐ XXXXXXXXXXXX
televizijo.		☐	☐ =====

Slika 8: JSX-predloga dopolni in poveži

- **Uredi zaporedje:** pri tej predlogi je treba naložiti slike v točno določenem zaporedju in izbrati smer zaporedja (navpično ali vodoravno). V kreiranem elementu se slike naključno razporedijo od leve proti desni oziroma od zgoraj navzdol, naloga učenca pa je prerazporediti te slike v pravilnem zaporedju (slika 9).

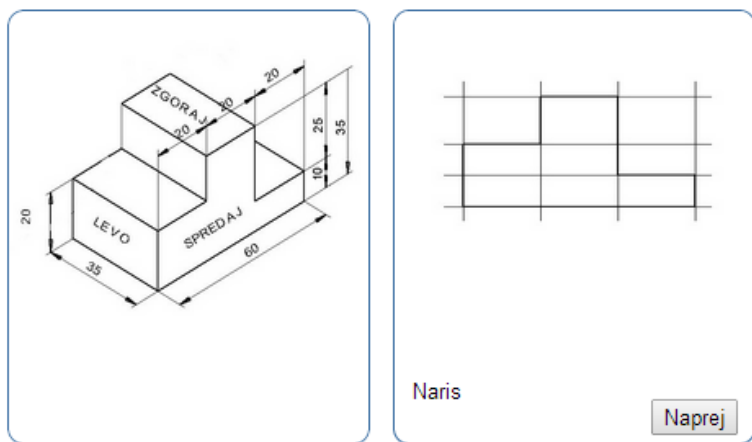
Pri kemiji, na primer, bi lahko bilo treba razporediti različne molekule glede na njihovo molekulsko maso od najnižje do najvišje.



Slika 9: JSX-predloga uredi zaporedje

- **Asociacije v slikah:** pri tej predlogi je treba izbrati eno sliko, ki bo ves čas prikazana na levi strani, in več slik ali besedil, ki se bodo prikazovala na desni strani (slika 10).

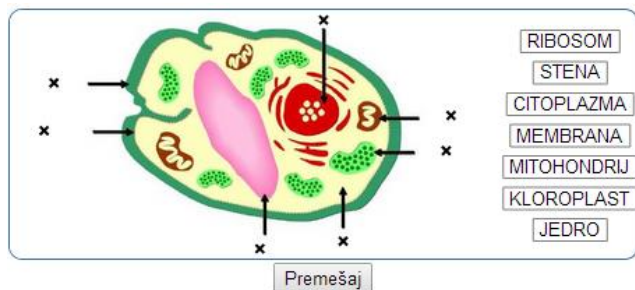
Pri tehnični vzgoji, na primer, bi lahko za učenje pravokotne projekcije pripravili element, ki bi na levi strani prikazoval sliko nekega predmeta, na desni strani pa bi se v zaporedju prikazovale slike tlorisa, narisa in stranskega risa.



Slika 10: JSX-predloga asociacije v slikah

- **Poveži sliko:** osnova te predloge je večja slika, na katero je treba prenesti besedila ali druge slike. Priprava predloge poteka v dveh korakih. Najprej je treba naložiti sliko za ozadje, nato pa na njej s klikanjem označiti mesta za pravilne pozicije drugih slik oziroma besedil ter te slike naložiti oziroma zapisati besedila (slika 11).

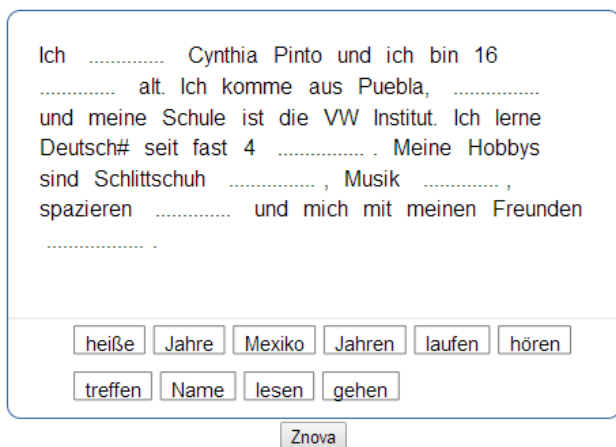
Rezultat je element, v katerem mora učenec na sliko na levi strani prenesti bodisi besedila bodisi sličice z desnega roba. Uporabno je na primer pri predmetu biologija, kjer bi lahko za osnovno sliko služila slika celice, iz katere so za posamezne delce narisane črte, na katere je treba prenesti ustrezna imena. Na primer besedilo "celično jedro" na konec črte, ki označuje celično jedro.



Slika 11: JSX-predloga poveži sliko

- **Zapolni z besedilom:** to predlogo sestavlja daljše besedilo, v katerem so med dvema znakoma # zapisane besede, ki jih je treba postaviti na ustrezna mesta. Možno je dodati tudi dodatna gesla, ki ne spadajo v besedilo (slika 12).

Končni izdelek je besedilo, v katerem nekatere besede oziroma besedne zveze manjkajo. Pod besedilom se v okvirčkih nahaja več med seboj pomešanih pojmov, ki jih je treba prenesti na pravilna mesta v besedilu. Tudi ta predloga je lahko uporabna na vseh predmetnih področjih.



Ich Cynthia Pinto und ich bin 16
 alt. Ich komme aus Puebla,
 und meine Schule ist die VW Institut. Ich lerne
 Deutsch# seit fast 4 Meine Hobbys
 sind Schlittschuh , Musik ,
 spazieren und mich mit meinen Freunden

heiße Jahre Mexiko Jahren laufen hören
 treffen Name lesen gehen

Znova

Slika 12: JSX-predloga zapolni z besedilom

JSX-predloge so olajšale delo tehnično manj podkovanim avtorjem. Ti so s pomočjo predstavljenih predlog in kreativnim razmišljanjem lahko v e-učne enote vključili visoko interaktivne elemente.

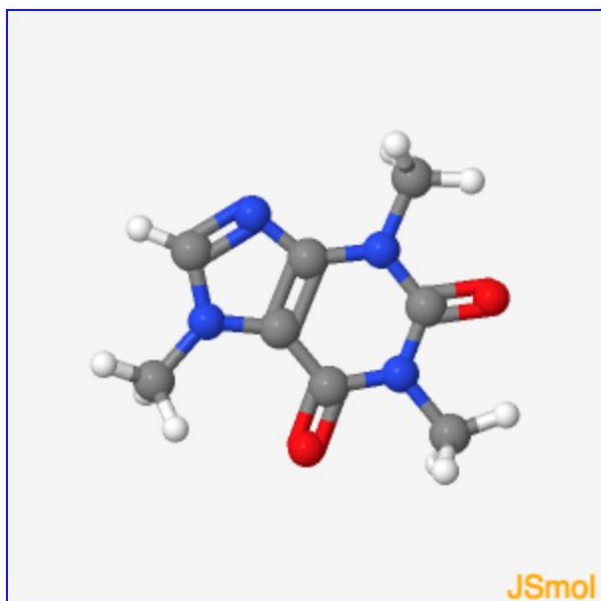
JSmol

V kemijskih gradivih, objavljenih na spletu (bodisi kot samostojna e-gradiva, v okolju Moodle ipd.) se je do nedavnega za prikaz molekul, struktur in 3D-interaktivnosti uporabljalo predvsem programsko ogrodje Jmol (<http://jmol.sourceforge.net>). Odprtokodni projekt Jmol je na področju kemije in biokemije zelo razširjen, saj poleg nazorne in dinamične predstavitve ponuja tudi bogat nabor opisov lastnosti posameznih molekul, atomskih vezi, struktur, interaktivnih stanj in dinamike gibanja molekul. Sistem omogoča tudi sestavljanje lastnih molekul, struktur in oblik, prav tako pa tudi povezavo z bazami obstoječih snovi in prikaz teh molekul ter struktur. Nekatere od teh baz so plačljive (kot enciklopedije), veliko pa jih je javno prosto dostopnih.

Kljub navdušujoči funkcionalnosti ima Jmol tudi pomanjkljivost: temelji namreč na enakem izvajalnem okolju kot prej omenjena GeoGebra in zaradi javanskega

okolja predstavlja težavo za uporabo na nekaterih operacijskih sistemih in napravah. Tehnična ekipa je morala poiskati alternativno rešitev. Kot alternativa je bila izločena komercialna programska oprema ChemDoodle (www.chemdoodle.com), namesto nje je bil izbran JSmol.

Leta 2012 je skupina razvijalcev začela na odprtokodnem projektu JSmol (<http://jsmol.sourceforge.net>) zamenjevati javanski prikaz molekul ogrodja Jmol z uporabo programskega jezika JavaScript in standarda HTML5. Opis zgradbe, strukture in oblike molekule je ostal v glavnem enak, le priklic prikaza v spletnem brskalniku poteka le z uporabo JavaScript knjižnice brez potrebe po dodatnih vtičnikih. Molekule lahko tako opazujemo tudi v spletnih brskalnikih na novejših telefonih (slika 13).



Slika 13: Prikaz molekule v sistemu JSmol

Podobno kot pri pretvorbi iz GeoGebre v JSXGraph je tehnična ekipa opravila pretvorbo iz Jmol v JSmol. Na začetku je bilo potrebnih nekaj prilagoditev, nato je bila izvedena pretvorba, tako da vsi i-učbeniki s predmetnega področja kemije vsebujejo prikaz molekul in 3D-animacij kemijskih vsebin z uporabo JSmol.

Orodje za lektorje

Vse faze izdelave i-učbenikov potekajo v digitalni obliki s prej omenjenimi orodji in okolji ter z administrativnim portalom. Digitalni obliki se je morala prilagoditi tudi ekipa lektorjev. Ti so sicer navajeni dela z običajnimi urejevalniki in oblikovalniki

besedil (npr. Microsoft Word) in uporabo "sledi spremembam", s katero avtorje lektoriranih besedil seznanijo s svojim delom.

Specifičnost avtorskega orodja eXeCute je, da ne omogoča funkcionalnosti "sledi spremembam", ne omogoča dodajanja komentarjev, s katerimi bi lektorji predlagali spremembe, prav tako pa zaradi tesne povezanosti z administrativnim portalom z nalogami in JSX-predlogami ne omogoča običajnega lektorskega jezikovnega in slogovnega popravljanja. Tehnična ekipa je zato za lektorje iskala rešitve, od namenskih računalnikov in pisal do namenske programske opreme.

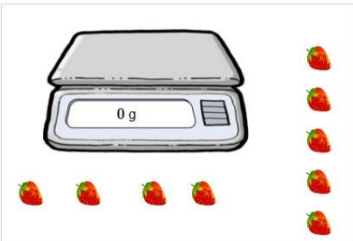
Lektorji so pri svojem delu morali i-učbenik in posamezne e-učne enote uporabljati na enak način, kot jih bo uporabljal končni uporabnik, tj. učenec. Posamezne enote so si prenesli na svoj računalnik in jih tam naložili v eXeCute ali pa so enote uporabljali neposredno na administrativnem portalu. Vsa opažanja in predloge lektorskih popravkov so podajali z zajemom slike v aplikacijo ActiveInspire podjetja Promethean (<http://www.prometheanworld.com>). Aplikacija (slika 14) je v osnovi namenjena uporabi na interaktivni tabli z možnostjo pisanja in risanja po sliki (sicer z miško in tipkovnico namesto s pisalom interaktivne table) pa je pomenila kompromisno rešitev za lektorje in kasnejše uporabnike lektorskih popravkov, tj. avtorje, urednike in tehničnega urednika. S kompromisno rešitvijo in pravilom uporabe ter poimenovanja datotek z lektorskimi popravki (slika 15) smo se izognili tiskanju, dražji programski opremi in skeniranju popravkov.

Ulomek je število | Ulomek je število

ULOMEK JE ŠTEVILO

Manca bo za svojo najboljšo prijateljico spekla veliko sadno torto. Ker sama še ne zna prav dobro pečiti, je za pomoč prosila mamo. Skupaj sta preverili kuharski recept za sadno torto in ugotovili, da jima manjkata le še dve sestavini: $\frac{1}{2}$ kg banan in $\frac{1}{4}$ kg jagod. ✓

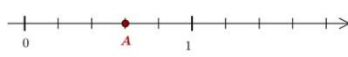
Manca potrebuje $\frac{1}{4}$ kg jagod. V trgovini tehta sadje. Tehnica pokaže decimalno število. Pomagaj Manci pri tehtanju.



Rešitev

Z ulomki zapišemo del celote. O ulomkih že veliko veš. V nadaljevanju nekaj ponovimo in se še kaj novega naučimo.

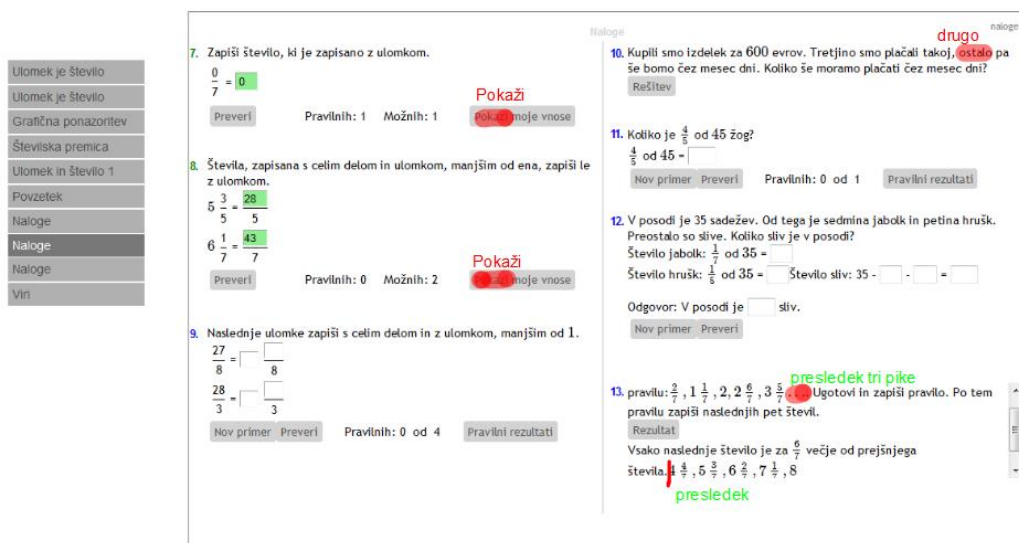
PONOVITEV

- Vpiši število. V 8. a razredu je vseh učencev 24. Polovica je deklet. V 8. a je fantov.
Preveri
- V zvezek nariši tri skladne kvadrate. Prvega pobarvaj v celoti, drugega polovico, tretjega polovico od polovice.
Rešitev
- Izberi število, s katerim je zapisan desetiški ulomek $\frac{37}{100}$.
☐ 0,37
☐ 3,7
☐ 37
☐ 0,037
- S točko A je na številski premici prikazan ulomek. Kateri ulomek je to?


Točka A predstavlja ulomek .

Preveri

Slika 14: Uporabniški vmesnik orodja ActiveInspire



Slika 15: Končna podoba lektorskih popravkov, kot so jih videli avtor, urednik in tehnični urednik

Administrativni portal

Administrativni portal je spletna aplikacija, ki ima organizacijsko vlogo in vlogo digitalnega skladišča (slika 16). Različnim tipom uporabnikov pomeni začetno točko in vir informacij za pripravo e-učbenikov in e-učnih enot v različnih fazah izvedbe. Uporaba portala je zaščitena in zahteva uporabo uporabniškega imena in gesla. Do portala so uporabniki dostopali s spletnimi brskalniki, npr. Internet Explorer, Firefox, Chrome, Safari, Opera itn.

Administrativni portal temelji na modularni zasnovi in mehanizmih, ki upravljajo s posameznimi procesi izdelave i-učbenikov. V osnovi imajo nekateri moduli vlogo šifrantov (npr. predmetna področja), nekateri vlogo zbira podatkov in informacij za kasnejšo uporabo (npr. gradiva preteklih projektov izdelave e-gradiv, učni načrti, cilji v učnih načrtih), medtem ko so preostali moduli predstavljali jedro funkcionalnosti portala (zasnovo i-učbenikov, vsebino e-učnih enot, recenzijski postopek, komentiranje, opravila, zahtevke za izplačila, nadzor nad lektoriranjem ipd.).

Funkcionalnost, ki jo portal ponuja uporabniku, je odvisna od vloge uporabnika na portalu. Osnovna omejitev funkcionalnosti je razvidna iz menija, v katerem portal uporabniku ponuja samo module, skozi uporabo portala pa se omejuje tudi vsebina in izvajanje dejavnosti, do katerih ima uporabnik pravico in so povezane z njegovim/njenim delom.

Sporočila Uporabniki **E-učbeniki** Datoteke Področja Učni načrti Cilji Naloge Identiteta Komentarji Naročila
 Recenzije Opravila Zahtevki izplačil E-učne enote Pogodbe Lektoriranje Kompilacije Moj račun

projekti >> vsebina e-učbenika MATEMATIKA OŠ 6 ...

Vsebina (vsebinski sklopi, učne enote)

☐ prikaži vse ☒ prikaži podrobnosti

1.	Naravna števila urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Pihler Damjan število dodeljenih ciljev: 23	23							
2.	Enačbe in neenačbe urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Pihler Damjan število dodeljenih ciljev: 8	9							
1.	Izrazi s spremenljivkami avtor: Tadija Benoe Virág število dodeljenih ciljev: 2	2	ZAKLJUČENO (T)	03.05.2012					3,0 ^{-T} 2MB elo
2.	Enačbe avtor: Tadija Benoe Virág število dodeljenih ciljev: 2	2	ZAKLJUČENO (T)	26.04.2012					3,0 ^{-T} 2.6MB elo
3.	Reševanje enačb avtor: Tadija Benoe Virág število dodeljenih ciljev: 3	2	ZAKLJUČENO (T)	29.04.2012					3,0 ^{-T} 3.7MB elo
4.	Neenačbe avtor: Tadija Benoe Virág število dodeljenih ciljev: 3	1	ZAKLJUČENO (T)	30.04.2012					2,8 ^{-T} 2.6MB elo
5.	Besedilne naloge avtor: Tadija Benoe Virág število dodeljenih ciljev: 4	2	ZAKLJUČENO (T)	30.04.2012					2,8 ^{-T} 2.9MB elo
3.	Geometrija v ravnini urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Pihler Damjan število dodeljenih ciljev: 8	10							
4.	Ulomki in decimalni zapis urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Miholič Tomaž število dodeljenih ciljev: 17	16							
5.	Količine in merjenje urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Pihler Damjan število dodeljenih ciljev: 15	17							
6.	Računamo z decimalnimi števili urednik: Senekovič Jožef; recenzent: Miholič Tomaž število dodeljenih ciljev: 18	20							

Slika 16: Uporabniški vmesnik administrativnega portala

Portal podpira naslednje tipe uporabnikov (v nadaljevanju pišemo vedno moško obliko naziva):

- **Urednik:** na portalu določi celostno razdelitev vsebine in doseganje ciljev učnih načrtov, dodeljuje in nadzira delo avtorjev. Vsak i-učbenik ima enega (osrednjega) urednika, po potrebi pa ima lahko dodatne urednike za posamezne vsebinske sklope.
- **Avtor:** portal avtorju pomeni začetno točko in vir informacij za pripravo e-učnih enot, vse e-učne enote se po izdelavi nabirajo na portalu, je pa portal tudi vmesna točka, ko avtor potrebuje pomoč pri izdelavi nekaterih elementov svojih e-učnih enot.
- **Konzulent:** portal je orodje za recenzijski pregled priprave i-učbenikov. V obrazcih za oddajo recenzij konzulent vidi predhodne recenzije in podaja nove recenzije o usklajenosti vsebine e-učnih enot z učnim načrtom.

- *Recenzent praktik:* podobno kot pri konzulentu je portal recenzentu praktiku orodje za pregled e-učnih enot i-učbenika, le da je pri recenzijah osredotočen predvsem na metodično-didaktično ustreznost.
- *Strokovni recenzent:* portal je zanj orodje za pregled i-učbenika. Ob splošnem pregledu je pozoren na skladnost vsebine in interaktivnosti s sodobnimi spoznanji stroke oziroma strok, ki opredeljujejo predmet oziroma področje.
- *Tehnični urednik:* na portalu prevzema e-učne enote in v drugem recenzijem krogu ob pregledovanju preverja ustreznost in delovanje interaktivnih elementov ter tehnično ustreznost enote.
- *Lektor:* na portalu prevzema in pregleduje e-učne enote, po opravljenem lektorskem pregledu pa na portalu odloži popravke in spremlja njihovo upoštevanje.
- *Tehnik:* portal tehniku ponuja vse informacije in postopke za tehnično pripravo elementov e-učnih enot skozi naročila, celostno tehnično obdelavo e-učnih enot po prvi fazi priprave e-učnih enot ter tehnično izvedbo nalog.
- *Vodstvo:* portal ponuja nadzorni pogled na dogajanje pri izdelavi i-učbenikov.
- *Administrator:* na portalu lahko po potrebi administrativno posega v dogajanje izdelave i-učbenikov, po potrebi tudi v imenu vseh drugih uporabnikov portala s prevzemom njihove identitete.

Skupna funkcionalnost portala

Vsem uporabnikom, ne glede na tip, portal ponuja modul "Moj račun", ki je hkrati tudi vstopna točka portala, in modul "Sporočila" in z njim povezan sporočilni sistem.

Modul "Moj račun" je uporabnikom predstavljal "osebno nadzorno ploščo". Tam se je za uporabnike nahajalo področje "Podpora" s seznamom datotek in spletnih povezav, ki lahko koristijo pri delu (npr. didaktične in tehnične smernice projekta, predstavitev projekta, navodila za uporabo LaTeX-a, avtorski orodji eXeCute in GeoGebra, vzorčna gradiva za uporabo v eXeCute, posnetke seminarjev, navodila za uporabo portala, vstopno točko na forum, JSX-predloge, slikovna gradiva, aplikacije za obdelavo slik in video gradiv, javansko okolje ipd.). Odvisno od tipa uporabnika so videli seznam svojih e-učnih enot (več o tem v nadaljevanju), zadnja naložena gradiva e-učnih enot in vzorčne e-učne enote, ki so vsebovale dobro idejo, zanimiv pristop, izvirno interaktivnost ipd.

Uporabniki si lahko med seboj na portalu puščajo sporočila ali pa jih uporabnikom v skladu s postopki priprave i-učbenikov pošlje sistem. Vedno so prikazana nad menijem in lahko vsebujejo "[opravilo]", ki uporabnika prestavi na ekran portala, kjer lahko izvede opravilo, povezano s sporočilom (npr. prevzame e-

učno enoto v recenzijo). Vsi uporabniki, ki imajo pri uporabniških podatkih zabeležen svoj elektronski naslov, dobivajo na ta naslov vsa sporočila, ki jih dobijo na portalu. Pošiljanje sporočil na elektronski naslov je dvojno:

- *sporočilo na portalu*: takoj oz. v roku nekaj minut, ko se pojavi sporočilo uporabniku, in
- *neprebrana sporočila*: po pretečenih 48 urah, če uporabnik na portalu ni potrdil, da je prebral sporočilo.

Sporočila so bila eden od kanalov medsebojne komunikacije med udeleženiimi na projektu. Odvisno od postopka je komunikacija potekala tudi prek oddajanja komentarjev (npr. pri naročilih, prvotnih pogledih kazala i-učbenikov, lektorskih popravkih in oddaji e-učnih enot na portal) ter foruma, nekateri pa so se posluževali klasične e-pošte. Vsi, ki so potrebovali pomoč, so lahko težave pošiljali tudi na center za pomoč (ti. tehnično podporo), na katerem je tehnična ekipa odgovarjala in pripravljala predloge izboljšav avtorskih orodij in okolij.

I-učbeniki na portalu

Vsak i-učbenik je bil na administrativnem portalu obravnavan, tehnično gledano, kot podprojekt projekta E-učbeniki. Osnova so bili učni načrti, cilji v učnih načrtih in datoteke ter naloge iz preteklih e-gradiv.

V začetni fazi priprave i-učbenikov je tehnična ekipa na portal prenesla operativne cilje posameznega predmetnega področja oziroma učnega načrta. Cilji so bili urejeni po poglavjih in/ali vsebinskih sklopih. Posebej so bila označena obvezna, izbirna, splošna in posebna znanja (kot podtipi ciljev). Za vsak i-učbenik je bil ustvarjen svoj zapis (prej omenjen podprojekt) v centralnem modulu "E-učbeniki", določeni so bili predmetno področje, stopnja, razred, pripadajoči učni načrt in urednik i-učbenika.

Uredniki so i-učbenike na portalu s kazalom smiselno razdelili na vsebinske sklope in znotraj sklopov na e-učne enote (več o tem bralec najde drugod v tej monografiji). Pri vsaki e-učni enoti je urednik nato pri pripravi kazala, navodil in opomb avtorjem upošteval te cilje in jih pripel k vsaki enoti. Dodatno je urednik določil, ali gre za posebna ali izbirna znanja, avtorjem pa je z vzorčno izbiro e-gradiv preteklih projektov, vzorčno izbiro nalog, ocenami pokritosti (pokritost ciljev pri vsebini, nalogah in interaktivnosti) ter mrežno povezanostjo e-učne enote z drugimi e-učnimi enotami podrobno nakazal vsebino posamezne e-učne enote. Po dodelitvi določenega avtorja za posamezno e-učno enoto je ta lahko pričel z izdelavo te enote.

Kasneje so uredniki med nastajanjem posamezne e-učne enote v modulu "E-učbeniki" dostopali tudi do vseh informacij, povezanih z i-učbenikom: spremljanje napredka, podajanje lastnih recenzij in spremljanje recenzij drugih, spremljanje

lektorskih popravkov in podrobnosti tehničnih pregledov. Vse dejavnosti, povezane z i-učbeniki, se na administrativnem portalu shranjujejo in se do njih lahko dostopa prek informacij posamezne e-učne enote, medtem ko je v kazalu i-učbenika prikazano vedno le zadnje stanje, tj. zadnje naložena datoteka e-učne enote.

V smiselni fazah izdelave i-učbenika so se jim dodelili tudi konzulent, recenzent praktik, tehnični urednik in lektor. Za i-učbenike, ki pokrivajo več predmetnih področij, je bilo uvedeno tudi določanje urednikov po posameznih področjih (oziroma vsebinskih sklopih).

Orodja za avtorje

Avtorji so pri svojem delu na administrativnem portalu uporabljali predvsem naslednje module: "E-učbeniki", "Naloge", "Naročila" in "Moj račun".

- **E-učbeniki:** imeli so vpogled v koncept celotnega i-učbenika, pri katerem so bili udeleženi kot soavtorji. Za vsako e-učno enoto so lahko videli navodila, opombe, cilje, pokritost, mrežno povezanost in vzorčni nabor e-gradiv in nalog. Vpogled je bil tudi v celostni napredek priprave i-učbenika in pogled zadnje naloženih e-učnih enot drugih soavtorjev.

Za lastne e-učne enote je vsak avtor imel razširjen nabor pravic. Enoto je lahko prevzel v izdelavo, lahko je videl arhiv vseh do sedaj naloženih datotek e-učnih enot in vse dosedanje uredniške recenzije. Po prvem krogu recenzij je na tem mestu avtor lahko tudi spremljal obravnavo svojih e-učnih enot v fazah tehnične predelave in lektoriranja ter predlogov lektorskih popravkov.

Cilj avtorjev je bil, da e-učno enoto ob doseganju zahtevane kvalitete pripeljejo do statusa "zaključeno". Zaradi specifik i-učbenikov takšen status ne pomeni nujno tudi dejansko zaključene enote. V primeru ugotovljenih napak je namreč možno e-učno enoto znova sprejeti v izboljšavo in kasneje pridobiti nov status zaključitve.

- **Naloge:** v modulu "Naloge" avtor dobi v pregled in uporabo vse naloge, ki so nastale v e-gradivih preteklih projektov, in naloge, nastale v projektu "E-učbeniki". V svojih e-učnih enotah lahko uporabi poljubno nalogo, preventivno pa na administrativnem portalu vidi, kdo je avtor naloge in ali je naloga že bila uporabljena v kakšni drugi e-učni enoti. Ker vsaka uporaba naloge v eXeCutu zaklene nalogo pred morebitnim spreminjanjem s strani drugih avtorjev, je bilo avtorjem omogočeno kloniranje nalog za izdelavo lastne različice podobne naloge oziroma naloge s podobnim postopkom.

Avtorji so ustvarili/oblikovali znatno število lastnih nalog in pri tem uporabljali prej omenjeni generator nalog. Kot že zapisano, so po oblikovanju naloge na portalu potrebovali le vnos identifikacijske oznake naloge v eXeCutu za prenos naloge s portala v svojo enoto.

- **Naročila:** naročila so avtorji uporabili takrat, ko so hoteli predelati že obstoječi ali izdelati nov interaktivni element, v večini primerov je šlo za izvedbo tehnično zahtevnejših situacij. Avtorji so lahko oddali naročila prek modula "Naročila" ali prek modula "Moj račun" v področju "Moje učne enote" pri svojih e-učnih enotah.

Izvedenih je bilo več kot tisoč naročil.

Kot smo predvidevali, se je izkazalo, da so naročila bistveno pripomogla k hitrejšemu delu avtorjev, ker se niso ubadali s tehničnimi rešitvami in so večji poudarek namenili vsebinskim in didaktičnim temam. Posebej je bilo poskrbljeno za lažjo komunikacijo med avtorjem in tehnikom; vsa komunikacija je potekala na enem mestu in se shranjevala ob enem naročilu, tako da je bila zgodovina komunikacije vedno na voljo obema, avtorju in tehniku.

- **Moj račun:** kot že omenjeno, je bil modul sestavljen iz več področij. Posebej pomembno je bilo za avtorje področje "Moje učne enote", saj je prek tega modula avtor nalagal svoje enote na portal. Na tem mestu so avtorji dobili tudi vse informacije o enoti, uredniški dokument v formatu PDF, videli in oddali so lahko komentarje za posamezno e-učno enoto, lahko so pridobili izvirno datoteko te enote in videli so status e-učne enote, tj. v kateri fazi življenjskega cikla se je enota trenutno nahajala. Kot že omenjeno, je bila pri vsaki enoti možna tudi oddaja naročila v tehnično izdelavo.

Orodja za tehnično ekipo

Tehnična ekipa je na portalu uporabljala enake module, kot so bili omenjeni pri avtorjih, vendar z drugačnega vidika in z drugo funkcionalnostjo.

- **E-učbeniki:** ko je e-učna enota zaključena po recenzijah urednika, konzulenta in recenzenta praktika, je na voljo za prevzem v lektoriranje ali tehnično predelavo. Odvisno od zasedenosti in v izogib ponovnim popravkom je tehnična ekipa praviloma počakala na vnos lektorskih popravkov in nato prevzela enoto.

Večji del tehnične predelave je bila transformacija GeoGebra apletov v JSXGraph, odpravljene pa so bile tudi druge morebitne pomanjkljivosti in tehnične napake. Tehnični pregled je v tem modulu potekal v koordinaciji s tehničnim urednikom, izmenjava ugotovitev ob pregledu in nalaganje predelanih enot je potekala v informativnem pogledu e-učne enote in v kazalu i-učbenika. Če so bili vneseni lektorski popravki in je tehnični urednik odobril e-učno enoto, je ta dobila status "zaključeno" oziroma da je primerna za uporabo v i-učbeniku.

- **Naloge:** V nalogah je tehnična ekipa opravljala pretvorbe iz GeoGebre v JSXGraph, po potrebi pa tudi druge popravke nalog, za katere so zaprosili avtorji (bodisi prek naročil ali e-pošte na tehnično podporo). Dodatno je tehnična ekipa

imela pravico odkleniti in ponovno zakleniti nalogo, če je bila potrebna sprememba naloge, ki je že bila uporabljena v kakšni e-učni enoti.

- **Naročila:** Naročila so za tehnično ekipo potekala v dveh korakih. Administrator naročil je vsako naročilo najprej pregledal in ga odobril ali zavrnil. Če so bila naročila nepopolna ali nejasna, so jih avtorji dopolnili in znova oddali na portalu.

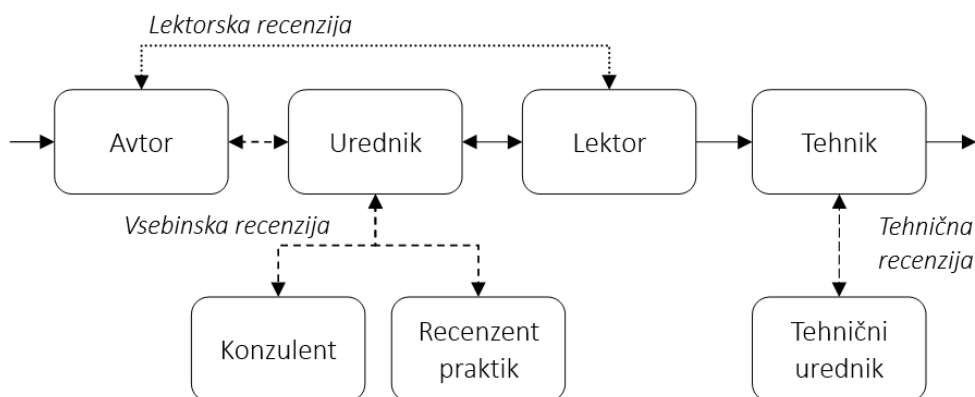
Tehnikov, ki so izvajali naročila, je bilo več, zato je vsak tehnik izbral želeno naročilo s seznama odobrenih naročil, ga s tem rezerviral in prevzel v obdelavo. Ko je naročilo bilo izdelano, je tehnik na portalu naložil ustrezno datoteko, zapisal komentar in naročilo zaključil. Avtor je nato priloženo datoteko uporabil v svoji enoti ali pa se morda s tehnikom dalje posvetoval o dodatnih popravkih ali dopolnitvah naročila.

Zaradi administrativnih razlogov, evidence in statistike je tehnik pri vsaki oddaji naročila zapisal še poročilo: kakšen interaktivni element je bil izdelan, koliko je bilo naloženih datotek in morebitno identifikacijsko oznako podobnega naročila. Z lastno izbiro prevzemanja naročil je tehnična ekipa nadzirala svojo zasedenost in izvajanje morebitnih drugih prioritetenih opravil.

Življenjski cikel e-učne enote

Zagotavljanje visoke kakovosti gradiv na vsebinski in tehnični ravni je lahko doseženo tudi z recenzijskim postopkom (Prnaver, Pesek, Zmazek, 2007; Prnaver Šenveter, Zmazek, 2007), ki natančno določa zaporedje preverjanja kakovosti e-gradiv od začetne verzije do verzije, primerne za uporabo.

Podobnemu konceptu smo sledili na projektu E-učbeniki. Za vsako e-učno enoto se je ves čas natančno vedelo, v katerem statusu se nahaja in katera oseba jo ima trenutno v obravnavi. Tako kot so bile razdeljene vloge uporabnikov na portalu, so bile dogovorjene tudi njihove vloge v življenjskem ciklu vsake e-učne enote (slika 17).



Slika 17: Shema vloge uporabnikov v življenjskem ciklu e-učne enote

Na začetku so glavne vloge v recenzijem krogu imeli urednik, konzulent in recenzent praktik, medtem ko je avtor skrbel za pripravo vsebine. Vloga urednika je bila postavljena med avtorja in druge akterje recenzijskega kroga. Po vsakem zaključenem krogu, ko sta konzulent in recenzent praktik podala svoje mnenje v recenziji, je urednik oblikoval skupni recenzijski dokument, ki ga je nato posredoval avtorju, če je bilo treba spremeniti ali prilagoditi gradivo.

Šele ko so vsi akterji recenzijskega kroga potrdili, da je gradivo primerno za objavo, je bilo gradivo označeno kot zaključeno v prvi fazi in primerno za lektoriranje. Primernost gradiva se je ocenjevala z oznako + ali -. Oznaka + je bila dokončna in je zaključila delo posameznega akterja v recenzijem krogu.

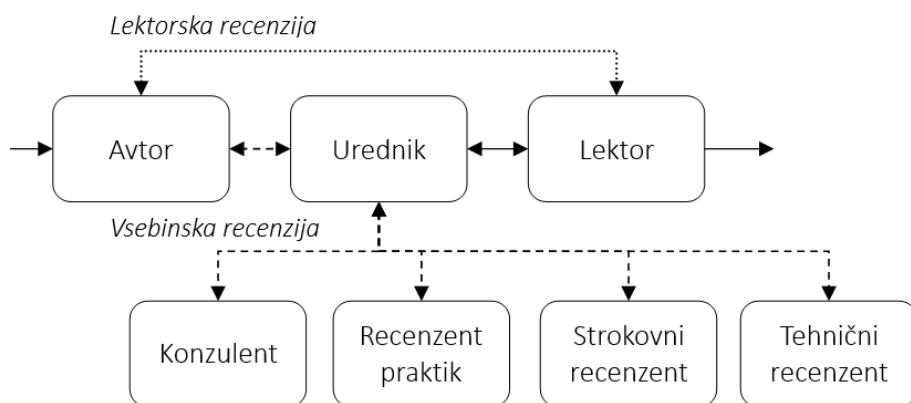
Zaradi tehničnih razlogov, predvsem povezanih s pretvorbo interaktivnih elementov iz Geogebre v JSXGraph, je po vnosu lektorskih popravkov nastopil cikel tehnične recenzije. Tehnik je predeloval e-učno enoto in upošteval posamezne recenzijske komentarje tehničnega urednika. Pravzaprav se je oblikoval/je nastal kratek dodatni recenzijski krog, ki je vseboval le tehnika in tehničnega urednika.

Spremljanje življenjskega cikla e-učne enote je bilo možno prek statusa enote, ki je vse udeležene ves čas obveščal, kdo je na vrsti. Po popolnoma zaključenih recenzijskih krogih ima urednik še vedno možnost nalaganja izboljšane verzije e-učne enote, bodisi zaradi nadgradnje bodisi drugih zahtevanih sprememb.

89

Zaradi večjega števila udeleženi v postopku recenzije je bilo treba uvesti časovne roke za recenziranje posamezne e-učne enote. Konzulent in recenzent praktik sta tako imela določen rok, do katerega sta morala oddati svoji recenziji. S tem mehanizmom je bil zagotovljen konstanten nadzor nad napredovanjem e-učne enote v življenjskem ciklu in doseganjem zastavljenih ciljev.

Kasneje se je zaradi potreb spremenjenega postopka nekaterih i-učbenikov življenjski cikel dopolnil. V pravkar opisani rešitvi je bilo po končani vsebinski recenziji namreč potrebnih kar nekaj dodatnih dogovorov z urednikom in/ali avtorjem. Dodatno je komentar tehničnega urednika lahko predlagal spremembo, ki je vplivala tudi na vsebino. V nadaljevanju je tako prišlo do odločitve, da so vsi akterji, katerih komentar oziroma pripomba lahko bistveno vpliva na vsebino, vključeni v primarni, vsebinski del recenzij. Z uvedbo dodatne vloge strokovnega recenzenta in spremembe funkcionalnosti tehničnega urednika v tehničnega recenzenta se je postopek spremenil (slika 18).



Slika 18: Revidirana shema vloge uporabnikov v življenjskem ciklu e-učne enote

Podpora lektorjem

Lektorji so skrbeli za celotne i-učbenike, ki so jim bili dodeljeni. Pri svojem delu so uporabljali predvsem modula "E-učbeniki" in "Lektoriranje". Da je njihovo delo lahko po potrebi potekalo vzporedno s pripravo vsebin e-učnih enot in delom tehnične ekipe, je bila osnovna delovna enota lektorja e-učna enota. Ko je potekalo lektoriranje, so bili o tem obveščeni vsi vpleteni v nastanek tiste e-učne enote.

V modulu "Lektoriranje" so zainteresirani videli seznam e-učnih enot, ki so bile prevzete v lektoriranje (slika 19), in pripadajoče informacije teh enot. Posebej je bilo razvidno, ali je lektoriranje v delu ali pa že zaključeno.

Sporočila E-učbeniki Lektoriranje						
lektorirane e-učne enote >> seznam ...						
	☐ nezaključeno	reset	-- področje --	-- e-učbenik --	-- status --	-- lektor --
stran: 1						zapisov: 4
#	Id	e-učna enota	#ur	lektor	status	
1	78	MATEMATIKA OŠ 4 >> Liki in telesa >> Kvader in kocka	2	Lektor Testni	lektoriranje (L)	
2	79	MATEMATIKA OŠ 4 >> Liki in telesa >> Pravokotnik in kvadrat	2	Lektor Testni	lektoriranje (L)	
3	559	MATEMATIKA OŠ 4 >> Liki in telesa >> Telo, lik, črta ali točka	2	Lektor Testni	lektoriranje (L)	
4	1203	MATEMATIKA OŠ 4 >> Liki in telesa >> Geometrijski vzorci	2	Lektor Testni	lektoriranje (L)	
			0/8			

Slika 19: Seznam e-učnih enot, prevzetih v lektoriranje

Lektor je imel možnost videti vse informacije o e-učni enoti in pripadajočem i-učbeniku ter samo e-učno enoto. Pilotno testiranje je pokazalo, da je za lektorje ugodneje, da lektorirajo v brezpovezavnem načinu na svojih računalnikih, zato jim je bila ponujena možnost prenosa e-učne enote in uporabe v svojem okolju.

Kot že omenjeno, je priprava dokumentov z lektorskimi popravki potekala po vnaprej dogovorjenem načinu, s katerim so lektorji pripravili datoteke v standardnih

formatih (PDF ali slike), da so jih lahko pogledali uredniki in avtorji. Po vnosu lektorskih popravkov so jih lektorji naložili na administrativni portal. Če so označili, da gre za končno nalaganje, so naložene datoteke s funkcionalnostjo portala posredovali avtorju in uredniku, hkrati pa so sprožili možnost oddajanja komentarjev na lektorske popravke.

Ko so avtorji naložili gradivo e-učne enote z lektorskimi popravki, so lektorji bili o tem obveščeni in dobili so komentar o upoštevanju lektorskih popravkov. Avtorji so se namreč lahko odločili, katere popravke upoštevajo in katere ne, ob neupoštevanju so morali zapisati, kaj je bil razlog neupoštevanja. Lektor je v odvisnosti od komentarja ali drugih spoznanj e-učno enoto lahko znova pregledal in podal komentar o ugotovitvah.

Analitični nadzor projekta

Doseganje zastavljenih ciljev projekta E-učbeniki je ob tako kompleksni delovni situaciji (večje število i-učbenikov, e-učnih enot, vpletenih ljudi v postopek izvedbe v različnih fazah) bilo precejšen izziv. Nujno je bilo obveščanje vpletenih o doseganju mejnikov ciljev (ti. milestone točkah). Delno je to funkcionalnost prevzel avtomatizem administrativnega portala, ki je urednikom in avtorjem ves čas signaliziral, ali dosegajo načrtovano.

91

Komplementarno temu je administrativni portal v modulu "E-učbeniki" ponujal statistični nadzor nad razdelitvijo dela in pokritostjo ciljev na zbirnem nivoju, v modulu "E-učne enote" pa statistični nadzor nad količino dela.

Uredniki in uporabniki z vodstvenimi pravicami so v modulu "E-učbeniki" videli naslednje informacije:

- povprečno oceno pokritosti vsebine, nalog in interaktivnosti iz predhodnih e-gradiv iz drugih projektov,
- število operativnih in splošnih ciljev po učnih načrtih in njihovo doseganje v i-učbeniku,
- skupno število ur e-učnih enot na i-učbenik in vse i-učbenike,
- skupno število e-učnih enot na i-učbenik in vse i-učbenike,
- število e-učnih enot v različnih fazah izvedbe: število naloženih e-učnih enot, število zaključenih e-učnih enot po pregledih konzulentov in recenzentov praktikov, število e-učnih enot v lektoriranju, število e-učnih enot v pregledu pri tehničnem uredniku in število e-učnih enot v tehnični predelavi in
- procentualno doseganje ciljev v različnih fazah izvedbe: število e-učnih enot glede na skupno število e-učnih enot.

Drugačen analitičen pogled na doseganje ciljev, količino dela in pomoč pri pripravi finančnih zahtevkov za avtorje, urednike in recenzente praktilike je ponujal modul "E-učne enote". Za vsako e-učno enoto in i-učbenik je portal na zahtevo napravil analizo datotek e-učnih enot in poročal o:

- številu recenzij od urednikov, konzulentov in recenzentov praktikov,
- številu datotek v gradivu e-učne enote, razdeljeno na: celotno število datotek, ggb datotek, HTML-datotek, slik (skupno in ločeno na GIF, PNG, JPG in BMP), video datotek (skupno in ločeno na WEBM, OGV in MP4), jsx-datotek, zvočnih posnetkov (skupno in ločeno na MP3 in ogg), SWF datotek,
- številu uporabljenih posameznih JSX-predlog,
- številu strani e-učne enote,
- številu naloženih verzij e-učne enote in
- številu vseh znakov v e-učni enoti.

Ob nadzoru doseganja ciljev in količini opravljenega dela in količini vsebine e-učnih enot je uredniška in vodstvena ekipa na podlagi informacij iz obeh modulov lahko opravila tudi napoved dela v prihodnosti.

Zaključek

Delo tehnične ekipe projekta E-učbeniki je bilo ves čas projekta vpeto v delo drugih udeleženihi na projektu. Za avtorje so bila pripravljena orodja in okolja, v katerih so ustvarjali vsebino i-učbenikov in dobivali vse potrebne informacije in gradnike. Delo urednikov je bilo podprto z orodjem za pripravo koncepta i-učbenika in upravljanje z nastajanjem posameznih e-učnih enot i-učbenikov. Isto orodje, vendar z drugo funkcionalnostjo, so uporabljali tudi konzulenti in recenzenti praktiki za revenzijski postopek in vodstvo za nadzor napredka projekta. Posebej specifično je bilo delo tehničnih predelav in tehničnih recenzij, s katerimi so i-učbeniki dosegli cilj čim večje tehnične neodvisnosti od operacijskih sistemov in naprav.

V prispevku je predstavljen izvleček najpomembnejših orodij, okolij in revenzijski mehanizem, na kratko pa so omenjene ali nakazane tudi druge aktivnosti tehnične ekipe, katerih podrobnosti so izpuščene. Vsak razvoj novega, prej neobstoječega produkta, kar i-učbeniki prav gotovo so bili zaradi svoje specifičnosti, pomeni mnogo raziskovalnega dela, iskanja najboljše alternative v danem trenutku, razvijanja testnih produktov, obsežnega testiranja, prilagajanja in ponovnega razvoja ter neizogibno včasih tudi produktov, ki peljejo v slepo ulico. Odlike tehnične ekipe takšnega in prihodnjih projektov morajo prav zato biti vztrajnost, natančnost, kritičnost, organiziranost in sposobnost timskega dela.

Viri

1. GeoGebra (2001). <http://www.geogebra.org/cms/sl/> (pridobljeno 1.4.2014).
2. Gerhäuser, M., Miller, C., Valentin, B., Wassermann, A. in Wilfahrt, P. (2011). JSXGraph – Dynamic Mathematics Running on (nearly) Every Device. *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, februar 2011, Vol. 5 Issue 1.
3. Jmol (2002). http://wiki.jmol.org/index.php/Main_Page (pridobljeno 1.4.2014).
4. JSMol (2010). <http://chemapps.stolaf.edu/jmol> (pridobljeno 1.4.2014).
5. JSXGraph (2008). <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wp> (pridobljeno 1.4.2014).
6. Kelenec, A., Kos, T., Kren, M. in Pesek, I. (2011). eXeCute - avtorsko orodje za izdelavo e-gradiv = eXeCute - authoring tool. Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT - SIRIKT 2011, Kranjska Gora, 13.-16. april 2011, 1123-1125.
7. Prnaver, K., Pesek, I. in Zmazek, B. (2007). Online review system and authoring tools in the E-um project. V: 11th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, July 8-11, 2007, Orlando, Florida, USA. CALLAOS, Nagib (ur.), et al. WMSCI 2007: proceedings. Vol. 1. [Orlando]: International Institute of Informatics and Systemics, cop. 2007, 5 str.
8. Prnaver, K., Šenveter, S. in Zmazek, B. (2007). Priprava, avtomatizirana spremljava in objava E-um gradiv. V Zbornik: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.-21. april 2007. Uredili Vreča, M., Bohte, U. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 269-272.
9. Prnaver, K., Pesek, I. in Repolusk, S. (2009). Izdelava in uporaba dinamičnih nalog pri pouku matematike. V: Orel, M. (Ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15.-18. april 2009. Ljubljana: Arnes, 2009, str. 344-349

JSXGraph v i-učbenikih

JSXGraph in i-textbooks

Alfred Wassermann, Darko Drakulić, Igor Pesek,
Blaž Zmazek

Prihod novih mobilnih naprav je izzval nove izzive za programe za interaktivno vizualizacijo matematike, katerih glavna značilnost je neodvisnost vsebine od platforme. Drugi pogoj je, da mora vsebina porabiti čim manj sistemskih sredstev (pomnilnik, čas in energija). Veliko današnjih aplikacij za razvoj interaktivnih elementov je bilo razvitih predvsem za uporabo na namiznih računalnikih in skoraj vse temeljijo na Java in Flash tehnologijah. Ta pristop ni primeren za uporabo na računalniških tablicah, zato je bilo potrebno poiskati in uporabiti novo rešitev za premostitev te vrzeli. V tem prispevku bomo predstavili tehnološko ozadje za razvoj vsebin, ki temeljijo na programskem jeziku JavaScript. Prav tako je predstavljeno nekaj aplikacij JSXGraph in njihovo vključevanje v slovenske i-učbenike.

Ključne besede: mobilno učenje, interaktivni učbeniki, JavaScript, JSXGraph

New handheld devices provoke new challenges for interactive mathematics visualization software, and the main characteristic is the independence of the content from the platform. The second requirement is that the content must expend as few resources as possible in terms of memory, time and energy. Many of today's platforms for the development of interactive elements have been developed primarily for use on desktop computers, and almost all are based on Java and Flash technologies. This approach is not suitable for use on tablets, and it is necessary to offer a new solution to overcome this gap. In this paper, we present the technological background for content development based on JavaScript. We also present some JSXGraph applications and their integration into Slovenian i-textbooks.

Key words: mobile learning, interactive textbooks, JavaScript, JSXGraph

Introduction

Using computer technology in mathematics education has been a very active research area at least since the availability of personal computer in the 1980s, (see Hoyles and Lagrange, 2010; Google Caja, 2012). Arguably, for many years one of the biggest obstacles to the integration of computer technology into mathematics education has been the necessity for a computer laboratory. Usually, the class has to stay in the laboratory for the whole lesson; however, most computer laboratories are filled with large computer screens, and the tables are covered by keyboards. In such an environment, regular paper-and-pencil work is limited. This may have been one of the reasons why many teachers restricted the use of computer technology to presentations of dynamic content in front of the class. On the other hand, modern education extends beyond the boundaries of school, and students are increasingly using personal computers and other electronic devices for learning outside school. In this environment, the concept of mobile learning has appeared and has been evolving rapidly. This concept is clear: students must be able to learn from anywhere, at anytime, and on any device.

With the presentation of the Apple iPhone in 2007 and the Apple iPad in 2010, followed by a plethora of mobile devices with constantly dropping prices, the situation changed entirely. This new generation of mobile devices is well suited for the classroom. Envisioned with astonishing precision 40 years ago by Alan Kay, one of the pioneers in proposing computers in education (Kay, 1972), tablets are now available to everyone. In contrast to the use of desktop computers in a computer laboratory or at home, working with tablets blends well with paper-and-pencil work. There are no more physical borders – students can learn at any place – in the classroom, at home, or in any other place: “Because mobile technology ... [is] becoming increasingly relevant for mathematics education” (Drijvers, 2012). This movement is amplified by the efforts of several countries to replace printed textbooks with electronic ones. This evolution of textbooks has a strong didactic motive: in 2012, Professor Janna Quitney Anderson (Anderson, 2012) from Elon University described the generations born from 2000 to 2020 as “always on generation”, and the lives of these children are strongly connected with the internet. For the first time in history, the internet and electronic materials have become the main source of knowledge, replacing printed materials. Among the countries which plan to switch to electronic materials, there are Slovenia, South Korea and the United States (Lederman 2012). As a consequence for the future, educational software will have to blend well with electronic textbooks. These could be divided into several groups according to the degree of interactivity. Interactive textbooks or i-textbooks represent the most advanced form of electronic textbook, and comprise various interactive elements.

The availability of these handheld devices, along with i-textbooks requirements has provoked new challenges for interactive mathematics visualization software (Wassermann, 2012). Today's dynamic mathematics software is expected to be usable on desktop computers as well as on mobile devices. Software developers, therefore, have little choice but to use a platform independent design. At the time of writing, the only software standard that can run on desktop computers and simultaneously on the vast variety of mobile platforms is the HTML5 quasi-standard. This is the common denominator for software which is available on the Android, iOS and desktop systems (Windows, Mac OS X and Linux). In technical terms, this means the user interface has to be realized with HTML and CSS, for graphics is SVG (scalable vector graphics) and/or the canvas DOM-element. The programming language that glues everything together is JavaScript.

One advantage of using HTML5 is that e-books are essentially based on the same technology. For example, the e-book file format standard epub3 is based on large parts of HTML5. Many HTML5 applications can, therefore, be included in e-books and enable a previously unknown interactive reading experience. This means the borderline between software and e-book no longer exists.

Most authors of content have no significant experience in software development, and coding in JavaScript is a major obstacle in the process of creating textbooks. They need help from programmers or/and powerful authoring tools, JavaScript libraries and scripting languages in the development of interactive elements. In this paper, the authors present the results from and their experiences with the development of a JavaScript library for interactive geometry with a scripting language for describing construction, and authoring tools for making interactive elements.

JSXGraph library and JessieCode

This section gives an overview of two software projects developed by the authors. JSXGraph (<http://www.jsxgraph.org>), and JessieCode (<http://github.com/jsxgraph/JessieCode>) are based on HTML5 technology and can therefore be used on practically all mobile computers as well as on desktop ones.

JSXGraph is a software library for dynamic mathematics. Its user group consists of software developers, developers of mathematics visualizations and the authors of e-books.

While JSXGraph offers the full power and flexibility of a software library, the third project, JessieCode, is a middle layer between JSXGraph and application software. It allows the use of a mathematically oriented language to create

constructions. Additionally, it provides the necessary security measures to be used as a communication language for mathematics in public web forums or wikis.

JSXGraph

JSXGraph (Gerhäuser, Valentin and Wassermann, 2010; Gerhäuser, Valentin, Wassermann and Wilfahrt, 2011) is a cross-browser library written completely in JavaScript, which enables function plotting, data visualization and interactive geometry on a web page. First presented in 2008 (Ehmann, Miller and Wassermann, 2008), it provides a powerful and extensive API consisting of several hundred classes and methods (<http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/docs>).

point	axis
line, segment, ray	slider
circle, sector, arc	glider point
intersection points	text
conic section	image
curve, function graph	perpendicular, parallel
parametric curve, polar curve	bisector
plot	turtle
polygon, regular polygon	projective transformation
tangent	integral
slope triangle	splines, Bezier curve

Table 1: Overview of objects available in JSXGraph

In order to use JSXGraph on a web page, one has to reserve a DOM element for JSXGraph. Usually this is a `<div>` element. The element has to be empty and should contain width and height specifications.

```
<div id='box' class='jxgbox' style='width:600px; height:600px;'></div>
```

The JSXGraph code is linked to this element by using its ID, i.e., the ID box in our case. With the property `boundingbox:[x1,y1,x2,y2]`, it is possible to specify a coordinate system. The upper left corner of the div will have the coordinates (x1, y1); the lower right corner will have the coordinates (x2,y2).

```
<script type='text/javascript'>var board = JXG.JSXGraph.initBoard (
'box',{boundingbox:[ -1.5,2, 1.5,-1]});</script>
```

There is no restriction on the number of JSXGraph boards in a web page. After initializing the JavaScript object `board`, it is ready for the construction of geometric elements. The generic call to create a new geometric object has the following form:

```
board.create('type', [parent elements], {optional properties});
```

Possible types are point, line, circle, polygon and function graph, to name a few. For example, the call of

```
var A = board.create('point', [1,0]);
```

will create a free point initially at (1,0) which can be dragged around. While dragging an element, all elements of the board are constantly updated. If there is an additional point

```
var B = board.create('point', [-1,-1]);
```

we can create a line through these points by

```
var s = board.create('line', [A,B]);
```

The optional properties are specified by key-value pairs separated by ":". If there is more than one pair, they are separated by comma.

```
var C = board.create('point', [0,1], {name:'D', color:'blue'});
```

If an element contains sub-elements, like the border segments of a polygon, then the properties of these sub-elements can be accessed as JavaScript sub-objects.

```
var t = board.create('triangle', [A,B,C], {fillColor:'red', fillOpacity:0.1, borders: {strokeWidth:2, strokeColor: 'black'}});
```

Function graphs can be specified either as a JavaScript function or as a string containing the usual mathematical syntax.

```
var f1 = board.create('functiongraph', [function(x){return x*x;}]);  
var f2 = board.create('functiongraph', ["cos(x)"]);
```

One major advantage of a JavaScript based library is seamless integration into HTML files. It is quite natural to use HTML form elements to interact with a construction. The following code is an example of an HTML button which allows the user to create random points.

```
<script type='text/javascript'  
var p = []; // Empty array for points.</script>  
<input type='button' value='New point' onClick='p.push( board.create('point', [Math.random(), Math.random()]);' />
```

Since by default JSXGraph text objects are HTML div objects, it is possible to use any HTML code inside a JSXGraph text element.

Communication from a JSXGraph construction to an HTML DOM object is also possible. For example, if the coordinates of a point P should be displayed in an HTML form element, it can be done as follows:

```
<input type='text' value='' id='output' />

<script type='text/javascript'>
var P = board.create('point', [Math.random(), Math.random()]); board.on
('update', function() { document.getElementById('output').value = P.X()
+ ' ' + P.Y();});</script>
```

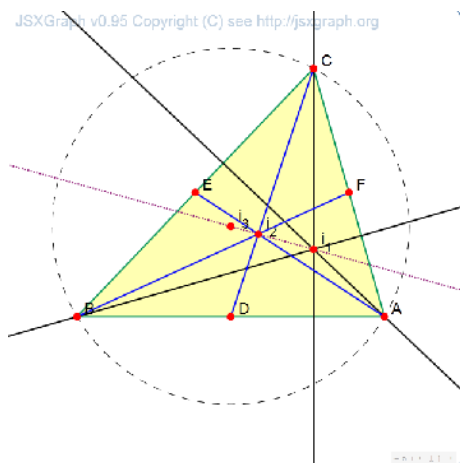
Comprehensive documentation describing all available elements and all possible properties is available at <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/docs>. The JSXGraph wiki at <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wiki> contains many examples.

If one wants to avoid construction by programming JavaScript code, one of the authors has developed a user interface running in the web browser which exports the JSXGraph code, and that tool will be described in section *JSXGraph visual creator*.

JSXGraph constructions can also be included in ebooks based on the file format epub3. Together with MathJax (<http://mathjax.org>) for typesetting of mathematical formulae this paves the road to truly interactive mathematical e-textbooks.

JSXGraph Example

We close this section with a detailed example of how to use JSXGraph in a web page. It contains the well-known Euler line of a triangle. In 1765 Euler showed that in any triangle, the orthocenter, circumcenter and centroid are collinear.



Picture 1: Euler line of a triangle

The HTML <head>. First of all, in order to use JSXGraph, the JavaScript library must be included in the HTML file. Additionally, it is advisable to include a small CSS file `jsxgraph.css`. If loading speed is an issue, the content of the CSS file `jsxgraph.css` can also be pasted directly into the HTML file.

```
<html><head><title>Euler line with JSXGraph</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/distrib/jsxgraph.css" />
<script type="text/javascript" src="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/latest/jsxgraphcore.js"></script></head>
```

Using an HTML element for JSXGraph. In the body part of the HTML one empty HTML object must be reserved for JSXGraph. It is recommended to set the CSS class of this element to `jxgbox` and to provide a width and height for this element by setting the CSS properties. In the JavaScript part of the code, this element is linked to the JSXGraph code by the `initBoard()` method. The object `board` can be used in the sequel as a construction panel.

```
<body>    ...<div id='box_euler_line' class='jxgbox' style='width:600px; height:600px;'></div>...
<script type='text/javascript'> var board = JXG.JSXGraph.initBoard('box_euler_line', { boundingbox: [-1.5,2, 1.5, -1], keepaspectratio:true });
</script></body>
```

Creating geometric elements. Now we can use our board object to construct new elements via `board.create()` commands. The available geometric elements are documented at <http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/docs>. For example, the triangle for which the Euler line is constructed is created by the following commands.

```
// Triangle ABC
var A = board.create('point', [1, 0]), B = board.create('point', [-1, 0]), C = board.create('point', [0.2, 1.5]), pol = board.create('polygon', [A,B,C], { fillColor: 'FFFF00', borders: { strokeWidth: 2, strokeColor: '#009256' } });
```

Here is the complete listing of the HTML file.

```
<html><head><title>Euler line with JSXGraph</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/distrib/jsxgraph.css" />
<script type="text/javascript" src="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/latest/jsxgraphcore.js"></script>
</head>
```

```

<body>...<div id="box_euler_line" class='jxgbox' style='width:600px; height:600px;'></div>

<script type='text/javascript'>
JXG.Options.text.fontSize = 20;

var board = JXG.JSXGraph.initBoard('box_euler_line', { boundingbox: [-1.5, 2, 1.5, -1], keepaspectratio:true}); // Triangle ABC

var A = board.create('point', [1, 0]), B = board.create('point', [-1, 0]), C = board.create('point', [0.2, 1.5]), pol = board.create('polygon', [A,B,C], { fillColor: '#FFFF00', borders: { strokeWidth: 2, strokeColor: '#009256' } }); // Perpendiculars and orthocenter i1

var pABC = board.create('perpendicular', [pol.borders[0], C]), pBCA = board.create('perpendicular', [pol.borders[1], A]), pCAB = board.create('perpendicular', [pol.borders[2], B]), i1 = board.create('intersection', [pABC, pCAB, 0]); // Midpoints of segments

var mAB = board.create('midpoint', [A, B]), mBC = board.create('midpoint', [B, C]), mCA = board.create('midpoint', [C, A]); // Line bisectors and and centroid i2

var ma = board.create('segment', [mBC, A]), mb = board.create('segment', [mCA, B]), mc = board.create('segment', [mAB, C]), i2 = board.create('intersection', [ma, mc, 0]); // Circumcircle and circum center

var c = board.create('circumcircle', [A, B, C], { strokeColor: '#000000', dash: 3, strokeWidth: 1, center: { name: 'i_3', withlabel:true, visible: true } }); // Euler line

var euler = board.create('line', [i1, i2], {dash:1, strokeWidth: 2, strokeColor: '#901B77' });

</script></body></html>

```

JessieCode

JessieCode is a scripting language developed to describe JSXGraph constructions. It uses datatypes and syntax very similar to JavaScript and integrates the JSXGraph API into the language.

```
p = point(0,1); q = point (-1,-2); li = line(p,q);
```

The equivalent JSXGraph code is

```

var board = JXG.JSXGraph.initBoard('jxgbox'), p = board.create('point', [0,1]), q = board.create('point', [1,-2]), li = board.create('line', [p,q]);

```

The intended use is for environments where JavaScript poses a security risk in the form of Cross Site Scripting (XSS) attacks, e.g. a website with user-contributed content like a discussion board or a wiki. To allow advanced constructions, some kind of scripting is required. There are approaches that deal with the issue by securing the host site from third-party content, but a solution that is easier to set up and maintain is preferable. Another approach, filtering JavaScript with regular expressions, is not feasible. This is valid JavaScript showing cookies in an alert box (equivalent to `alert(document.cookie)`):

```
($=[$=[]](__=!$+$)    [_=~---~$]+({}+$)[_/_]+    ($$=($_!=!'+$)[_/_]
+$_[+$])))(__[_/_]+__    [_~$]+$_[_]+$$](document.cookie)
```

Hence, instead of trying to filter out certain JavaScript patterns, JessieCode is used to control access to the DOM. This is done by preventing access to the document and window object, reducing the properties that can be accessed on objects, and filtering HTML from text elements.

Comments: Only full line comments are allowed.

```
// this is a comment point(1, 1);
```

Datatypes: The language uses the JavaScript datatypes number, string, object, function, and null. Numbers are, as in JavaScript, a mix of floating point and integers, string constants, though, may be given only within single quotations mainly. Functions can be defined by function expressions only.

```
f = function (x) { return x*3; }
```

Objects can be defined by object literal notation. Instead of curly brackets, JessieCode uses pairs of inequality signs.

```
o = << stringprop: 'hey, it\'s a string', numberprop: 42, method: funct
ion (x) { return x+x; }, sub: << subprop: true >> >>; // access propert
ies

str = o.stringprop;
bool = o.sub.true; // set properties
o.numberprop = 23;
y = o.method(2); // call methods
```

Operators and control structures: The arithmetic operators +, -, *, /, % can be used to calculate with numbers and arrays; the + operator is used to concatenate strings. Increment and decrement as well as bitwise operators are not available. Moreover, the ^ is used to express exponentiation. Logical and comparison operators behave like their counterparts in JavaScript; the latter have been extended by the = operator to compare floating point values with the precision given in `JXG.eps`.

With the exception of `switch`, which is not available in JessieCode, control structures are identical to those in JavaScript.

\$board: The `$board` object is used to access the board object. It can be used to set the view or force an update.

```
// equivalent to $board.setBoundingBox([1, 2, 3, -4]);  
$board.setView([1, 2, 3, -4]);
```

Element creators: Creating elements in JSXGraph always involves the `board.create()` method. The first parameter of this method is the type of element we want to create; the second parameter is an array of parent elements, like coordinates for a point, or points for a line or a function for a plot. The third parameter describes the visual appearance of that element, e.g. color and visibility. In JessieCode for every element type there is a function that takes the contents of the parent array for its parameters. With this approach, we get rid of considerable overhead and thus make constructions much more readable.

```
p = point(0,1);  
q = point (-1,-2);  
li = line(p, q);
```

The function call may be followed by objects containing attributes: see *Datatypes*. The attribute objects can be combined in the form of a list, where the last appearance of an attribute defines the value.

```
p = point(0,1) << fillColor: 'blue' >>;  
blue = << fillColor: 'blue' >>;  
thick = << strokeWidth: 8 >>;  
q = point(1, 1) blue;  
r = point(3, 4) blue, thick;
```

The Euler line example in JavaScript from above translated to JessieCode:

```
<html><head><title>Euler line with JSXGraph</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/distrib/jsxgraph.css" />
<script type="text/javascript" src="http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/latest/jsxgraphcore.js"></script></head><body>
<script type='text/jessiecode'>
$board.setView([-1.5, 2, 1.5, -1]); // Triangle
ABCA = point(1, 0); B = point(-1, 0); C = point(0.2, 1.5);
pol = polygon(A,B,C) << fillColor: '#FFFF00', borders: << strokeWidth:
2, strokeColor: '#009256' >> >>; // Perpendiculars and orthocenter
i1pABC = perpendicular(pol.borders[0], C);
pBCA = perpendicular(pol.borders[1], A);
pCAB = perpendicular(pol.borders[2], B);
i1 = intersection(pABC, pCAB, 0); // Midpoints of segments
mAB = midpoint(A, B); mBC = midpoint(B, C); mCA = midpoint(C, A); // Li
ne bisectors and centroid
i2ma = segment(mBC, A); mb = segment(mCA, B); mc = segment(mAB, C);
i2 = intersection(ma, mc, 0); // Circum circle and circum
centerc = circumcircle(A, B, C) << strokeColor: '#000000', dash: 3, str
okeWidth: 1, center: << name: 'i_3', withlabel:true, visible: true >>
>>; // Euler line
euler = line(i1, i2) << dash:1, strokeWidth: 2, strokeColor:'#901B77' >
>;
</script></body></html>
```

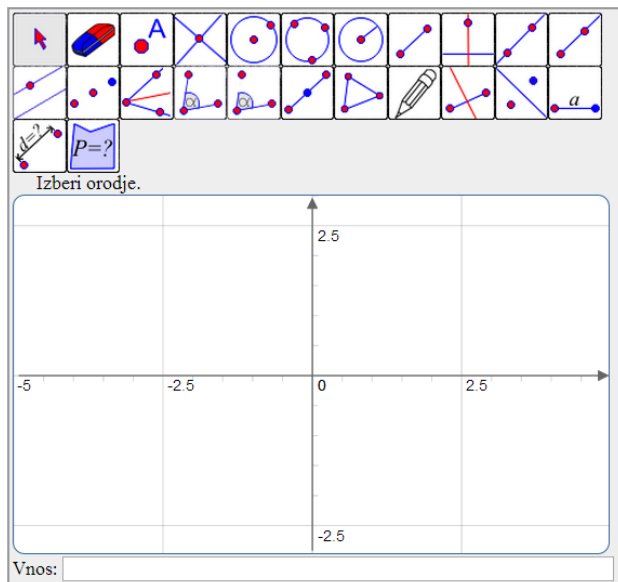
Authoring tools

Many different authoring tools for e-learning systems are described in the literature, but a common feature of all is that they need to simplify the task of creating e-learning systems and to allow authors who are not programmers to create all parts of a system (Ritter and Blessing, 1998). An authoring tool is usually a software package with a web user interface built by pre-programmed elements which allows creation and manipulation with multimedia elements. JSXGraph authoring tools must allow a non-programmer to easily create JavaScript applets using JSXGraph library. According to functionality, developed JSXGraph authoring

tools can be separated into two groups: Graphic user interface (GUI) for JSXGraph constructions and automatic code generators from given templates.

Graphic user interface (GUI) for JSXGraph

GUI for JSXGraph is implemented as a JavaScript class (called JSXGraph_GUI) and can be found on http://www.drakulic.rs/JSXGraph_GUI. An instance of JSXGraph GUI is a JavaScript applet comprising three components: a toolbox, a drawing area and a command line (Picture 2).



Picture 2: JSXGraph GUI

Initialization of GUI

GUI can be created by calling JSXGraph_GUI constructor with two arguments: the first is the ID property of the DOM element (usually div) for the drawing area, and the second is a Boolean variable which determines visibility of the axes.

```
<div id="draw_area"></div>

<script type="text/javascript">
var gui = new JSXGraph_GUI("draw_area", true);</script>
```

GUI offers considerable functionality in terms of popular systems for dynamic geometry: e.g., animation of elements in construction, automatic attaching points to nearby objects and fixing objects. The mechanism for automatic attaching points is triggered when users try to create a point, and it uses the GUI property `magnetSize` as follows:

- If there is an element with a distance less than `magnetSize` value, then:
 - a. If the element is a point, a new point will not be created,
 - b. If the element is a `JXG.GeometryElement` (<http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/docs/symbols/JXG.GeometryElement.html>), a glider attached to that element will be created.
- Otherwise, the point will be created.

Setup of the GUI

After creation, GUI has the following default values:

- `boundingBox`: `[-x/10, y/10, x/10, -y/10]`, where the x is width of the DOM element for a board, and y its height.
- `snapToGrid`: `true`, `snapSizeX`: `1`, `snapSizeY`: `1`
- `magnetSize`: `1`.

The property `snapToGrid` cannot be turned off, but others can be changed with the following code:

```
gui.snapSizeX = 0.5;
gui.snapSizeY = 0.5;
gui.magnetSize = 0.5;
```

Other board properties (<http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/docs/symbols/JXG.Board.html>) could be changed by changing the properties and calling methods and making change on the GUI object board: e.g. method `setBoundingBox` for adjustment property `boundingBox`.

```
gui.board.setBoundingBox([-10,10,10,-10]);
```

Adding commands in GUI

After initialization, the user needs to add commands to GUI. Currently, 30 commands are supported, and most JSXGraph Euclidian geometric elements are included. Some functionality is new – like the pencil command and the command for calculating the area of objects. Each command has an intuitive icon and manual that appear below the toolbox when the user chooses a command. Currently, all manuals are in the Slovenian language, but new languages could be easily added with an editing language file.

Icon	Command ID	Command
	_ARROW_	Select and move an object
	_ERASE_	Erase an object
	_PENCIL_	Draw an arbitrary path
	_POINT_	Point
	_SEGMENT_	Segment between two points
	_FIXED_SEGMENT_	Segment with fixed length
	_LINE_	Line through two points
	_HLINE_	Ray through two points
	_VECTOR_	Vector
	_CIRCLE_	Circle with a center and a through point
	_CIRCLER_	Circle with a center and a given radius
	_CIRCLE3_	Circle through three points
	_CONIC5_	Conic through five points
	_POLYGON_	Polygon

	_REGULAR_POLYGON_	Regular polygon
	_ANGLE_	Angle between given points
	_ANGLEV_	Angle between given points with label in degrees
	_ANGLES_	Angle with fixed size
	_INTERSECTION_	Intersection point of two objects
	_ANGLE_BISECTOR_	Angle bisector
	_MIDPOINT_	Midpoint
	_PERPENDICULAR_	Perpendicular line
	_PARALLEL_	Parallel line
	_SYMMETRY_	Reflect point about point
	_SEGMENT_SYMMETRY_	Perpendicular bisector
	_LINE_SYMMETRY_	Line symmetry
	_TRANSLATION_	Translation
	_DISTANCE_	Distance between two points



`_AREA_`

Area of polygon

Table 2: JSXGraph GUI commands

Before adding commands, the user needs to create a DOM element (usually `div`) for the toolbox and call method `addCommands`. Arguments for this method are the ID of the toolbox element and the list of commands' IDs, as in the next example.

```
<div id="toolbox"></div>
<script type="text/javascript">
gui.addCommands("toolbox", [_ARROW_, _POINT_, _LINE_]); </script>
```

GUI has built-in support for MathJax, so labels for all constructed elements are in LaTeX.

Adding a command line

GUI has the ability to process commands from the console, but currently this functionality is weak. There is a built-in light parser that supports some basic commands – drawing lines given by implicit or explicit equations and drawing graphs of basic functions. The command line also requires a DOM element and calling function `addConsole`, as follows:

```
<div id="console"></div>
<script type="text/javascript"> gui.addConsole("console"); </script>
```

Adding elements to GUI

Users can add JSXGraph elements with the board method `create` described in section *JSXGraph*, e.g.

```
gui.board.create("point", [10, 10]);
```

By default, each added element attracts other elements with the properties described in subsection *Initialization of GUI*. This can be prevented if the element has an ID starting with `"_HIDDEN_"`, e.g.

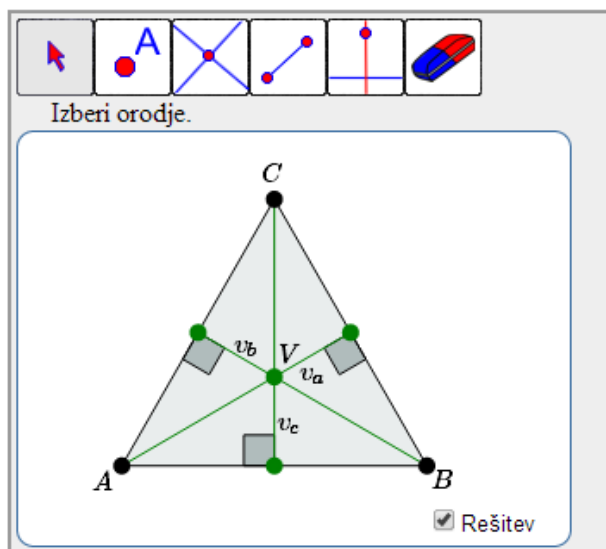
```
gui.board.create("point", [10, 10], {id:"_HIDDEN_1"});
```

Otherwise, if the element has an ID starting with `"_FIXED_"`, it cannot be deleted, e.g.

```
gui.board.create("point", [10, 10], {id:"_FIXED_1"});
```

GUI example

This example illustrates an interactive applet for constructing the altitudes for a given equilateral triangle, with the proposed solution.



Picture 3: GUI example

```
<div style="width:340px; background:#eeeeee; border: #999999 2px solid;
">

<div id="toolbox" align="left" width="100%"></div>
<div id="box" class="jsxgbox" style="width:320px; height:240px"></div>
</div>

<script type="text/javascript">
//Initialization and setup of GUI
var gui = new JSXGraph_GUI("box", false);

gui.addCommands("toolbox", [_ARROW_, _POINT_, _INTERSECTION_, _SEGMENT_,
 _PERPENDICULAR_, _ERASE_]);

gui.board.setBoundingBox([-0.4, 12.84, 17.8, -0.7]);

gui.board.options.text.anchorY = 'top';

gui.magnetSize = 0.5;

//create checkbox
gui.board.create("text", [13, 0.7, '<input type="checkbox" onclick="cli
ck (this)">Rešitev']);
```

```

//Given triangle
var A = gui.board.create("point", [3, 2], {name:'A', label:{offset:[-17, -2]}});
Ayy.setLabelText("$A$");
var B = gui.board.create("point", [13, 2], {name:'B', label:{offset:[3, -2]}});
Byy.setLabelText("$B$");
var pol = gui.board.create("regularpolygon", [A, B, 3], {vertices:{visible:false}, opacity:0.1});
var C = gui.board.create("point", [polyy.vertices[2].X(), pol.vertices[2].Y()], {name:'C', label:{offset:[-7, 22]}});
C.setLabelText("$C$");

//Proposed solution
var r = new Array();
r[0] = gui.board.create("midpoint", [Ayy, Byy], {color:'green', name:'', visible:false, id:'_HIDDEN_0'});
r[1] = gui.board.create("midpoint", [Byy, Cyy], {color:'green', name:'', visible:false, id:'_HIDDEN_1'});
r[2] = gui.board.create("midpoint", [Ayy, Cyy], {color:'green', name:'', visible:false, id:'_HIDDEN_2'});
r[3] = gui.board.create("segment", [Ayy, r[1]], {color:'green', label:{offset:[24,-10]}, name:function() { return "$v_c$" }, withlabel:true, visible:false, id:'_HIDDEN_3'});
r[4] = gui.board.create("segment", [Byy, r[2]], {color:'green', label:{offset:[-45,35]}, name:function() { return "$v_b$" }, withlabel:true, visible:false, id:'_HIDDEN_4'});
r[5] = gui.board.create("segment", [Cyy, r[0]], {color:'green', label:{offset:[15,-20]}, name:function() { return "$v_a$" }, withlabel:true, visible:false, id:'_HIDDEN_5'});
r[6] = gui.board.create("intersection", [r[4],r[5]], {color:'green', label:{offset:[3,20]}, name:function() { return "$V$" }, visible:false, id:'_HIDDEN_6'});
r[7] = gui.board.create("angle", [Ayy, r[2], Byy], {radius:1, withlabel:false, visible:false});
r[8] = gui.board.create("angle", [Cyy, r[0], Ayy], {radius:1, withlabel:false, visible:false});
r[9] = gui.board.create("angle", [Ayy, r[1], Byy], {radius:1, withlabel:false, visible:false});

```

```
function click (elem) {
    if(elem.checked)
        for(var i=0; i<r.length; i++)
            r[i].showElement();
    else
        for(var i=0; i<r.length; i++)
            r[i].hideElement();

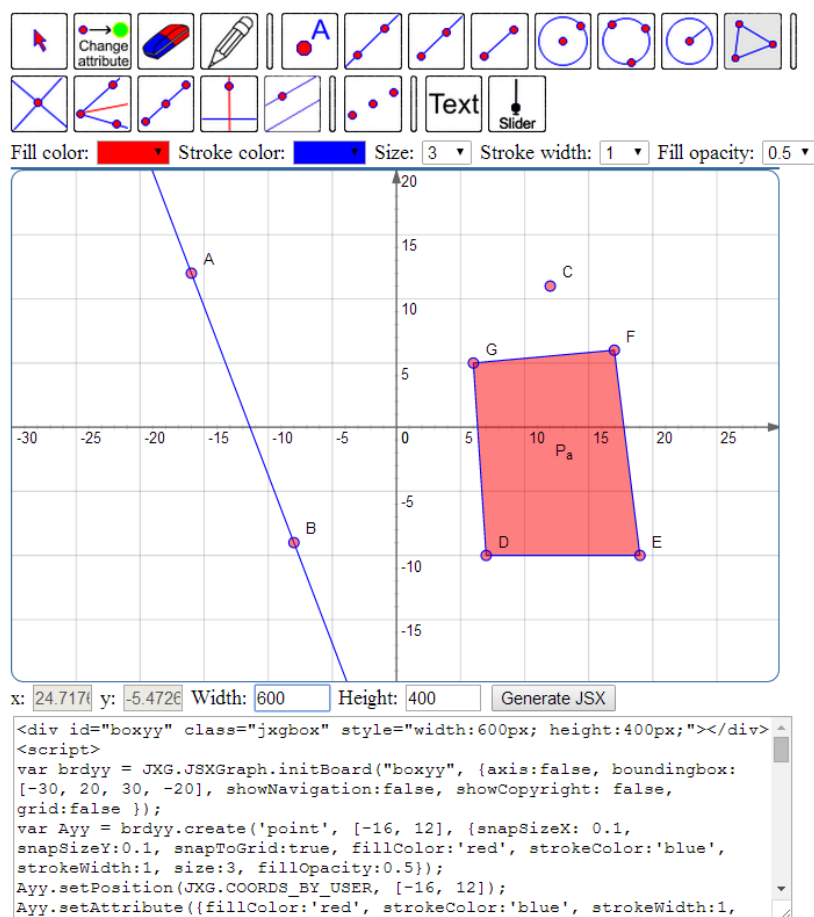
    gui.board.update();
}
</script>
```

JSXGraph code generators

As has been established, content creators can use a JSXGraph GUI as part of their applets. On the other hand, code generators allow authors to create whole applets with predefined properties.

JSXGraph visual creator

This code generator is based on GUI as described in the previous section. The main objective of the JSXGraph visual creator is to facilitate and accelerate the creation of JSXGraph elements. It allows authors to easily create elements and to set up their properties and then generates a code for them. Apart from this function of GUI, the visual creator includes several improvements: it allows the creation of slider element and has a panel for changing the properties of elements (fill and stroke color, size, stroke width and fill opacity). JSXGraph visual creator can be found at http://www.drakulic.rs/JSXGraph_VC/.



Picture 4: JSXGraph visual creator

JSXGraph applets and i-textbooks

JSXGraph constructions are used extensively in all Slovenian i-textbooks. We have more than 3000 different JSXGraph applets for mathematics, physics and chemistry. These range from simple applets, where only a few basic elements are used, to complex applets, where multiple choices by the user are needed to reach the end of the applet.

Authors with more programming background can program applets directly. The remaining authors had at their disposal ten different templates (diagrams, puzzle, matching, etc.) where they had to input only the required parameters, and then server side scripts produced fully functional JSXGraph applets. Or, they created scenarios (sometimes using Geogebra) that our programmers then converted to JSXGraph applets.

To make integration and inclusion of applets in i-textbooks content as simple as possible, we made changes to our authoring tool eXeCute that enabled authors to include an applet in just two clicks. Because of the large number of applets, we made the rule that each programmer uses their project ID number as an identifier; so in case an error is later found in the applet, we can always ask the original programmer to fix it.

Conclusion

JSXGraph and JessieCode enable dynamic mathematics on a wide variety of devices from desktop computers to mobile devices. Small handheld devices are well suited for use in the classroom and allow the use of electronic material side by side with printed textbooks. JSXGraph and JessieCode are intended to be used by software developers and e-book authors to create interactive content for web pages and e-books. Based on these tools, the authors of this paper have developed several authoring tools that are used in the process of developing interactive textbooks in Slovenia.

References

1. Anderson J. Q. (2012). Millennials will benefit and suffer due to their hyperconnected lives, Pew Research Center's Internet & American Life Project, http://www.elon.edu/docs/e-web/predictions/expertsurveys/2012survey/PIP_Future_of_Internet_2012_Gen_Always_ON.pdf
2. Cecchetti, A. (2011). ($__ = \$ + \$$) [+ \$] + ({ } + \$) [$__ / __$] + ({ } + \$) [$__ / __$]), *Hacker Monthly* 11, April, 12-15. <http://hackermonthly.com/issue-11.html>
3. Drijvers, P. (2012). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). *12th International Congress on Mathematical Education*, Seoul, July 9-15, 2012
4. Ehmann, M., Miller, C. and Wassermann, A. (2008). Dynamic Mathematics with GEONExT - New Concepts, *4th European Workshop on Mathematical & Scientific e-Contents*, Trondheim 2008.
5. Gerhäuser, M., Valentin, B. and Wassermann, A. (2010). JSXGraph – Dynamic Mathematics with JavaScript, *The International Journal for Technology in Mathematics Education* 17. ISSN 1744-2710.
6. Gerhäuser, M., Valentin, B., Wassermann, A. and Wilfahrt, P. (2011). JSXGraph - Dynamic Mathematics Running on (nearly) Every Device, *Electronic Journal of Mathematics and Technology* 5, February. <http://www.radford.edu/ejmt>

7. Google Caja (2012). September 2012. - <https://developers.google.com/caja/>
8. Hoyles, C. and Lagrange, J.-B. (2010). Mathematics education and technology - rethinking the terrain. *The 17th ICMI study*, Dordrecht: Springer, 2010.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0>
9. Kaput, J. and Thompson, P. (1994). Technology in mathematics education research, *The first 25 years in JRME*, 25 (1994), pp. 676-684
10. Kay, A. C. (1972). A Personal Computer for Children of All Ages, *Proceedings of the ACM annual conference - Volume 1*, New York, NY, USA : ACM, (ACM '72)
11. Lederman, J. (2012). Education chief wants textbooks to become obsolete. October 2012. <http://news.yahoo.com/education-chief-wants-textbooks-become-obsolete-184205690.html>
12. Ritter, S and Blessing, S. (1998). Authoring Tools for Component-Based Learning Environments, *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 7, No. 1, Authoring Tools for Interactive Learning Environments, pp. 107-132
13. The International Digital Publishing Forum: EPUB. (2011). <http://idpf.org/epub>
14. Wassermann, A. (2010). The Challenge of a New Hardware Generation to Mathematics Education. In: Bianco (Ed.), Ulm (Ed.): *Mathematics Education with Technology, Experiences in Europe*. Augsburg: University at Augsburg. ISBN 978-3-00-032628-8

Izvedba in implementacija projekta E-učbeniki

Načini uporabe i-učbenika

How to use an i-textbook

Alenka Lipovec, Jožef Senekovič, Samo Repolusk

V prispevku predstavimo na primeru pouka matematike konceptualne značilnosti novih i-učbenikov za naravoslovje in matematiko v osnovni in srednji šoli, pri čemer se posebej ustavimo ob strukturi in funkciji posameznih delov vsake učne enote i-učbenika. V nadaljevanju nato obravnavamo nekatere možne načine uporabe i-učbenika glede na delež vključenosti učne enote i-učbenika v izvedbo pouka: učitelj lahko uporabi celotno enoto ali le njen del, učenec pa lahko uporablja i-učbenik tudi popolnoma samostojno. Za tem predstavimo nekaj poudarkov pri uporabi i-učbenikov, ki razkrijejo prednosti in pomanjkljivosti posamezne oblike njihove uporabe. Posebej se posvetimo pričakovanemu premiku vlog učbenika, učenca in učitelja ob uporabi i-učbenikov ter predstavimo možne načine uporabe izsekov enote (poglavij ali le gradnikov) v posameznih korakih vpeljave nove vsebine. Na koncu obravnavamo še možne načine uporabe i-učbenika v razmerju med šolskim in domačim delom (običajni model pouka, delno obrnjeno učenje, obrnjeno učenje), razlike pa osvetlimo tudi v luči tipov matematičnih znanj, ki jih želimo pri tem razvijati. Prispevek sklenemo s spodbudo učiteljem ob novih priložnostih, ki jih prinašajo i-učbeniki v slovenski šolski prostor.

Ključne besede: i-učbeniki, e-učna gradiva, pouk matematike, učenje z učbeniki, premik vlog, obrnjeno učenje

This article uses a model of mathematics classes to present the conceptual features of the new i-textbooks for science and mathematics in primary and secondary education. Particular attention is given to the structure and function of the individual elements of each learning unit. We also present possible ways of using i-textbooks in the classroom regarding the extent of its inclusion in the lesson: the teacher can use the entire unit or part of it, while the student can use the guided instruction or the i-textbook completely independently. We also discuss some highlights in the instructional use of the i-textbooks that reveal the strengths and weaknesses of each form of their use in classroom settings. We focus on the expected shift in the roles of textbooks, students and teachers in the virtual environment, and present possible ways of using extracts of units (chapters or widgets) in the process of introducing new content. Finally, we describe and

comment on the possible ways of using i-textbook partially at home and partially in the classroom (the traditional model of teaching, partially flipped classroom, flipped classroom). Various possibilities are discussed as regards the types of mathematical knowledge that we wish to develop. The paper concludes with an encouragement to the teachers at the new opportunities brought by i-textbooks in Slovenian school settings.

Key words: i-textbooks, e-learning materials, mathematics instruction, learning with textbooks, role shift, flipped learning, flipped classroom

Uvod

I-učbenik prinaša v slovenski prostor novo izkušnjo tako za učenca kot za učitelja. Pri tem odmislimo nekatera elektronska učna gradiva, ki so sicer dobrodošla opora pri pouku, vendar največkrat nimajo tako širokega strokovnega ozadja, kot na primer zbirke delovnih listov in besedila ali prikazi primerov, ki jih ne moremo enačiti s kakovostjo i-učbenika. I-učbenik opredelimo kot e-učbenik, v katerem prevladujejo (smiselno vključeni) i-učni gradniki z visoko stopnjo interaktivnosti (Pesek, Zmazek, Antolin in Lipovec, 2013). Prevladovanje pomeni, da se temeljni pojmi pretežno vpeljujejo z i-učnimi gradniki z visoko stopnjo interaktivnosti (Repolusk, Zmazek, Hvala in Ivanuš Grmek, 2010). Tako učitelj kot učenec uporabita i-učbenik kot vir pridobivanja znanja. Znanje je težko enoznačno opredeliti (Rutar Ilc, 2003, str. 13): poznati moramo dejstva, pojme, veščine, postopke, jih smiselno uporabljati v novih kontekstih in situacijah, povezovati znanja znotraj enega področja ali povezovati znanja različnih področij. Na področju matematike se posebej posvečamo razumevanju, ki ga opredelimo kot količino in kakovost relacij med pojmi v kognitivni shemi (Van de Walle, 2004). Sam i-učbenik je zasnovan tako, da učencu nudi različne izkušnje, taksonomsko raznovrstne naloge in spodbude k (sistematičnemu) povezovanju znanja. To pomeni, da i-učbenik omogoča učencu tudi razvoj procesnih ciljev, saj ga spodbuja k utemeljevanju, pojasnjevanju, razvrščanju ...

I-učbenik ponuja veliko možnosti uporabe tako v razredu kot zunaj njega, je enostavno dostopen, na računalniku pa lahko deluje s spletno povezavo ali brez nje. Namen uporabe narekuje sam način uporabe i-učbenika. Če i-učbenik pri pouku uporablja učitelj ali če i-učbenik samostojno uporablja učenec, se pri uporabi pojavijo nekatere razlike. V nadaljevanju bomo tudi s konkretnim primerom prikazali uporabo i-učbenika v razredu in idejo uporabe i-učbenika doma (ali kjerkoli zunaj razreda s samostojnim delom).

Enota i-učbenika

Pomembno je, da i-učbenik pokriva vse, z učnim načrtom predpisane učne cilje (prim. Žakelj idr., 2011). Prav tako mora i-učbenik omogočati/skrbeti za/podpirati razvoj strateških in konceptualnih oziroma relacijskih znanj (Skemp, 1971). Učitelj pozna učni načrt, spoznati pa mora tudi koncept uporabe i-učbenika. Za uporabo i-učbenika je nujno, da učitelj pregleda konkreten vsebinski sklop ali vsaj posamezno enoto, ki jo želi poučevati z i-učbenikom. Učitelj preveri, kateri učni cilji so v izbrani enoti ali sklopu pokriti (uresničeni) predvsem zato, ker se koncept razporeditve vsebin v i-učbeniku lahko razlikuje od koncepta razporeditve vsebin posameznega učitelja. Učitelj mora preveriti, ali v i-učbeniku niso zahtevana znanja, ki jih po njegovem konceptu poučevanja (letna priprava) učenci še niso usvojili. Pri tem ne sme pozabiti na povezovanje znanj in razvijanje problemskih znanj, tj. znanj, ki so

uporabna v drugačni situaciji od učeče. I-učbenik posameznega razreda je zasnovan linearno, učni načrt je pisan spiralno: v vsakem naslednjem razredu večino novih vsebin gradimo na znanih vsebinah prejšnjih razredov. Učenci najprej ponovijo in utrdijo znana dejstva, pojme, lastnosti, postopke in šele nato nadgradijo obstoječo mrežo znanja z novimi izkušnjami in novimi znanji. Temeljni element i-učbenika so dejavnosti, v katere i-učbenik učence usmerja. Učenci dejavnosti izvajajo neposredno v i-učbeniku (apleti, prikazi, preglednice, albumi slik) ali v svojem okolju (delo z materialom, skice in slike v zvezku, opazovanje pojavov, spremljanje dogodkov, brskanje po spletu, uporaba IKT ...). Dejavnosti so v funkciji usvajanja novih pojmov ali širjenja obsega znanega pojma (Jurman, 1999). Matematični pojmi so redko podani skozi prototipe; največkrat so podani z več dobro izbranimi primeri in proti primeri, tehnologija pa omogoča tudi podajanje skozi inkapsulacijo, kjer pojem kot objekt nastane skozi proces dejavnosti (Tall, 2000). Učenec z opravljeno dejavnostjo pojem najprej spozna in oblikuje v svoji miselni shemi. Z zgledi, ki podpirajo obseg obravnavanega pojma, učenci z uporabo povezovanja znanj različnih vsebinskih področij matematike nadgradijo poznavanje pojma v razumevanje pojma. Pri tem učencem pomagajo namigi, slike, animacije in tudi rešitve. Avtorji učbenika na uvodni strani enote (ki je običajno načrtovana za eno do tri učne ure) z motivacijskim apletom (prikazom) ali drugo dejavnostjo spodbudijo učence k razmisleku o vsebini in potrebnem znanju za izbrano enoto. Tako z uvodno dejavnostjo implicitno postavimo bistveno vprašanje (Rutar Ilc, 2003, str. 57), s katerim vpeljemo učence v razmišljanje o obravnavani temi. Z bistvenim vprašanjem je učenec postavljen v aktivno vlogo, učitelju pa je ta v oporo pri načrtovanju in izvedbi učnega procesa.

Na primeru si oglejmo enoto Kombinatorične situacije v 7. razredu osnovne šole (<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index.html>, str. 454), ki ustreza pouku dveh šolskih ur. Učni načrt za matematiko v osnovni šoli (Žakelj idr., 2011) v svojem sklopu Matematični problemi in problemi z življenjskimi situacijami predpisuje naslednje cilje, ki se neposredno nanašajo na razvoj znanj o kombinatoriki in ga izbrani sklop tudi uresničuje: učenci raziskujejo kombinatorične situacije, spoznajo in uporabijo kombinatorično drevo, rešijo kombinatorični problem na grafični ravni (rešijo in prikažejo rešitev kombinatoričnega problema s sliko, skico, s preglednico, kombinatoričnim drevesom), rešijo kombinatorični problem na simbolni ravni (nastavitev računa), posplošijo rešitev kombinatoričnega problema (lahko tudi s primeri), rešijo kombinatorične probleme, povezane z življenjskimi situacijami (sestava menija v restavraciji, sestava pohištva iz različnih kosov). Standarda, ki naj ju učenci usvojijo ob koncu tretjega triletja, sta: reši kombinatorični problem in prikaže rešitev ter uporablja matematiko pri reševanju problemov iz vsakdanjega življenja. Minimalni standard ob koncu sedmega razreda je: reši matematični problem in problem z življenjsko situacijo.

LICA   **MATEMATIKA 7** 

Slika 1: Uvodna dejavnost (vir:
<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index.html>)

V komentarju pod preglednico učence spomnimo na to, da so se z razvrščanjem že srečali. Razvrščali so s pomočjo preglednice in kombinatoričnega drevesa (6. razred, Kombinatorične situacije, <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma6/1238/index.html>). V naslednjih treh zgledih ponovijo uporabo zapisov možnosti v kombinatoričnem drevesu (slika 1, desno, 2. naloga) in uporabo drevesa za prikaz izvajanja vrstnega reda računskih operacij (slika 1, desno, 3. naloga). Učenci osnovne pojme kombinatoričnih situacij poznajo. S preprostimi primeri uporabe osnovnega izreka kombinatorike, permutacij, kombinacij in variacij so se srečevali že v 5. razredu (<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/1212/index.html>).

Z uvodno ponovitvijo in motivacijo učence usmerimo v nadaljnji razmislek in pridobivanje novih izkušenj kombinatorike. Nakazano je bistveno vprašanje: kaj še lahko izvemo o kombinatoričnih situacijah. Z delom nadaljujemo s konkretnim primerom na strani 455 (slika 2).

KAZALO

STRANI

MATEMATIKA 7

455/539

Odvisnost količin in podatki | Kombinatorične situacije | Kombinatorične situacije

Lea ima tri vrste cvetlic. Dve vrsti cvetlic sta v različnih barvah. Cvetlice so prikazane na različnih straneh preglednice. Na koliko načinov lahko Lea sestavi šopek iz treh cvetlic, če naj bo v šopku po ena cvetlica vsake vrste? Šopek sestaviš s premikanjem cvetlic v pravokotnike.

Rešitev

Namig

Lea lahko sestavi šopek cvetlic na (s številko) različnih načinov.

Preveri

Za kombinatorično razvrščanje lahko uporabimo **preglednico**.

Vesna se je spomnila naslednje možnosti razvrščanja. Premikaj točko in pomagaj Vesni razvrstiti cvetlice.

Začnemo v skupni točki oz. vozlišču. Izbiramo med cvetlicami, ki so treh različnih barv. Zato narišemo tri vejice. Izbiramo med cvetlicami, ki so dveh različnih barv. Zato narišemo dve vejice. Izbiramo med cvetlicami, ki je ene barve. Zato narišemo eno vejo.

Rešitev

Pri iskanju števila možnosti si pomagamo s **kombinatoričnim drevesom**. Iz skupne **točke**, ki jo imenujemo **vozlišče**, rišemo posamezne **veje**. Število vej je odvisno od **števila možnosti**.

Vpiši številke v prazna polja.

Na prvo mesto lahko postavimo različne cvetlice.

Na drugo mesto lahko postavimo različni cvetlici.

Na tretje mesto lahko postavimo različni cvetlico.

Zmnožimo po vrsti števila: $0 \cdot 0 \cdot 0 =$

Skupno število možnosti lahko izračunamo. Pomnožimo število možnosti pri vsaki fazi odločanja.

Slika 2: Razvrščanje (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index1.html>)

S prikazom (apletom) na levi strani (slika 2) učence spodbudimo k dejavnosti razvrščanja cvetlic. Ker gre za tri različne vrste cvetlic (ena vrsta v treh barvah, druga vrsta v dveh barvah in tretja vrsta cvetlic v eni barvi), ugotovijo iz navodil, da v vsak šopek postavimo tri različne cvetlice. Tako oblikujemo šest različnih šopkov. Če so učenci niso povsem prepričani, kako bi se naloge lotili, si lahko pomagajo z Namigom (*Sestavljanja šopkov se lahko lotiš načrtno. V prvi šopek (v prvo polje) povlečeš cvetlico z leve, od zgoraj in od spodaj. Dobiš šopek iz treh različnih vrst in barv. V naslednje polje spet povlečeš cvetlico z leve, cvetlico od zgoraj in še od spodaj. Ta šopek se od zgornjega razlikuje glede na cvetlico iz zgornje vrstice. Nadaljuješ postopek.*).

Na desni strani enote (slika 2) učenci nadaljujejo z dejavnostjo. Enako nalogo oblikovanja šopkov rešijo s kombinatoričnim drevesom. V obeh dejavnostih so učenci spodbujeni k samostojnemu razmisleku o številu različnih šopkov, ki jih oblikujejo. Pri tem gre za vprašanje števila različnih razvrščanj. Učenci z neposredno primerjavo obeh načinov razvrščanja pridobivajo izkušnjo, ki jo uporabijo v novih

122

situacijah. Isti problem predstavimo na dva različna načina. Dejavnost učenca pripelje do sklepa, kako lahko izračuna število vseh možnosti razporeditev: število vseh možnosti je produkt možnosti razvrščanja v vsaki fazi odločanja, to pa je še tretji način predstavitve reševanja problema (aritmetična reprezentacija).

V nadaljevanju na strani 456 (slika 3) učenci z novimi zgledi utrjujejo pridobljeno znanje v novih situacijah.

KAZALO

STRANI

MATEMATIKA 7

456/539

Odvisnost količin in podatki | Kombinatorične situacije | Primeri kombinatoričnih situacij

PRIMERI KOMBINATORIČNIH SITUACIJ

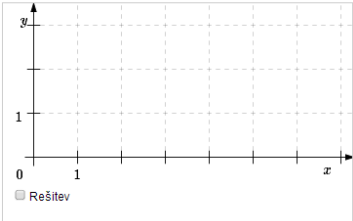
ZGLED

Za ravno mizo sedijo Vesna, Blaž in Stane.
 a) Na koliko različnih načinov se lahko razvrstijo? Nariši kombinatorično drevo.
 b) Trojici se pridruži še Igor in Jernej. Izračunaj, na koliko načinov se lahko zdaj razvrstijo.

Rešitev

ZGLED

V koordinatni mreži prikaži točke s prvo koordinato iz množice $A = \{2, 3, 6\}$ in z drugo koordinato iz množice $B = \{0, 3\}$. Koliko točk narišeš?

Rešitev

ZGLED

Ana ima 2 leksikona in 1 slovar. Razporedila bo vse knjige.
 Naredi lahko različnih razporeditev.

Preveri

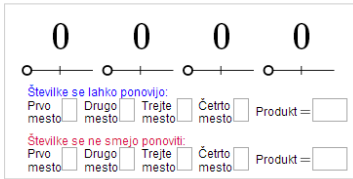
ZGLED

Maruša pripravlja večerjo. Pripravila je 2 juhi, 3 glavne jedi in 2 sladici.
 Koliko različnih menijev, ki vsebujejo vse tri jedi, lahko sestavi? Nariši kombinatorično drevo. Število menijev izračunaj.

Rešitev

ZGLED

Alma iz števk 0, 1, 2, 3 sestavlja gesla. Koliko gesel lahko sestavi, če se številke lahko ponovijo? Koliko gesel lahko sestavi, če se številke ne smejo ponoviti? Gesla sestavljaj s premiki drsnikov. Zapišuješ jih lahko tudi v zvezek. V prazne pravokotnike vpiši število možnosti, ki jih imaš za izbiro številke na prvem, drugem, tretjem in četrtem mestu.



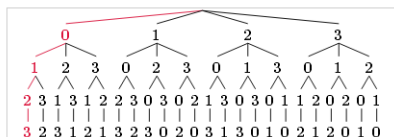
Slika 3: Nadaljnji zgledi (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index2.html>)

Prvi zgled ponuja možnost uporabe kombinatoričnega drevesa pri posedanju oseb za ravno mizo. Na prvo mesto lahko posedemo tri različne osebe. Ko je prvo mesto zasedeno, lahko na drugo mesto posedemo samo še dve različni osebi, za tretje mesto ni več izbire. Tako je spet šest različnih možnosti razvrstitve. Na desni sledi še Zgled preiskovanja različnih možnosti brez ponavljanja in s ponavljanjem števk.

Obravnavo vsebine zaključimo s Povzetkom na strani 457 (slika 4), kjer v strnjenem zapisu povzamemo bistvena znanja, novosti, opišemo postopke, zapišemo definicije in formule.

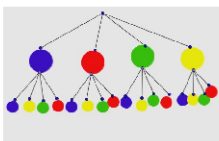
POVZETEK

V življenju velikokrat izbiramo med različnimi možnostmi. Včasih nas zanima skupno število vseh možnosti pri odločanju. Pomaga nam lahko **kombinatorično drevo**. Kombinatorično drevo je prikaz, pri katerem **veje** izhajajo iz **začetne točke (vozlišča)**. Vsaka veja se začne in konča z vozliščem. Štetje, ki ga kombinatorično drevo omogoča, imenujemo **kombinatorično štetje**. Poglej primer. Luka je pozabil kombinacijo na kolesarski ključavnic. Ve, da se številke ne ponavljajo. Zapisal je vse možne kombinacije, ki jih bo preizkusil.



Zaženi Ustavi

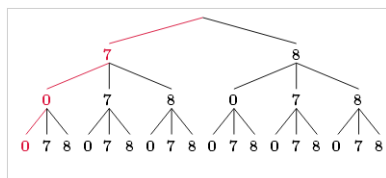
Tine ima rdečo, zeleno, modro in rumeno žogo. Vsaka žoga je v dveh velikostih. Na koliko načinov lahko Tine izbere dve izmed žog, če vedno izbere eno veliko in eno majhno žogo? Opazuj razporeditev.



Tine lahko izbere žogi na (s številko) načinov.

Preveri

Mateja iz števk 0, 7, 8 sestavlja vsa trimesna števila. Posamezno števko lahko Mateja večkrat uporabi. Opazuj sestavljanje števil.



Zaženi Ustavi

Sestavi lahko (s številko) različnih števil.

Preveri

S kombinatoričnim drevesom ugotovimo **število vseh možnih zaporednih izbir**. Opazimo, da je pri iskanju števila odločitev zelo pomemben **postavljeni pogoj, oziroma omejitev pri odločanju**. Kadar pri iskanju odločitev nastopa pogoj, imamo na razpolago **manj zaporednih izbir**.

Slika 4: Povzetek (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index3.html>)

V povzetku je velikokrat novo pridobljeno znanje opremljeno s konkretnimi primeri ali vprašanji, ki obsegajo celotno obravnavano enoto. V izbrani enoti Kombinatorične situacije je ponovitev pojmov in prikaz razvrščanja s kombinatoričnim drevesom brez ponavljanja in s ponavljanjem.

Za povzetkom sledi sklop po težavnosti diferenciranih nalog (slika 5). Zeleno oštevilčene naloge so manj zahtevne, vendar so taksonomsko različne. Učenci naj bi s temi nalogami utrdili osnovne postopke, pojme in uporabo znanja v (do določene mere) znanih situacijah.

Modro oštevilčene naloge (slika 6) so nekoliko zahtevnejše, saj učenci za njihovo reševanje potrebujejo dobro poznavanje osnovnih pojmov, povezovanje znanja, poznavanje procedur, različne reprezentacije, logično sklepanje in tudi utemeljevanje.

Rdeče označene naloge (slika 7) so zahtevnejše in od učenca pričakujejo zelo dobro usvojenost znanja na ravni vsebin in postopkov. Veliko je zahtev po utemeljevanju, presojanju in kompleksnejših odločitvah.

KAZALO

STRANI

MATEMATIKA 7

458/539

Odvisnost količin in podatki | Kombinatorične situacije | Naloge

NALOGE

1.

5

5

2

10

5

10

Katero število smo razcepili na prafaktorje?

Na prafaktorje smo razcepili število

Nov primer

Preveri

2.

Mojca razmišlja o dopustu. Odluča se med Rovinjem in Pulo. Prijatelji menijo, naj gre v hotel. Sama si želi v kamp. Vendar lahko šotori samo v Puli. Med koliko možnostmi lahko Mojca izbira? Razvrsti slike in besedi v pravokotnike pod slikama za Pulo in Rovinj.

Rešitev

	Pula	Rovinj

3.

Na koliko načinov se lahko Janez pokrije, če ima na razpolago 3 klobuke in 2 kapi?

Rešitev

4.

Maja jutraj izbira med 3 hlačami, 3 majčkami in 2 paroma čevljev. Na koliko različnih načinov se lahko obleče? Obleče se lahko na različnih načinov.

Nov primer

Preveri

5.

Jana ima tri zelene, tri rdeče in tri rumene žarnice. Na strop sobe bo namestila v vrsto tri žarnice. Barve žarnic se lahko ponovijo. V zvezek zapiši vse možne razporeditve žarnic. Pri iskanju kombinacije barv si pomagaj s premikanjem drsnikov.

Rešitev

●

○

●

○

●

○

Slika 5: Naloge (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index3.html>)

KAZALO

STRANI

MATEMATIKA 7

459/539

Odvisnost količin in podatki | Kombinatorične situacije | Naloge

6.

Jana kupuje avto. Prodajalec ji je predstavil naslednje tipe avtomobilov: karavan, terensko vozilo in kupe. Vsaka izvedba avtomobila je v treh barvah ter v bencin in dizel izvedbi.

Jana se lahko odloči med različnimi avtomobili.

Preveri

7.

Na koliko načinov lahko 4 prijatelje postavimo v ravno vrsto?

Rešitev

8.

A

B

C

3

7

3

7

Na sliki je drevesni prikaz razcepa nekega števila na prafaktorje. Katera števila stojijo na mestih s črkami?

A =

B =

C =

Nov primer

Preveri

9.

Na koliko načinov lahko razporedimo dva fanta in dekleti v ravno vrsto, če dekleti vedno stojita skupaj, kot je prikazano (ne menjata mest med sabo)?

Rešitev

10.

Sestavi vsa trimesna števila iz števk 0, 4, 9. Števke se lahko ponovijo. Števila uredi po velikosti od najmanjšega do največjega.

Rešitev

11.

Z zlogi besede po-le-tje sestavi vse možne nove besede, ne glede na njihov pomen. Ponavljanje zlogov ni dovoljeno.

Rešitev

12.

Iz črk a, e, i, o, u lahko sestavimo 120 besed. Ponavljanje črk ni dovoljeno.

Drži. ☐ Ne drži. ☐

13.

Jure ima na razpolago črne in zelene hlače ter rdečo in rumeno srajco. Na koliko načinov se lahko obleče? Pomagaj si s kombinatoričnim drevesom.

Na načinov.

Nov primer

Preveri

Slika 6: Diferenciacija nalog z barvnimi oznakami (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/ma7/780/index5.html>)

125

Delovni list je lahko sestavni del izbrane enote i-učbenika, ki pa ga učitelj pripravi samostojno po lastnem premisleku o korakih obravnave vsebine v i-učbeniku. Naloženega ga lahko imamo v elektronski obliki v e-učilnici, tako da ni potrebe po fotokopiranju. Učenci lahko ustvarjajo zapiske na delovni list ali v zvezek, lahko pa jih zapisujejo v lasten dokument na računalniku. Namesto delovnega lista lahko pripravimo tudi spletna navodila (npr. z odprtokodnim programom eXe), ob katerih lahko spremljamo opravljeno delo učencev. Navodila naj bodo kratka, razumljiva, strukturirana in nedvoumna, hkrati pa naj bo učencu omogočeno, da lahko v njemu lastnem tempu opravi predvideno delo, pregleda zglede, opravi zapiske in reši naloge (upoštevana individualizacija).

V uvodu nagovorimo učenca, ga spodbudimo k delu in usmerimo v uporabo i-učbenika (sledijo dobesedni navedki z delovnega lista – Priloga):

Uporabljalj i-učbenik po navodilu. Razmišljaj, posvetuj se s sošolcem ali učiteljem, šele nato poglej rešitve. Pomagaj si z Namigi.

V zvezek zapiši naslov.

Stran v i-učbeniku 454 (Kombinatorične situacije)

- c. Opravi prvo dejavnost z razvrščanjem števk 3, 5, 7 v vsa trimestna števila. Preberi in premisli do naslova Ponovitev.

Zapiši vsa števila prve dejavnosti: _____

- d. Opravi naloge 1, 2 in 3 iz Ponovitve.

Iz 2. naloge izpiši največje in najmanjše možno število: _____

Iz 3. naloge izpiši nastali številski izraz: _____

Kako smo imenovali sistematično razvrščanje števk? Obkroži izbiro.

A Prepisovanje **B** Kombiniranje **C** Ugibanje **D** Ponavljanje

V prvem koraku učenci opravijo motivacijsko dejavnost in osvežijo pojem kombinatoričnega razvrščanja z reševanjem ponavljalnih nalog (Ponovitev 1., 2. in 3.). Zapisi v zvezek in/ali delovni list zahtevajo od učenca osredotočeno delo, zapise vseh premislekov in ugotovitev. Seveda se lahko zgodi, da učenec trimestna števila zgolj prepíše, vendar se lahko zgodi podobno tudi pri klasičnem pouku, ko učenec s table zgolj prepisuje, ob tem pa ne razmišlja in rešuje problema.

Nadaljujemo z delom ob delovnem listu:

Stran 455 (Kombinatorične situacije)

- a. Preberi navodilo prve naloge (cvetlice). Pred reševanjem lahko pogledaš pod gumb Namig. Dopolni besedilo pod preglednico.
- b. Preberi navodilo na desni. Povleci točko za prikaz in nato razvrsti cvetice.

Kako lahko prikažemo kombinatorično razvrščanje? Obkroži izbiro.

A V vrstici **B** V preglednici **C** V kocki **D** S kombinatoričnim drevesom

Učenci vedo, da lahko kombinatorično razvrščanje prikažemo s preglednico ali s kombinatoričnim drevesom. Zato v nadaljevanju uporabijo usvojene izkušnje in rešijo nekaj nalog. Vprašanja, ki jih oblikujemo na delovnem listu, niso nujno identična vprašanjem v i-učbeniku (nesmotrnost prepisovanja, drugačni učiteljevi poudarki), ampak nekoliko spremenjena, s čimer preverimo tudi razumevanje učencev. Pri razumevanju gre za proces ponotranjenja, ko učenec prebrano besedilo prevede v njemu razumljivo sporočilo, ki ustreza konceptu obstoječega znanja (Rutar Ilc, 2003, str. 60). Prav dejavno razmišljanje ob različnih izhodiščih in s postavljanjem vprašanj, na katera mora sam najti odgovore, omogočajo učencu učenje z razumevanjem (primeri na delovnem listu – Priloga):

Reši 2., 3. in 4. nalogo (stran 458, Naloge). Odgovori na vprašanja, ki se nanašajo na te naloge.

Naloga 2: Koliko možnosti ima Mojca, da počitnice preživi v Rovinju? _____

Naloga 3: Koliko možnosti bi Janez imel, če bi lahko izbiral med enim klobukom in dvema kapama? _____

Naloga 4: Simona izbira med 3 hlačami, 3 majčkami in 2 paroma čevljev. Na koliko različnih načinov se lahko obleče? _____

Po opravljenih dejavnostih učenci zapišejo (v zvezek, v posebno datoteko na računalniku, v spletna navodila) pomembno dejstvo, ki povzame glavne ugotovitve:

Za kombinatorično razvrščanje lahko uporabimo preglednico ali kombinatorično drevo. Skupno število možnosti izračunamo tako, da zmnožimo vse možnosti pri vsaki fazi razvrščanja.

V nadaljevanju učenci rešujejo različne zglede in pridobivajo izkušnje s kombinatoričnim razvrščanjem (s sistematičnim pristopom k reševanju zgledov utrjujejo znanje). Pri nekaterih nalogah lahko postavimo dodatno vprašanje, v njem pa nekoliko spremenimo podatke ali pogoje. Odgovor na vprašanje lahko zapišejo le v primeru, če nalogo samostojno rešijo. Najprej se lotijo zgledov razvrščanja oseb ob

ravni mizi, pri čemer strategijo kombinatoričnega razvrščanja uporabijo v nekoliko spremenjenih situacijah:

Stran 456 (Primeri kombinatoričnih situacij)

- a. Reši prvi Zgled (sedenje za ravno mizo). Če imaš težave, si pomagaj z rešitvijo.

Reši nalogo 6 (stran 459, Naloge). Med koliko možnostmi bi lahko Jana izbirala, če bi imela na voljo dostavnik, terenec in karavan v bencinski, dizelski in električni izvedbi motorja v dveh možnih barvah?

Reši nalogo 9 (stran 459, Naloge). Na koliko načinov lahko v ravno vrsto razporedimo Majo, Janeza in Lukca, če fanta vedno stojita skupaj?

V nadaljevanju rešijo zglede (stran 456):

- b. Reši drugi Zgled (načrtovanje točk v koordinatni mreži).

- c. Reši četrti Zgled (Maruša pripravlja večerjo) v zvezek.

- d. Reši peti Zgled (Alma sestavlja gesla s števki).

Učenci se ob samostojnem reševanju zgledov posvetujejo z učiteljem ali uporabijo v enoti zapisane namige in rešitve. S spoznavanjem različnih zgledov se lahko pri reševanju nalog enostavno vrnejo na že rešeni zgled in premislijo, kako prikazani postopek uporabiti v nalogi. Na takšno obliko dela jih navajamo s sistematičnim vodenjem od zgleда prek naloge nazaj na zgled. Po rešenih zgornjih zgledih učenci rešujejo še naloge:

Reši naloge na straneh 458, 459, 460.

Naloga 10: Utemelji zakaj na mestu stotic ne zapišemo števke 0.

Naloga 12: Koliko besed (smiselnih ali nesmiselnih) s črkami a, t, e, n lahko sestavimo, če se črke v besedi ne smejo ponoviti?

Naloga 16: Naj bo v 7. a drugo uro MAT in tretjo ŠVZ. Koliko različnih urnikov lahko sedaj sestavi organizator pouka?

Naloga 19: Kovanec vržeš dvakrat zapored. Zapiši možnosti, ki lahko padejo (G-grb, Š-cifra).

Preberi Povzetek.

Izbor nalog, število nalog in morebitna diferenciacija so odvisni od ciljev, ki si jih zastavi učitelj. Pri tem upoštevamo izkušnje in spretnosti učencev z delom z računalniškimi orodji (programi). Če uporabimo pisno vodenje aktivnosti (pisna navodila), pride pri učencih običajno do samodiferenciacije: učenci napredujejo z različnimi hitrostmi. V tem primeru se lahko učitelj posveti posameznikom

(individualizacija), saj nima potrebe po nenehnem nadzoru celotne skupine. Povratno informacijo pridobiva z opazovanjem izpolnjevanja delovnih listov, uporabo prikazov, postavljanjem dodatnih vprašanj, poročanjem učencev ...

V zaključku ure učence povabimo, da preberejo še Povzetek in ga prosto interpretirajo pred celotno skupino.

Učitelj uporabi del enote i-učbenika

Učitelj lahko pri pouku uporabi tudi le del gradiva, na primer prikaz (aplet), dejavnost ali zgled. Del gradiva uporabi, kadar pouk poteka frontalno in običajno v učilnici z enim računalnikom. Učitelj zgled prikaže učencem in jih usmeri v razmislek s postavljanjem vprašanj (hevristični pristop), pri čemer je še posebej pozoren na taksonomijo vprašanj, ki jih zastavlja. Maganja (2009) namreč ugotavlja, da je več kot 80 % vprašanj, zastavljenih pri pouku matematike v drugem triletju, na nižjem taksonomskem nivoju, pri čemer prevladujejo (v več kot 50 %) enopomenska vprašanja. V primeru z razvrščanjem števk lahko učitelj učence izzove, naj sami razvrščajo številke v števila (z zapisovanjem v zvezek). Prikaz v i-učbeniku učitelj nato uporabi za predstavitev strategije (kombinatorično drevo) razvrščanja v različne kombinacije. Pri takšni uporabi i-učbenika učitelj običajno izbere še enega od zgledov, pri čemer od učencev zahteva utemeljevanje odgovorov (rešitev), s tem pa učenci razvijajo matematični jezik in zmožnost utemeljevanja.

Učitelj lahko prikaz razvrščanja števk predstavi takoj v začetku ure. Z opazovanjem prikaza učenci samostojno zapišejo pojasnila o načinu delovanja prikaza (uporabimo številke 1, 2, 3, zapisujemo števila, spreminja se vrstni red števk ...). Učitelj preveri razumevanje učencev z novim primerom, ki vključuje dve, tri ali štiri številke, lahko pa uporabi tudi nadaljnje zglede v i-učbeniku.

Del gradiva lahko uporabi učitelj tudi za razvijanje problemskih znanj in preiskovanja. Zgled razporejanja števk v gesla (npr. za kombinacije številčnih ključavnic) je lahko izhodišče za preiskovanje števila gesel s ponavljanjem ali brez ponavljanja za n-števke. Rešen zgled v šoli je lahko motivacija matematično ambicioznejšim učencem za samostojno poglobljeno preiskavo (raziskovanje/razmišljanje).

Učitelj lahko uporabi tudi samo naloge v i-učbeniku z namenom utrjevanja, preverjanja ali celo ocenjevanja znanja. Posamezne naloge ali sklope nalog lahko uporabi tudi glede na težavnost in s tem diferencira delo. Če želi utrditi izvajanje nekaterih postopkov, uporabi generirane naloge, s katerimi na različnih številskih primerih učenci utrdijo izvajanje določenega postopka. Za utrditev načrtovalnih nalog lahko uporabi naloge, ki omogočajo načrtovanje s spletnim geometrijskim orodjem. Takšne naloge učenci vzporedno rešijo še v zvezek z običajnimi

geometrijskimi orodji. Z izbiro preiskovalnih nalog lahko učitelj preiskave diferencira glede na zmožnosti učencev in s tem omogoči razvoj ustreznih procesnih znanj vsem učencem.

Samostojna uporaba i-učbenika

Zasnova i-učbenika omogoča učencu tudi samostojno učenje. V primeru daljše odsotnosti učenca (bolezen, šport, potovanja ...) lahko učenec ob usmerjenem, dobro načrtovanem delu samostojno usvoji večino ciljev. Vendar je tudi pri samostojni uporabi učbenika smiselno sodelovanje učitelja: učitelj namreč z nasveti in usmerjanjem učencu omogoči ciljno naravnano obravnavo vsebin. Če je le možno, naj učenec ne bo prepuščen samemu sebi ob branju in reševanju i-učbenika. Učenec naj samostojno pridobiva znanje s pomočjo pisnih navodil učitelja, če pa te možnosti ni, naj bodo navodila in usmeritve predstavljena vsaj ustno. V takem primeru namreč učenec rešuje zglede, preizkuša prikaze in premišljuje o ugotovitvah načrtno, osmišljeno in s ciljem pred seboj. Tako se lahko učenec tudi izogne zgledom in nalogam, ki morda niso usklajeni z učiteljevim konceptom obravnave vsebine.

V konkretnem primeru Kombinatoričnih situacij v 7. razredu je samostojno delo učenca ob i-učbeniku nekoliko podobno delu v razredu (z učiteljevim vodenjem). V tem primeru imajo zelo pomembno vlogo tudi rešitve in namigi: ti omogočajo učencu kakovostno sprotno povratno informacijo o zamišljeni strategiji reševanja in sami rešitvi. Generirane naloge na različnih številskih (ali grafičnih) zgledih omogočajo učencu v fazi utrjevanja ponotranjenje postopkov vse do rutinske ravni. Samostojno delo učenca je možno kvalitativno nadgraditi z vzpostavljeno komunikacijo v spletni učilnici. Pridobljeno znanje lahko učenec kakovostno preveri z reševanjem nalog različnih zahtevnostnih stopenj. Prav tako je smiselno, da so učencu na voljo i-učbeniki prejšnjih razredov: pred spoznavanjem gradiva o kombinatoričnih situacijah v 7. razredu lahko prebere enoto o kombinatoričnih situacijah v 6. razredu, reši nekaj nalog in tako osveži že dosežene pojme.

Poudarki pri uporabi i-učbenika

Iz predstavljenih primerov o nekaterih možnostih uporabe i-učbenika lahko sklepamo tudi na prednosti in pomanjkljivosti posamezne oblike uporabe.

Učitelj, ki uporabi v celoti pripravljeno gradivo posamezne enote, je vezan na znanja, primere, zglede in naloge v i-učbeniku. Koncept njegovega poučevanja mora biti usklajen s konceptom vsebinske zasnove i-učbenika. Učitelj mora podrobno načrtovati vse tiste korake obravnave, katere primere, zglede, dejavnosti bodo učenci opravili. Premisliti mora tudi o nalogah, s katerimi bodo učenci utrdili nova spoznanja, in o tipih znanj, ki jih bodo razvijali v enoti. Samo dobro načrtovano in

osmišljeno poučevanje z i-učbenikom lahko izboljša kakovost znanja. Nepripravljen učitelj, ki neselektivno ali celo stihijsko izbira dejavnosti, zglede in naloge, ne more pričakovati pozitivnih učinkov uporabe i-učbenika. Pri takšni izvedbi bo i-učbenik namreč zgolj in samo tehnološka "popestritev" za učence. Smiselno je, da pouk z i-učbenikom poteka v računalniški učilnici ali s tablicami, pri čemer naj ima vsak učenec možnost samostojnega dela. S tem učencem omogočimo visoko stopnjo individualizacije učnih poti. Lahko se sicer zgodi, da bodo nekateri nekritični in lagodni učenci v začetnem obdobju pogledali rešitve brez premisleka in truda, vendar je prav oblikovanje zrelega in odgovornega učenca z zmožnostjo samoregulacije učenja eden od procesnih ciljev vsakega pouka, zato moramo učencu dati priložnosti in čas, da v tem dozori. Šola mora seveda zagotoviti tudi ustrezno tehnično podporo in delovanje opreme. Pri tej obliki poučevanja morajo imeti učenci jasna navodila za delo, ki omogočajo individualno napredovanje, učitelj pa se lahko posveti posameznim učencem in diferencira delo tako v fazi obravnave novih vsebin kot v fazi utrjevanja in preverjanja.

Učitelj lahko izbere le posamezni izsek oziroma gradnik iz i-učbenika (aplet, dejavnost, zgled). Po izbiri posameznega dela i-učbenika ga učitelj vključi v svoj koncept poteka ure, ki je lahko neodvisen od koncepta vpeljave vsebine v i-učbeniku. Ker pouk danes še marsikje poteka v učilnicah z enim računalnikom in projektorjem, mora biti učitelj pri tem pozoren še na nekatere tehnične posebnosti takšnega pouka. Pri projiciranju je treba upoštevati možnost slabše vidljivosti projekcije, kar je povezano z možnostjo zatemnitve prostora in kakovostjo projektorja samega. Z učinkovito zatemnitvijo prostora pa učenci običajno nimajo možnosti sprotnega zapisovanja ali reševanja problemov v zvezek in lahko to opravijo šele po opazovanju. Tak način nekoliko omeji dejavnost učencev, ki so opazovalci, ne pa ustvarjalci. Zato mora biti učitelj v tem primeru tudi primeren motivator, saj je motivacijski učinek opazovanja manjši od motivacijskega učinka delovanja (samostojne dejavnosti učenca). Pri tem pomaga, če učitelj vnaprej predvidi korake uporabe izseka i-učbenika, lastna vprašanja in vprašanja učencev ter morebitne težave in nejasnosti. Ves čas aktivnosti skrbi učitelj za kakovosten učni pogovor: komunicira z učenci, jim postavlja izzive in od njih zahteva rešitve, pojasnila, zapisane utemeljitve. Ker učenci v primeru enega računalnika nimajo dostopa do namigov in rešitev v i-učbeniku, lahko učitelj na ta način omeji nekritično uporabo le-teh (ko učenci brez vloženega truda kar pogledajo rešitev naloge).

Pri samostojni uporabi i-učbenika izven šole (brez nadzora učitelja) obstaja nevarnost površnega branja in opazovanja besedila, slik, animacij, prikazov ... Učenec bo v fazi seznanjanja z i-učbenikom najbrž le na hitro "preklikal" posamezni sklop: kar učitelj z učenci predela v eni šolski uri, bo učenec sam "predelal" ("preklikal") v nekaj minutah. Če torej učitelj od učencev pričakuje ali zahteva samostojno uporabo i-učbenika, mora učence najprej usposobiti za takšno delo. Najučinkovitejši način za

dosego tega cilja so raznoliki prikazi uporabe i-učbenika v šoli (skupaj z natančnimi navodili). Usposabljanje za delo z i-učbenikom lahko opravimo tudi v krajših sklopih, pri individualni pomoči ali dopolnilnem pouku. Skupaj z učenci razmišljamo, kako bi "brali" in reševali posamezni sklop: kako izvajali dejavnosti, opazovali, sklepali, si pomagali z namigi, zapisovali v zvezek in reševali naloge. Učenci, ki bodo v šoli dalj časa odsotni, naj z učiteljem naredijo načrt uporabe i-učbenika: katere vsebine naj pregledajo, katere dejavnosti in zglede opravijo, katere naloge rešujejo. Tudi pri samostojni uporabi i-učbenika naj učenci delajo zapiske v zvezek: pri tem si oblikujejo neke vrste osebno mapo uporabe i-učbenika (katere dejavnosti so opravili, katere zglede premislili, katere naloge rešili, na katera vprašanja niso našli odgovorov ...). Učitelj lahko kakovost znanja pri dlje časa odsotnih učencih preveri z nalogami v spletni učilnici, uporabi lahko generirane naloge i-učbenika ali pa vprašanja, ki se nanašajo na rešene naloge in zglede. Prednost samostojne uporabe i-učbenika je tudi v ponovljivosti posameznih učnih korakov in nazornosti interaktivnih prikazov. Medtem ko je tiskani učbenik statičen, ponuja i-učbenik učencu neposredne aktivnosti (interakcijo), ki presegajo zgolj opazovanje. Pri tem lahko dejavnost kadarkoli prekine in od poljubne točke dalje tudi nadaljuje. Pri samostojnem delu naj bo omogočena tudi uporaba i-učbenikov predhodnih razredov: če se učenec sreča/naleti na pojme s pojmi ali postopki, ki jih je pozabil (npr. ploščine likov), lahko potrebne vsebine in morebitne aktivnosti poišče z nekaj kliki. Tudi to spretnost naj učenec najprej usvoji s pomočjo učitelja, saj bo šele dobro pripravljen učenec znal izkoristiti prednosti i-učbenika tudi s samostojnim delom.

V nadaljevanju si pogledjmo še možno razlikovanje med načini uporabe i-učbenika glede na vrsto matematičnih znanj, vlogo učitelja in učenca ter obseg uporabe i-učbenika v razmerju med šolskim in domačim delom učenca.

Uporaba i-učbenika v razmerju med šolskim in domačim delom

Eden od izhodiščnih konceptov pri načrtovanju i-učbenikov je bil pričakovan premik vlog učbenika, učenca in učitelja (prim. Blažič, Ivanuš Grmek, Kramar in Strmčnik, 2003, str. 124; Engelbrecht in Harding, 2005, str. 236; Ameis, 2006, str. 19; Lau, Singh in Hwa, 2009).

Premik vloge učbenika se razodeva kot odmik od prevladujoče vloge učbenika kot vira vsebinskega dela priprav za učitelja k vlogi učbenika kot vira dejavnosti za učence. I-učbeniki lahko zaradi svoje interaktivne zmožnosti poleg običajne vsebinske vloge prevzemajo tudi nekatere didaktične funkcije, ki so bile v tiskanih učbenikih običajno pridržane za didaktične priročnike k posameznim učbenikom in seveda za učitelja: spodbuda k uporabi specifičnih metod dela (npr. raziskovanje z navodilom "z apletom razišči", diskusija z navodilom "pogovori se s sošolcem o

ugotovitev"), sprotne povratne informacije učencu ob posameznih dejavnostih, generiranje novih primerov nalog, multisenzorni pristop pri ponazoritvah pojmov (besedilo, slika, video, zvok, apleti).

Premik učenčeve vloge se kaže v premiku temeljne dejavnosti učenca ob uporabi i-učbenika v primerjavi s tiskanim učbenikom: če je učenec pri tiskanem učbeniku predvsem bralec in opazovalec (slik, izpeljav), postane pri i-učbeniku tudi preizkuševalec zaradi interaktivno zasnovanih dejavnosti. Prav zaradi večje dejavnosti učenca v procesu izgradnje znanja je pričakovati, da bo učinkovita uporaba i-učbenika za nekatere učence v začetni fazi manj privlačna, še posebej, če so navajeni učenja na način, ko učitelj vse znanje prinese "na pladnju" in jih ne vznemirja z odprtimi vprašanji in dilemami, ki zahtevajo določen napor. Ne glede na morebitne začetne dileme pa takšen premik učenčeve vloge pomaga učencu pri ozaveščanju lastne odgovornosti za učinkovito in trajnostno izgradnjo znanja (tudi v luči kasnejšega samostojnega učenja na višjih izobraževalnih stopnjah in v okviru vseživljenjskega izobraževanja).

Premik učiteljeve vloge se kaže v odmiku od dojemanja samega sebe kot (iz)ključnega "posredovalca" znanja k vlogi mentorja, ki podpira učenca, koordinira dejavnosti in povzema ključna spoznanja dejavnosti. Tak premik učiteljeve vloge seveda ne pomeni manjše vloge učitelja pri pouku ali celo lažjega dela zanj, prej nasprotno. Vsakokratni razmislek o tem, do česa so se zmožni učenci s smiselnimi aktivnostmi dokopati sami (in jih učitelju ni treba prikrajšati za zadovoljstvo ob samostojnem odkritju), kje pa je učiteljev vstop nujno potreben (ko je treba učence zaradi abstraktnosti, novosti ali tehnične zahtevnosti koncepta ves čas smiselno spremljati), zahteva od učitelja tako dobro poznavanje obravnavanih konceptov kot tudi izjemno didaktično prožnost, kar je časovno in miselno zahtevnejše kot tradicionalni pristop z metodo razlage.

Premik vseh naštetih vlog seveda ne nastane zaradi uporabe i-učbenikov samih, vendar lahko prav i-učbeniki v primerjavi s tiskanimi učbeniki pri tem nudijo dodatno podporno okolje (prim. Engelbrecht in Harding, 2005; Yerushalmy, 2005; Lau, Singh in Hwa, 2009).

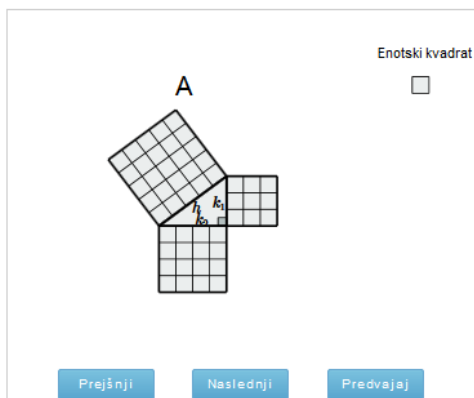
Pri načrtovanju uporabe i-učbenika glede na primernost oziroma učinkovitost v posameznem delu učne ure (učnem koraku) lahko učitelj in učenci uporabijo i-učbenik v fazi uvodne motivacije in ponovitve (Uvod in Ponovitev), pri vpeljavi novega pojma ob sprotne preverjanju razumevanja naučenega (Jedro), pri povzemanju spoznanj (Povzetek) ali v fazi utrjevanja in/ali preverjanja znanja (Naloge). Seveda pa lahko i-učbenik uporabljamo tudi v več delih učne ure hkrati ali v celoti, kot smo že pokazali na primeru. Vsakokratna odločitev o ustreznem mestu uporabe i-učbenika je odvisna od učiteljeve strokovne presoje.

Primer pravkar opisanega učiteljevega odločanja ponazorimo še s primerom uporabe posameznih izsekov iste e-enote ob vsebini Pitagorov izrek v 8. razredu devetletke. Za doseganje ciljev omenjene vsebine se odločimo za uporabo enote Pitagorov izrek v i-učbeniku Matematika 8, E-učbenik za matematiko v 8. razredu OŠ, na strani 417 (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index.html>, pridobljeno 6.4.2014). Učitelj se lahko odloči in uporabi i-učbenik za uvodno motivacijo, ob kateri učenci v albumu slik iščejo skupno lastnost vseh prikazanih objektov – obliko pravokotnega trikotnika (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index.html>, levo). Po opravljeni dejavnosti lahko učitelj napoti učence k ponovitvi potrebnega predznanja z reševanjem nalog na desni strani prej omenjene e-enote (Ponovitev), lahko pa se odloči in pristop v i-učbeniku nadgradi z napotitvijo učencev k iskanju dodatnih primerov oblike pravokotnega trikotnika v vsakdanjem življenju na svetovnem spletu (v tem primeru spodbuja razvoj kompetenc uporabe IKT in iskanja virov v tujem jeziku). Nadaljnje korake lahko izvaja učitelj na tradicionalni način z uporabo table in zvezka, lahko pa uporabi še kakšen izsek e-enote. Jedro ure sta tako odkrivanje in razumevanje Pitagorovega izreka, ob katerem ima učitelj, če se odloči za uporabo i-učbenika, vsaj tri možnosti:

1. Učenci zvezo med ploščinami kvadratov nad stranicami pravokotnega trikotnika odkrijejo ob pripravljeni dejavnosti s ponazoritvenim apletom in pripadajočo razpredelnico v i-učbeniku (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index2.html>, levo, slika 8). V tem primeru je določilni pogoj za Pitagorov izrek že podan in ga učencem ni treba samostojno odkrivati oziroma preverjati (tj. trikotnik je pravokoten).
2. Učenci uporabijo konceptualni aplet v i-učbeniku (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index3.html>, desno, slika 9), vendar drugače, kot je predvideno v i-učbeniku: aplet, ki ima v i-učbeniku vlogo preverjanja naučenega in morebitne posplošitve veljavnosti Pitagorovega izreka za ostrokotne in topokotne trikotnike, uporabimo v vlogi preiskovalnega apleta, kjer določilnega pogoja za izrek (trikotnik je pravokoten) ne pripravimo vnaprej, ampak je njegovo odkrivanje eden od korakov na poti k odkritju samega Pitagorovega izreka. V tem primeru učitelj pripravi posebna navodila za dejavnosti, učenci pa za preiskovanje uporabijo le aplet brez spremljajočega navodila.
3. Učitelj lahko izdela samostojen preiskovalni aplet za Pitagorov izrek in ga vstavi v e-učilnico skupaj s pripadajočimi navodili na delovnem listu, učenci pa nato preverijo nova spoznanja na jedrnih straneh enote v i-učbeniku.

PITAGOROV IZREK

Nad vsako stranico pravokotnega trikotnika narišemo kvadrat. S štetjem enotskih kvadratkov določi ploščino kvadratov nad stranicami vsakega pravokotnega trikotnika. Kaj ugotoviš?

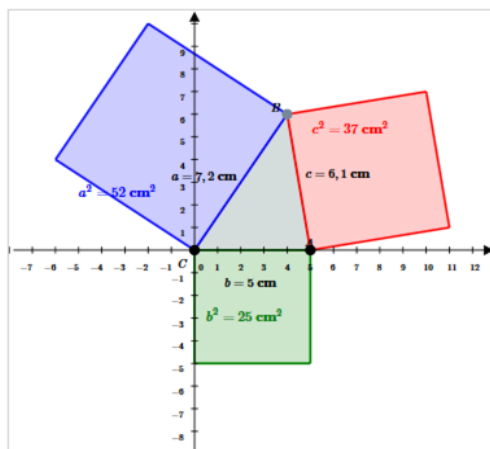


	Ploščina kvadrata nad kateto k_1	Ploščina kvadrata nad kateto k_2	Ploščina kvadrata nad hipotenuzo	Vsota ploščin kvadratov nad katetama
A				
B				
C				

Slika 8: Odkrivanje Pitagorovega izreka na način, kot je predviden v i-učbeniku (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index2.html>)

136

Prikaži vsaj tri pravokotne trikotnike. Prikaži vsaj tri trikotnike, ki niso pravokotni. Za vsak prikazani trikotnik preveri, ali je vsota ploščin kvadratov nad krajšima stranicama enaka ploščini kvadrata nad daljšo stranico.



Pravokotni Nepravokotni

Slika 9: Odkrivanje Pitagorovega izreka na alternativni način (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index3.html>)

Podobne razmisleke uporabe i-učbenika v primeru omenjene enote bi lahko naredil učitelj tudi za korak povzemanja novih znanj (Povzetek) in utrjevanja oziroma preverjanja naučenega (Naloge).

Poleg navedenega premisleka o smiselni uporabi i-učbenika v posameznih delih učne ure, ki je običajen pri tradicionalnih oblikah pouka, lahko učitelj premisli tudi o radikalnejših konceptih njegove uporabe glede na razmerje med šolskim in domačim delom pri izgradnji novega znanja. Pri tem mislimo na dejstvo, kje je pri učencih opravljeno težišče dela (učenja) v fazi izgradnje novega znanja: v šoli ali doma. Za namen tega prispevka bomo opredelili tri možnosti takšne delitve učenčevega dela in posledičnega načina uporabe i-učbenika: *običajni model pouka*, *delno obrnjeno učenje* in *obrnjeno učenje*. Pri opisu posameznega modela se ne bomo spuščali v vrednotenje prednosti in pomanjkljivosti posameznih modelov, saj so te pogojene z raznolikimi dejavniki, kar presega namen tega prispevka.

Pod pojmom *običajni model pouka* razumemo vsak način dela pri pouku, pri katerem učenci celoten obseg ciljev in vsebin, povezanih z novim pojmom ali konceptom, usvojijo v okviru dejavnosti pri pouku v šoli, doma pa predvsem utrjujejo lastna usvojena znanja in preverjajo njihovo razumevanje. Pri takšnem načinu dela uporabljajo učenci i-učbenik v šoli na način, kot ga predvidi učitelj (nekateri možnosti smo opisali v pričujočem prispevku), ta način pa naj bi smiselno vključeval metodo preiskovanja (reševanja problemov) z uporabo interaktivnih gradnikov i-učbenika, metodo razgovora (in diskusije), uporabo besedila, v manjšem obsegu metodo razlage, sočasno pa spodbujal učence k smiselni uporabi IKT. Učenci so dejavni v fazi izgradnje novega znanja pri pouku v šoli, doma pa znanje utrjujejo ob (generiranih) nalogah. Na ta način pri matematiki razvijamo v šoli deklarativna, konceptualna, proceduralna in problemska znanja, doma pa običajno proceduralna, konceptualna in občasno problemska znanja (pišemo o običajnem modelu, ki pa lahko ima seveda vrsto izpeljank). Učitelj uporablja i-učbenik kot pripomoček za načrtovanje in izvedbo pouka (na vsebinski in didaktični ravni), učiteljeva vloga pa lahko obsega cel spekter od osrednjega "posredovalca" znanja do mentorja.

Pod pojmom *delno obrnjeno učenje* razumemo način dela, pri katerem učenci cilje in vsebine, povezane z novim pojmom ali konceptom, usvajajo deljeno tako pri pouku kot samostojno doma. Pri tej obliki se učitelj odloči, da bo domača naloga namesto k razvijanju proceduralnih znanj (običajne naloge utrjevanja) usmerjena k delnemu ali celotnemu usvajanju novega pojma oziroma koncepta (razvoj konceptualnih in/ali problemskih znanj). Domača naloga je tako v funkciji priprave učenca na novi koncept (seznanitev s ključno idejo) bodisi prek seznanitve s smiselno motivacijo zanj (iskanje primerov uporabe po različnih virih ali zastavitev problemske situacije za doživetje kognitivnega konflikta) bodisi prek preiskovalne dejavnosti, ob kateri učenci odkrijejo delne ali celotne določilne pogoje novega koncepta, lahko pa že tudi oblikujejo samostojne hipoteze, ki se nanašajo na prihodnji obravnavani

koncept. Pri tem lahko učenje doma poteka asinhrono (vsak učenec samostojno) ali sinhrono z nekaterimi drugimi učenci (videokonferenca, spletna telefonija, družabna omrežja in druge komunikacijske platforme). Pri pouku v šoli lahko učitelj nato gradi učne dejavnosti na predhodni seznanitvi učencev s ključno idejo novega koncepta doma in ima kot mentor vlogo usmerjevalca (rdeča nit dejavnosti) in oblikovalca ključnih sklepov, učenci pa preverjajo, utrjujejo in nadgrajujejo pridobljeno znanje skupaj z učiteljem in ob pomoči i-učbenika na že prej opisane načine. V šoli je lahko tako namenjenega več časa za razvijanje proceduralnih in problemskih znanj.

Obrnjeno učenje (ang. flipped learning ali flipped classroom) je način dela, pri katerem težijo učenci in učitelji k usvojitvi ključnih ciljev in vsebin, povezanih z novim pojmom ali konceptom, v okviru domačega učenja, v šoli pa nato sledijo aktivnosti preverjanja razumevanja in nadgradnje znanja pod učiteljevim mentorstvom (prim. Bergmann in Sams, 2012; Flipped Learning Network, 2014). V tem primeru poteka samostojno učenje doma asinhrono ali sinhrono, v vsakem primeru pa učenci predelajo večji obseg učnega gradiva (npr. videoposnetek predavanja, večji del enote i-učbenika). Takšno delo od učencev zahteva veliko notranjo motivacijo, zmožnost samoregulacije pri učenju, zadosten čas za delo in ustrezno učiteljevo podporo (od predhodne priprave učnega gradiva za samostojno učenje doma do možnosti sinhrono komunikacije v primeru trenutnih težav pri učenju). Pri obrnjenem učenju je kakovost učnih gradiv še posebej pomembna, saj morajo biti zasnovana z mislijo na samostojno delo učenca, hkrati pa omogočati čim več učnih priložnosti in interakcij učenec-gradivo, ki jih sicer omogoča kakovosten učni pogovor in dejavnosti v razredu pri običajnem modelu pouka. Učitelj v primeru obrnjenega učenja več ni "posredovalec" znanja (morda implicitno le kot avtor učnega gradiva), ampak mentor, ki mora bdeti nad morebitnimi napačnimi predstavami o novih konceptih pri učencih in jih usmerjati pri utrjevanju in nadgradnji doma pridobljenega znanja. V primeru pouka matematike tako učenci doma razvijajo predvsem deklarativna in konceptualna znanja, v šoli pa proceduralna in problemska znanja.

I-učbeniki so lahko torej dragoceni pripomoček za učence in učitelje tako pri običajnih modelih pouka kot tudi pri nekaterih novejših oblikah, kot je na primer obrnjeno učenje, pri čemer sta pri slednjem še posebej pomembni domišljenost in visoka kakovost uporabljenih učnih gradiv. Proces izgradnje znanja se razlikuje od učenca do učenca, na primer zaradi različni zaznavnih, spoznavnih in učnih stilov (Marentič Požarnik, 2003, str. 152-160), hkrati pa je tudi narava spoznavnih metod posameznih predmetnih področij tako raznolika, da predstavlja učinkovita uporaba i-učbenika za vsakega učitelja velik strokovni izziv, ob katerem mora ves čas tehtati, kaj dejansko omogoča učinkovitejšo izgradnjo znanja (in sočasno doživetje zadovoljstva učencev), kaj pa so samo pričakovanja skokovito razvijajoče se računalniške industrije. Učiteljeva osrednja intelektualna vloga je biti kritični

opazovalec sveta in ne nekritični potrošnik vsega, kar reklamirajo trgi in interesna združenja.

Zaključek

Uporaba i-učbenikov je v slovenskem šolskem prostoru z i-učbeniki za naravoslovje in matematiko za osnovno in srednjo šolo postala sedanost, najverjetneje pa tudi prihodnost izobraževanja. Strah, nezaupanje, pomisleki in dvomi so naravni sopotniki učitelja, ki se srečuje z novimi oblikami in metodami poučevanja. Včasih so novosti v navideznem ali v dejanskem nasprotju s tradicionalnim pojmovanjem poučevanja in učenja, pogosto pa – nasprotno – odpirajo tudi nove priložnosti. Menimo, da je vsako novost, ki vzdrži temeljno strokovno presojo, smiselno spoznati, preizkusiti in ponuditi učencem kot možnost za drugačno izgradnjo znanja. Kateri način uporabe i-učbenika bo učitelj izbral, je seveda odvisno od mnogih subjektivnih in objektivnih dejavnikov, najslabša pa bi bila odločitev, če i-učbenikom ne bi dali niti priložnosti: današnje generacije učencev namreč odraščajo ob močnih vizualnih spodbudah, zato je smiselno izkoristiti ta njihov potencial v izobraževalne namene.

Za učinkovito uporabo i-učbenika pa je ključno, da se učitelj najprej sam nauči različnih možnosti njegove uporabe in spozna koncept zasnove i-učbenika, ob tem pa premišljuje o učnih priložnostih, ki jih učencem ponujajo apleti in druge dejavnosti pri čim bolj aktivni izgradnji znanja.

Viri

1. Ameis, J. A. (2006). *Mathematics on the Internet: A Resource for K-12 Teachers*, Third Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
2. Bergmann, J. in Sams, A. (2012). *Flipp your classroom: reach every student in every class every day*. Alexandria – Virginia: ASCD; Eugene – Oregon in Washington – DC: iste.
3. Blažič, M., Ivanuš Grmek, M., Kramar, M. in Strmčnik, F. (2003). *Didaktika*. Novo mesto: Visokošolsko središče, Inštitut za raziskovalno in razvojno delo.
4. Engelbrecht, J. in Harding, A. (2005). *Teaching Undergraduate Mathematics on the Internet, Part 1: Technologies and Taxonomy*. *Educational Studies in Mathematics*, 58(2), str. 235-252.
5. Flipped Learning Network (2014). *Definition of Flipped Learning*. Schoolwires, Inc., 330 Innovation Blvd., Suite 301, State College, PA 16803. Spletna stran (pridobljeno 6.4.2014):

http://flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf

6. Jurman, B. (1999). Kako narediti dober učbenik. Ljubljana: Jutro.
7. Lau, P. N.-K., Singh, P. in Hwa, T.-Y. (2009). Constructing Mathematics in an Interactive classroom context. *Educational Studies in Mathematics*, 72, str. 307-324.
8. Maganja, S. (2009). Metoda razgovora pri pouku na razredni stopnji osnovne šole, diplomsko delo. Maribor: Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru.
9. Marentič Požarnik, B. (2003). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana: DZS.
10. Pesek, I., Zmazek, B., Antolin, D. in Lipovec, A. (2013). Interaktivni konceptualni apleti v I-učbeniku kot mediator problemskih znanj, *Uporabna informatika*, poslano v objavo.
11. Repolusk, S. Zmazek, B., Hvala, B. in Ivanuš Grmek, M., (2010). Interaktivnost e-učnih gradiv pri pouku matematike. *Pedagoška obzorja*, 25(3/4), str. 110-129.
12. Rutar Ilc, Z. (2003). Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
13. Skemp, R. R. (1991). *The Psychology of learning Mathematics*. New York: Routledge.
14. Van de Walle, J. (2004). *Elementary and Middle School Mathematics. Teaching Developmentally. Fifth Edition*. Boston: Pearson.
15. Tall, D., Thomas, M., Davis, G., Gray, E. M. in Simpson, A. (2000). What is the object of the encapsulation of a process? *Journal of Mathematical Behavior*, 18(2), str. 223-241.
16. Uesaka, Y. in Manalo, E. (2008). Does the Use of Diagrams as Communication Tools Result in their Internalisation as Personal Tools for Problem Solving? V: Love, B. C., McRae, K., Sloutsky, V. M. (ur.), *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society (1711–1716)*. Austin, TX: Cognitive Science Society. pridobljeno 15.4.2010, na strani: <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/proceedings/2008/pdfs/p1711.pdf>
17. Več avtorjev (2014). *Matematika 8, E-učbenik za matematiko v 8. razredu OŠ*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Spletna stran (pridobljeno 6.4.2014): <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/842/index.html>
18. Yerushalmy, M. (2005). Functions of Interactive Visual Representations in Interactive Mathematical Textbooks. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(3), str. 217-249.

19. Žakelj, A., Prinčič Röhler, A., Perat, Z., Lipovec, A., Vršič, V., Repovž, B. idr. (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

DELOVNI LIST: KOMBINATORIČNE SITUACIJE

Uporabljaljaj i-učbenik po navodilu. Razmišljaj, posvetuj se s sošolcem ali učiteljem, šele nato poglej rešitve. Pomagaj si z Namigi.

V zvezek zapiši naslov.

Stran v i-učbeniku 454 (Kombinatorične situacije)

- a. Opravi prvo dejavnost z razvrščanjem števk 3, 5, 7 v vsa trimestna števila. Preberi in premisli do naslova Ponovitev.

Zapiši vsa števila prve dejavnosti: _____

- b. Opravi naloge 1, 2 in 3 iz Ponovitve.

Iz 2. naloge izpiši največje in najmanjše možno število: _____

Iz 3. naloge izpiši nastali številski izraz: _____

Kako smo imenovali sistematično razvrščanje števk? Obkroži izbiro.

A Prepisovanje **B** Kombiniranje **C** Ugibanje **D** Ponavljanje

Stran 455 (Kombinatorične situacije)

- c. Preberi navodilo prve naloge (cvetlice). Pred reševanjem lahko pogledaš pod gumb Namig. Dopolni besedilo pod preglednico.

- d. Preberi navodilo na desni. Povleci točko za prikaz in nato razvrsti cvetice.

Kako lahko prikažemo kombinatorično razvrščanje? Obkroži izbiro.

A V vrstici **B** V preglednici **C** V kocki **D** S kombinatoričnim drevesom

Reši 2., 3. in 4. nalogo (stran 458, Naloge). Odgovori na vprašanja, ki se nanašajo na te naloge.

Naloga 2: Koliko možnosti ima Mojca, da počitnice preživi v Rovinju? _____

Naloga 3: Koliko možnosti bi Janez imel, če bi lahko izbral med enim klobukom in dvema kapama? _____

Naloga 4: Simona izbira med 3 hlačami, 3 majčkami in 2 paroma čevljev. Na koliko različnih načinov se lahko obleče? _____

Za kombinatorično razvrščanje lahko uporabimo **preglednico** ali **kombinatorično drevo**. Skupno število možnosti izračunamo tako, da **zmnožimo vse možnosti pri vsaki fazi razvrščanja**.

Stran 456 (Primeri kombinatoričnih situacij)

- e. Reši prvi Zgled (sedenje za ravno mizo). Če imaš težave, si pomagaj z rešitvijo.

Reši nalogo 6 (stran 459, Naloge). Med koliko možnostmi bi lahko Jana izbirala, če bi imela na voljo dostavnik, terenec in karavan v bencinski, dizelski in električni izvedbi motorja v dveh možnih barvah?

Reši nalogo 9 (stran 459, Naloge). Na koliko načinov lahko v ravno vrsto razporedimo Majo, Janeza in Lukca, če fanta vedno stojita skupaj?

- f. Reši drugi Zgled (načrtovanje točk v koordinatni mreži).
g. Reši četrti Zgled (Maruša pripravlja večerjo) v zvezek.
h. Reši peti Zgled (Alma sestavlja gesla s števkami).

Reši naloge na straneh 458, 459, 460.

Naloga 10: Utemelji zakaj na mestu stotic ne zapišemo številke 0.

Naloga 12: Koliko besed (smiselnih ali nesmiselnih) s črkami a, t, e, n lahko sestavimo, če se črke v besedi ne smejo ponoviti?

Naloga 16: Naj bo v 7. a drugo uro MAT in tretjo ŠVZ. Koliko različnih urnikov lahko sedaj sestavi organizator pouka?

Naloga 19: Kovanec vržeš dvakrat zapored. Zapiši možnosti, ki lahko padejo (G-grb, Š-cifra).

Preberi Povzetek.

Uporabniške izkušnje dijaka pri delu z matematičnimi interaktivnimi e-gradivi

The student learning experience with mathematical interactive e-materials

Alenka Lipovec, Eva Zmazek

V prispevku predstavimo uporabniški vidik učenca, natančneje dijaka, pri delu z E-um portalom in z i-učbeniki. Aktivno učenje postavimo v teoretične okvire socialnega konstruktivizma in jih ilustriramo na naslednjih učnih scenarijih: samostojno učenje doma, učenje po metodi obrnjene učilnice, opravljanje domačih nalog, priprava na ocenjevanje znanja in učenje izbirnih vsebin. Vsak vidik je opredeljen najprej skozi raziskovalna spoznanja, nato pa reprezentativne primere v interaktivnem e-gradivu, pri čemer se osredotočimo na portal E-um in gimnazijske srednješolske i-učbenike Vega 1, Vega 2 in Vega 3. Sledi podrobneje razdelana kritična refleksija dijaka na predstavljen način učenja. Ob koncu se bežno dotaknemo tudi uporabniške izkušnje učitelja, ki učinkovito uporablja različne spektre IKT pri pouku matematike. Ugotovimo, da je za dijaka (in za učitelja) i-učbenik učinkovit izobraževalen vir, ki ga motivira in spodbuja pri poglobljenem učenju in poučevanju temeljnih matematičnih konceptov.

Ključne besede: uporabniški vidik, aktivno učenje, domače naloge, obrnjena učilnica, izbirne vsebine

This article presents a secondary school student's perspective on working with E-um web portal and i-textbooks. Active learning is set in the framework of social constructivism and illustrated in the following learning scenarios: self-directed learning, flipped classroom model learning, homework, preparation for assessment of knowledge and learning optional content. Every aspect is defined first through research findings and then through representative examples of interactive e-materials. We have focused on the E-um web portal and secondary school i-textbooks Vega 1, Vega 2 and Vega3. What follows is the student's elaborated

critical reflection on an introduced learning style. At the end of this article we gain an insight into the user experience of a teacher who effectively uses different spectra of ICT in teaching mathematics. We determined that i-textbooks are an efficient educational resource for students as well as teachers. They motivate and encourage in-depth learning and teaching of basic mathematical concepts.

Key words: user experience, active learning, homework, flipped classroom, optional contents

Uvod

Pri pouku matematike je uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) tudi v Sloveniji stalnica že dvajset let. Neposredni uporabnik tehnologije je bil v začetnem obdobju pretežno učitelj, v zadnjih nekaj letih pa so se tudi učenci iz posrednih uporabnikov prelevili v neposredne uporabnike IKT. Učenci dejavno uporabljajo vse razpoložljive možnosti uporabe:

- a. od najpreprostejših, na primer elektronske komunikacije učiteljev in učencev (npr. e-pošta, socialna omrežja, spletne učilnice), do
- b. enostavnih, pri katerih mislimo predvsem na uporabo programskih orodij (npr. Geogebra, Mathematica, Wolfram Alpha ...), pa do
- c. didaktično in vsebinsko dodelanih kakovostnih zbirk e-gradiv (npr. E-um) in i-učbenikov (npr. Vega1), in sicer prek različnih elektronskih medijev.

Že pravilna uporaba socialnih omrežij, kot je npr. Facebook, lahko ima pozitivne učinke na odnos do matematike posebej pri učencih z nizko samopodobo (Ellison, Steinfeld in Lampe, 2007). Matematična anksioznost, ki sta jo Zettle in Raines (2000) opredelila kot stanje nelagodja, ki nastopi kot odgovor na okoliščine, ki vključujejo matematične naloge, je tesno povezana s samopodobo in lahko ovira nadaljevanje karierni poti, ki vključuje matematiko, tudi pri slovenskih učencih (Lutovac, 2008). Pozitivne učinke uporabe enostavnih oblik IKT (npr. programov dinamične geometrije, kot je Geogebra) podpira velik korpus raziskovalne literature (pregledno v Hoyles in Noss, 2003). Podobno so raziskovalno podprta spoznanja o pozitivnem učinku portala E-um na znanje matematike in odnos do nje (npr. Lipovec in Kosi Ulbl, 2008), ta monografija pa prinaša podobna spoznanja tudi za slovenske i-učbenike.

Področje e-gradiv v Sloveniji je bilo v preteklosti od uvedbe svetovnega spleta deležno **evolucije** skozi več projektov, pravo **revolucijo** z vidika uporabe pa je v Sloveniji doseglo s projektom E-um, ki je pri pripravi vsebin že od zasnov sledil (kasneje zastavljenim) smernicam e-učbenikov. Ker se je v zadnjem obdobju vse večjega trenda uporabe IKT v izobraževanju pojavljalo vse več e-učbenikov v obliki digitaliziranih klasičnih (tiskanih) učbenikov, ki izkoriščajo nove medije le kot nadomestilo, je vpeljan pojem i-učbenik za interaktivne e-učbenike, ki predstavlja ti. **ivolucijo** učbenikov v i-učbenike (e-učbeniki, ki izkoriščajo nove medije za nadgradnjo interakcije z uporabnikom, kot jo omogoča nova tehnologija).

Danes je uporaba IKT pri poučevanju in učenju matematike postala nepogrešljiva. Ne le, da nam pomaga učenje in poučevanje časovno optimizirati in popestriti, predvsem nam omogoča doseganje skupnega cilja učitelja in dijaka – doseči poglobljeno matematično razumevanje in uporabno znanje.

V prispevku si bomo ogledali izkušnje učenca pri uporabi e-gradiv in i-učbenikov za matematiko, ki so pod okriljem MŠŠ in ZRSŠ nastala v obdobju od 2006 do 2014. S stališča dijaka (srednješolca) bomo usmerili pozornost na pozitivne in negativne vidike uporabe IKT pri ključnih elementih učenja matematike.

Samostojno učenje dijakov doma

Klasično domače učenje dijakov je še pred nekaj leti potekalo večinoma s pomočjo tiskanih učbenikov. Matematični učbeniki so bili sicer vsebinsko korektni, vendar oblikovno suhoparni in predvsem za šibkejšje dijake težko razumljivi. Interaktivnosti različnih stopenj, generirane naloge ter umeščanje besedila pod gumb je pri novih i-učbenikih, ki so dostopni šele eno leto, prineslo marsikatero izboljšavo. Dijaki imajo pri učenju doma veliko več možnosti, da ob vsebinah prevzamejo aktivnejšo vlogo učečega, saj jih interaktivne enote spodbujajo k dejavnosti. Že na uvodni strani vsake enote, ki obsega motivacijo oziroma kontekstualizacijo vsebine ter ponovitev potrebnega predznanja, se dijak ne more izogniti aktivnemu učenju. Na primeru uvoda k zahtevnejšemu matematičnemu konceptu relacije si oglejmo, kako se udejanja definicija aktivnega učenja.

Bonwell in Eison (1991) poudarjata, da pri aktivnem učenju učenci morajo narediti več kot le poslušati: morajo brati (tudi druge vire, npr. SSKJ, kot je zapisano pod sliko na levi), pisati (uporabljati matematično terminologijo ob odgovarjanju na odprta vprašanja, katerih predlog rešitve se skriva pod gumboma na desni), razpravljati (ko primerjajo rešitve naloge na levi s sošolci) in sodelovati (pozvani so, da povprašajo prijatelje, kolikšna je njihova višina) pri reševanju problemov (abstrahiranje odnosov med ljudmi v matematičen koncept relacije je zagotovo problem, ki nima predpisanega postopka reševanja). Dejavno učenje zahteva razvijanje matematične kompetence, torej tako znanj (npr. primerjave konceptov operacij in relacij) kot spretnosti (kamor v srednji šoli sodi npr. tabeliranje) in odnosov (z življenjskimi primeri relacij med vrstniki razvijamo pozitiven odnos do matematike, ki ni nekaj odtujenega od resničnosti).

Dejavno učenje zahteva razmišljanje na višjih taksonomskih stopnjah, kot npr. analizo (tretja naloga desno zahteva razgradnjo na podprobleme, kajti vsak zapis je treba analizirati posamič), sintezo (povezati skupne značilnosti fotografij ljudi v različnih odnosih v albumu slik na levi je prvi korak k abstrahiranju relacije kot matematičnega pojma) in vrednotenje (fotografije so skrbno izbrane tako, da izzovejo tudi kritično razmišljanje). Dejavno učenje med dijaki spodbuja dva vidika: nekaj delajo in o tem, kar delajo, tudi razmišljajo.

Pri nadaljevanju enote po uvodni motivaciji in ponovitvi predznanja se na tako imenovanih jedrnih straneh prav tako aktivno izmenjujeta vlogi razlagalca in učečega. Te strani omogočajo učinkovito diferenciacijo vsebin in učnih poti, saj so

tudi primerno oblikovno zasnovane. Pomembnost zaznavanja ključnih idej v matematiki je izjemnega pomena (Wheatley, 1991). Ker so učenci šele na začetku svoje poti odkrivanja matematike, jim lahko tehnologija pomaga tako, da so težje izpeljave, manj pomembne opombe in zanimivosti skrite pod gumbi, ključni vsebinski poudarki pa so dodatno označeni.

Kot pri uveljavljeni in učinkoviti učni poti v razredu je ob zaključku vsake enote novega i-učbenika izdelan povzetek vsebin, ob katerem učenec (tudi interaktivno) ponovi, kaj se je v enoti naučil. Ob tem si prestrukturira kognitivne sheme skozi procese asimilacije in akomodacije (Labinowicz, 1989) in s tem v svoj "svet" matematičnih pojmov doda nove pojme, ki jih poveže z že znanimi pojmi. Ker je razumevanje definirano kot mera za kvaliteto in kvantiteto povezav novo nastajajoče ideje z že obstoječimi idejami (Skemp, 1976), s tem učenec aktivno pogloblja svoje razumevanje.

RELACIJE

Prelistaj album in si ob vsaki sliki zamisli kakšen **odnos** med ljudmi na njej. Če ti zmanjka domišljije, poglej predloge pod albumom.



Alenka in Aleš



Maja in Eva Alenka in Aleš Iva in Ina Odnos po SSKJ

Biti prijatelj, biti mlajši, biti močnejši, biti sorodnik, biti večji. Govorimo o odnosih ali relacijah v množici vseh ljudi. Govorili bomo tudi o **relacijah** v številskih množicah, množici vseh premic ...

PONOVITEV

Povprašaj štiri svoje prijatelje, koliko merijo v višino. Vrednosti vneseš v tabelo (vpisuj le cela števila). Opazuj, kaj se dogaja v vrstici pod tabelo.

Ime	Višina (v cm)
Maja	163

Maja

Kateri **odnos (relacija)** med števili pomaga računalniku razvrščati imena tvojih prijateljev v vrstico pod tabelo?

Rešitev

Glasno in v povedih preberi naslednje matematične zapise. Kateri med njimi edini zaznamuje operacijo?
 $2 \leq 5$, $c \leq c$, $2!4$, $2 : 4$, $p \parallel q$.

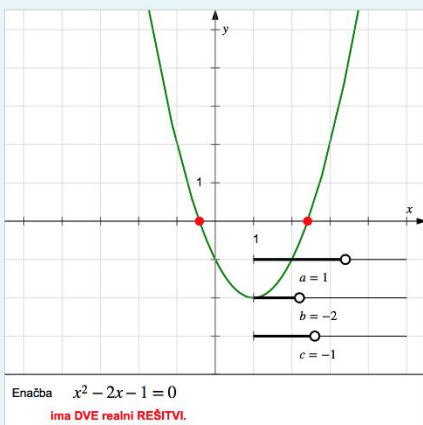
Rešitev

V nadaljevanju se bomo naučili smiselno razlikovati med **matematičnimi operacijami in relacijami**. Spoznali bomo zanimive lastnosti relacij.

Slika 1: Dejavno samostojno učenje na uvodni strani učne enote (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega1/3/index.html>)

REŠITVE ENAČBE

- a) Koliko rešitev ima kvadratna enačba $ax^2 + bx + c = 0$?
 b) Kaj vpliva na število rešitev kvadratne enačbe?
 c) Kako lahko izračunamo rešitve kvadratne enačbe?
 č) Kaj rešitve enačbe $ax^2 + bx + c = 0$ predstavljajo za funkcijo $f(x) = ax^2 + bx + c$?



Rešitve kvadratne enačbe $ax^2 + bx + c = 0$ so ničle kvadratne funkcije $f(x) = ax^2 + bx + c$, zato jih lahko izračunamo po obrazcu

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}; \quad D = b^2 - 4ac.$$

Izpeljava obrazca Računanje ničel Koreni enačbe

Kvadratna enačba ima v odvisnosti od vrednosti diskriminante **dve, eno ali nobene** realne rešitve, in sicer:

$D > 0$	Kvadratna enačba ima dve različni realni rešitvi.
$D = 0$	Kvadratna enačba ima eno dvojno realno rešitev.
$D < 0$	Kvadratna enačba nima realnih rešitev.

Kompleksni koreni

ZGLED

Z zgornjim obrazcem rešimo enačbo $3x^2 + 5x + 2 = 0$.

$$x_{1,2} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 - 4 \cdot 3 \cdot 2}}{2 \cdot 3} = \frac{-5 \pm 1}{6}$$

$$x_1 = \frac{-5 - 1}{6} = -1 \quad x_2 = \frac{-5 + 1}{6} = -\frac{4}{6} = -\frac{2}{3}$$

Slika 2: Dejavno učenje na jedrnih straneh s poudarkom na ključnih pojmi (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/282/index2.html>)

POVZETEK

UPORABA VEKTORJEV

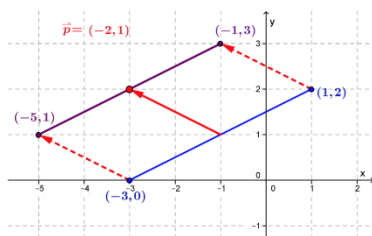
Vektorje uporabljamo pri vseh tistih dogajanjih v naravi, kjer je poleg velikosti nastopajočih količin pomembna tudi smer njihovega delovanja. Vektorji so zelo uporabni pri:

- računanju dolžin,
- računanju kotov,
- preverjanju vzporednosti in pravokotnosti,
- tridimenzionalnih problemih.

VZPOREDNI PREMIK DALJICE

Pri vzporednem premiku za vektor $\vec{p} = (a, b)$ se daljica s krajiščema $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2)$ preslika na daljico s krajiščema

$$A'(x_1 + a, y_1 + b), B'(x_2 + a, y_2 + b).$$

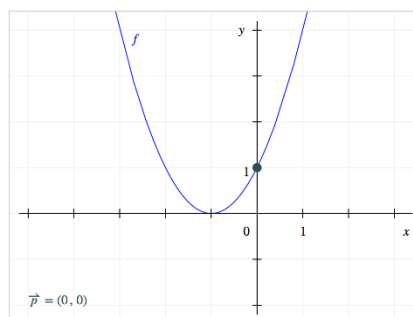


VZPOREDNI PREMIK GRAFA FUNKCIJE

Pri vzporednem premiku za vektor $\vec{p} = (a, b)$ se graf funkcije f preslika v graf funkcije g , ki ima predpis:

$$g(x) = f(x - a) + b$$

Vzporedno premakni graf funkcije f tako, da se bo preslikal v graf funkcije $g(x) = f(x + 2) - 1$. Ko ti bo uspelo, boš zagledal napis.



Slika 3: Povzetek kot pomoč pri organiziranju kognitivne sheme (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/1063/index5.html>)

Učenje pri metodi obrnjene učilnice

Tudi v Sloveniji se je začela uveljavljati metoda učenja, pri kateri se dijak na novo vsebino pripravi doma, in sicer najpogosteje tako, da predela vnaprej pripravljeno gradivo, ki ga pripravi učitelj. Metoda, ki je pri nas poimenovana "obrnjena učilnica" (ang. flipped classroom), temelji na tem, da naj bi učenec pri domačem delu pridobil potrebno znanje nižjih taksonomskih stopenj, skupaj z učiteljem pri delu v razredu pa potem lažje in hitreje prešel k nalogam in izzivom, ki vodijo do problemskih znanj (Bergmann in Sams, 2012). Ena od težav te metode je učitelje prepričati, da bodo veliko svojega prostega časa namenili izdelovanju gradiv za dijake, s pomočjo katerih bodo dijaki del vsebin predelali samostojno, zato so i-učbeniki vzbudili veliko zanimanje med strokovnjaki, ki se ukvarjajo z uvajanjem te metode.

Enote novih i-učbenikov so z nekaj dodatnimi (natančnejšimi) navodili učitelja pravzaprav prav tisto, kar bi učitelji morali izdelati. Prvo navdušenje učiteljev v Sloveniji in tujini je bilo zato veliko. Tudi dijaki v Sloveniji so novo metodo sprejeli z zanimanjem. Omenimo še eno od pasti, ki se skriva pri metodi FC. Je časovno zelo zahtevna, prav tako pa zahteva zrelost in odgovornost dijakov, ki so v našem izobraževalnem okolju žal še vedno premalo navajeni na samostojno raziskovanje. Je pa to ena ključnih metod, ki pomaga znanja nižjih taksonomskih stopenj poglobiti do problemskih znanj.

Domače naloge

Eden ključnih elementov na poti do dobrega znanja so bile pri matematiki vedno domače naloge. Redne (vendar ne preobsežne) matematične domače naloge imajo pozitiven učinek na matematične dosežke, pri čemer učiteljevo spremljanje izdelovanja domačih nalog ne vpliva bistveno k večjim dosežkom (Troutwein, Köller, Schmitz in Baumert, 2002). V dobi IKT komunikacija med učiteljem in dijakom v zvezi z domačimi nalogami ne poteka več samo v razredu, ampak tudi prek spletnih komunikacijskih kanalov (e-pošta, Facebook, spletne učilnice ...). Takšna komunikacija olajša reševanje težav, na katere pri domači nalogi naleti dijak, vendar je le najpreprostejši primer uporabe IKT v izobraževanju.

Ko se dijaki pripravljajo na pisna ocenjevanja znanja, je zelo pomembno, da ponovijo tudi vsebine, ki pri novih vsebinah služijo kot predznanje. Ker so te vsebine pogosto iz nižjih letnikov in dijaki zaradi izposoje prek učbeniških skladov tiskanih učbenikov morda nimajo več, še pogosteje posegajo po elektronskih gradivih oziroma i-učbenikih. Ti so namreč za vse letnike srednješolskega izobraževanja (celo tudi vse razrede osnovnošolskega izobraževanja) prosto dostopni na istem mestu.

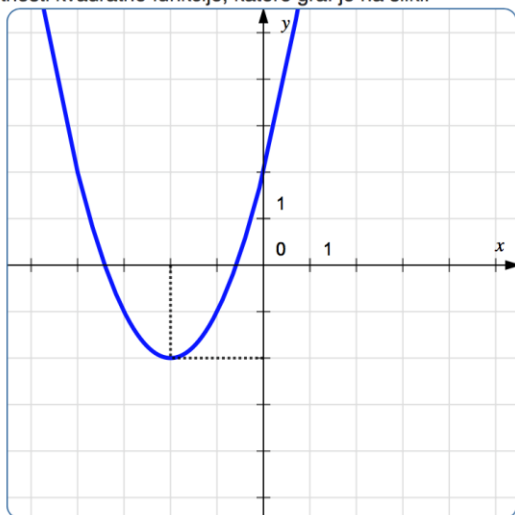
Dostopnost vsebin iz vseh letnikov (tudi razredov) se za posebej uporabno izkaže tudi pri učenju (pripravah) za maturo. Večina dijakov bo pri pripravah na maturo za

ponovitev uporabljala samo povzetke, nekateri dijaki, ki pa bodo na pripravi na maturo zaradi težav pri matematiki potrebovali bolj poglobljeno delo, bodo lahko vsebine, ki jim delajo težave, še enkrat celovito obdelali prek enot.

Novi i-učbeniki odpirajo v zvezi z domačimi nalogami nove možnosti. Z generiranimi nalogami lahko uporabnik enote prikliče vedno nove in nove podatke pri isti nalogi, ki je velikokrat opremljena tudi z neposredno spreminjajočo se grafično predstavitvijo. Hkrati sta mu ponujeni nivojska izbira domače naloge in takojšnja povratna informacija.

Generirane naloge so zanimive tako s stališča učitelja kot dijaka. Učitelju omogočajo, da preveri, ali dijaki opravljajo domačo nalogo samostojno, saj je prepisovanje onemogočeno. Dijak pa lahko znova in znova vadi z novimi podatki postopek, ki se je zanj izkazal za težavnega. Poudariti pa moramo, da so generirane naloge primerne predvsem pri pridobivanju proceduralnih znanj, veliko manj pa pri izzivih, ki vodijo k problemskemu znanju.

13. Opiši lastnosti kvadratne funkcije, katere graf je na sliki.



Dopolni.

Kvadratna funkcija je

naraščajoča na intervalu $[-\infty, 0]$ in

padajoča na intervalu $[0, \infty)$,

je **omejena** (navzgor/navzdol),

ima **zalogo vrednosti** $[-1, \infty)$,

soda (je/ni).

Nov primer

Preveri

Slika 4: Generirana naloga s spreminjajočimi se podatki kot primer domače naloge
(vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega2/278/index11.html>)

Novi i-učbeniki ponujajo poleg generiranih nalog tudi zajetno zbirko običajnih nalog za vajo, ki so umeščene na konec vsake enote in bi izluščene iz enot ponujale kakovostno vadnico. Prednosti vadbice kot vira domačih nalog za dijaka, ki se uči samostojno, je še veliko. Naloge so strukturirano urejene od lažjih proti težjim, kar je za uporabnika jasno označeno (z zeleno barvo najlažje, z modro malo težje in z rdečo najtežje). Odgovoren dijak bo torej pričel pri lažjih nalogah. Ko bo ugotovil, da so zanj (morda) prelahke, se bo posvetil težjim in svoje učenje končal tudi s kakšnim izzivom.

Pod gumbi, ki so postavljeni neposredno za nalogo, je velikokrat skrit kakšen namig. Tudi rešitev naloge je dosegljiva pod gumbom takoj za nalogo, kar uporabniku (učitelju in dijaku) prihrani veliko časa, ko želi preveriti pravilnost svojega rezultata. V tiskanih vadbicah smo morali namreč rešitve iskati ob koncu poglavja ali celo na zadnjih straneh. Nema lokrat je v i-učbeniku pod gumbi predstavljena tudi pot do rešitve, kar lahko dijakom s težavami pri reševanju zelo koristi. Zavedati pa se je treba, da manj zavzetim dijakom prav isti gumbi žal ne pomagajo, saj se ne morejo upreti skušnjavi, da pod njih ne bi pokukali, še preden so se potrudili samostojno rešiti nalogo.

Priprave na ocenjevanje znanja

Pomembnost rednega preverjanja in ocenjevanja matematičnega znanja, s čimer učence spodbujamo k aktivni odgovornosti za lastno znanje, je eksplicitno zapisana tudi v nacionalnih učnih načrtih (Žakelj idr., 2011). Pri matematiki so prav pisna preverjanja znanja pogosto tako stresna, da je težko ločevati med matematično in splošno anksioznostjo (Gierl in Bisanz, 1995). Učenci se zato običajno (posebej v srednji šoli) na preizkuse znanja pripravljajo s pomočjo več njim dostopnih virov.

Pri pripravi na ustno in pisno ocenjevanje znanja dijaki poleg zvezkov in tiskanih učbenikov velikokrat iščejo pomoč v obliki dodatnih razlag, povzetkov in zbirk nalog prek spleta. Na tem področju je bil E-um portal edinstven vir v slovenskem šolskem prostoru. "Vse na enem mestu" je bil za učitelje in dijake nenapisan slogan, zaradi katerega so portal E-um množično uporabljali.

Ko se dijaki pripravljajo na pisna ocenjevanja znanja, je zelo pomembno, da ponovijo tudi vsebine, ki pri novi učni snovi/temi služijo kot predznanje. Ker so te vsebine pogosto iz nižjih letnikov in dijaki zaradi izposoje prek učbeniških skladov tiskanih učbenikov večkrat nimajo več, še pogostejše posegajo po elektronskih gradivih oziroma i-učbenikih. Ti so namreč za vse letnike srednješolskega izobraževanja (celo tudi vse razrede osnovnošolskega izobraževanja) prosto dostopni na istem mestu.

Dostopnost vsebin iz vseh letnikov (tudi razredov) se za posebej koristno izkaže tudi pri učenju (pripravah) za maturo. Večina dijakov bo pri pripravah na maturo za ponovitev uporabljala samo povzetke, nekateri dijaki, ki pa bodo na pripravah za maturo zaradi težav pri matematiki potrebovali bolj poglobljeno delo, bodo lahko vsebine, ki jim delajo težave, še enkrat celovito obdelali prek enot.

Na E-um portalu so dijaki prvič v zgodovini e-gradiv našli generirane naloge, še uporabnejša pa je bila možnost izdelave primerov testov oz. preizkusov znanja, ki so si jih lahko dijaki iz označenih naborov nalog (iz določenih poglavij) naključno generirali z aplikacijo na portalu.

Slika 5: Generator testov kot vir za pripravo na ocenjevanje preizkuse znanja (vir: <http://www.e-um.si>)

Novi i-učbeniki ponujajo še veliko več generiranih in drugih nalog, pri katerih je še bolj kot na portalu E-um poudarjena interaktivnost, dijaki in učitelji pa za zdaj še nimajo možnosti, da bi z aplikacijo sestavljali teste iz določenega nabora nalog.

Izbirne vsebine

Učni načrt za matematiko v gimnazijah (Žakelj idr., 2008) je razdeljen po sklopih, pri vsakem sklopu pa je dokaj natančno definirano, kaj spada med osnovna, kaj med posebna in kaj med izbirna znanja. Čeprav pri pouku v razredu večina učiteljev z dijaki predela osnovna in posebna znanja, izbirna znanja pa le redko, se z uporabo novih i-učbenikov tudi na tem področju odpirajo nove možnosti.

I-učbenik pokriva vsa znanja: osnovna, posebna in izbirna. Ni veliko klasičnih učbenikov, ki bi pokrili vsaj kakšno izbirno vsebino, zato se pričakuje, da bodo i-

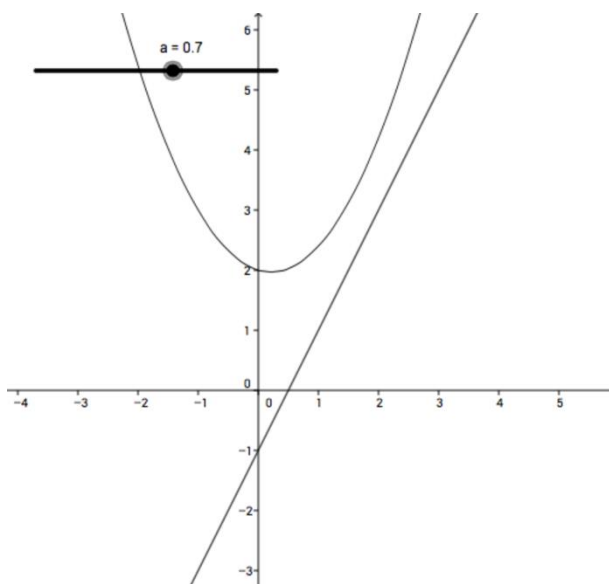
učbeniki tudi zato pri radovednejših dijakih še posebej toplo sprejeti. Pri vsaki enoti i-učbenika so posebna in izbirna znanja posebej označena.

Izbirna znanja so lahko učitelju opora pri diferenciaciji pouka in domačega dela dijaka, prav tako ideje za delo pri krožkih ali pa osnove pri seminarskih in raziskovalnih nalogah.

Uporaba i-učbenika pri pouku

Matematika je eno od tistih predmetnih področij, kjer ima globina razumevanja odvisnosti (relacij) med novimi pojmi največji pomen za učenca (Skemp, 1976). Učitelj mu lahko pri tem pomaga že na zelo preproste načine, lahko pa dijaka spodbuja, da si pomaga sam. Oglejmo si primer naloge, kjer učitelj, ki je večč programskega orodja Geogebra, dijaku neposredno ob frontalni razlagi pomaga pri vizualizaciji in olajša razumevanje obravnavanega pojma.

Primer: Določimo vrednost parametra a tako, da bo premica predstavljala tangento parabole.



Slika 6: Aplet, ki ga učitelj izdelava skupaj z učenci med učno uro.

Smiselno je, da takšno nalogo učitelj reši z Geogebro neposredno pri pouku in ne vnaprej pripravljenim apletom. Ob tem se namreč dijak nevede uči tudi uporabe orodja in si zna pri podobnih izzivih pomagati samostojno doma.

Kadar je izdelava apleta, ki bi ga radi uporabili pri pouku, časovno in tehnično zahtevna, je veliko bolje, da uporabimo zbirke že izdelanih apletov. Navedimo

primere takih apletov, ki so marsikateremu dijaku pomagali pri razumevanju kombinatorike.

The screenshot displays the E-UM website interface. On the left is a navigation menu with categories like 'Devetletka', 'Gimnazija', and 'Aktivnosti'. The main area shows four applets under the 'Aktivnosti' tab:

- Pravilo produkta:** A diagram illustrating the multiplication rule for counting. It shows a sequence of choices: 4, 2, 2, 2, leading to a total of 32. The diagram uses arrows to connect choices at each step.
- Permutacije I:** A diagram showing the arrangement of 4 elements (1, 2, 3, 4) into a sequence. It lists the number of permutations for each step: 4, 3, 2, 1, resulting in 24 permutations.
- Permutacije II:** A diagram showing the arrangement of 4 elements (A, B, C, D) into a sequence. It lists the number of permutations for each step: 4, 3, 2, 1, resulting in 24 permutations.
- Fakulteta:** A diagram showing the calculation of factorials. It lists the values: $0! = 1$, $1! = 1$, $2! = 2$, $3! = 6$, $4! = 24$, $5! = 120$, and $6! = 720$. A grid of dots is shown next to the factorial values.

Slika 7: Različni vnaprej pripravljeni apleti kot pomoč pri učenju in poučevanju (vir: <http://www.e-um.si>)

Učitelj bi lahko aplet uporabil ob frontalni razlagi, še bolje pa bi bilo, če bi skupaj z navodili dijake spodbudil, da raziščejo aplet samostojno, sploh v razredih, opremljenih z računalniki ali tablicami.

Za samostojno raziskovanje pri pouku so najprimernejši apleti z visoko stopnjo interaktivnosti, ki jih definirajo in opišejo Repolusk, Zmazek, Hvala in Ivanuš Grmek (2010). S temi apleti se lahko dijak z večkratno ponovitvijo dejavnosti in pri raznolikih množicah podatkov samostojno uči in odkriva nove povezave med že znanimi pojmi. V novih i-učbenikih je takih apletov bistveno več kot v obstoječih zbirkah e-gradiv. Ti apleti so didaktični izziv za učitelja, saj mora dijaka na primeren način usmeriti k delu z njimi. Svojo veliko vrednost pa lahko izgubijo, če jih učitelj uporablja le kot popestritev lastne razlage.

Ure, ko učitelj z navodili usmeri dijake k branju že izdelanih e-gradiv ali posameznih enot i-učbenika, so za učence zanimive, vendar se za tem načinom dela skriva nekaj pasti. Dijakova motivacija lahko hitro upade, prav tako pa zaradi uporabe računalnika ali tablice obstaja veliko možnosti, da si dijaki popestrijo uro z drugimi spletnozabavnimi (neizobraževalnimi) vsebinami. Ta nevarnost se zmanjšuje, če

učitelj jasno definira navodila za delo in pričakovanja ob zaključku dela. Hkrati s pastmi takšnega načina dela pa se moramo zavedati tudi njegovih velikih prednosti, zlasti pri razvijanju učinkovite diferenciacije v razredu, saj lahko dijaki sebi prilagajajo hitrost učenja, učitelj pa lahko z navodili različnim skupinam dijakov ponudi tudi različne učne poti pri usvajanju novih vsebin. Diferenciacija je zlasti pri urah matematike pereč problem zaradi različnih stopenj predznanja učencev. Učitelji se s to težavo že dolgo spopadajo, a se zdi, da jo je izjemno težko rešiti (Žakelj, 2012). Tehnologija lahko učiteljem na tem področju verjetno učinkovito pomaga.

Povprašaj štiri svoje prijatelje, koliko merijo v višino. Vrednosti vneseš v tabelo (vpisuj le cela števila). Opazuj, kaj se dogaja v vrstici pod tabelo.

Ime	Višina (v cm)
Maja	163
Eva	170
Simon	180

Maja
Eva
Simon

Slika 8: Vnaprej pripravljen aplet z visoko stopnjo interaktivnosti (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/vega1/3/index.html>)

Zaključek

Uporaba IKT v izobraževanju je bila v obdobju zadnjih dvajsetih let vedno bližje svojemu bistvu. Najprej smo se učitelji in dijaki učili uporabljati programe in orodja in v tej fazi morda zanemarili vsebine, zdaj pa so se uporabniške izkušnje tako okrepile, da je IKT postala za nas domača in se lahko posvečamo predvsem vsebinam. Didaktična uporabna vrednost IKT se pri učenju in poučevanju matematike tako ves čas še povečuje.

Prednosti i-učbenikov pri domačem učenju dijakov je veliko. Poleg dejavnejše vloge učečega smo z novo obliko učbenikov dobili virtualnega inštruktorja, ki pomaga tako šibkejšim kot radovednejšim dijakom. Učbeniki pomagajo tudi dijakom

s posebnimi potrebami, predvsem zaradi vizualizacije vsebin, prav tako pa tudi dijakom s statusi, ki v šoli zamudijo veliko ur pouka. Ker so i-učbeniki prosto dostopni na spletu, nas lahko brez dodatne prtljage spremljajo na vsako potovanje od doma.

Tako kot si pred dvajsetimi leti nismo mogli predstavljati, kam bo vodil razvoj uporabe IKT v izobraževanju, si tudi danes ne moremo prav zamisliti, kakšna bo videti učilnica čez deset let. Morda niti v sedaj znani materialni obliki ne bo več potrebna. Morda bo učilnica prihodnosti obstajala kot motivacijsko mesto nekje na spletu, i-učbeniki skupaj z novimi oblikami komunikacije med računalnikom in uporabniki ter med skupinami uporabnikov pa bodo nadomestili utečene oblike dela v razredu. Napredek v Sloveniji med ustvarjalci i-učbenikov je zelo hiter, zato ne dvomimo, da bodo nastalim produktom znali dodati še nove uporabnosti, pri katerih se bodo enostavno beležile vse dejavnosti uporabnikov, učitelj pa bo dostopal do njih in uporabnika še lažje usmerjal pri delu. Morebiti bodo i-učbeniki v prihodnosti omogočali tudi različne učne poti in programirano učenje, pri katerem bo računalnik prek dejavnosti uporabnika zaznal, koliko predznanja ima, in glede na to uporabnika usmeril (vodil) na najoptimalnejšo učno pot.

Viri

1. Bergmann, J. in Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every day*. International Society for Technology in Education, Washington.
2. Bonwell, C., Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom* AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
3. Ellison, N. B., Steinfeld, C. in Lampe, C. (2007). The Benefits of Facebook "Friends:" Social Capital and College Students' Use of Online Social Network Sites, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12(4), 1143–1168.
4. Gierl, M. J. in Bisanz, J. (1995). Anxieties and attitudes related to mathematics in grades 3 and 6. *Journal of Experimental Education*, 63 (2). Pridobljeno 2. 3. 2008, iz Academic Search Premier.
5. Hoyles, C. in Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? V A. J. Bishop, M.A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick in F.K.S. Leung (Ur.) *Second International Handbook of Mathematics Education*, 323-349. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
6. Labinovicz, E. (1989). *Izvirni Piaget: mišljenje, učenje, poučevanje*. Ljubljana: DZS.

7. Lipovec, A. in Kosi-Ulbl, I. (2008). Evalvacija E-um gradiv. V: Vreča, M. Orel, U., Matjašič, S. in Kosta, M (Ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 16.-19. april 2008, str. 342-346.
8. Lutovac, S. (2008). Matematična anksioznost. Revija za elementarno izobraževanje, 1(1), 105-112.
9. Repolusk, S. Zmazek, B., Hvala, B. in Ivanuš Grmek, M. (2010). Interaktivnost e-učnih gradiv pri pouku matematike. Pedagoška obzorja, 25(3/4), 110-129.
10. Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. Mathematics Teaching in the Middle School, 12(2), 88-95.
11. Tobias, S. (1998). Anxiety and mathematics. Harvard Education Review, 50, 63-70.
12. Troutwein, U., Köller, O., Schmitz, B. In Baumert, J. (2002). Do Homework Assignments Enhance Achievement? A Multilevel Analysis in 7th-Grade Mathematics. Contemporary Educational Psychology, 27(1), 26-50.
13. Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. Science Education 75(1), 9-21.
14. Žakelj, A. (2012). The impact of level education (ability grouping) on pupils' learning results. V: Uzunboylyu, H. in Demirok, M. (Ur.). The 3rd World conference on psychology, counseling and guidance, WCPCG 2012, May 9-12, 2012, Izmir, Turkey, str. 383-389. New York: Elsevier, 2012.
15. Žakelj, A., Bon Klanjšček, M., Jerman, M., Kmetič, S., Repolusk, S. in Ruter, A. (2008). Učni načrt, Matematika: gimnazija: splošna, klasična in strokovna gimnazija: obvezni predmet in matura (560 ur). Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
16. Žakelj, A., Prinčič Röhler, A., Perat, Z., Lipovec, A., Vršič, V., Repovž, B., Senekovič, J. in Bregar Umek, Z. (2011). Učni načrt, Matematika: Program osnovna šola. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.

I-učbeniki za kemijo – pogledi urednikov

I-textbooks for chemistry – views of the editors

Margareta Vrtačnik, Boris Zmazek

E-učenje kemije je v širši slovenski prostor prinesel projekt "E-kemija". Projekt "E-učbeniki" predstavlja njegovo nadgradnjo in dopolnilo. V sklopu projekta smo uspeli z e-vsebinami pokriti celotno šolsko vertikalo kemije od 8. razreda osnovne šole do 3. letnika gimnazijskega programa. Ker so za kemijsko izobraževanje zlasti pomembni multimedijски elementi, ki omogočajo povezovanje makroskopske, submikroskopske in simbolne ravni zaznave pojmov in procesov, smo pri izdelavi e-gradiv multimedijским in interaktivnim elementom posvetili posebno pozornost in pri njihovi zasnovi skušali slediti, v okviru tehničnih možnosti, teoretičnim spoznanjem na tem področju. Zavedamo se, da bo v bodoče potrebno zlasti v multimedijске elemente vgrajevati več teoretičnih spoznanj o faktorjih, ki vplivajo na razumevanje multimedijских elementov, razviti bo potrebno tudi integrirane pristope. Ali bodo e-učbeniki dosegli svoj namen je odvisno od ustreznosti didaktičnih pristopov za njihovo vključevanje v učni proces. Šele raziskave o uporabni vrednosti vsebin e-učbenikov pa bodo pokazale na dejansko vrednost gradiv in izpostavile prednosti in pomanjkljivosti.

Ključne besede: E-učbeniki, kemija, multimedijски elementi, zasnova e-enot

E-learning in the field of chemistry was brought into the Slovenian educational space with the project "E-chemistry". The present project "E-textbooks" upgraded and supplemented its content, so that the present e-chemistry textbooks cover the entire teaching of chemistry vertically, from the 8th grade of primary school to the 3rd year of high school. Multimedia elements are particularly important in chemistry education, since they enable the interlinking of the macroscopic, submicroscopic and symbolic level of concepts' and processes' perception. Therefore, we devoted special attention to their design and attempted to follow theoretical developments in this area. We are aware that in the future we will need to incorporate into multimedia elements more of the findings on the factors that influence their efficiency; moreover, knowledge integrated approaches will need to be developed.

The extent to which chemistry e-textbooks reach their aims will depend on the teaching strategies for their implementation in school practice. Research into the use and educational value of e-teaching materials will provide answers as to the actual value of e-units and will highlight their advantages and deficiencies.

Key words: E-textbooks, chemistry, multimedia elements, e-unit design

Uvod

Pregled rasti znanstvene literature na področju e-izobraževanja na WEB of Science pokaže opazen porast znanstvenih publikacij na področju e-izobraževanja, zlasti v letih 2005 – 2011 (Vrtačnik, Dolničar, Schlamberger in Svoljšak, 2012). Tudi raziskave Caballe in Xhafa (2010) potrjujejo, da je v zadnjem desetletju zaznati naraščanje zanimanja zlasti za sodelovalno e-učenje, z naraščajočimi potrebami po vse zahtevnejših pedagoških pristopih in tehničnih rešitvah, ki morajo omogočati prilagajanje sistemov e-izobraževanja potrebam specifičnih skupin uporabnikov. Zavedati se moramo, da uvajanje informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v izobraževalni proces ne terja le spremembe didaktičnih pristopov, temveč je treba preučiti še vrsto drugih dejavnikov, ki zagotavljajo kakovostno integracijo IKT v izobraževalni proces. Neupoštevanje oz. nepoznavanje teh dejavnikov se pogosto odrazi v neustrezni uporabi IKT in celo v nižanju kakovosti izobraževanja (Yang, 2012). Pomemben dejavnik uspešne integracije IKT v izobraževanje so učitelji, ki so ključ za posredovanje sprememb, ki jih omogoča IKT pri poučevanju in učenju. Brez ustrezno izobraženih učiteljev zaman pričakujemo pozitivne učinke uvajanja IKT na izobraževanje, zato je danes praviloma v vseh programih za izobraževanje učiteljev, tudi v naših, močno v ospredju uporaba IKT na specifičnih strokovnih področjih, kjer so v ospredju poleg tehnoloških vidikov IKT zlasti didaktični pristopi integracije IKT v izobraževalni proces (Donnelly, McGarr in O'Reilly 2011; Rezaei, Nazarpour, Emami, 2011; Vrtačnik in Ferk Savec, 2009; Barton, 2005).

Vrsta in pomen multimedijskih elementov za kemijsko izobraževanje

Za kemijsko izobraževanje so pri izdelavi e-gradiv zlasti pomembni multimedijski elementi, ki omogočajo povezovanje treh ravni zaznave in s tem razumevanje kemijskih pojmov na: makroskopski (posnetki poskusov), submikroskopski (animacije in simulacije procesov na ravni delcev ter manipulacije z navideznimi modeli molekul in kristalov) ter simbolni (kemijske enačbe in reakcijske sheme) ravni. Za vizualizacijo submikroskopskega sveta kemije so v rabi molekulsko modeliranje za prikaz zgradbe molekul in kristalov in lastnosti površin, animacije, simulacije ter vse bolj tudi integrirani pristopi (ang. knowledge integration).

Dinamična vizualizacija temelji na širokem naboru interaktivnosti, od prilagajanja hitrosti vizualizacije zaznavi (animacije), neposrednega poseganja v postopek vizualizacije (interaktivne animacije) do možnosti spreminjanja parametrov procesa, ki vplivajo na rezultate vizualizacije. Slednje oblike vizualizacije temeljijo na simulacijah procesov (Tversky, Morrison in Betrancourt, 2002; Betrancourt in Tversky, 2001) in pridobijo dodatno didaktično vrednost, če so grajene po načelu

integracije znanja. V procesu integracije znanja uporabniki povezujejo veljavne znanstvene ideje s svojimi lastnimi idejami in tako postopno razvijejo usklajeno, integrirano razumevanje znanstvenih pojmov in procesov (Linn in Eylon, 2012). Okvir integracije znanja vključuje štiri procese, ki spodbujajo integrirano razumevanje: (a) izzivanje zamisli, (b) širjenje nabora zamisli, (c) razlikovanje med zamislimi in (d) razvrščanje zamisli. Integrirane interaktivne dinamične vizualizacije na osnovi simulacij procesov omogočajo učeči populaciji načrtovanje in izvajanje poskusov, kontrolo spremenljivk, postavljanje hipotez in preverjanje raziskovalnih hipotez v navideznem laboratoriju (Hsin-Yi Chang, 2013; Windschitl, Thompson in Braaten, 2008). So torej pripomoček za simuliranje pravega, vendar poenostavljenega raziskovalnega dela.

O vplivu integrirane dinamične simulacije v odvisnosti od strategij vključevanja v učni proces na kakovost znanja oz. razumevanje znanstvenih pojmov s področja kemije in sorodnih ved poročajo številni avtorji (Chang, 2013; Zhangin in Linn, 2013; Ryoo in Linn, 2012). Rezultati raziskav so pokazali pomemben prispevek dinamičnih simulacij in učiteljevega logističnega in konceptualnega vodenja učnega procesa na razumevanje preučevanih procesov s področja naravoslovja. Dijaki, ki so bili vključeni v skupino dinamične vizualizacije, so bili bistveno uspešnejši pri artikulaciji opazovanega procesa, pokazali so tudi bolj integrirano razumevanje procesa s povezovanjem svojih zamisli z drugimi procesi.

Ker smo pri zasnovi e-učbenikov zaradi finančnih, tehničnih in časovnih omejitev pri pripravi gradiv za ponazoritev kemijskih pojmov in procesov na ravni delcev uporabljali interaktivne navidezne modele in animacije, smo njihov vpliv na rezultate učenja natančneje preučili v znanstveni literaturi.

Čeprav naj bi animacije olajšale učenje, zlasti zahtevnih naravoslovnih pojmov, raziskave ne potrjujejo vedno njihovega pozitivnega kognitivnega učinka. Zdi se, da so animacije lahko učinkovite pri posredovanju dinamičnih informacij, vendar morajo biti predstavitve jasne in enostavne. Raziskave o uporabi animacij v procesu učenja namreč kažejo, da izvedba animacij oz. njihova različna integracija v učno okolje vpliva na kognitivno obremenitev in s tem na izvršilno kontrolo delovnega spomina. Ta se lahko bistveno zmanjša, če animacija poveča kognitivno obremenitev, ali pa poveča, če ima animacija nasproten učinek. Večina raziskav je zato v zadnjih letih usmerjena v preučevanje dejavnikov, ki vplivajo na obremenitev delovnega spomina in s tem na učinkovitost animacij kot učnega pripomočka (Hatsidimitris in Kalyuga, 2013; Spanjers, van Gog, Wouters in van Merrienboer, 2012; Chien in Chang, 2012; Lai in Newby, 2012; Lin, 2011; Scheiter in Gerjets, 2010; Rebetez, Betrancourt, Sangin in Dillenbourg, 2010; Wu, Chang, Chen, Yeh in Liu, 2010). Kot dejavnike, ki povečajo učno učinkovitost animacije, raziskovalci, Wu idr. (2013), Falvo in Suits (2009), izpostavljajo razvitost prostorskih zaznav in uporabo strategije predstavitve najprej slik procesa in nato animacije. Ključne ugotovitve potrjujejo, da dobro razvita

prostorska zaznava prispeva k razumevanju animacij, hkrati pa na zaznavo vpliva tudi spol; dekleta so bila statistično boljša od moške populacije testirancev. Hatsidimitris in Kalyuga (2013), Hoeffler in Schwartz (2011) dodatno ugotavljajo, da ima za razumevanje animacij ključni pomen možnost uporabnika, da kontrolira animirani proces in ga tako prilagaja svoji sposobnosti zaznave.

Uporabo virtualnih 3D-molekulskih modelov za razumevanje lastnosti molekul je preučevala vrsta avtorjev: (Ferk Savec, Vrtačnik, Gilbert in Peklaj, 2006; Ferk Savec, Vrtačnik in Gilbert, 2005; Ferk Savec, Vrtačnik, Blejec in Gril, 2003; Canning in Cox, 2001, Dori in Barak, 2001; Barnea, 1997; Hyde, Shaw, Jackson in Woods, 1995). Ti ugotavljajo, da uporaba virtualnih modelov in molekulskega modeliranja prispeva k boljšemu razumevanju zlasti organske kemije, vpliv na razumevanje pojmov pa je odvisen od starosti testirancev. Vendar pa imajo tako tradicionalni, kakor tudi virtualni molekulski modeli, prednosti in pomanjkljivosti, Dori in Barak (2001). Avtorja priporočata uporabo obojih. Uporaba kombinacije modelov prispeva h globljemu razumevanju kemijskih pojmov in olajša pretvarjanje tridimenzionalne oblike molekul v dvodimenzionalno in simbolno predstavitev. Študija Ferk idr. (2005) je dodatno pokazala, da je uspešnost uporabe molekulskih modelov odvisna od razvitosti prostorskih zaznav. Testiranci z dobro razvitimi prostorskimi zaznavami so neodvisno od starosti uspešno uporabljali tradicionalne, fizične molekulske modele in navidezne modele. Tudi pri pretvarjanju predstavitev niso imeli težav. Vendar je večina testirancev dala prednost fizičnim modelom zaradi njihove nazornosti in oprijemljivosti. Raziskovalci priporočajo, da naj imajo učenci in dijaki ob spoznavanju novih pojmov na voljo najprej tradicionalne, fizične modele, ki jih šele postopoma nadomestijo psevdo 3D-navidezni modeli. Sočasna uporaba obojih ni priporočljiva, ker deljena pozornost zniža učinkovitost uporabe modelov pri pouku kemije.

Naše izkušnje z e-učenjem kemije

Od leta 2008 je slovenskim osnovno- in srednješolcem na voljo portal E-kemija (<http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/>), ki vključuje 125 e-enot za srednjo in osnovno šolo. Portal je nastal s finančno podporo takratnega Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije (MŠŠ) in Evropskega socialnega sklada (ESS). Vse enote so usklajene z novimi učnimi načrti za kemijo in so namenjene samostojnemu utrjevanju znanja kemije ali predpripravam na novo znanje. Statistika uporabe portala, ki smo jo morali spremljati še nekaj let po končanju projekta, je pokazala izredno veliko stopnjo uporabe portala, zlasti proti koncu šolskega leta, ko sta potekala zaključevanje ocen in priprava na preverjanje znanja ter maturo. Vendar dejanske vrednosti portala in načinov didaktičnega vključevanja e-enot v pouk kemije nismo celovito raziskali zaradi nedostopnosti finančnih sredstev za to vrsto raziskav. Opravljene so bile le delne raziskave, največkrat v sklopu diplomskih nalog študentov Pedagoške fakultete v Ljubljani. Ena zadnjih je bila opravljena l. 2013, ko

je diplomantka (sedaj že profesorica kemije in biologije) Rahela Žagar raziskovala vpliv samostojnega dela z e-enoto "Estri" na znanje učencev 9. razreda osnovne šole. Njene ugotovitve niso bile v skladu s pričakovanji. Pokazalo se je, da naši osnovnošolci nimajo resnega pristopa do samostojnega dela, saj jih večina sploh ni brala besedila e-enote, video posnetke poskusov pa so spremljali le površinsko, brez razumevanja bistva poskusa. Nekateri učenci so portal namenoma zapirali in začeli po spletu iskati zanje zanimivejše vsebine ali pa so postavljali neumestna, celo nesramna vprašanja, ki so motila sošolce, ki so se želeli ob delu z e-enoto tudi nekaj novega naučiti. Ključen problem se je pokazal v pomanjkanju predznanja oziroma neustreznem odnosu do lastnega znanja. Na večino vprašanj predpreizkusa in popreizkusa znanja so testiranci odgovorili napačno ali pa sploh niso odgovarjali. Zavedamo se, da na neustrezen odnos do znanja vpliva tudi zakonodaja, ki je naklonjena permisivnemu izobraževanju, kar močno omejuje učitelje pri uresničevanju njihovega pedagoškega poslanstva, kar ugotavlja tudi Hamiltonova, 2009, v svoji kritiki reforme angleškega izobraževalnega sistema z zelo pomenljivim naslovom "Polagamo jim besede v usta". Učitelji imajo neposredni stik z učenci in s svojim ustreznim didaktičnim pristopom, avtoritativnim slogom poučevanja in doslednim vztrajanjem pri kakovosti znanja lahko veliko storijo, da se bo odnos učencev do dela in znanja spremenil (Walker, 2008; Gomez, 2005). Naše izkušnje, čeprav skromne, so pomembne tudi za e-učbenike. Zavedati se moramo, da bodo ti dosegli svoj namen in opravičili v njihovo pripravo vložena finančna sredstva le v primeru, da jih bodo znali učitelji ustrezno predstaviti in integrirati v svoje delo, da jih bodo učenci/dijaki začutili kot pomembno dopolnilo učiteljevi razlagi pri učenju kemije.

Kako so nastajali i-učbeniki za kemijo?

Kemiki smo pri zasnovi e-enot projekta E-učbeniki za kemijo uporabili bogato didaktično znanje in dragocene izkušnje tako pri delu s programi za pripravo e-enot, kakor s programi za zasnovo multimedijskih elementov, ki smo jih pridobili kot partnerji ali celo nosilci domačih in tujih izobraževalnih projektov na področju e-izobraževanja. Od leta 2008 smo nekateri avtorji partnerji raziskovalne skupine ARRS "Raziskovanje učenja in poučevanja v sodobni družbi" (nosilec prof. dr. Glažar, PeF). V letih 2008–2009 smo bili vključeni v projekt MŠŠ in ESS "Razvoj naravoslovnih kompetenc", leta 2008 v projekt "E-kemija (MŠŠ in ESS), v letih 2004–2007 v aplikativni projekt MVŠZT in ARRS "Razvoj IKT-pripomočkov za podporo razumevanju naravoslovnih in kemijskih pojmov ter poglobljanju procesnih znanj" ter v letih 2002–2004 v aplikativni projekt MVŠZT "IKT za učenje in poučevanje kemije". Poleg domačih projektov smo bili tudi partnerji dveh odmevnih mednarodnih Leonardo da Vinci projektov: v letih 2005–2007 projekt Sloop "Sharing Learning Object in Open Perspective, v letih 2009–2011 Sloop2desc "Sharing

Learning Objects in an Open Perspective to Develop European Skills and Competences". V obeh primerih je bil nosilec projekta Inštitut za didaktične tehnologije iz Palerma v Italiji. Poleg praktičnih izkušenj smo v pripravo, zlasti multimedijskih elementov, skušali vgraditi kar največ teoretičnih spoznanj o dejavnikih, ki vplivajo na izobraževalno vrednost teh elementov.

I-učbeniki za kemijo od osnovne šole do gimnazije

Osnova za pripravo "E-učbenikov za kemijo" so bile e-enote, ki so nastale v projektu "E-kemija", saj smo že pri njihovi pripravi sledili novim učnim načrtom kemije v osnovni šoli in gimnaziji. V projektu Zavoda Republike Slovenije za šolstvo "E-učbeniki" smo videli možnost dopolnitve elektronskih kemijskih vsebin in priprave i-učbenikov za celotno vertikalno izobraževanja naravoslovja in kemije od 6. razreda osnovne šole do 3. letnika gimnazije. Zaradi novo opredeljenih smernic projekta je bilo treba obstoječe enote prilagoditi ne samo oblikovno, ampak tudi vsebinsko in didaktično. Poseben poudarek je bil na interaktivnih elementih, ki jih je bilo treba pri vseh enotah dodati, posodobiti ali preurediti. Pri tem smo zlasti pazili, da e-enote ne bi bile preveč obremenjene z multimedijskimi elementi, kar bi imelo negativen učinek na pomnjenje in učenje. Manjkajoče vsebine je bilo treba v celoti zasnovati na novo. Smernice zasnove i-učbenikov za kemijo sva na podlagi splošnih smernic projekta in teoretičnih spoznanj o e-učenju določila za vseh pet učbenikov oba urednika. K sodelovanju za pisanje enot sva povabila vse avtorje iz prejšnjih projektov. Večina avtorjev se je z veseljem vključila v projekt kljub kratkim časovnim rokom za pripravo e-enot. Nekateri avtorji so v času priprave e-enot delo v celoti ali pa deloma zavrnil, ker niso mogli slediti časovnim rokom. Problem smo reševali z novim avtorjem, nekaj enot pa smo porazdelili med ostale avtorje. Na koncu je bilo v časovno določenem roku pripravljenih vseh 170 e-enot za vseh pet i-učbenikov, 31 za 8. razred, 34 za 9. razred osnovne šole, 34 za 1. letnik, 29 za 2. letnik in 39 za 3. letnik gimnazije.

V projektu "E-kemija" so bile pripravljene kemijske enote tudi za predmet naravoslovje za 6. in 7. razred osnovne šole. Tudi te enote smo ustrezno pripravili za i-učbenik, ki še vedno nastaja, saj so se avtorji za fizikalni in biološki del vsebin predmeta naravoslovje projektu priključili kasneje. Naslovi vseh enot i-učbenikov za kemijo so po razredih oziroma po letnikih predstavljeni v preglednicah 1, 2 in 3.

6. razred	7. razred
Snovi so iz delcev	Čiste snovi in zmesi
Snovi kot surovine	Elementi in spojine
Nevarne snovi	Voda
Kamnine in minerali	Raztopine
Kamninski krog	Ločevanje zmesi
Prst	Kromatografija
	Fizikalne in kemijske spremembe
	Kemijska reakcija

Tabela 1: Naslovi e-enot kemijskega dela i-učbenika Naravoslovje

Avtorji so pripravljene e-enote oddali na portalu projekta, te sta nato pregledala urednika, ki sta enoto vrnila avtorju, če ni bila usklajena z dogovorjenimi smernicami ali vsebinsko in didaktično ni ustrezala populaciji učencev oz. dijakov. Enote, ki sta jih urednika ocenila kot ustrezne, so šle v pregled recenzentu praktiku in konzulentu z Zavoda RS za šolstvo. Recenzent praktik in konzulent sta bila zadolžena zlasti za oceno usklajenosti vsebine z učnimi načrti in ustreznosti predstavitve vsebine. Če je bila enota v skladu s smernicami projekta in z učnim načrtom, je bila zaključena in poslana v tehnično urejanje, v nasprotnem primeru je bila vrnjena avtorju za dopolnila oz. popravke.

8. razred	9. razred
Kemija - veda o snoveh	Organske in anorganske snovi
Snovi	Organske snovi so ogljikove spojine
Atomi in molekule	Različni zapisi molekul organskih spojin
Simboli in formule	Ogljikovodiki se predstavijo
Zgradba atoma	Enaki, vendar različni - izomerija
Nastanek ionov	Viri in lastnosti ogljikovodikov
Periodni sistem elementov	Reaktivnost ogljikovodikov
Ionska vez	Iz majhnega raste veliko - polimeri
Kovalentna vez	Vpliv ogljikovodikov na okolje
Polarne in nepolarne molekule	Ogljikovodiki - preverjanje znanja
Lastnosti spojin	Alkoholi - sorodniki vode
Kemijska sprememba	Od alkoholov do karboksilnih kislin
Reaktanti in produkti	Estri so naši dobri znanci

Zakon o ohranitvi mase	Poliestri
Urejanje kemijskih enačb	Maščobe se predstavijo
Eksotermne in endotermne reakcije	Lastnosti maščob in mila
Kemijska reakcija - naloge	Utrjevanje znanja
Viri elementov in spojin	Ogljikovi hidrati - mono- in disaharidi
Relativna atomska masa	Ogljikovi hidrati - polisaharidi
Glavne skupine PSE	Dušik v organskih spojinah
Kovine	Aminokisline
Nekovine	Beljakovine
Izbrani elementi	Lastnosti in funkcije beljakovin
Elementi - naloge	Sintezni poliamidi
Opredelitev kislin in baz	Sinteza najlona v laboratoriju
Kisline in baze v okolju	Utrjevanje znanja
Indikatorji	Osnovna kemijska enota - mol
Nevtralizacija in pH	Molska masa
Raztopine	Utrjevanje znanja
Kisline, baze in soli - vpliv na okolje	Vpliv svetlobe na zaznavo barve
Kisline in baze - naloge	Lastnosti predmeta in zaznava barve
	Vpliv oči in možganov na zaznavo barve
	Zaznava vonja, lastnosti dišečih spojin
	Kemijska sestava in pridobivanje eteričnih olj

Tabela 2: Naslovi e-enot i-učbenika za kemijo za 8. in 9. razred

Zaključene enote je nato pregledal lektor, na koncu pa še strokovni recenzent. Pripombe recenzentov sva pregledala urednika in jih v večini primerov tudi upoštevala. Pred potrjevanjem učbenika je enote pregledal še tehnični urednik. V času nastajanja tega prispevka so štirje e-učbeniki za kemijo že potrjeni, peti pa je oddan v potrjevanje. Vsi učbeniki so trenutno dostopni sodelujočim v pilotnem projektu *Uvajanje in uporaba e-vsebin in e-storitev* ter v projektu *Preizkušanje in uporaba e-vsebin in e-storitev*.

1. letnik	2. letnik	3. letnik
Kemija je eksperimentalna veda	Hitrost kemijskih reakcij	Ogljik, ključni element organskih spojin
Osnovni laboratorijski pripomočki	Vplivi na hitrost kemijskih reakcij	Oblika organskih molekul
Varno delo v šolskem laboratoriju	Kemijsko ravnotežje	Delitev organskih spojin
Osnove toksikologije	Izračun ravnotežnih koncentracij	Hibridizacija C-atoma
Zgradba atoma	Vpliv koncentracije na ravnotežje	Poimenovanje organskih spojin
Izotopi	Vpliv temperature in tlaka	Ogljikovodiki – vpliv izomerije na fizikalne lastnosti
Elektronska konfiguracija	Ravnotežne reakcije v industriji	Reaktivnost ogljikovodikov
Zgradba atoma in periodni sistem	Poimenovanje kislin, baz in soli	Uporaba ogljikovodikov in vpliv na okolje
Nastanek in velikost ionov	Jakost kislin in baz	Zgradba halogenoalkanov, lastnosti in pridobivanje
Poimenovanje binarnih spojin IUPAC	Konstanta kisline in konstanta baze	Reaktivnost halogenalkanov
Ionska in kovalentna vez	pH	Halogenirani ogljikovodiki in okolje
Elektronegativnost	Nevtralizacija	Alkoholi
Zapisi molekul	Titracija	Zgradba, lastnosti in dokazovanje aldehydov
Oblika molekul	Hidroliza soli	Razširjenost in reaktivnost aldehydov
Polarnost molekul	Ionske reakcije v raztopinah	Ketoni – sorodniki aldehydov
Kovinska vez	Oksidacija in redukcija	Keto-enolna tautomerija
Molekulske vezi	Urejanje enačb redoks reakcij	Zgradba in lastnosti karboksilnih kislin
Vodikova vez	Galvanski členi	Pridobivanje karboksilnih kislin

Zgradba in lastnosti trdnih snovi	Redoks vrsta	Reaktivnost karboksilnih kislin
Množina snovi	Elektroliza	Derivati karboksilnih kislin
Kemijsko računanje	Količina izločene snovi	Ogljikovi hidrati – oligosaharidi in polisaharidi
Prostornina plinov	Področja v periodnem sistemu	Lipidi – zgradba, delitev in lastnosti
Splošna plinska enačba	Priprava koordinacijskih spojin	Umiljivi in neumiljivi lipidi
Enačba kemijske reakcije	Koordinacijske spojine	Lipidi – pomen za organizme
Kvantitativni pomen kemijske reakcije	Nekatere pomembne kovine	Površinsko aktivna sredstva
Energijske spremembe	Aluminij	Utrjevanje znanja o kisikovih organskih spojinah
Izračun standardnih reakcijskih entalpij	Uporaba NH_3 , NaOH in CaCO_3	Amini so organske baze
Alkalijske kovine	Tehnološko pomembne kisline	Amini so nukleofili
Halogeni	Moderne tehnologije	Aminokisline - molekule življenja
Raztopine		Primarna in sekundarna zgradba proteinov
Masni delež		Pomen proteinov za življenje
Koncentracija raztopin		Kako se zdravo prehranjevati
Pretvarjanje sestave raztopine		Polimeri so povsod okoli nas
Razredčevanje, koncentriranje in mešanje raztopin		Pridobivanje polimerov
Pomen raztopin		Kemijska zgradba in obarvanost spojin

		Pomen naravnih barvil v fizioloških procesih
		Skupine naravnih barvil

Tabela 3: Naslovi e-enot i-učbenikov za 1., 2. in 3. letnik gimnazije

Struktura e-učne enote

Vsebina i-učbenikov za kemijo je s kazalom strukturirana po vsebinskih sklopih in v celoti pokriva učni načrt za osnovno šolo in za gimnazijo. Vsak vsebinski sklop združuje e-učne enote, ki smiselno pokrivajo vsebino za najmanj eno in največ tri šolske ure. Z vsemi i-učbeniki smo pokrili 353 ur kemije. Učitelj pri izvedbi pouka lahko uporablja posamezne dele e-učnih enot, učenci in dijaki pa lahko i-učbenik uporabljajo za samostojno učenje, ker so enote napisane jasno, razčlenjene na manjše podenote za postopno pridobivanje znanja, ponavljanje, utrjevanje in preverjanje znanja. Avtorji so se trudili vključiti primerno število interaktivnih elementov, ki učence in dijake spodbujajo k radovednosti, dejavnosti in ustvarjalnosti. Vsaka e-učna enota ima naslednjo strukturo:

- **Naslov:** ta je čim krajši, ki mu lahko sledi podnaslov.
- **Uvod:** v uvodu se predstavi problem oz. vsebina e-učne enote v obliki motivacije. Motivaciji sledi naloga ali več, s katerimi preverimo potrebno predznanje za razumevanje novih vsebin e-učne enote.
- **Jedro:** je namenjeno usvajanju novih znanj. V jedru uporabniki pridobivajo nove pojme, pridobivajo spretnosti in veščine ter izvajajo dejavnosti. Nekatere enote vsebujejo tudi nekatere pojme, ki presegajo učni načrt. Te vsebine so v enotah posebej označene in omogočajo zahtevnejšim dijakom nadgradnjo posameznih vsebin.

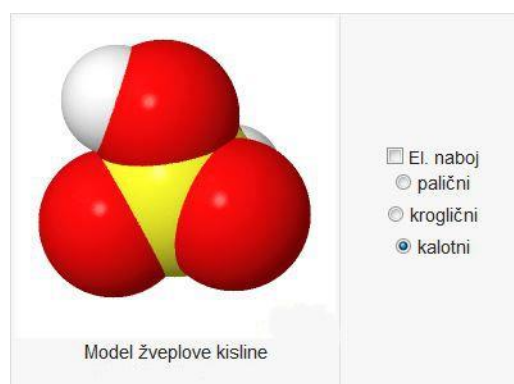
Z vzorčnimi nalogami sproti preverjajo in utrjujejo, ali so učno vsebino razumeli in ali dosegajo postavljene cilje. V jedru je dovolj zgledov in primerov nalog, ki se nanašajo na vsebino e-učne enote.

- **Zaključek:** vsebuje kratek povzetek in nabor nalog za utrjevanje in ponavljanje. Naloge so razdeljene v tri težavnostne stopnje: zelene se nanašajo na minimalne standarde znanj, modre preverjajo doseganje temeljnih znanj, rdeče predvidevajo zahtevnejša znanja iz učnih načrtov.
- **Viri:** seznam virov, uporabljenih pri pisanju enote, predvsem za slikovno gradivo.

V novem učnem načrtu za kemijo je močno poudarjena uporaba vizualizacijskih orodij, kar so lahko avtorji v največji možni meri uresničili v okviru možnosti, ki jih je omogočal program za pripravo e-enot eXeCute. Učne enote zato vključujejo bogato

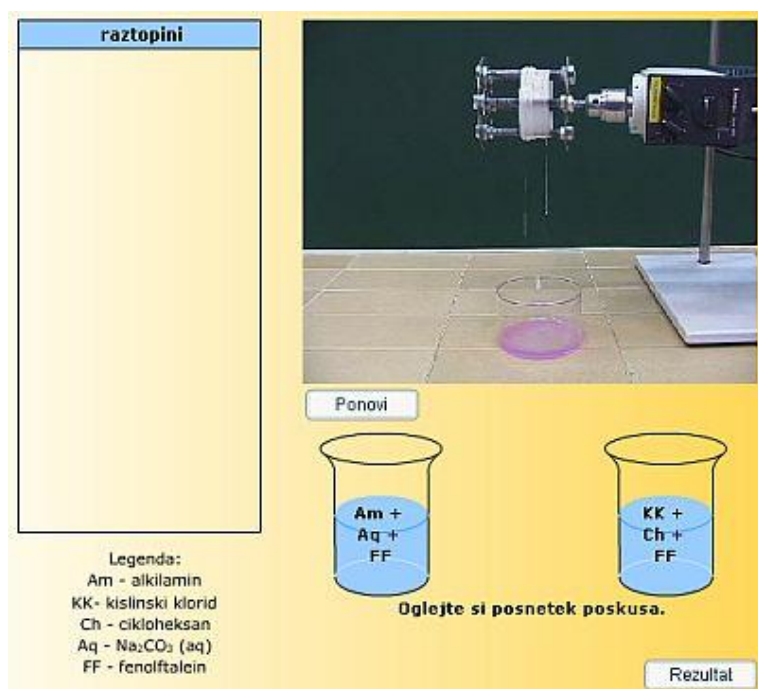
slikovno gradivo, video posnetke poskusov za prikaz kemijskih sprememb na makroskopski ravni, animacije za razlago procesov na delčni ravni, interaktivne grafe, tabele in navidezne 3D-modele molekul in kristalov z možnostjo prikaza razporeditve elektrostatskega potenciala (elektronske gostote) na površini molekul.

V enote je vgrajena tudi vrsta nalog na različnih stopnjah težavnosti in interaktivnosti za sprotno preverjanje razumevanja z več možnimi odgovori, enim samim pravilnim odgovorom ter naloge dopolnjevanja besedil. Uporabljeni so tudi apleti in didaktične igre, ki spadajo med elemente z visoko stopnjo interaktivnosti. V to stopnjo interaktivnosti uvrščamo tudi interaktivne 3D-modele molekul in kristalov, ki so ena najpomembnejših pridobitev i-učbenikov za kemijo, saj je dobro razvita vizualna predstava ključnega pomena za lažje razumevanje abstraktnih kemijskih in naravoslovnih pojmov, slika 1.



Slika 1: 3D-model molekule žveplove kisline z možnostjo prikaza elektrostatskega naboja in različne možnosti prikaza atomov. Model je mogoče premikati v navideznem prostoru.

Interaktivni 3D-modeli molekul omogočajo submikroskopsko vizualizacijo struktur in s tem razvijajo tridimenzionalno predstavo o zgradbi molekul, dolžini vezi, kotih. Omogočajo vpogled v razporeditev elektronske gostote na površini molekul in s tem olajšajo razumevanje reaktivnosti spojin. Nekatere vsebine i-učbenikov so zasnovane tudi tako, da učenec/dijak prek interaktivnih elementov sam ugotavlja določene zakonitosti, slika 2.



Slika 2: Uspešno izpeljana sinteza najlona v navideznem laboratoriju*

*Učenci in dijaki v navideznem laboratoriju ob samostojni izbiri reagentov, pripravi raztopin in mešanju raztopin spoznavajo zakonitosti sinteze najlona.

172

Prve izkušnje uporabe i-učbenika za kemijo

V šolskem letu 2013-14 poteka projekt Preizkušanje in uporaba e-vsebin in e-storitev. Rezultati tega projekta bodo znani po zaključku projekta. Na gimnaziji Ptuj pa smo se sami odločili in začeli uporabljati i-učbenik za kemijo v 1. letniku. Dijaki imajo pri pouku kemije in za učenje doma na voljo tablične računalnike. Prve izkušnje kažejo, da je vsako načrtovano uro težko izpeljati zaradi tehničnih težav, kot je nedostopnost omrežja. To težavo bo sicer mogoče odpraviti, ko si bodo dijaki lahko i-učbenike prenesli na svoje prenosne naprave. Težava je tudi ta, da je delo 32-tih dijakov težko nadzirati. Dostop do spleta je zelo mamljiv za tiste manj motivirane dijake, ki kaj hitro pozabijo na kemijo in začnejo brskati po svojih priljubljenih spletnih naslovih ali klepetalnicah. Vendar pa z dijaki 1. letnika do sedaj v zvezi s tem še ni bilo težav, saj jih je učbenik pritegnil k delu. Pozitivna izkušnja je zlasti, da dijaki z veseljem naredijo vse naloge in se zelo trudijo, da bi bili njihovi odgovori čim bolj zeleni (pravilni). Po polovici leta uporabe i-učbenikov pri kemiji smo dijake prosili, da navedejo dobre in slabe lastnosti uporabe i-učbenika. Sedemindvajset dijakov od

dvaintridesetih je anonimno napisalo svoje mnenje o uporabi i-učbenikov. Njihovo splošno mnenje je pozitivno.

Kot prednosti uporabe i-učbenika pa navajajo:

- Vsi učbeniki so zbrani v tablici, torba je zato lahko manjša in lažja.
- Pregledno kazalo, preglednejši učbenik, pregledna vsebina v povzetku.
- Učenje z i-učbenikom je zanimivejše.
- Zaradi gibajočih slik, apletov, 3D-modelov in animacije imajo dijaki boljšo predstavo o učnih vsebinah.
- Veliko interaktivnih vaj in primerov omogoča utrjevanje znanja.
- Pri reševanju nalog dobijo takojšen odziv in tudi namig.
- I-učbenik je dostopen povsod, doma, v šoli, na potovanju. Dijaki sami prepoznajo, da je takšen učbenik lažje posodabljati in popravljati napake.

Kot slabosti i-učbenika dijaki navajajo:

- Občasna nedostopnost interneta oziroma slabo delovanje interneta, ki upočasni delo z i-učbenikom.
- Pogosto je treba polniti baterije tabličnega računalnika.
- Nekateri se lažje učijo iz klasičnega učbenika, ker je lažje listanje, enostavno označevanje strani, učbenik je takoj pri roki. Pri delu z i-učbenikom je treba najprej vklopiti računalnik oz. tablico.
- Pri delu z i-učbenikom nekateri navajajo težave z gledanjem v zaslon.
- Dijaki opozarjajo, da hitro podležejo drugim stranem interneta, tako med učenjem kot tudi pri pouku.

Trenutne izkušnje z uporabo i-učbenika so pozitivne. Možnosti, ki jih nudi e-učbenik, so koristne za učitelja pri razlagi pojmov kot tudi za dijake, da te pojme z uporabo i-učbenikov utrdijo in jih tako lažje razumejo. Učitelju je prepuščeno, koliko bo i-učbenik uporabljal in do katere mere ga bo izkoristil. Dijaki pa imajo možnost, da vsebine kemije prebirajo in se učijo na neklasičen način, z večjo lastno dejavnostjo.

Zaključki

Če vrednotimo i-učbenike zgolj kot učbenike in jih primerjamo s tiskanimi različicami učbenikov za kemijo, lahko trdimo, da je projekt dosegel zastavljene cilje. Vsi elementi, ki so v klasičnih učbenikih statični ali niso vključeni, so v elektronski različici dinamični in nekateri interaktivni. Namesto zgolj slik in opisov poskusov lahko učenci in dijaki opazujejo posnetke poskusov, namesto slik modelov molekul

in kristalov imajo možnost uporabljati interaktivne navidezne modele, namesto grafičnih predstavitev reakcijskih shem so te predstavljene kot animacije. K bistveni prednosti i-učbenikov v primerjavi s tiskanimi različicami prispevajo interaktivne naloge za sprotno preverjanje razumevanja kemijskih pojmov in procesov, ki usmerjajo in spodbujajo proces učenja. Prepričani smo, da bo široka dostopnost i-učbenikov na začetku spodbudila njihovo uporabo, saj bo za učence in dijake predstavljala novost, prilagojeno njihovi navdušenosti nad sodobno komunikacijsko tehnologijo, kot so tablični računalniki, pametni telefoni, i-podi in podobno. Vendar izkušnje učijo, da bo začetno navdušenje prej ali slej popustilo, saj vse naše raziskave kažejo, da spadajo učbeniki, tako elektronski kakor tudi klasični, med manj popularno učno gradivo in še vedno je učiteljeva razlaga tista, ki učence in dijake najbolj prepriča (Vrtačnik, Juriševič in Ferk Savec, 2010). Nadaljnja usoda e-učbenikov bo zato najprej in najbolj odvisna od učiteljev in njihove iznajdljivosti pri vključevanju e-enot v pouk kemije.

Vendar moramo biti tudi realistični in priznati, da kakovost multimedijskih elementov v i-učbenikih in njihova didaktična izvedba ne sledita povsem razvoju na tem področju v svetu. Interaktivnost i-učbenikov je zagotovljena predvsem s programom eXeCute. Multimedijski elementi praviloma niso interaktivni, saj ne omogočajo vstopanja v procese animacij, simulacij, molekulskega modeliranja, spreminjanja poteka procesa in ne podpirajo integracije znanja, kot je to značilno npr. za program Molecular Workbench, *Visual Interactive Simulations for Teaching and Learning Science* (<http://mw.concord.org/modeler/download.html>). Tudi zgolj opazovanje poskusov ne predstavlja bistvenega didaktičnega napredka, če uporabnik nima možnosti samostojnega načrtovanja eksperimentov, postavljanja hipotez in njihovega preverjanja. Tak pristop omogočajo virtualni kemijski laboratoriji, ki so predpriprava na laboratorijsko delo ali celo nadomestilo pravega dela v laboratorijih. Glede na dejstvo, da se pri urah kemije vedno manj izvajajo eksperimenti, zlasti kvantitativni, bi bil virtualni kemijski laboratorij dobrodošla dopolnitev pouka kemije. V njem učenci in dijaki sicer ne bi pridobivali eksperimentalnih spretnosti, razvijali pa bi lahko elemente raziskovalnega pristopa in s tem višje kognitivne sposobnosti.

Urednika zato upava, da se s projektom E-učbeniki ne bo končalo iskanje in razvijanje novih možnosti uporabe IKT v šolah. Morda bi kazalo združiti znanje in izkušnje in za naravoslovje pripraviti program po zgledu Molecular Workbench ali virtualnih laboratorijev (Jones in Tasker, 2002). Izzivov je veliko, treba bo le zagotoviti finančna sredstva. Zavedati se namreč moramo, da je vlaganje v mlade vlaganje v našo skupno prihodnost.

Viri

1. Barnea, N. (1997). The use of computer-based analog models to improve visualization and chemical understanding. In *Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education*. Edited by Gilbert, J. K. Reading : University of Reading, Faculty of Education and Community Studies, 145-161.
2. Barton, R. (2005). Supporting teachers in making innovative changes in the use of computer-aided practical work to support concept development in physics education, *International Journal of Science Education*, 27, 345–365.
3. Betrancourt, M. in Tversky, B. (2001). Effect of computer animation on users' performance: A review, *Travail Humain*, 63, 311-329.
4. Caballe, S. in Xhafa, F. (2010). CLPL: Providing software infrastructure for the systematic and effective construction of complex collaborative learning systems, *Journal of Systems and Software*, 83, 2083–2097.
5. Canning, D. R. in Cox, J. R. (2001). Teaching the structural nature of biological molecules: molecular visualization in the classroom and in the hands of students. *Chemistry Education and Practice in Europe*, 2, 109-122.
6. Chang, H. Y. (2013). Teacher guidance to mediate student inquiry through interactive dynamic visualizations. *Instructional Science*, 41, 895-920.
7. Chang, H. Y. in Linn, M. C. (2013). Scaffolding learning from molecular visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 858-886.
8. Chien, Y. T. in Chang, C. Y. (2012). Comparison of Different Instructional Multimedia Designs for Improving Student Science-Process Skill Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 106-113.
9. Donnelly, D., McGarr, O. in O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice, *Computers & Education*, 57, 1469–1483.
10. Dori, Y. J. In Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modeling: fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology and Society*, 4, 61-74.
11. Falvo, D. A. in Suits, J. P. (2009). Gender and Spatial Ability and the Use of Specific Labels and Diagrammatic Arrows in a Micro-level Chemistry Animation. *Journal of Educational Computing Research*, 41, 83-102.
12. Ferik Savec, V., Vrtačnik, M., Blejec, A. in Gril, A. (2003). Students' understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*, 25, 1227-1245.

13. Ferk Savec, V., Vrtačnik, M. in Gilbert, J. K. (2005). Evaluating the educational value of molecular structure representations. V: GILBERT, John K. Visualization in science education, (Models and modeling in science education, Vol. 1). Dordrecht: Springer, 269-300.
14. Ferk Savec, V., Vrtačnik, M., Gilbert, J. K. in Peklaj, C. (2006). In-service and pre-service teachers' opinion on the use of models in teaching chemistry. *Acta Chimica Slovenica* [Tiskana izd.], 53, 381-390.
15. Gomez, M. S. (2005). Antecedents of the educational value "tolerance", *Revista Espanola de Pedagogia*, 63, 223-238.
16. Hamilton, M. (2009). Putting words in their mouths: the alignment of identities with system goals through the use of Individual Learning Plans. *British Educational Research Journal*, 35, 221 – 242.
17. Hatsidimitris, G. in Kalyuga, S. (2013). Guided self-management of transient information in animations through pacing and sequencing strategies. *ETR&D- Educational Technology Research and Development*, 61, 91-105.
18. Hoeffler, T. N. in Schwartz, R. N. (2011). Effects of pacing and cognitive style across dynamic and non-dynamic representations. *Computers & Education*, 57, 1716-1726.
19. Hyde, R. T., Shaw, P. N., Jackson, D. E. in Woods, K. (1995). Integration of molecular modelling algorithms with tutorial instruction. *Journal of Chemical Education*, 72, 699–702.
20. Jones, L. in Tasker, R. (2002). Bridging to the Lab. *Journal of Chemical Education*, 79, 679. On-line <http://bcs.whfreeman.com/bridgingtothelab/>
21. Lai, F. Q. in Newby, T. J. (2012). Impact of static graphics, animated graphics and mental imagery on a complex learning task. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28, 91-104.
22. Linn, M. in Eylon, B. S. (2011). *Science Learning and Instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration..* New York, NY: Routledge, 360 pp.
23. Lin, H. F. (2011). Facilitating Learning from Animated Instruction: Effectiveness of Questions and Feedback as Attention-directing Strategies. *Educational Technology & Society*, 14, 31-42.
24. Rebetez, C., Betrancourt, M., Sangin, M. in Dillenbourg, P. (2010). Learning from animation enabled by collaboration. *Instructional Science*, 38, 471-485.

25. Rezaei, M. R., Nazarpour, M. in Emami, A. (2011). Challenges of information and communication technology (ICT) in education, *Life Science Journal -ACTA Zhengzhou University overseas edition*, 8, 595–598.
26. Ryoo, K. in Linn, M. C. (2012). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis? *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 218-243.
27. Scheiter, K. in Gerjets, P. (2010). Cognitive and socio-motivational aspects in learning with animations: there is more to it than 'do they aid learning or not'. *Instructional Science*, 38, 435-440.
28. Spanjers, I. A. E., van Gog, T., Wouters, P. in van Merriënboer, J. J. G. (2012). Explaining the segmentation effect in learning from animations: The role of pausing and temporal cueing. *Computers & Education*, 59, 274-280.
29. Tversky, B., Morrison, J. B. in Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247-262.
30. Vrtačnik, M. in Ferk Savec, V. (2009). Kako razvijati e-gradiva z dodano vrednostjo? How could value-added e-units be developed?. V: OREL, Mojca (ur.). *Nova vizija tehnologij prihodnosti*. Ljubljana: Evropska hiša, 225–236.
31. Vrtačnik, M., Juriševič, M. in Ferk Savec V. (2010). Motivational profiles of Slovenian high school students and their academic performance outcomes. *Acta Chimica Slovenica*, 57, 733-740.
32. Vrtačnik, M., Dolničar, D., Schlamberger, N. in Svoljšak, Š. (2012). Response of Slovene Informatics Teachers to the EUCIP On-line Course. *Computer Technology and Application*, 3, 268-278.
33. Walker, J.M.T. (2008). Looking at teacher practices through the lens of parenting style, *Journal of Experimental Education*, 76, 218-240.
34. Windschitl, M., Thompson, J. in Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.
35. Wu, H. C. Chang, C. Y., Chen, C. L. D., Yeh, T. K. in Liu, C. C. (2010). Comparison of Earth Science Achievement Between Animation-Based and Graphic-Based Testing Designs. *Research in Science Education*, 40, 639-673.
36. Yang, Hao (2012). ICT in English schools: transforming education? *Technology Pedagogy and Education*, 21, 101–118.
37. Zhang, Z. H. in Linn, M. C. (2013). Learning from Chemical Visualizations: Comparing generation and selection. *International Journal of Science Education*, 35, 2174-2197.

38. Žagar, R. (2013). Učenje s pomočjo e-enot. Diplomsko delo, Pedagoška fakulteta v Ljubljani, 85 str.

Evalvacija i-učbenikov za matematiko v OŠ

Evaluation of mathematics i-textbooks at elementary and secondary level

Alenka Lipovec, Jožef Senekovič, Samo Repolusk

V prispevku predstavimo šest pedagoških eksperimentov, ki so evalvirali i-učbenika za matematiko v 4. in 5. razredu. Evalvacija je potekala na različnih matematičnih vsebinah z naslednjih področij: aritmetika (številski izrazi z oklepajem), geometrija (obseg), merjenje (masa in čas; pretvarjanje) in obdelava podatkov (zbiranje in predstavljane podatkov). V raziskavi so sodelovali 204 učenci (N = 204). Rezultati kažejo, da so bili dosežki učencev v vseh eksperimentalnih skupinah boljši od dosežkov učencev v primerjalnih kontrolnih skupinah. V nekaterih skupinah je razlika celo statistično značilna. Dodatno rezultati enega izmed pedagoških eksperimentov (N = 49) kažejo, da je znanje učencev, ki so uporabljali i-učbenik, boljše od znanja učencev kontrolne skupine tako na deklarativnem in proceduralnem kot na konceptualnem in problemskem tipu znanja.

Ključne besede: pouk matematike, i-učbenik, e-učna gradiva, interaktivnost, pedagoški eksperiment

The paper presents the results of six pedagogical experiments evaluating i-textbooks for mathematics in 4th and 5th grade. The evaluation was carried out on various mathematical topics in the following areas: arithmetic (numeric expressions with parentheses), geometry (perimeter), measurement (weight and time; relationships between measurement units) and data processing (data collection and presentation). 204 students were included in the survey (N = 204). The results demonstrate that the achievements of pupils in all experimental groups surpass the performance of students in comparable control groups. In some groups, the difference is statistically significant. Additionally, the results of one pedagogical experiment (N = 49) show that the knowledge of students who have the applied i-textbook is superior to the mathematical achievements of the pupils in the control

group in both declarative and procedural as well as conceptual and problem solving-types of knowledge.

Key words: mathematics instruction, i-textbooks, e-learning materials, interactivity, pedagogical experiment

Uvod

Več raziskav potrjuje domnevo, da v povprečju učenci, ki imajo dostop do računalnika v šoli, odstopajo od učencev, ki tega dostopa nimajo; pri čemer pa se učni dosežek učencev zaradi uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) ne spremeni (izboljša) bistveno, prednosti so vidne predvsem v povečani motivaciji in samostojnejšem učenju (PISA 2006; SITES 2007; TIMSS 2007). Nekatere raziskave s področja matematike v Sloveniji so empirično že potrdile pozitiven učinek e-učnega medija na odnos učencev do matematike (npr. Antolin, 2009). Primarni namen izdelovalcev e-učnih gradiv, ki so bila osnova i-učbenikov, ostaja pridobivanje matematičnega znanja, tj. kognitivni vidik (Lipovec, Kobal in Repolusk, 2007).

Z uvajanjem IKT v poučevanje se srečamo z mnogimi problemi. To še posebej velja za učence na razredni stopnji, saj potrebujejo dosti (veliko) podpore in nadzora. Poleg tega ima učilnica pogosto samo en računalnik ter omejeno programsko opremo in čas, namenjen poučevanju spretnosti, ki so potrebne za uporabo računalnika (Higgins, Packard, in Race, 1999, str. 5). Zavedati se je treba tudi, da je "usposabljanje učiteljev in redno dopolnjevanje njihovega IKT-znanja in spretnosti zelo pomembno pri integraciji tehnologije v dnevno izobraževalno prakso" (Japelj in Čuček, 2000, str. 113). Srečamo se torej s problemom, da imamo po eni strani veliko možnosti za vključevanje IKT v pouk, po drugi strani pa je prisoten strah učiteljev pri uporabi nove tehnologije, težavi sta še slaba opremljenost šol z IKT, premalo časa za uvajanje novih vsebin idr. Prav tako se na trgu pojavlja ogromna količina novih e-učnih gradiv, ki pa niso nujno kakovostna ali v skladu z učnimi načrti.

Splošne smernice za poučevanje z e-učnimi gradivi se ne razlikujejo od splošnih smernic za poučevanje s tradicionalnimi učnimi gradivi (tiskanimi gradivi in materiali). Pri obojih je namreč izbira primerne poučevalnega pristopa najprej odvisna od izobraževalnih ciljev, ki jih želimo doseči (Repolusk, 2009, str. 193).

V tem prispevku bomo i-učbenik opredelili kot e-učbenik, v katerem konceptualno prevladujejo (smiselno vključeni) interaktivni učni gradniki z visoko stopnjo interaktivnosti. Konceptualna vsebovanost je definirana kot prirejanje med pojmom in konceptualnim apletom. Bistvena razlika med e- in i-učbenikom je torej v stopnji vključene interaktivnosti, pri čemer interaktivnost razumemo (Repolusk, Zmazek, Hvala in Ivanuš Grmek, 2010) kot lastnost kontroliranega procesa komunikacije, ki vsebuje vsaj dve različni povratni zanki, ki sta potencialno večkrat izvedljivi.

I-učbenik predstavlja kot vir poučevanja za učitelje nov izziv. Ker v slovenskem šolskem prostoru do sedaj ni bil evalviran, je preverjanje vpliva na kognitivno domeno pri učencih potrebno. Namen evalvacije je izmeriti vpliv i-učbenika za matematiko na raven znanja šolske matematike.

Metodologija

Izveden je bil enofaktorski pedagoški eksperiment z eno modaliteto (uporaba i-učbenika za matematiko). Eksperimentalna in kontrolna skupina sta bili izpostavljeni uvodnemu in končnemu (preizkusu znanja. Razlike v znanju in odnosu bodo izmerjene z metodami deskriptivne in inferenčne statistike. Tabela 1 natančneje prikazuje strukturo vzorca ter uporabljene enote v i-učbeniku.

Pedagoški eksperiment	Razred	Sklop/vsebina	N Eksperimentalna skupina	N Kontrolna skupina	N Skupaj
A	4.	Aritmetika – Številski izrazi http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat4/106/index.html http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat4/107/index.html	23	26	49
B	5.	Druge vsebine – Obdelava podatkov http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/749/index.html http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/750/index.html http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/751/index.html	22	20	42
C	5.	Geometrija – Obseg http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/759/index.html	20	19	39
D	5.	Merjenje – Količine http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/707/index.html	17	17	34
E	4.	Merjenje – Masa, čas http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat4/555/index.html http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat4/86/index.html	20	20	40
Skupaj			102	102	204

Tabela 1: Struktura vzorca in uporabljene enote

V pedagoškem eksperimentu smo uporabili e-učna gradiva, ki so del i-učbenika v sklopu projekta *E-učbeniki s poudarkom naravoslovnih predmetov v osnovni šoli* (2011-2014). Naloge uvodnega preizkusa znanja so bile povzete po TIMSS 2003, naloge končnega preizkusa znanja pa so bile izdelane z namenom merjenja poučevanih vsebin in so bile zaradi zagotavljanja objektivnosti povzete po učbenikih za 4. in 5. razred (Japelj Pavešić in Keršič, 2008; Japelj Pavešić, Keržič in Kukovič, 2009), ki jih na nobeni izmed izbranih šol ne uporabljajo. V poskusu A smo se dodatno osredotočili na tipe/taksonomije znanja, ki jih i-učbeniki posebej učinkovito razvijajo. V ta namen smo naloge končnega preizkusa oblikovali tako, da so pokazale naslednje tipe: deklarativno znanje, konceptualno znanje, proceduralno znanje in problemsko znanje.

Pouk v eksperimentalni skupini je potekal 5-9 ur, odvisno od velikosti evalviranega sklopa. Kontrolna skupina je delala po enaki časovni razporeditvi, le da je učiteljica uporabljala vire, ki bi jih tudi sicer. V eksperimentalni skupini so poučevale študentke programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze v Mariboru, v kontrolni skupini pa njihove razredne učiteljice. Kot bistveni omejitvi raziskav navajamo slabšo opremljenost šol, ki so vključene v evalvacijo, in različna učitelja v eksperimentalni in kontrolni skupini. Nobena izmed šol ni opremljena s tablicami in čeprav so na voljo računalniške učilnice, so se težave z internetom kar vrstile. Dodatno se zavedamo, da imajo učitelji na vzdušje v razredu in posledično odprtost učencev za učenje vsaj tako velik vpliv kot tip učbenika (tiskan/interaktiven).

Dan eksperimenta	Eksperimentalna skupina
1. dan	20 min uvodni preizkus znanja 25 min učna vsebina: zavihki: Številski izrazi 45 min učna vsebina: zavihki: Zapišimo račun, Enakovredne operacije Pripomočki: projektor, internetna povezava, interaktivna tabla
2. dan	45 min učna vsebina (računalniška učilnica) Zavihki: Številski izrazi/Naloge (izbrane naloge)
3. dan	45 min učna vsebina Zavihki: Naloge (6, 9, 13 in 14) Oklepaj, Zapišimo račun, Izračunajmo račun, Vrstni red računanja Pripomočki: projektor, internetna povezava, interaktivna tabla

4. dan	45 min učna vsebina (računalniška učilnica) Zavihki: Oklepaj/Naloge
5. dan	45 min učna vsebina Pregled naloge Oklepaj/Naloge (2, 9, 10, 13 in 14) Zavihek: Številski izrazi/Povzetek Oklepaj/Povzetek
6. dan	45 min končni preizkus znanja

Tabela 2: Časovni raspored pedagoškega eksperimenta (skupina A)

V nadaljevanju bomo predstavili učna gradiva, ki smo jih uporabili v pedagoškem eksperimentu B in ob tem opisali potek učne ure. Za podrobnejši opis tega eksperimenta smo se odločili, ker je pri njem prišlo do največjih odstopanj od načrtovanja predvsem v delu, ki je predvideval urjenje v računalniški učilnici. Ker na šoli ni delovala internetna povezava, se je namesto diferenciranega pouka, ki ga omogočajo nivojske naloge v i-učbeniku, izvajalo vodeno urjenje in utrjevanje ob projektorju.

Podaljšan čas obravnave vsebin z uporabo i-učbenika v pedagoškem eksperimentu B bi lahko pojasnili tudi z naslednjo domnevo, ki jo je na podlagi svojih in tujih raziskav formuliral Mason (1995, v Povey in Ransom, 2000, str. 55): "Animirane podobe lahko v posebnih primerih morda skrajšajo potreben čas za ponazoritev in predstavitev neke matematične ideje, vendar lahko po drugi strani sorazmerno podaljšajo čas za izgradnjo novega znanja. Z drugimi besedami: elektronski prikazovalniki lahko izboljšajo učenje, vendar ga po drugi strani ne delajo časovno manj zahtevnega." V luči te ugotovitve so zato odstopanja od načrtovanih časovnih okvirjev pri uporabi i-učbenikov pričakovana. Zaradi tega se lahko tudi rezultati izboljšanja znanja v takšni skupini pokažejo po daljšem časovnem obdobju. S tem bi lahko pojasnili tudi boljše znanje učencev v končnem preizkusu znanja v eksperimentalni skupini eksperimenta B glede na kontrolno skupino, ki pa zaradi potrebe po daljši časovni obravnavi ni pokazalo statistično značilne razlike.

V eksperimentu B so učenci predelali tri zaokrožene vsebinske sklope:

- beleženje štetja (črtni zapis, zapis štetja s pikami in črtami), podatki (številski in opisni), urejanje podatkov (abecedna, števska vrsta), razvrščanje podatkov;
- preglednice, prikaz s stolpci (slikovni prikaz), prikaz z vrsticami;
- tortni prikaz, deli celote, celota, branje podatkov.

Z učenci smo se v fazi uvajanja pogovarjali, kaj vidijo na sliki (promet) in kako bi najlažje šteli promet. Najpogostejši odgovori učencev so bili: tako, da štejemo ena,

dve, tri ..., nekdo je predlagal zapis s črticami. Učencem je izvajalka (šudentka programa Razredni pouk) pokazala primer, kako lahko lažje preštejemo večjo količino podatkov (s črtnim zapisom in zapisom štetja s črtami in pikami).

Vodeno so rešili naloge, ki so sledile po e-učnih gradivih. Po mnenju izvajalke učencem snov ni povzročala težav. V nadaljevanju učne ure je potekal voden pogovor o kategorizaciji podatkov na opisne in številske. Poskušali so rešiti naloge v i-učbeniku (slika 2), pri tem pa jim je razvrščanje povzročalo nekaj težav. Omenjeno kategorizacijo je redko zaslediti v običajnih virih in spada med težje vsebine.

V vodenem pogovoru so se učenci seznanili s pojmom številska in abecedna vrsta in urejali podatke po skupnih lastnostih (slika 3). Čeprav je bilo načrtovano, da bo še naslednjih pet strani i-učbenika obravnavanih v prvi učni uri, jim je tukaj zmanjkalo časa.

Beležimo štetje

Številne pojave v vsakdanjem življenju raziskujemo s štetjem teh pojavov. Štejemo avtomobile na prometni cesti, glasove na volitvah, število potnikov na letališču ...

Črtni zapis

Zapis štetja s črtami in pikami



V prometu štejemo vozila, da ugotovimo prometno obremenjenost ceste.



Beležimo štetje

Ponovitev

1. S pomočjo črtnih oznak razporedi 12 likov glede na barvo in glede na število oglišč.

Naslednji

1/12		

2. S pikami in črticami do 10 prikaži števila 33, 48 in 57.

Število 33

Število 48

Število 57

3. Katera števila so prikazana? Dopolni.

				36		:	
						:	
				:		:	

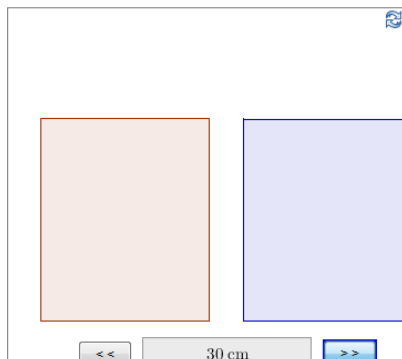
Predloži

Slika 1: 1. Učna ura: Beležimo štetje (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/749/index.html>)

Podatki

PODATEK je dejstvo, ki nam o določeni stvari, osebi ali dogodku, nekaj pove.

S pritiskanjem na gumba se bodo med njima izpisovali podatki. Te podatke razporedi tako, da bodo na levi strani podatki, ki jih dobiš z **merjenjem**, **tehtanjem** ali **preštevanjem**, na desni pa taki, ki jih lahko le **opišeš z besedami ali pa našteješ**.



Številске podatke dobimo z merjenjem. Z njimi lahko tudi računamo in jih primerjamo po velikosti. Opisne podatke izražamo z besedami. Včasih je opisni podatek izražen tudi s številom.

Zgled

Kateri podatek je številski?

- ☐ Marko je zaslužil 1000 €.
- ☐ Poštna številka Ljubljane je 1000.

Zgled

Kako dobimo zapisane podatke? Pravilno poveži pare.

tehnica	Spusti tu	30 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$
oko	Spusti tu	26 kg
ravnilo	Spusti tu	rdeča, modra ...
radar	Spusti tu	20 °C
termometer	Spusti tu	13 cm

Število napačnih: 0

Slika 2: 1. učna ura: Podatki (vir:

<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/749/index1.html>)

Urejanje podatkov

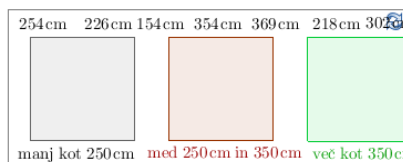
Številska vrsta

Kako bi bolj pregledno zapisal spodnje rezultate skokov v daljino? 254 cm, 226 cm, 154 cm, 354 cm, 369 cm, 218 cm, 302 cm

Od manjšega k večjemu

Od večjega k manjšemu

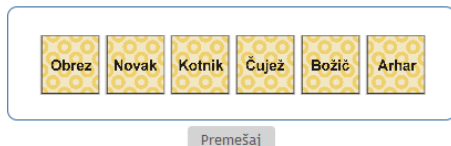
Dolžine skokov razvrsti še v zahtevane skupine.



Števila, urejena po velikosti, tvorijo **številsko vrsto**.

Abecedna vrsta

Uredi priimke po abecednem (slovaropisnem) vrstnem redu.

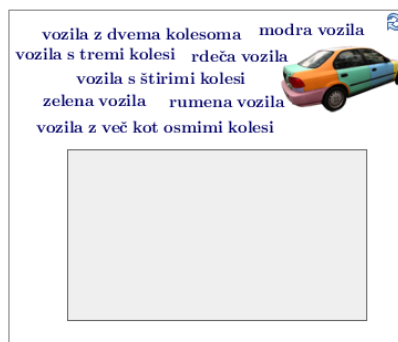


Podatki, ki so urejeni po abecedi, tvorijo **abecedno vrsto**.

Da se bolje znajdemo, podatke razvrščamo v skupine po nekih lastnostih. Podatek vedno postavimo le v eno skupino.

Zgled

Vozila bi lahko razporedili glede na število koles vozila, glede na barvo, znamko avtomobila ... Odloči se za **najustreznejšo** kategorijo in podatke premakni v okvir.



Zgled

Katere kategorije bi izbrali, če bi ugotavljali najljubšo hrano v razredu?

- ☐ Sladkarije, slani prigrizki, sadje.
- ☐ Papirnata embalaža, plastična embalaža.



Slika 3: 1. učna ura: Urejanje podatkov (vir:

<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/749/index2.html>)

Na začetku druge učne ure so ponovili, kaj so se prejšnjo uro naučili, in nadaljevali po e-učnih gradivih z razvrščanjem podatkov. Pogledali so nalogo, kjer je bilo treba podatke razvrstiti po razredih (slika 4). Študentka je z metodo razgovora učencem pojasnila, da si pri razvrščanju številskih podatkov pogosto pomagamo z razvrščanjem v enako široke razrede, kar so učenci uzavestili z nalogo desno zgoraj (slika 4). Za ponovitev so rešili spodnjo nalogo. Učencem je razvrščanje po razredih povzročalo težave. Tudi kasneje, ko so reševali naloge, tega večina učencev ni znala. Ko so nalogo rešili, so sicer znali opisati, zakaj so tako uvrstili podatke v razrede, a ko so se srečali s podobno nalogo in drugimi podatki, transferja znanja ni bilo, iz česar sklepamo, da se to problemsko znanje ni razvilo. V nadaljevanju so še reševali naloge. Izbrali so tiste, ki jih niso uporabili pozneje za urjenje po nivojih.

Razvrščanje podatkov

Babica bo vnuku razveselila z darili. Naredila si je seznam želja. Ugotovila je, da bo hitreje opravila z nakupi, če si bo razporedila predmete po trgovinah, kjer jih prodajajo.

Pomagaj babici razporediti ti predmete s seznama.

Franci: čips, knjiga, lizika
Petra: obleka, medvedek, zvezek
Mika: robot, barvice, sestavljanka
Eva: avto, računalo, srajca

Knjigarna					
Trgovina z igračami					
Trgovina z žvili in oblačili					

Podatke razvrščamo v skupine po določenih lastnostih. Vsak podatek razvrstimo le v eno skupino.

Zgled

Avto, medvedka, robota in sestavljanko bi lahko razporedili v skupino igrač.

Drži ☐ Ne drži ☐

Pri športni vzgoji so 24 učencev testirali, koliko dotikov plošče z roko lahko naredijo v 20 s. Dopolni učiteljevo tabelo dosežkov.



Število dotikov	30–39	40–49	50–59	60–69
Število				

Predloži

Pri razvrščanju številskih podatkov si pogosto pomagamo z razvrščanjem v enako široke razrede.

Zgled

Kolika je širina razreda?

Širina razreda	21–35	36–50	51–65	66–80
Število	4	12	23	10

☐ 15 enot

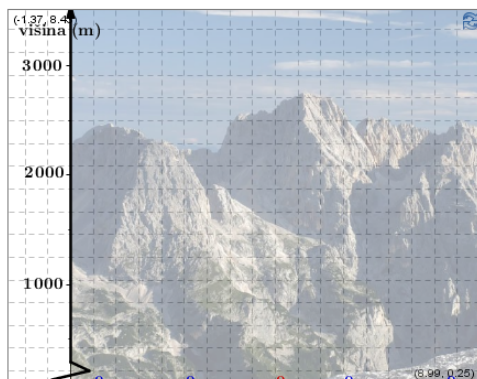
☐ 14 enot

Slika 4: 2. učna ura: Razvrščanje podatkov (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/749/index3.html>)

Učenci so v 3. uri najprej ponovili, kako označujemo diagrame, s pomočjo naloge o višini gora (slika 5). Z namenom ponovitve snovi prejšnjega dne so poleg te strani reševali še naloge, pri katerih je učenec na tablo narisal preglednico za šest sošolcev, v katero je vnesel podatke o višini, številki čevljev in najljubši barvi. Izkazalo se je, da je dodatna naloga podrla časovno konstrukcijo načrtovanih dejavnosti, zato niso bili doseženi pričakovani matematični cilji.

Preglednice in prikaz s stolpci

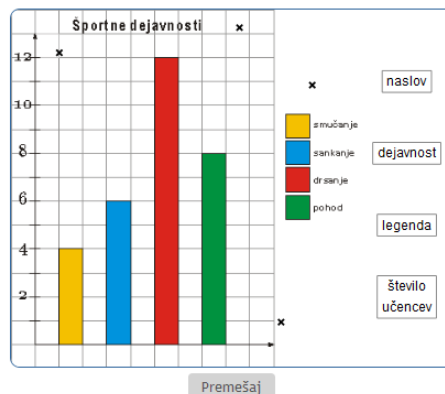
Na sliki spodaj je slovenski drugi najvišji vrh. Povlecí stolpce do vrhov in prikazalo se ti bo, katera gora je to.



Zgornji primer kaže primer uporabe prikaza s stolpci. Višina stolpca predstavlja v našem primeru tudi višino gore. Take primere in temu primeru podobne prikaze bomo spoznali v tem poglavju. Najprej pa ponovimo, kar že vemo o podatkih.

Ponovitev

1. Stolpčni prikaz kaže udeleževanje učencev na zimskem športnem dnevu. Pravilno poveži dane pojme.



2. Uredi zapise števil po velikosti od najmanjšega do največjega.



Slika 5: 3. učna ura: Prikaz s stolpci (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/750/index.html>)

Preglednice

V zvezek preiši preglednico in jo izpolni tako, da vsaj šestim sošolcem zapišeš njihovo višino, številko čevljev in najljubšo barvo. Doriši si dodatne vrstice!

Ime in priimek	Višina (cm)	Številka Najljubša čevljev barva

Rešitev

Marko je 5 dni zapored meril temperaturo ozračja zjutraj in opoldne. V beležko si je zapisal: ponedeljek 8 °C, 15 °C; torek 7 °C, 23 °C; sredo 9 °C, 20 °C; četrtek 10 °C, 21 °C in petek 11 °C, 19 °C. Pomagaj mu zapisati meritve v preglednico.

	21 °C	9 °C	15 °C	10 °C	7 °C	20 °C	11 °C	19 °C	8 °C	23 °C

Kateri dan je bila največja temperaturna razlika? V _____.

Predloži

Zgled

"Pri Novakovih fantih in Maroltovih puncah se je zamešal" je dejala Mojca. "Andrej je zaljubljen v Marijo, ona pa v Borisa, ta pa v Petro." V resnici nič od tega ni bilo res in bili so tu trije srečni pari. Kdo je zaljubljen v koga, če sta tu še Žan in Nika?

Zaljubljeni pari			
dekleta	fantje		
	Marija	Petra	Nika
Andrej	♥	♥	♥
Boris	♥	♥	♥
Žan	♥	♥	♥

Zgornji zgled je prikaz, kako nam preglednica pomaga pri reševanju logičnih ugank.

1. možnost

2. možnost

Preglednica ali tabela je sestavljena iz vrstic in stolpcev. Podatek preberemo na presečišču vrstic in stolpcev. Preglednici lahko zapišemo tudi naslov.

Slika 6: 4. učna ura: Preglednice in prikaz s stolpci (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/750/index1.html>)

Naslednjo (četrto) uro so se učenci zato takoj lotili preglednic. Naloga Zaljubljeni pari (slika 6), ki spada na področje logike, pri čemer kot orodje za reševanje uporabljamo preglednice, je učencem povzročala pričakovane težave.

V nadaljevanju učne ure so rešili nalogo s slikovnim prikazom. Učenci so najprej poskušali sami, nato so skupaj pogledali, kaj predstavljajo določene figure (slika 7). Potrebovali so dodatno pojasnitev. Podatke s slikovnega prikaza so prikazali s stolpčnim prikazom. To učencem ni povzročalo težav. Za demonstracijo prikaza z vrsticami so uporabili drugo nalogo pri kateri spet pridobimo podatke s slikovnim prikazom. Učenci so znova potrebovali dodatno razlago o pomenu simbolike, po tem pa uporaba vrstičnega prikaza ni povzročala težav.

Prikaz s stolpci

Upoštevaj slikovni prikaz in izpolni tabelo, ki prikazuje dnevni obisk v frizerskih salonih Koder, Trajna in Retro.



Obisk frizerskih salonov				
SALON	MOŠKI	ŽENSKÉ	SKUPAJ	
Koder				
Trajna				
Retro				
SKUPAJ				

Predloži

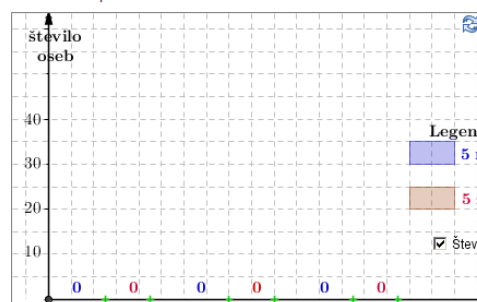
Dopolni.

- a) Kateri salon je imel največ obiska? Salon .
- b) Za koliko več je bilo v salonih žensk? Za več.

Predloži

Slikovni prikaz (figurni prikaz, piktogram) prikaže podatke v slikah.

Obisk frizerskih salonov prikaži še s stolpčnim prikazom tako, da zeleni križec povlečeš na ustrezno višino.



Za katere vrste podatkov gre v prikazu s stolpci?

Frizerski salon	Spusti tu	Številski podatek
Število oseb	Spusti tu	Opisni podatek

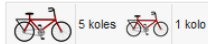
Število napačnih: 0

Stolpčni prikaz uporabimo za prikaz povezave med opisnimi in števili podatki. Višina stolpca ustreza številskemu podatku.

Slika 7: 4. učna ura: Prikaz s stolpci in z vrsticami (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/750/index2.html>)

Peta ura je bila namenjena utrjevanju predelanih enot in je potekala v računalniški učilnici. Učenci so dobili učne liste z navodili za utrjevanje po nivojih, ki so sledili barvam v i-učbeniku. Delali so v parih. Ker so utrjevali dve enoti, je delovni list usmerjal dejavnost učencev. Srednji nivo je npr. reševal vse modre naloge iz obeh predelanih enot (Beležimo štetje in Preglednice in prikaz s stolpci). Na sliki 8 sta ilustrativna primera modre (srednji nivo) in rdeče naloge (najvišji nivo).

7. Slikovni prikaz prikazuje dnevno število učencev, ki so se prejšnji teden v šolo pripeljali s kolesom. Izpolni tabelo in odgovori na vprašanja.



Prihod v šolo s kolesom		
Dan	Število učencev	SKUPAJ
Ponedeljek		☐
Torek		☐
Sreda		☐
Četrtek		☐
Petek		☐
SKUPAJ		☐

- a) Koliko učencev se je prejšnji teden v šolo pripeljalo s kolesom?
S kolesom se je pripeljalo učencev.
- b) Kateri dan je bila šolska kolesarnica najmanj zasedena in kateri dan najbolj?
V je bila šolska kolesarnica najmanj zasedena, v pa najbolj zasedena.

Preveri

10. Na sprejemu kandidatov za policiste je eden izmed testov tudi vesa v zgibi. Čas merijo v sekundah. Razporedi dosežke kandidatov v ustrezne razrede in odgovori na vprašanja.



41	41	22	0	46	41	58	27	54	16	72	26	102	28	115
33	18	4	18	5	59	17	63	12	65	18	66	19	72	25
Razred	1.	2.	3.	4.	5.	6.								
Čas (s)	0-19	20-39	40-59	60-79	80-99	100-119								
Dosežki kandidatov														
Število podatkov														

- o Kolikšna je širina razreda? sekund.
- o V katerem razredu ni nobenega podatka? V razredu.
- o Kolikšna je razlika med najvišjim in najnižjim dosežkom? Razlika je sekund.

Preveri

Slika 8: 5. učna ura: Diferencirano utrjevanje (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/750/index8.html>)

Tortni prikaz

36 bonbonov po barvi enakomerno razporedi v krog. Uporabi 6 zelenih, 12 modrih, 9 rdečih, 6 rumenih in 3 vijolične.

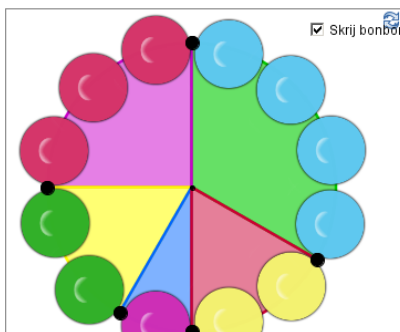


Navodila

Izziv

Video

Premakni točke tako, da bodo obarvani deli kroga zajeli bonbone iste barve.



V tej enoti bomo podatke prikazovali v krogu. Tak prikaz se pojavlja z različnimi imeni, najpogosteje kot krožni prikaz, krožni diagram, tortni prikaz ali tortni diagram in redkeje tudi kot kolačnik.

Ponovitev

Danim ulomkom poišči ustrezne prikaze v krogu.



Spusti tu

$$\frac{1}{6}$$



Spusti tu

$$\frac{5}{8}$$



Spusti tu

$$\frac{3}{4}$$



Spusti tu

$$\frac{1}{3}$$



Spusti tu

$$\frac{1}{4}$$

Število napačnih: 0

Slika 9: 6. učna ura: Tortni prikaz (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/751/index.html>)

Pri šesti učni uri so učenci pričeli s konkretno dejavnostjo, ki jo je spodbudila začetna naloga enote Tortni prikaz (slika 9). Na plakatu so obrisali krožnik. Nato so okrog krožnika zložili 36 bombonov po barvah. Meje med barvami bombonov so označili. Bombone in krožnik so nato odstranili in narisali tortni prikaz. Nato so učenci rešili nalogo za ponovitev ulomkov in nadaljevali z vodenim reševanjem nalog iz enote. Študentka je v refleksiji izpostavila, da se je na to uro dolgo pripravljala, saj je menila, da so vsebine izjemno težke. Odziv učencev in njihovo znanje so jo pozitivno presenetili.

Zadnja (sedma) učna ura se je pričela s ponovitvijo ob povzetku in nadaljevala z reševanjem nalog. Ker niso imeli na voljo računalniške učilnice (težave z internetom), so v nadaljevanju ure skupaj reševali naloge, ki so sledile po e-učnih gradivih. Učencem je motivacija nekoliko upadla, saj so se veselili, da bodo delali vsak za svojim računalnikom. Uro so popestrili tako, da so priredili "tekmovalne" in so se razdelili v tekmovalni skupini fantje proti dekletom.

Rezultati in diskusija

Kot kaže Tabela 3, so na uvodnem testu učenci kontrolne in eksperimentalne skupine znotraj danega pedagoškega eksperimenta dosegli podobne rezultate in med njimi ni bilo statistično pomembnih razlik. V poskusih A, B in D se je učinek določal na ravni inferenčne statistike, v poskusih C in E pa le na ravni deskriptivne statistike. Vsakega izmed pedagoških eksperimentov je namreč izvajala druga študentka programa Razredni pouk UM in njene kompetence na področju statistične obdelave so vplivale na nivo izdelane statistike. Čeprav podatkov o inferenčni statistiki ni, pa primerjava podatkov z dosežki v skupinah B in D omogoča sklepanje o skupinah C in E. Iz eksperimenta B lahko sklepamo, da je znanje uvodnega testa izenačeno tudi za eksperimenta C in E, saj sta uspešnosti obeh skupin skoraj identični. To pomeni, da so primerjalne skupine po predznanju ustrezno izenačene in da so bili za eksperiment z vidika znanja vzpostavljeni potrebni pogoji. Do razlik v dosežkih prihaja zaradi dejstva, da so naloge TIMSS 2003 sicer namenjene učencem 4. razreda, a smo jih, ker so standardizirane, uporabili tudi za učence 5. razreda.

Pedagoški eksperiment	Eksperimentalna skupina	Kontrolna skupina	
A	47 %	53 %	$\chi^2=0,754$, $P=0,686$
B	76 %	78 %	$t=1,181$, $P=0,858$
C	76 %	77 %	ni podatka
D	73 %	74 %	$t=0,312$, $P=0,757$
E	66 %	65 %	ni podatka

Tabela 3: Rezultati uvodnega preizkusa znanja

Na končnem preizkusu znanja v pedagoškem eksperimentu so vse eksperimentalne skupine dosegle nekoliko boljše rezultate kot primerjalne kontrolne skupine. Dosežek je statistično značilno boljši za eksperiment D ($t=-2,210$, $P=0,034$), v eksperimentu A zaznavamo trend statistično značilno boljšega dosežka ($\chi^2=4,738$, $P=0,094$), v eksperimentu B pa po pedagoškem eksperimentu med učenci eksperimentalne in kontrolne skupine ni statistično značilnih razlik ($t=-0,837$, $P=0,408$). Eksperimentalna skupina je sicer dosegla boljše rezultate, razlika pa vseeno ni statistično pomembna. Pri skupinah C in E ostajamo na ravni deskriptivne statistike, ki kaže boljše dosežke učencev eksperimentalne skupine, a o tem, ali so statistično značilno boljši, ne moremo sklepati.

Pedagoški eksperiment	Eksperimentalna skupina	Kontrolna skupina	
A	73 %	66 %	$\chi^2=4,738$, $P=0,094$
B	93 %	89 %	$t=-0,837$, $P=0,408$
C	72 %	59 %	ni podatka
D	61 %	50 %	$t=-2,210$, $P=0,034$
E	53 %	63 %	ni podatka

Tabela 4: Rezultati končnega preizkusa znanja

V eksperimentu B ni prišlo do statistično značilnih razlik v znanju, kar bi lahko pojasnili s samo naravo obravnavane matematične vsebine (obdelava podatkov) oz. s prevladujočo reprezentacijo pojmov pri tej vsebini (diagrami). Uesaka in Manalo (2008) povzameta nekaj novejših študij o diagramih kot orodju za reševanje problemov in komunikacijo. Pri tem pojma diagram posebej ne definirata, a iz metodološkega dela raziskave je razvidno, da so z njim mišljene vizualne reprezentacije statičnega tipa (graf, tabela, skica ...). V raziskavi sta analizirala 5 dni pouka 59 učencev v 8. razredu osnovne šole. Čeprav mnoge raziskave kažejo, da je

uporaba diagramov ena najučinkovitejših strategij pri reševanju problemov in da empirične raziskave podpirajo uporabo diagramov kot učinkovitih mediatorjev pri izvajanju različnih postopkov (npr. Ainsworth in Th Loizou, 2003; Larkin in Simon, 1987; Mayer, 2003; Schoenfeld, 1985, v Uesaka in Manalo, 2008, str. 1711), Uesaka in Manalo opozorita na dejstvo, da mnogi učenci ne znajo spontano uporabljati diagramov navkljub njihovi obsežni izpostavljenosti možnostim ustrezne uporabe diagramov. Ugotovitve te raziskave tudi nakazujejo, da zgolj učiteljevo prikazovanje uporabe diagramov ne zadošča za spontano uporabo diagramov kot orodja za reševanje problemov tudi s strani učencev: učitelji morajo omogočiti učencem dodatne priložnosti za uporabo diagramov in medvrstniški učni pogovor ob reševanju problemov. Med tem pa Kolloffel, Eysink, de Jong, in Wilhelm (2009) s svojimi raziskavami nakazujejo možnost, da je učinkovitost predstavitvenega formata odvisna tudi od matematične vsebine in od predhodnih izkušenj učenca z vsebino. Raziskovali so učinke različnih predstavitvenih formatov (statičnih diagramov – slik, besedila, algebrskih zapisov, kombinacije besedila in algebrskih izrazov, kombinacije diagramov in algebrskih izrazov) pri učenju kombinatorike in verjetnosti v računalniško podprtem okolju. Čeprav je Rogers (1999, v Kolloffel idr., 2009, str. 514-515) predhodno menil, da interaktivne reprezentacije zmanjšujejo obseg kognitivnih aktivnosti "nižjih stopenj" in omogočajo učencem osredotočanje na kognitivne dejavnosti "višjih stopenj", so rezultati pokazali, da je učenje z drevesnim diagramom v računalniško podprtem okolju privedlo do slabših rezultatov pri reševanju matematičnih problemov in povzročilo večji obseg kognitivnih obremenitev. Najboljše učne rezultate so dosegli učenci, ki so se učili s pomočjo kombinacije besedila in enačb (algebrskih izrazov). Takšen rezultat so poskusili razložiti z raziskavami Tabachneck-Schijfve in sodelavcev (1997, v Kolloffel idr., 2009, str. 515), po katerih diagrami služijo kot vzvod za dostop do informacij v dolgotrajnem spominu, pomagajo zmanjšati obremenitev ekspertovega delovnega (kratkotrajnega) spomina in s tem sprostijo kognitivne vire, ki jih lahko ekspert namesto tega usmeri v razlago in reševanje problemov. Avtorji nadalje izpostavijo nekatere posledice tega sklepa:

"Iz tega sledi, da je uporaba diagramov morda primernejša za ljudi, ki že posedujejo relevantno konceptualno shemo obravnavane vsebine (npr. za učitelje matematike) in uporabljajo diagrame kot mnemotehnični pripomoček. Takšna razlaga tudi sugerira sklep, da so drevesni diagrami manj primerni za učence, da bi lahko iz njih izpeljali ustrezne korake utemeljevanja in sklepe, zato ker so ti v drevesnih diagramih prisotni implicitno in zahtevajo napredno poznavanje diagramov za njihovo identifikacijo. To lahko predstavlja omejitev za uporabo diagramov pri vsebinah, kot sta kombinatorika in verjetnost, pri katerih reševanje problemov zahteva ustrezno zaporedje korakov utemeljevanja in sklepanja, hkrati pa razloži prednost kombinacije besedila in algebrskega zapisa. V besedilnem formatu

predstavitve vsebine so učenci vođeni za roko, korak za korakom, skozi eksplicitno zaporedje korakov utemeljevanja, zapisanih v vsakdanjem jeziku, ki jim nato sledijo še enačbe oz. algebrski zapis v enako strukturiranem zaporedju (Koloffel idr., 2009, str. 515)."

Iz poročila raziskave sicer ni moč razbrati, kako so avtorji razumeli pojem interaktivnosti, čeprav je ta pojem po našem mnenju ključen: preučevali so namreč učinkovitost predstavitvenih formatov (diagrami, besedilo, simbolni algebrski zapisi), ki so po svoji naravi statični, vendar so bili v raziskavi integrirani v programsko opremo s predstavitvijo na računalniku. Ob tem ponovno trčimo ob problem korektne opredelitve interaktivnega medija, kar smo sami poskusili razrešiti z razločevanjem med e- in i-učbeniki. Kljub tej nejasnosti pa so izsledki Koloffela idr. dragoceni tudi za preučevanje vloge i-učbenikov, saj enaki predstavitveni formati nastopajo tudi v njih, le v dejansko interaktivni obliki. Ob tem se zastavlja po naši oceni relevantno raziskovalno vprašanje, ali je uporaba interaktivnih gradnikov učinkovita pri obravnavi prav vseh matematičnih konceptov in če ne, ali lahko identificiramo skupne značilnosti tistih matematičnih konceptov, kjer je uporaba drugih predstavitvenih formatov učinkovitejša.

Za slovenski šolski sistem je značilno, da preveč poudarja proceduralni in deklarativni tip znanja in premalo konceptualni in problemski tip znanja (Japelj Pavešić, Svetlik in Kozina, 2013). Zato so nas rezultati s tega področja posebej presenetili. Izkazalo se je, da je eksperimentalna skupina boljša na vseh štirih tipih znanja, vendar pa pri proceduralnem tipu znanja razlika ni statistično značilna. Pri nalogah s področja proceduralnega znanja med skupinama ne obstaja statistično značilna razlika ($\chi^2=1,725$, $P=0,422$). Na deklarativnem, konceptualnem in problemskem tipu znanja pa je bila eksperimentalna skupina celo statistično značilno boljša od kontrolne ($\chi^2=6,295$, $P=0,043$; $\chi^2=10,025$, $P=0,007$ in $\chi^2=6,613$, $P=0,037$).

Sklep

Evalvacija i-učbenika je pokazala, da daje uporaba i-učbenika pri pouku matematike v 4. in 5. razredu osnovne šole na kognitivnem področju pozitivne rezultate. Predpostavimo lahko, da je vpliv uporabe i-učbenika na matematično znanje učencev relativno neodvisen od poučevane matematične vsebine, saj je predstavljena raziskava potrdila pozitivni učinek na temah Merjenje, Aritmetika in Druge vsebine. Če dodamo še rezultate predhodnih evalvacij (Antolin in Lipovec, 2010) na e-gradivih iz geometrijskih vsebin v 6. razredu, ki jih je v predhodnih projektih oblikovala podobna skupina avtorjev kot i-učbenike, ugotovimo, da so pokrita vsa področja matematike, razen algebre. Omejitve evalvacije se kažejo v tem, da je pokrito le drugo triletnje in da je vzorec izbran nereprezentativno. Kljub tem

omejitvam menimo, da lahko potrdimo hipotezo, da so v opazovanih primerih i-učbeniki pozitivno vplivali na matematično znanje učencev, ki jih uporabljajo.

Dodatne ugotovitve potrjujejo učinkovitost kombiniranega izobraževanja (ang. blended learning). V urah, kjer so učenci celo uro delali samo z e-učnimi gradivi (običajno je šlo za ure utrjevanja skozi generirane naloge), je na koncu motivacija učencev padla, kadar pa smo na primer uvod v uro opravili brez računalnika in potem vključili računalnik, so bili učenci skoncentrirani do konca učne ure.

Ob koncu bi posebej izpostavili vpliv i-učbenika na različne tipe znanja. Menimo, da ne gre rezultatov pripisati le mediju (torej e-obliki), ampak tudi natanko zamišljeni metodični poti podajanja vsebin. Naše razmišljanje je v skladu z ugotovitvami Ameisa (2006) ter Clarkove in Mayerja (2008), ki poudarjajo, da sta za učinkovito učenje ključni kakovost in predstavitev e-učnih vsebin in da zgolj nazornost ter interaktivnost sami po sebi ne zadoščata.

Viri

1. Ameis, J. A. (2006). *Mathematics on the Internet: A Resource for K-12 Teachers*. New Jersey: Pearson Edition.
2. Antolin, D. (2009). Kombinirano (e-)izobraževanje pri pouku matematike. *Matematika v šoli*, 15(3/4), str. 144-161.
3. Antolin, D. in Lipovec, A. (2010). Uporaba e-učnih gradiv pri obravnavi osnovnih geometrijskih pojmov V: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT - SIRIKT 2010 Kranjska Gora, 14.-17. april 2010 = International Conference Enabling Education and Research with ICT, 14th - 17th April 2010. A. Lenarčič, M. Kosta, in K. Blagus, (ur.). Zbornik vseh prispevkov. Ljubljana: Miška, 2010, str. 217-222.
4. Clark, R. C. in Mayer, R. E. (2008). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*, 2nd edition. San Francisco, CA: Pfeiffer/John Wiley & Sons.
5. Higgins, S., Packard, N. in Race, P. (1999). *500 ICT tips for primary teachers*. London, Sterling: Kogan page.
6. Japelj Pavešić, B. in Keržič, D. (2008). *Matematika za četrtošolc(k)e*. Ljubljana: I2.
7. Japelj Pavešić, B., Keržič, D. in Kukovič, N. (2009). *Matematika za petošolc(k)e*. Ljubljana: I2.

8. Japelj Pavešić, B. in Čuček, M. (2000). Druga mednarodna raziskava uporabe informacijskih in komunikacijskih tehnologij v izobraževanju. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
9. Japelj Pavešić, B., Svetlik, K. in Kozina, A. (2013). Znanje matematike in naravoslovja med osnovnošolci v Sloveniji in po svetu. Izsledki raziskave TIMSS 2011. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
10. Kolloffel, B., Eysink, T. H. S., de Jong, T. in Wilhelm, P. (2009). The Effects of Representational Format on Learning Combinatorics from an Interactive Computer-Simulation. *Instructional Science*, 37, 503–517.
11. Lipovec, A., Kobal, D. in Repolusk, S. (2007). Načela didaktike in zdrava pamet pri e-učenju. V: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19. - 21. april 2007. Vreča, M. in Bohte, U. (ur.). Zbornik vseh prispevkov Ljubljana: Arnes, 2007, str. 119.
12. Povey, H. in Ransom, M. (2000). Some Undergraduate Students' Perceptions of Using Technology for Mathematics: Tales of Resistance. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5(1), 47-63.
13. Repolusk, S. (2009). E-učna gradiva pri pouku matematike. Magistrsko delo, Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za matematiko in računalništvo.
14. Repolusk, S., Zmazek, B., Hvala, B. in Ivanuš Grmek, M., (2010). Interaktivnost e-učnih gradiv pri pouku matematike. *Pedagoška obzorja*, 25(3/4), 110-129.
15. Uesaka, Y. in Manalo, E. (2008). Does the Use of Diagrams as Communication Tools Result in their Internalisation as Personal Tools for Problem Solving? V: Love, B. C., McRae, K., Sloutsky, V. M. (ur.), *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society (1711–1716)*. Austin, TX: Cognitive Science Society. Pridobljeno 15. 4. 2010, na strani: <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/proceedings/2008/pdfs/p1711.pdf>

Modeliranje in i-učbeniki za matematiko v OŠ

Modelling and mathematics i-textbooks at elementary and secondary level

Alenka Lipovec, Jožef Senekovič

V prispevku predstavimo uporabo i-učbenikov na primeru modeliranja. Najprej povzamemo spoznanja o modeliranju kot pristopu problemskega učenja in poučevanja in izpostavimo nekatere razlike pri tem pristopu v gimnaziji in v osnovni šoli. Modeliranje je kot pristop v slovenskih gimnazijah že uveljavljeno, v osnovne šole pa si z novim učnim načrtom šele utira pot. V nadaljevanju prispevka zato natančneje predstavimo primera, ki ju najdemo v i-učbeniku za matematiko v osnovni šoli. Na primerih pojasnimo razlike med razredno in predmetno stopnjo in ilustriramo temeljne značilnosti. Ugotovimo, da je i-učbenik posebej primeren za to vsebino, saj ima večje možnosti vizualizacije oz. simulacije realnih situacij od tradicionalnih učbenikov.

Ključne besede: i-učbenik, modeliranje, kompleksni sistemi, pouk matematike, kontekstualizacija

In this paper we present the use of i-textbooks in the case of modelling. First, findings about modelling as problem-based learning and teaching approach are summarized and differences in this approach in high school and elementary school are highlighted. Modelling is already an established educational approach in Slovenian high schools, but it is still in its initial stages in the new elementary and secondary schools curricula. The remainder of the paper is devoted to some modelling examples that can be found in mathematics i-textbooks. Through examples, we explain and illustrate the basic features of modelling in a computer-based environment at primary level (1st to 5th grade) and secondary level (6th to 9th grade). We argue that i-textbooks are well-suited for this approach because of

the greater possibility of visualization, i.e., simulations of real situations than in traditional textbooks.

Key words: i-textbook, modelling, complex systems, mathematics education, contextualization

Uvod

V i-učbeniku najdemo širok nabor življenjskih nalog, realnih situacij oziroma problemov, v katerih morajo učenci uporabiti matematično znanje, da rešijo zastavljeni kontekstualizirani problem. Pri reševanju problemov v realnem kontekstu učenci povezujejo znanja različnih matematičnih področij (Učni načrt za matematiko, 2011). Problemi so na tak način za učenca smiselni in uporabni. Ena od možnosti reševanja problemov v realnem kontekstu je modeliranje. Gre za dejavno doživljanje matematike (Buchter in Leuders, 2005), pri katerem z različnimi dejavnostmi učenci matematiko doživijo kot ustvarjalen proces, ne pa kot navajanje dejstev. O modeliranju govorimo takrat, ko realne situacije opišemo z matematičnimi pojmi. S pomočjo izdelanega modela lahko predvidimo ali napovedujemo dogodke in rezultate na različnih področjih življenja (socialnem, ekonomskem, športnem ...). V ožjem smislu lahko modeliranje razumemo tudi kot izdelavo fizičnih modelov, ki jih nato opišemo z matematičnimi pojmi. Širše pa modeliranje razumemo kot proces od realne situacije do matematičnega modela in "nazaj" (Kmetič, 2010).

Vstopamo v fazo informacijske družbe. Taka družba rešuje probleme zastoja v razvoju industrijske proizvodnje z uvajanjem robotov, množičnim uvajanjem računalnikov ter silovitim razvojem znanosti in izobraževanja. Informacijska družba poudarja pomembnost vloge informatizacije izobraževalnega sistema na področju uvajanja računalnikov in druge izobraževalne tehnologije. Šole, ki so z učno tehnologijo dobro opremljene, zmorejo vsestranski, izobraževalni razvoj učencev veliko bolj pospeševati kot šole, ki teh možnosti nimajo (Gerlič, 2000).

Pomemben parameter, ki lahko vpliva na delo učencev v dejavnostih modeliranja, je prisotnost tehnoloških orodij. Christou, Mousoulides, Pittalis, in Pitta-Pantazi (2005) poročajo, da uporaba orodij dinamične geometrije pri bodočih učiteljih lahko pomaga pri reševanju problema. Menijo tudi, da modeliranje v virtualnem okolju lahko zagotovi pot v pojmovno razumevanje. Zdi se, da lahko IKT pripomore k sposobnostim modeliranja tudi pri učencih osnovne šole. V nekaterih raziskavah je virtualno okolje 12-letnim učencem, ki so bili predhodno brez izkušenj z modeliranjem, omogočilo boljšo vizualizacijo pri razvoju ideje o platenki za znano pijačo (Mousoulides, Pittalis, Christou, Boytchev, Sriraman in Pitta, 2007) ali pri iskanju rešitve oskrbe z vodo s petimi parametri (cena vode, potreba po vodi, kapaciteta tankerjev, cena goriva in kapaciteta pristanišča) (Mousoulides, Chrysostomou, Pittalis in Christou, 2009). V prvem primeru jim je tehnologija pomagala pri oblikovanju izdelka, v drugem primeru pa pri določanju poti po zemljevidu.

Modeliranje

Matematično modeliranje je nelinearni proces matematičnega razmišljanja, ki vključuje ciklično premikanje iz realnega sveta v svet matematike in nazaj. Prvi korak matematičnega modeliranja je razumevanje realne situacije skozi parametre, ki jo določajo, in izbira smiselnih parametrov, ki omogoča poenostavitev problema. Drugi korak je matematizacija problema z izgradnjo matematičnega modela. V tretjem koraku napovemo razvoj realne situacije s pomočjo izdelanega modela, v četrtem pa rešitev preverimo, potrdimo in poročamo o rezultatih (Lesh in Doerr, 2003).

V kontekstu osnovne šole razumemo model v jeziku teorije kompleksnih sistemov kot "sistem elementov, relacij in pravil, ki so uporabljena za opisovanje, razlaganje ali predvidevanje obnašanja podobnih drugih sistemov" (Doerr in English, 2003, str. 112). Otrokom najprej predstavimo problem, ki sam po sebi spodbuja potrebo po razvoju modela, ki bi lahko opisal, razložil in predvidel obnašanje danega sistema (ang. model eliciting problem). Ker sta ponovna uporaba in posploševanje modelov osrednji dejavnosti v pristopu z modeliranjem na razredni stopnji, v nadaljevanju učenci rešujejo podobne probleme, poimenovane modeli za raziskovanje (ang. model exploring problems) in modeli za uporabo (ang. model application problems), ki jim omogočijo razširjanje, raziskovanje in izboljševanje konstruktov/modelov, ki so jih razvili v začetnem problemu (Lesh, Cramer, Post, Doerr in Zawojewski, 2003).

Ker končna poročila vsebujejo različne parametre, relacije in operacije, ki so jih učenci zaznali kot pomembne, ponujajo učinkovito sredstvo za vpogled v učenčevo razmišljanje med modeliranjem. Dodatno, v nasprotju s tipičnimi situacijami v matematični učilnici, situacije modeliranja prinašajo učencem mnoge socialne izkušnje, kar je v skladu s trenutno sprejeto paradigmo socialnega konstruktivizma. Ker učenci sodelujejo pri skupnem delu v manjših skupinah, so motivirani za izmenjavo mnenj, ki spodbudijo pojasnjevanje in utemeljevanje. Med tem ko učenci razvijajo, preizkušajo in pripravljajo poročila, se pojavijo številna vprašanja, interpretacije, pa tudi konflikti, revizije in sklepi. Sodelovalno učenje je zato optimalna oblika dela pri pristopu modeliranja, ki pa je sicer ni zaslediti prav pogosto pri pouku matematike tako v Sloveniji kot širše (Zawojewski, Lesh in English, 2003).

Modeliranje kot pristop poučevanja se tesno povezuje s procesom progresivne matematizacije, kot ga opisuje Freudenthal (1991, po Heuvel – Panhuizen, 1996), ki je nastal v okviru realističnega pristopa k poučevanju matematike na Nizozemskem. Glavni princip realistične matematike je razvoj formalnega znanja na osnovi otrokovih neformalnih strategij, saj se otroci pogosto srečujejo z raznovrstnimi matematičnimi problemi že pred vstopom v šolo. Poučevanje matematike v šoli zato ne bi smelo biti ločeno od realnega sveta, temveč z njim povezano tako, da učenci lahko uporabijo svoje predhodno pridobljeno znanje in izkušnje. Osnovna metoda

realistične matematike je zato povezava matematičnih pojmov z realnimi situacijami, ki so učencem znane, saj so vzete iz vsakdanjika. Matematika, vezana na kontekst, služi formalni matematiki, pri čemer so modeli posredniki med njima. Modeli naj bi vsekakor ustrezali posebnim specifikacijam, da bi lahko izvršili premostitveno funkcijo med neformalno in formalno matematiko. Poleg tega morajo imeti močno vlogo v prvi fazi blizu neformalne in v zadnji fazi formalne, standardizirane matematike, kot tudi v vmesnih fazah. Modeli se morajo naravno ali naučeno vezati na metode dela otrok. Shematizacija in okrajšava modelov, ki vodijo do čiste matematike in njene generalizacije v uporabi, mora biti postopna in naravna. Otroci, ki konstruirajo modele in z njimi delajo, naj sami pokažejo pravo učno pot do formalnega nivoja ob primernem vodstvu učitelja in skupine. Kot nadgradnja realističnega pristopa koraki matematičnega modeliranja predstavljajo ciklični proces (Repolusk, 2010):

- Razumevanje in identifikacija problema.
- Oblikovanje predpostavk in matematična formulacija:
 - a. Identificiranje in klasificiranje spremenljivk.
 - b. Določanje povezav med spremenljivkami in pomožnimi modeli.
- Reševanje modela.
- Preverjanje modela:
 - a. Ali se model nanaša na problem?
 - b. Ali je model smiseln?
 - c. Preizkušanje modela z realnimi podatki.
- Uporaba (implementacija) modela.
- Izboljšave modela.

V osnovni šoli cikličnost nekoliko poenostavimo (Magajna, 2012), saj je znanje učencev še preskromno:

- Interpretacija situacije.
- Kaj vse bi lahko upoštevali?
- Kaj bomo upoštevali (predpostavke)?
- Prevedba v matematično obliko, izračun.
- Interpretacija rešitve.
- Obravnavo ustreznosti rešitve.
- Poročanje.

Cikličnost je zajeta v obravnavo ustreznosti rešitve in premisleka o upoštevanih predpostavkah. Izdelan model služi kot nadomestek pri razmišljanju in vsebuje strukturno podobnost reprezentacij v različnih kontekstih. Modeli so vzajemno zamenljivi in kognitivno dostopni učencem, so avtonomni in omejeni (Magajna, 2012).

V osnovni šoli se moramo zavedati omejitev pri uporabi modeliranja kot metode reševanja problemov v kontekstu predvsem zaradi različnih razvojnih stopenj učencev oz. dijakov od zgodnjih razredov osnovne šole do dijakov srednje šole. Navedimo naslednje poudarke modeliranja v osnovni šoli (Magajna, 2013):

- Interpretacija izhodišč naloge.
- Formuliranje omejitev pri obravnavi. Utemeljitev izbrane interpretacije, izbire omejitev, postavljenih hipotez.
- Izračun oz. izbira matematičnega modela ni toliko poudarjena zaradi omejenega matematičnega znanja učencev.
- Interpretacija izračunov in veljavnosti izračunov.
- Usklajevanje med udeleženci o interpretacijah, izbiri omejitev, izbiri ciljev.
- Zapis postopka modeliranja, predstavitev modela.

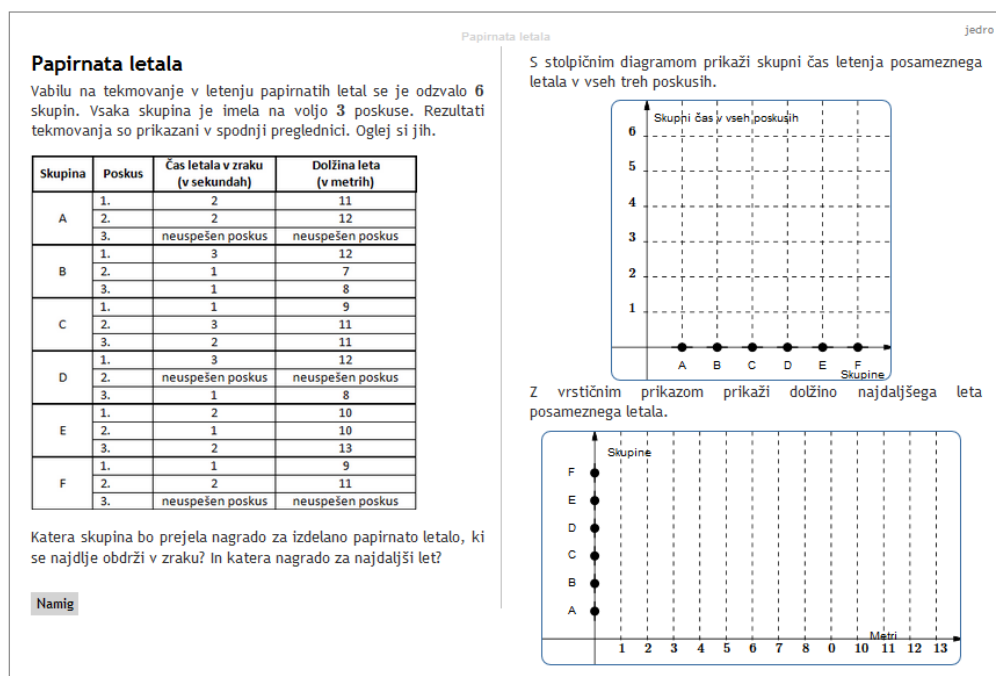
V nadaljevanju pokažemo možno uporabo i-učbenika in uporabe modeliranja kot ene izmed možnosti za reševanje problemov v realnem kontekstu z upoštevanjem dejstva, da je pri modeliranju izdelava modela bistvena in da se ne smemo omejiti le na realistični premislek (Magajna, 2013). Običajne naloge z realističnim premislekom, kot je npr. *Koliko avtobusov s 25 sedeži potrebujemo za prevoz 134 učencev?*, torej ne zadoščajo izhodiščnim pogojem za nalogo, ki jo uporabimo za pristop z modeliranjem.

Modeliranje v i-učbeniku na razredni stopnji osnovne šole

Modeliranje na razredni stopnji zahteva naslednja znanja (Magajna 2012, po English 2004): interpretacija informacij iz besedila, branje preprostih prikazov, branje informacij iz preprostih tabel, zbiranje, analiziranje, predstavljane podatkov, izdelava poročila o reševanju, sodelovanje v skupini in predstavitev naloge, postopka reševanja oz. rezultatov reševanja.

V i-učbeniku za matematiko v 5. razredu najdemo enoto Preiskave, modeliranje (http://eucbeniki.sio.si/admin/documents/learning_unit/752/Preiskava_L_JSX_1381219697/index6.html). Uvodna naloga je povzeta po English in Waters (2004) in je primer problema, ki izzove model. Naloga govori o tekmovanju s papirnatimi letali

in je predstavljena skozi realistično vabilo ekipam, ki se prijavljajo na tekmovanje, v obliki letaka. Naloga učencev je, da v vlogi komisije za podeljevanje delnih in glavne nagrade izdelajo kriterije za podelitev nagrad. Na tekmovanju vsaka ekipa sodeluje s tremi poskusi letenja, pri čemer se merita dolžina leta in čas, ko je model letala ostal v zraku. Enota vodi učence skozi tabeliranje kriterijev za izdelovanje točk pri obeh parametrih. Ker gre za prvo srečanje z modeliranjem, so podatki preprosti. Matematični model je preprost – tabeliranje in seštevanje.



Slika 1: Papirnata letala – razumevanje (vir: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat5/752/index1.html>)

Predstavljena sta dva možna modela oz. načina točkovanja, pri čemer pa so podatki izbrani tako, da določitev kriterijev za glavno nagrado ni izbirna (skupno število točk po posamičnih parametrih je sorazmerno). Primerjava mest za najdaljši let in najdalj trajajoči let določi tudi glavno nagrado v obeh modelih.

V nadaljevanju se učenci srečajo z nekoliko zahtevnejšim problemom, in sicer gospod Jože sadi fižol na sončni in na senčni gredici. Naloga je prav tako že bila preizkušena (English in Waters, 2004) kot primer problema, ki izzove model. Dani so (tokrat že v tabeli) podatki o pridelku, naloga učencev je, da gospodu Jožetu predlagajo, kje naj naslednje leto posadi več fižola. Ker so podatki realistični, upoštevajo, da fižol sicer hitreje rase na sončni gredici, a v času pobiranja pridelka potrebuje senco. Predviden matematični model je stolpčni prikaz, pričakovana

Podelitev glavne nagrade

Razmisli, na podlagi katerih kriterijev naj bo podeljena glavna nagrada. Kaj predlagaš komisiji?

Namig

Dopolni preglednico glede na zgoraj omenjen način točkovanja za skupine A, B in C . Za lažje točkovanje si natisni rezultate tekmovanja. Najdeš jih v priponki.

Skupina	Poskus	Čas (v s)	Točke za čas	Dolžina (v m)	Točke za dolžino	Skupaj točk
A	1.	2		11		
	2.	2		12		
	3.	neusp.		neusp.		
B	1.	3		12		
	2.	1		7		
	3.	1		8		
C	1.	1		9		
	2.	3		11		
	3.	2		11		

Preveri

Na enak način dodeli točke še skupinam D, E in F . Preglednico s točkovanjem nariši v zvezek.

Rezultati tekmovanja

Ktere skupine so na tekmovanju dosegle najuspešnejši poskus?

Rešitev

Katera skupina naj torej prejme glavno nagrado?

Namig

Rešitev

Prejemnika glavne nagrade bi lahko določili tudi drugače. Koliko točk je dobila vsaka skupina, če za vsako preleteno sekundo in vsak meter prejme po 1 točko? Ob upoštevanju zgornjega predloga dopolni preglednico.

Skupina	Točke za čas	Točke za pot	Skupno število točk
A	4	23	27
B			
C			
D			
E			
F			

Katera skupina bi glede na te kriterije prejela glavno nagrado? Skupina .

Preveri

Tretji problem, ki izzove model, učenca postavi v vlogo načrtovalca potovanja v Toronto. V preglednici so zbrani podatki devetih letalskih družb, ki vsebujejo število postankov in čas letenja posebej za začetni let in posebej za povratni let, podana pa je tudi cena povratne vozovnice. Učenci se tokrat soočijo s petimi parametri, saj naj bi načrtovali let tako, da je cena letalske vozovnice čim ugodnejša, da je postankov čim manj in da je čas letenja čim krajši. Namig predlaga ureditev parametrov in prireditvev ustreznega števila točk. Seštevek nato določi izbiro.

204

Dodatno so parametri med seboj povezani (npr. zahtevnost knjige je odvisna od starosti bralca), kar je treba upoštevati pri konstrukciji modela oz. model v tej smeri izboljšati. Od učencev se pričakuje, da argumentirano izberejo enega izmed predlogov in v nadaljevanju pripravijo svoj lastni predlog.

Učenci pridobljeno znanje nato aplicirajo še na dveh primerih problemov, ki uporabljajo model v življenjskih situacijah. V prvem izbirajo hotel, pri čemer so podani cena na osebo, opremljenost sobe s klimatsko napravo, dostop do brezžičnega interneta in razdalja do plaže in središča mesta; v drugem primeru pa se odločajo o nedeljskem planinskem izletu, pri čemer sta parametra višina vrha in število poti, ki na vrh vodijo.

Iz navedenih primerov je razvidno, da je zaradi novosti pristopa vsem nalogam skupno težišče na interpretaciji prebranega besedila, določanju omejitev (parametrov) in interpretaciji rezultatov. Matematični modeli so izjemno preprosti (tabeliranje in seštevanje), poudarja se kritični razmislek o prebranem. Ker naloge pričakujejo izdelavo poročila, predlagamo skupinsko delo, kar učitelj lahko izpelje skozi različne modele sodelovalnega učenja.

Modeliranje v i-učbeniku na predmetni stopnji osnovne šole

Poglejmo primer izdelave modela v 8. Razredu. Primer najdemo v i-učbeniku za osmi razred (<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/824/index3.html>). Učenci najprej ob prikazu (slika 3), s katerim osredotočimo razmislek učencev na večkotnike, interpretirajo situacijo, jo opišejo s svojimi besedami, morda skico (Magajna, 2013). Gre za realni kontekst, kjer pač moramo poznati velikost terase, izbrati vrsto tlakovcev in izračunati, koliko tlakovcev potrebujemo, se odločati glede na kakovost in ceno in upoštevati še kaj drugega.

Naloga se glasi tako:

Družina Novak želi tlakovati teraso z novimi tlakovci. S pomočjo spodnjega prikaza ji pomagaj izračunati stroške tlakovanja in izbrati najugodnejšo možnost.

Ko torej interpretiramo situacijo (učencem je na voljo tudi Namig) in premislimo, kaj vse bi lahko upoštevali, se moramo odločiti, kaj bomo dejansko upoštevali. V nalogi se odločimo, da upoštevamo, kateri tlakovec izberemo in s tem strošek tlakovanja. Naloga predvideva dve možnosti za izbiro tlakovcev (oblika kvadrata in oblika pravokotnika, ki ni kvadrat). V naslednjem koraku sledi izračun zneska za tlakovanje z enim ali drugim tlakovcem. Model, ki nastaja, je seveda uporaben ne glede na izbrano vrsto tlakovca. Izračunamo površino terase in z znano velikostjo

tlakovca izračunamo najmanjše število potrebnih tlakovcev za tlakovanje terase. Z znano ceno enega tlakovca izračunamo strošek za nakup potrebne količine tlakovcev. V i-učbeniku avtor učenca usmeri v razmislek o dodatnih stroških tlakovanja (priprava terase, robniki, pesek, delo...), vendar jih pri samem izračunu ne upoštevamo, saj lahko predvidevamo podobne stroške ne glede na izbrani tlakovec. V življenjski situaciji bi upoštevali tudi ta podatek. To je faza interpretacije rešitve. Premislimo, ali izbrana situacija ustreza modelu (računski postopek, s katerim opišemo izračun stroškov za tlakovce). Geometrijski koncept smo preoblikovali v aritmetični (lahko tudi algebrski) koncept (Magajna, 2012). Z izbiro drugačnih tlakovcev se sam postopek (uporaba modela) ne spremeni. Tako preverimo veljavnost modela na drugih realnih primerih (obravnavamo ustreznosti rešitve). Če bi ugotovili, da model pri drugačni izbiri tlakovcev ne ustreza realni situaciji, bi morali model spremeniti. Dejavnost v i-učbeniku učencu omogoča dokaj samostojno spoznavanje reševanja problemskih nalog v realnem kontekstu z modeliranjem.

Večotniki | Obseg in ploščina večotnikov | Ploščina večotnika

289/541

ZGLED

Družina Novak želi tlakovati teraso z novimi tlakovi. S pomočjo spodnjega prikaza jim pomagaj izračunati stroške tlakovanja in izbrati najugodnejšo možnost.



Hamig

Velikost terase je m². Velikost tlakovca A je m². Potrebovali bi najmanj tlakovcev oblike A.

Preveri

Velikost tlakovca B je m². Potrebovali bi najmanj tlakovcev oblike B.

Preveri

Cena enega tlakovca A je 0,51 €, znesek za tlakovanje terase je €.

Cena enega tlakovca B je 0,28 €, znesek za tlakovanje terase je €.

Preveri

Kateri podatki še manjkajo v ceni tlakovanja terase?

Rešitev

Izbira katerega tlakovca je bolj smotna?

Rešitev

Kako bi se razlikoval postopek, če bi izbrali tlakovec drugačne oblike ali cene?

Rešitev

Življenjsko situacijo smo opisali z matematičnimi postopki. Postopke lahko na enak način ponovimo v katerikoli drugi situaciji. Življenjsko situacijo smo modelirali.

Slika 3: Tlakovanje (vir:

<http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/824/index3.html>)

S spoznanim konceptom izdelave modela učenci utrdijo razumevanje s katero izmed nalog.

Na strani 291 v nalogi 12 beremo navodilo:

Izdelaj računski model, po katerem lahko izračunaš stroške polaganja stenskih ploščic v kopalnici. Izdelane modele primerjaj s sošolci.

Naloga ne predvideva enolične rešitve. Učenca spodbuja k izdelavi računskega modela, s katerim izračuna strošek polaganja ploščic v kopalnici. Naloga lahko spodbudi učenca k pogovoru s starši o potrebnih podatkih za polaganje ploščic. Učenci zato lahko izberejo različna izhodišča, upoštevajo različne predpostavke, modeli pa se zaradi tega ne bodo bistveno razlikovali, pač glede na izbrane predpostavke. Pri izbiri predpostavk naj učenci upoštevajo naslednje (Magajna, 2012):

- So izbrane predpostavke razumne, smiselne, preozke, primerne ...?
- Kako upravičiti vsako izbrano predpostavko?
- Katere podatke potrebujemo za uporabo modela?
- Lahko predpostavke utemeljimo z opazovanjem, merjenjem?
- Kako preverimo ustreznost modela?

Ogledali smo si primer računskega modela.

V devetem razredu najdemo v poglavju o linearni funkciji tudi naslednjo nalogo:

Miha izbira med podjetjema, ki se ukvarjata s čiščenjem oken. Podjetje "Vedno čista okna" računa 5 € na okno. Pri podjetju "Nikoli umazana okna" je cena sestavljena iz 20 € za plačilo storitve in 3 € za čiščenje vsakega okna. S pomočjo računalniške tehnologije razišči, katero podjetje je ugodnejše za čiščenje oken. Odgovor utemelji glede na število oken.

Na prvi pogled naloga ni tipično modeliranje, saj iščemo odgovor na konkretno vprašanje z znanim izhodiščem (dva ponudnika za čiščenje in izbiramo ugodnejšega). Samo navodilo naloge pa učenca usmeri v dejavnost (uporaba računalniške tehnologije), kjer bo z grafom prikazal znesek, ki ga plačamo za neko število oken. S prikazom stroškov v enem koordinatnem sistemu izdelamo model, s katerim napovemo, do katerega števila oken se Mihi splača najeti enega ponudnika in od katerega števila oken dalje se splača najeti drugega ponudnika. Izdelan model učencu pomaga pri podobnih problemih v realnem kontekstu. Problemsko situacijo smo prikazali z modelom linearne funkcije in poznavanjem lastnosti linearne funkcije.

Še učinkovitejši prikaz realne življenjske situacije z modelom najdemo npr. med nalogami za osmi razred: <http://eucbeniki.sio.si/test/iucbeniki/mat8/837/index6.html>, kjer v nalogi 12. beremo:

V lončka posadi fižol. En lonček postavi na svetlobo. Drugega postavi v temen prostor. Oba enako zalivaj. Spremljaj rast obeh fižolov. Dnevno višino obeh fižolov si zapisuj v preglednico.

- a. *Predstavi rast fižolov z ustreznim prikazom.*
- b. *Iz podatkov ugotovi, ali svetloba vpliva na rast fižola.*
- c. *Ali lahko iz podatkov sklepamo o obliki rasti krivulje za vse vrste fižola?*

Učenci z dejavnostjo vplivajo na opazovanje in končni model z izbiro predpostavk (vrsta fižola, prst, temperatura okolja, svetloba, vlaga, kakovost zraka ...). S kontrolnim poskusom rasti fižola v temi dejansko potrdijo vpliv svetlobe na rast fižola. Prikaz, s katerim prikažejo rast fižola, ima značilno obliko. Če učenci izberejo različne sorte fižola ali celo koruzo (pa še kaj drugega), s primerjavo grafov nedvoumno potrdijo hipotezo, da rastline rastejo podobno. Tako izdelajo model rasti.

Zaključek

Matematično modeliranje lahko opredelimo kot "naravoslovno raziskavo" na področju matematike. Znanstvena metoda je očitno udoben način za učitelje naravoslovnih predmetov, vendar jo je težje implementirati v matematično učilnico. Učenci, ki se ukvarjajo z matematičnimi dejavnostmi modeliranja, porabijo večino časa za razmišljanje o realistični situaciji z namenom iskanja vzorcev in pravil v njej. Del spodbude za matematično modeliranje v razredu se skriva v dejstvu, da tovrstne dejavnosti učencem pomagajo razumeti, da matematika ni disciplina, pri kateri najdemo rešitve v samo nekaj minutah. Vsako dobro matematično modeliranje je namreč vsaj deloma nejasno. Modeliranje je torej primer kompleksne dejavnosti, pri kateri pridejo do izraza številne kompetence učenca (Magajna, 2013). Razvoj kompetenc učencev pa je ena izmed ključnih nalog, ki jih učiteljem predpisuje učni načrt.

V prispevku smo prikazali konkretno implementacijo modeliranja v pouk tako na razredni kot na predmetni stopnji osnovne šole.

Viri

1. Buchter A. in Leuders T., (2005). Mathematikaufgaben selbst entwickeln, Cornelesen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG: Berlin.

2. Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M. in Pitta-Pantazi, D. (2005). Problem solving and posing in a dynamic geometry environment. *The Mathematics Enthusiast*, 2(2), 125-134.
3. Doerr, H. M. in English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), 110-137.
4. English, L. D. in Fox, J. L. (2005). Seventh-graders' mathematical modelling on completion of a three-year program. V P. Clarkson et al. (Ur.), *Building connections: Theory, research and practice* (str. 321-328). Melbourne: Deakin University Press.
5. English, L. D. in Waters, J. (2004). Mathematical Modeling in the Early School Years, *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 59-80.
6. Gerlič, I. (2000). *Sodobna informacijska tehnologija v izobraževanju*. Ljubljana: DZS.
7. Heuvel-Panhuizen, M. (1996). *Assesment and Realistic Mathematic Education*. Utrecht: Freudenthal institute.
8. Kmetič S. (2010). Razvoj in spremljanje procesa modeliranja. V S. Kmetič in M. Sirnik (ur.) *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi MATEMATIKA* (str. 90). Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
9. Lesh, R.A. in Doerr, H. M. (2003). *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. in Zawojewski, J. S. (2003). Model development sequences. V R. Lesh in H. M. Doerr, (ur.). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematic problem solving, learning and teaching* (str. 35-58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
10. Magajna Z., (2012). Matematično modeliranje v osnovni šoli, predavanje o okviru predmetne razvojne skupine, Zavod RS za šolstvo, marec 2012.
11. Magajna Z. (2013). Matematično modeliranje osnovni šoli. V M. Suban in S. Kmetič (ur.) *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi MATEMATIKA* (str. 293 – 305). Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
12. Mousoulides, N., Chrysostomou, M., Pittalis, M. in Christou, C. (2009). Modeling with technology in elementary classrooms. *Zbornik CERME 6*, str. 2226-2235.
13. Mousoulides, N., Pittalis, M., Christou, C., Boytchev, P., Sriraman, B. in Pitta, D. (2007). *Mathematical modelling using technology in elementary school*.

Zbornik 8. International Conference on Technology in Mathematics Teaching.
University of Hradec Králové: Češka republika.

14. Repolusk, S. (2010). Primeri različnih pristopov pri matematičnem modeliranju, V S. Kmetič in M. Sirnik (ur.) Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. (str. 81 – 82). Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
15. Učni načrt za matematiko. (2011). Program osnovna šola, Matematika, Učni načrt. Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod za šolstvo: Ljubljana.
16. Zawojewski, J. S, Lesh, R. in English, L. D. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning. V R. A. Lesh & H. Doerr (ur.), Beyond constructivism: A models and modelling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching (str. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum

Kako naprej

Razvoj sodobnega e-okolja in i-učbenikov za področje družboslovja v okviru projekta e-Šolska torba

Development of a modern e-environment and i-textbooks for Social Sciences in the frame of e-School bag project.

Andrej Flogie, Vladimir Milekšič, Andreja Čuk, Sonja Jelen

212

Članek povzema dogajanja na področju razvoja sodobnih e-vsebin. Temelji na dosedanjem razvoju e-gradiv ter v nadaljevanju na razvoju interaktivnih učbenikov za naravoslovje. Vsa spoznanja pridobljena v dosedanjih projektih na področju razvoja e-vsebin pa nadgradi v vizijo in konkretnim delom, ki bo opravljeno v sklopu projekta e-šolska torba na tem področju (razvoja in uporabe e-vsebin). Ključni poudarek je na področju vizije in celostnega pristopa razvoja ter uporabe sodobnih e-vsebin ter evalvaciji le teh v praksi.

Ključne besede: e-šolska torba, i-učbeniki, izobraževalna platforma, pedagogika 1:1, izobraževanje izobraževanje

This article presents a summary of current activities in the field of modern e-content development. It provides an overview of current e-learning materials development, as well as the development of interactive textbooks for science. All findings acquired in the previous projects in the area of e-content development will be revised in accordance with the vision and results of the work which will be carried out in this field within "e-school bag" project (the development and the use of e-content). The key emphasis is in the area of the vision itself, as well as in the

integrated approach to the development and use of advanced e-content and its evaluation in practice.

Key words: e-school bag, i-textbooks, educational platform, 1:1 pedagogy, education

Uvod

Vse mednarodne raziskave, predvsem raziskave pismenosti, ki smo jih opravili tudi v Sloveniji (PISA, PIRLS), kažejo na to, da je največji delež učenčevih dosežkov odvisen od dejavnikov doma, predvsem izobrazbe staršev in števila knjig doma: oba dejavnika vplivata tako neposredno kot posredno; posredni vpliv je ta, da izobrazba staršev vpliva na življenjski slog in daje priložnost, da bo otrok deležen dovoljšnjega števila zahtevnih bralnih dražljajev, pa tudi, da bodo starši in šola od njega pričakovali visok akademski dosežek, ki ga bo otrok najverjetneje tudi izkazal (za vsakega posameznika to ne velja, na ravni populacije pa zanesljivo da). Delež razlike pri pismenosti, ki ga prinese šola, je po zadnjih podatkih PIRLS iz leta 2011 le 8 %. To pa ne pomeni, da šola ne more ničesar storiti: ravno nasprotno, šola stori tako malo, da je vpliv domačega okolja (pre)velik. Če primerjamo bralno pismenost otrok iz družin različno izobraženih staršev, vidimo, da je razlika v bralni pismenosti med skupino otrok, ki imajo univerzitetno izobražene starše, in tistimi, katerih starši imajo le osnovno šolo, približno 100 točk, pri čemer vemo, da razlika 40 točk pomeni razliko 1 leta (1 leto starejši učenci v enem razredu višje bi dosegli toliko višji bralni dosežek), kar pomeni, da v starosti, ko se razlike začnejo drastično povečevati, znašajo med posameznimi skupinami otrok že 2 leti in pol.

Pri tem se zastavlja vprašanje, ali sodobna informacijska tehnologija lahko vpliva na večanje deleža vpliva šolskega okolja na dosežke učencev in dijakov in tudi na razvoj pismenosti kot enemu od temeljnih pogojev uspešnega učenja. Informacijska tehnologija lahko vpliva na pismenost neposredno in posredno. Neposredno na način izpostavljenosti bralnim dražljajem, še zlasti, če je računalnik priključen na internet. Posredno pa z izpostavljenostjo veliki količini informacij, ki jih lahko obdelujemo, če le vemo, kako. Ta proces pa poteka krožno: več ko beremo, bolje beremo, in bolje ko beremo, raje beremo. Kdor več bere (seveda če zahtevnost sčasoma narašča), bolje bere (Doupona, 2012).

Na osnovi teh temeljnih razlogov, splošnih in specifičnih kompetenc 21. stoletja, potrebnih inovativnih pristopov k poučevanju in učenju, podprtih s sodobnimi e-storitvami, kakovostnimi e-vsebinami ter tehnologijami prihodnosti (mobilne naprave, tablični računalniki ...), želimo z razvojnim projektom e-Šolska torba razviti mehanizme, primere dobrih praks ter sodobne e-storitve ter e-vsebine (i-učbenike), ki bodo temelj za nadaljnje infrastrukturne ter sistemske ukrepe v slovenskem šolskem prostoru.

Projekt e-Šolska torba je razvojni projekt, katerega cilj je evalvacija uporabe i-učbenikov na izbranih javnih vzgojno-izobraževalnih zavodih. Za uspešno izvedbo pilotnih projektov bo vzpostavljena ustrezna infrastruktura, razvite e-storitve in e-vsebine (i-učbeniki). Razvite e-storitve in e-vsebine bodo, po uspešno zaključenih pilotnih projektih, dostopne vsem šolam (in ne le vključenim v pilotne projekte).

Namen in cilji projekta

Namen projekta je vzpostavitev ustrezne infrastrukture za uporabo ter razvoj sodobnih e-storitev in e-vsebin v slovenskem jeziku, zagotavljanje podpore uporabe le-teh pri pedagoškem procesu (didaktične, tehnične) ter organizacijsko/upravljalvskem procesu vsakega VIZ-a v luči dviga ravni e-kompetenc in znanja naših učiteljev/profesorjev ter posredno dviga konkurenčnosti znanja naših učencev/dijakov v Evropski uniji. Razvite e-storitve in e-vsebine bomo ob podpori svetovalcev in strokovnjakov preizkusili v praksi na pilotni mreži vključenih VIZ, v nadaljevanju pa bo uporaba razvitih e-storitev in e-vsebin omogočena tudi drugim VIZ v slovenskem šolskem prostoru.

Cilji projekta in s tem povezana prioritetna področja so:

- **razvoj sodobnih e-storitev za slovenski šolski prostor,**
- **razvoj e-vsebin (i-učbenikov) za področje družboslovja (8., 9. razred OŠ ter 1. letnik gimnazije),**
- **zagotavljanje dostopnosti in podpore novo razvitim e-storitvam in e-vsebinam,**
- **razvoj enotnega avtorskega uporabniškega vmesnika za "online" pripravo e-vsebin,**
- **razvoj enotne platforme za dostop do e-vsebine - "eduStore" (i-učbenike, e-knjige ...),**
- **razvoj e-servisov (e-storitve) za uporabo razvitih e-vsebin na različnih odjemalcih,**
- **vzpostavitev in razvoj infrastrukture (prehod na IPv6 (Internet Protocol version 6), Slovensko izobraževalno omrežje II (SIO II) ter pilotni projekti),**
- **izvedba pilotnih projektov uporabe e-Šolske torbe (ki pokrivajo tako pedagoško didaktični del kot organizacijsko upravljalvski del vsakega vzgojno-izobraževalnega zavoda (VIZ) oziroma zavoda),**
- **evalvacija učinkov.**

Projekt prispeva k dvigu kakovosti in učinkovitosti izobraževalnega procesa pri družboslovnih predmetih 8. in 9. razreda osnovne šole, 1. letnika gimnazije ter širše z ustvarjanjem pogojev za uporabo IKT pri šolskem delu (pedagoškem in upravljalvskem), skozi usposabljanje učiteljev (tako v šoli kot pri samostojnem delu doma) implementira rezultate projekta v izobraževalni proces ter razvija digitalne kompetence učitelja in učečega.

Pilotni projekt e-Šolska torba je nadgradnja in nadaljevanje nekaterih že utečenih dejavnosti s področja informatizacije slovenskega šolstva. Javni zavod Arnes je vzpostavil temelje SIO - Slovenskega izobraževalnega omrežja (razvil določene e-storitve, vzpostavil del potrebne IKT-infrastrukture), javni zavod ZRSŠ pa je že pričel z izdelavo sodobnih e-vsebin (i-učbenikov) na področju naravoslovja (12 jih je že potrjenih, drugi so v postopku potrjevanja na Strokovnem svetu za splošno izobraževanje). Dobre prakse, znanja in izkušnje s teh projektov bodo prenesene na projekt e-Šolska torba ter nadgrajene in razširjene. Tako so s strani Arnesa že vzpostavljene nekatere osnovne e-storitve (npr. Vox – videokonferenčni sistemi, glasovalni sistem ...), razvijajo se e-vsebine za naravoslovna področja, vzpostavljena je mreža svetovalcev za uporabo razvitih e-storitev in e-vsebin na ravni celotne Slovenije ... Orodje za izdelavo sodobnih e-vsebin že obstaja, vendar ni web aplikacija, temveč je na "desktop" nivoju z omejeno uporabo. Znanja, pristopi in izkušnje, pridobljene na tej ravni, bodo služili kot osnova za izgradnjo web platforme za izdelavo e-vsebin. Za razvoj drugih platform in vmesnikov pa bo standard HTML5 predstavljal osnovo za nadaljnje delo, tako da bodo vse e-storitve razvite v skladu s priporočili tega standarda (v sklopu interoperabilnostnega okvira celotnega EU prostora).

Pilotni projekti uporabe sodobnih e-storitev in e-vsebin na tabličnih odjemalcih v VIZ bodo temeljili na izkušnjah svetovalcev Zavoda RS za šolstvo, strokovnjakov Arnesa, programa Inovativnih šol, imenovanega "Partners in Learning", ki teče v več kot 65 državah sveta (<http://www.pil-network.com/pd/school>), projekta "Inovativna pedagogika v luči kompetenc 21. stoletja" ter na osnovi standarda "e-kompetentni učitelj", ki je bil razvit v sklopu projekta "E-šolstvo".

Vloga i-učbenikov v projektu e-Šolska torba

Razvoj i-učbenikov (Pesek, Zmazek in Mohorčič, 2014) v slovenskem izobraževalnem prostoru temelji na spoznanjih in ugotovitvah razvoja e-gradiv, katerih izdelavo je prek javnega razpisa sofinanciralo Ministrstvo za izobraževanje, kulturo in šport. Naslednji korak je bil razvoj koncepta, metodologije ter v zadnji fazi prvih i-učbenikov s področja naravoslovja, ki so potekali pod okriljem Zavoda RS za šolstvo, in projekta, ki ga je denarno podprlo MIZŠ z naslovom "Razvoj i-učbenikov za naravoslovje", katerega vodja je bil dr. Igor Pesek. V sklopu tega projekta je bila razvita celotna metodologija izdelave i-učbenikov, vključno z njihovo didaktično in pedagoško vlogo v izobraževalnem procesu. Pri izdelavi je sodelovalo veliko število inovativnih učiteljev iz celotne Slovenije (tako osnovnošolskih kot srednješolskih) kot tudi drugih strokovnjakov s posameznih področij. S tehnološkega vidika pa je bil razvit uredniški portal ter nadgrajen/prilagojen urejevalnik za izdelavo i-učbenikov (exeCute). Projekt e-Šolska torba tako predstavlja z vidika razvoja i-učbenikov

naslednji logični korak. Konkretno to pomeni, da vse že razvite metodologije, spoznanja, korake ... uporabimo ter nadgradimo na področjih, kjer je to potrebno.

Nadgradnja je potrebna predvsem na področju tehnologije, licenčnega modela in uporabe v razredu, medtem ko so didaktično-metodološki razviti koncepti in pristopi uporabe razvitih i-učbenikov za področje naravoslovja ustrezni tudi za razvoj i-učbenikov s področja družboslovja. V sklopu projekta e-Šolska torba smo na področju razvoja i-učbenikov tako privzeli celotno metodologijo vsebinskega dela razvoja posameznega učbenika.

Razvoj platforme

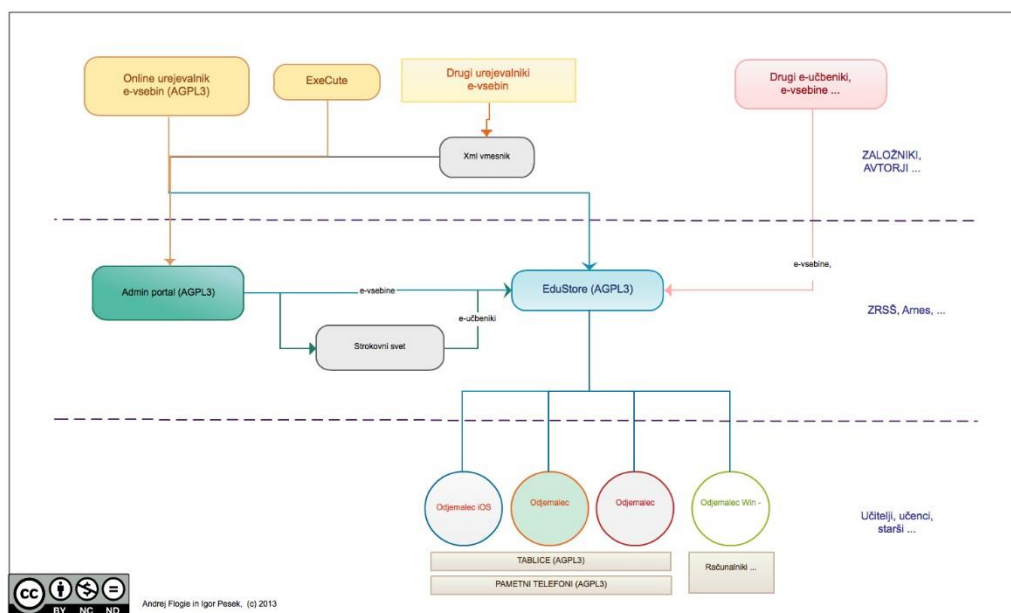
Online urejevalnik e-vsebin

Splošna ocena obstoječega urejevalnika i-učbenikov (ExeCute), ki je bil razvit in nadgrajen v sklopu projekta "razvoja naravoslovnih i-učbenikov", je zelo visoka. Ključna pomanjkljivost pa je vsekakor ta, da aplikacija ExeCute deluje lokalno in omejeno glede na operacijski sistem lokalnega računalnika. To pomeni, da jo je treba namestiti na lokalni računalnik z ustreznim operacijskim sistemom Windows, medtem ko na drugih operacijskih sistemih ne deluje. Prav tako ne omogoča skupinskega dela in neposrednega shranjevanja v oblak. Vsekakor pa je veliko naprednejša od večine drugih obstoječih aplikacij/orodij za izdelavo e-vsebin, saj so njene funkcionalnosti dejansko prilagojene potrebam izdelave sodobnih e-vsebin kot tudi i-učbenikov. Zato smo se že pri načrtovanju projekta e-Šolska torba odločili, da se razvije identična aplikacija (e-storitev), ki bo vključevala vse funkcionalnosti "ExeCute-a" ter bo nadgrajena v smislu, da:

- deluje online (ni potrebna lokalna namestitve)
- teče v Arnesovem oblaku
- omogoča online shranjevanje podatkov (Arnesov oblak ...)
- omogoča prostodostopno "online" prijavo za vsakega založnika (založnik je lahko tudi učitelj) ter urejanje ustreznih pravic izdelovalcem vsebin (vsak učbenik lahko ima enega ali več avtorjev)
- omogoča direktno komunikacijo preko APP-ijev z EduStore-om (pripravljen i-učbenik se lahko neposredno izvozi v EduStore)
- omogoča skupno urejanje dokumentov (več avtorjev lahko ureja isti učbenik – vsak svoj del)
- omogoča direktno komunikacijo z obstoječim administratorskim portalom (kjer je že vzpostavljen recenzentski krog, uredniška politika ...)

- omogoča različne izvoze pripravljenih i-učbenikov (izvoz direktno v EduStore, ePub, html5, SCORM paketi ...)
- so vsi zapisi skladni s priloženo XMLshemo
- omogoča nastavitve različnih CSS-stilov – oblik pripravljene vsebine
- ...

Umestitev online urejevalnika e-vsebin (i-učbenikov) v celotno platformo je vidna na naslednji shemi.



Slika 1: Ekosistem - platforma za uporabo i-učbenikov

XML-vmesnik (Sistem za pretvorbo i-učbenikov iz oblike XML v HTML5)

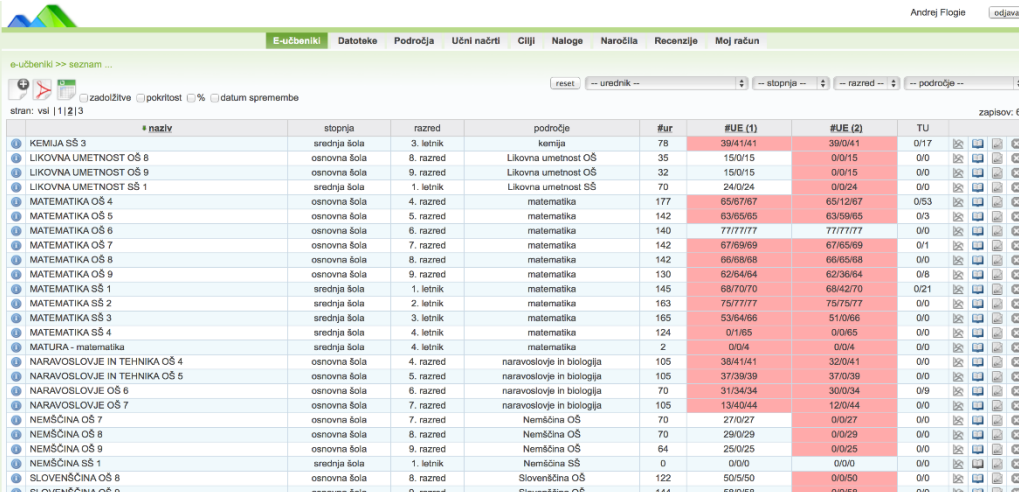
Vizija celotne platforme je naravnana prostodostopno in odprtokodno. Z vsebinskega vidika izdelave e-vsebin to pomeni, da je ne želimo "zapirati" in omejevati tako na ravni dostopnosti kot uporabnosti. Želimo, da avtorji e-vsebin uporabljajo tudi druga orodja za izdelavo in svoj končni produkt objavijo v EduStore-u ter tako uporabijo drugo že razvito in vzpostavljeno infrastrukturo za distribucijo le-teh. Dolgoročno to pomeni, da lahko tudi založbe uporabijo vzpostavljeno infrastrukturo kot distribucijski kanal za uporabo svojih i-učbenikov in e-vsebin na tabličnih računalnikih učencev in dijakov, pametnih telefonih, spletu ... Zato smo razvili tudi XML-vmesnik oziroma sistem za pretvorbo e-vsebin iz oblike XML v HTML5. Osnovni namen XML-vmesnika je omogočiti avtorjem i-učbenikov ustrezno pretvorbo i-učbenikov v enotno obliko ne glede na vrsto programske opreme, v

kateri se gradiva pripravijo. S pomočjo sistema za pretvorbo i-učbenikov želimo omogočiti pretvorbo iz standardizirane XML-oblike v HTML-obliko, pri čemer želimo ohraniti fleksibilnost, da s pomočjo predlog in CSS-stilov sami definirano končno obliko i-učbenika, ki bo enotna ne glede na to, s katero vrsto programske opreme bo i-učbenik nastal.

Avtorji in založniki imajo tako možnost, da sami izberejo, ali bodo uporabili razviti prostodostopni online urejevalnik e-vsebin ali svojega ali pa katerega izmed produktov, ki so komercialno dostopni. Vsekakor imajo potem možnost uporabe druge vzpostavljene infrastrukture, kar pa je za nas ključnega pomena (torej da puščamo na tem področju odprt prostor in s tem široko paleto kreativnih in inovativnih pristopov izdelave e-vsebin).

Administrativni portal

Administrativni portal deluje kot orodje za organiziranje celotnega procesa nastajanja i-učbenika. Portal omogoča postavitve koncepta i-učbenika, dodelitve sklopov avtorjem, spremljave avtorjev pri nastajanju posameznih enot, recenziranja enot (več recenzentov hkrati), lektoriranja enot, končne tehnične obdelave enot in na koncu izdelave celotnega i-učbenika.



The screenshot shows the administrative portal interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: E-učbeniki, Datoteke, Področja, Učni načrti, Cilji, Naloge, Naročila, Recenzije, and Moj račun. Below the navigation bar, there is a search bar and a table of subjects. The table has columns: # naziv, stopnja, razred, področje, #ur, #UE (1), #UE (2), TU, and zapisov. The table lists various subjects such as KEMIJA SŠ 3, LIKOVNA UMETNOST OŠ 8, LIKOVNA UMETNOST OŠ 9, LIKOVNA UMETNOST SŠ 1, MATEMATIKA OŠ 4, MATEMATIKA OŠ 5, MATEMATIKA OŠ 6, MATEMATIKA OŠ 7, MATEMATIKA OŠ 8, MATEMATIKA OŠ 9, MATEMATIKA SŠ 1, MATEMATIKA SŠ 2, MATEMATIKA SŠ 3, MATEMATIKA SŠ 4, MATEMATIKA - matematika, NARAVOSLOVJE IN TEHNIKA OŠ 4, NARAVOSLOVJE IN TEHNIKA OŠ 5, NARAVOSLOVJE OŠ 6, NARAVOSLOVJE OŠ 7, NEMŠČINA OŠ 7, NEMŠČINA OŠ 8, NEMŠČINA OŠ 9, NEMŠČINA SŠ 1, SLOVENŠČINA OŠ 8, and SLOVENŠČINA OŠ 9. Each row contains details about the subject, including the level, grade, subject area, number of hours, and the number of units.

#	naziv	stopnja	razred	področje	#ur	#UE (1)	#UE (2)	TU	zapisov
1	KEMIJA SŠ 3	srednja šola	3. letnik	kemija	78	39/41/41	39/0/41	0/17	0
2	LIKOVNA UMETNOST OŠ 8	osnovna šola	8. razred	Likovna umetnost OŠ	35	15/0/15	0/0/15	0/0	0
3	LIKOVNA UMETNOST OŠ 9	osnovna šola	9. razred	Likovna umetnost OŠ	32	15/0/15	0/0/15	0/0	0
4	LIKOVNA UMETNOST SŠ 1	srednja šola	1. letnik	Likovna umetnost SŠ	70	24/0/24	0/0/24	0/0	0
5	MATEMATIKA OŠ 4	osnovna šola	4. razred	matematika	177	65/67/67	65/12/67	0/53	0
6	MATEMATIKA OŠ 5	osnovna šola	5. razred	matematika	142	63/65/65	63/59/65	0/3	0
7	MATEMATIKA OŠ 6	osnovna šola	6. razred	matematika	140	71/71/71	71/71/71	0/0	0
8	MATEMATIKA OŠ 7	osnovna šola	7. razred	matematika	142	67/69/69	67/65/69	0/1	0
9	MATEMATIKA OŠ 8	osnovna šola	8. razred	matematika	142	66/68/68	66/65/68	0/0	0
10	MATEMATIKA OŠ 9	osnovna šola	9. razred	matematika	130	62/64/64	62/56/64	0/6	0
11	MATEMATIKA SŠ 1	srednja šola	1. letnik	matematika	145	68/70/70	68/42/70	0/21	0
12	MATEMATIKA SŠ 2	srednja šola	2. letnik	matematika	163	75/77/77	75/75/77	0/0	0
13	MATEMATIKA SŠ 3	srednja šola	3. letnik	matematika	165	53/64/66	51/0/66	0/0	0
14	MATEMATIKA SŠ 4	srednja šola	4. letnik	matematika	124	0/1/65	0/0/65	0/0	0
15	MATEMATIKA - matematika	srednja šola	4. letnik	matematika	2	0/0/4	0/0/4	0/0	0
16	NARAVOSLOVJE IN TEHNIKA OŠ 4	osnovna šola	4. razred	naravoslovje in biologija	105	38/41/41	32/0/41	0/0	0
17	NARAVOSLOVJE IN TEHNIKA OŠ 5	osnovna šola	5. razred	naravoslovje in biologija	105	37/39/39	37/0/39	0/0	0
18	NARAVOSLOVJE OŠ 6	osnovna šola	6. razred	naravoslovje in biologija	70	31/34/34	30/0/34	0/9	0
19	NARAVOSLOVJE OŠ 7	osnovna šola	7. razred	naravoslovje in biologija	105	13/40/44	12/0/44	0/0	0
20	NEMŠČINA OŠ 7	osnovna šola	7. razred	Nemščina OŠ	70	27/0/27	0/0/27	0/0	0
21	NEMŠČINA OŠ 8	osnovna šola	8. razred	Nemščina OŠ	70	28/0/29	0/0/29	0/0	0
22	NEMŠČINA OŠ 9	osnovna šola	9. razred	Nemščina OŠ	64	25/0/25	0/0/25	0/0	0
23	NEMŠČINA SŠ 1	srednja šola	1. letnik	Nemščina SŠ	0	0/0/0	0/0/0	0/0	0
24	SLOVENŠČINA OŠ 8	osnovna šola	8. razred	Slovenščina OŠ	122	50/5/50	0/0/50	0/0	0
25	SLOVENŠČINA OŠ 9	osnovna šola	9. razred	Slovenščina OŠ	144	58/0/58	0/0/58	0/0	0

Slika 2: Zaslonska slika administratorskega portala

Portal je bil v celoti razvit v sklopu projekta izdelave učbenikov za naravoslovje. V sklopu projekta e-Šolska torba bo le nadgrajen v določenih segmentih, ki so zaradi celostnega pristopa postali prav tako pomembni. Tako bo nadgrajen npr. na področju, povezanim z online urejevalnikom e-vsebin, saj je treba zagotoviti njuno povezljivost prek APP-jev oziroma z ustreznimi tehnološkimi rešitvami. Prav tako bo potrebna nadgradnja recenzentskih krogov, ki bodo v prihodnje potekali na različne

načine v odvisnosti od pristopa izdelave e-vsebin posameznika oziroma posamezne založbe. Vse te prilagoditve in nadgradnje bodo pripomogle k celostni podobi platforme. Upravljanje administrativnega portala bo ostalo še naprej v domeni Zavoda RS za šolstvo, ki je tudi sicer tesno vpet v postopek potrjevanja učbenikov in strokovne ocene njihove primernosti.

EduStore

Ko so vsebine pripravljene, se jih preprosto prenese v skupno odlagališče z imenom EduStore. To je enotna shramba e-vsebin za velik del slovenskega šolskega prostora. Lahko rečemo, da je to logična in tehnološko gledano nadgradnja dosedanjega kataloga e-gradiv z imenom Trubar (ki se nahaja na portalu SIO).

Slika 3: Sedanji katalog e-gradiv na SIO portalu

V katalogu gradiv Trubar je trenutno aktivnih 8500 e-gradiv. E-gradiva so v obliki zunanjih povezav, SCORM-datotek, pdf- in ppt-datotek ipd. Celoten sistem je sestavljen iz dveh komponent, in sicer dokumentnega sistema Alfresco, v katerem so e-gradiva shranjena, in uporabniškega vmesnika, narejenega v Typo3, ki uporabnikom omogoča iskanje in pregledovanje e-gradiv. Zaradi specifičnega zapisa dokumentov v sistemu Alfresco je bila klasifikacija narejena s pomočjo drevesne strukture (stopnja → razred → predmet). Za lažje iskanje in kasnejšo integracijo z zbirko e-gradiv smo uvedli še četrto raven: tematske sklope. Vsi elementi klasifikacije delujejo na ravni uporabniškega vmesnika kot filtri iskalnika. Ker se je izkazalo, da

drevesna struktura dolgoročno ni najprimernejša struktura zapisa (npr. nemogoče je poiskati vsa gradiva za fiziko po vseh stopnjah izobraževanja), smo se odločili, da strukturo spremenimo v neodvisne metapodatke. S tem bomo izboljšali kakovost iskalnika kot tudi njegovo hitrost.

Gradiva, ki so bila oddana v katalog v obliki SCORM-datotek, se trenutno prikažejo v namenski spletni učilnici Moodle, ki pa jo zamenjujemo s posebnim SCORM-pregledovalnikom. Uporabnik si bo lahko tako hitro ogledal določeno e-gradivo in si ga tudi naložil v svojo spletno učilnico. Drug problem so zunanje povezave, ki zaradi nenehnega spreminjanja interneta ne kažejo vedno na pravo mesto. Dolgoročni cilj, ki smo si ga že pred časom zastavili, je bil, da bi katalog vseboval vsa gradiva lokalno. Katalog in zbirka gradiv so dobra osnova za novi rod e-gradiv, i-učbenikov in drugih e-vsebin.

EduStore predstavlja logično nadgradnjo obstoječega kataloga Trubar tako z vsebinskega kot tehničnega vidika. Struktura EduStora je sestavljena iz dveh delov spletnih aplikacij:

- administratorski del
- uporabniški del

Administratorski del aplikacije bo namenjen založnikom in administratorjem sistema same aplikacije kot orodje za različne funkcionalnosti, kot so na primer pregled statistike, urejanje vsebin, objavljane vsebin, administracijo uporabnikov in druge. Drugi del aplikacije je uporabniški in omogoča uporabnikom drug nabor funkcionalnosti, kot je dostop do e-vsebin, nakup e-vsebin, urejanje in prebiranje e-vsebin in druge. Uporabniški del služi hkrati kot API, prek katerega uporabniki mobilnih naprav komunicirajo s sistemom EduStore.

Tako administratorski kot uporabniški del aplikacije sta med seboj ločena in do podatkov dostopata prek ene skupne podatkovne zbirke, kjer ima vsak del aplikacije na nivoju podatkovne zbirke določeno, do katerih podatkov lahko dostopa. V administratorski del aplikacije ima uporabnik omogočen dostop zgolj preko PKI-infrastrukture, medtem ko je v uporabniški del aplikacije omogočenih več načinov avtentikacije, kakor je tudi specificirano v nadaljevanju. Oba dela aplikacije združuje uporaba SSL.

Odjemalci

Pripravljene vsebine (i-učbeniki, e-vsebine ...) bodo vse shranjene v EduStoru. Zaradi različnih ponudnikov strojne in programske opreme na ravni mobilnih telefonov, tabličnih računalnikov ... nastopi težava, kako zagotoviti dostop do iste vsebine z različnih naprav z različnimi operacijskimi sistemi. Naša vizija je vsekakor ta, da avtorji pripravijo vsebine le enkrat. Sama tehnologija pa v nadaljevanju

omogoči generiranje vsebin v ustreznih tehnoloških formatih, ki bodo našim učencem in drugim uporabnikom omogočali dostop do teh ne glede na vrsto naprave, ki jo uporabljajo. Prav zato smo razvili aplikacijo za dostop za tri različne operacijske sisteme: Windows, Android in IOS.

Mobilna aplikacija bo tako omogočala uporabnikom dostop do e-vsebin z različnih naprav, pri čemer bo moral uporabnik iz uradnih trgovin (AppStore, Google Play, Windows Store) na svojo napravo prenesti aplikacijo e-torba. Z razvojem domorodnih (nativnih) aplikacij za vsak operacijski sistem želimo zagotoviti dobro uporabniško izkušnjo, čemur morata biti prilagojena tudi videz in funkcionalnost mobilne aplikacije. Od izvajalca smo zahtevali načrtovanje informacijske arhitekture, ki bo zagotovila intuitivno uporabo aplikacije ter unikatni grafični vmesnik, ki bo sledil trendom mobilnih aplikacij in najboljši uporabniški izkušnji.



Slika 4: Prenos aplikacije iz Google Play

Namen mobilne aplikacije pa je, da si uporabniki (učenci, dijaki, učitelji, starši ...) prek mobilne aplikacije e-torba na svojo napravo naložijo interaktivni učbenik in ga uporabljajo v vseh predvidenih oblikah (listanje, interaktivno reševanje nalog ...). Rešitve nalog se bodo, če bo uporabnik to želel, shranile znotraj aplikacije oz. v njegovi napravi.

Po vstopu v mobilno aplikacijo e-torba so na začetni strani uporabniku prikazani i-učbeniki in druge e-vsebine, ki si jih je že prenesel na napravo. Poleg tega mu želimo ponuditi oziroma predlagati druge i-učbenike (e-vsebine) glede na njegove preference, pretekla iskanja in že prenesene vsebine ter mu predstaviti nove (če obstajajo in jih je administrator dodal v EduStore). Vsi predlogi so predstavljeni s sliko i-učbenika (e-vsebine), naslovom in kratkim opisom vsebine. Poleg predstavitve se nahaja gumb za enostavni in hitri prenos vsebine na napravo.

Testiranje i-učbenikov in prva spoznanja

V projektu e-Šolska torba pripravljamo i-učbenike za družboslovne predmete za 8. in 9. razred osnovne šole ter prvi letnik gimnazije. Izdelovalci i-učbenikov, ki so bili

izbrani na podlagi izpolnjevanja pogojev, določenih v javnem razpisu, pripravljajo i-učbenike za slovenščino, angleščino, nemščino kot drugi tuji jezik (za OŠ), likovno umetnost, glasbeno umetnost, geografijo in zgodovino. Učbeniki bodo pripravljeni do konca leta 2014.

Načrtujemo še izdelavo i-učbenikov za domovinsko in državljansko kulturo ter etiko, nemščino (za gimnazijo), športno vzgojo (za OŠ) in informatiko (za gimnazijo), ki bodo pripravljeni do zaključka projekta (aprila 2015).

I-učbeniki, ki jih pripravljamo v projektu e-Šolska torba, pokrivajo celoten učni načrt za posamezni predmet v določenem razredu oz. letniku. Zadoščati morajo strogo določenim vsebinsko-didaktičnim, tehnično-organizacijskim in oblikovnim zahtevam. Z interaktivnimi in dinamičnimi gradniki bodo omogočili boljši prikaz dejstev in doseganje globljega razumevanja snovi ter aktivno udeležbo učenca oz. dijaka. Učbeniki bodo potrjeni na Strokovnem svetu RS za splošno izobraževanje in bodo lahko enakovredno nadomestili potrjene tiskane učbenike. Učbeniki bodo uporabnikom na voljo brezplačno na stacionarnih, prenosnih, tabličnih računalnikih ter drugih mobilnih napravah. Delovali bodo na vseh operacijskih sistemih (iOS, Android, Windows).

Učbenike bomo preizkusili na šolah, ki so vključene v pilotna projekta Uvajanje in uporaba e-vsebin in e-storitev v projektih e-Šolska torba in I-učbeniki s poudarkom naravoslovnih predmetov v OŠ ter Preizkušanje e-vsebin in e-storitev v projektih e-Šolska torba in I-učbeniki s poudarkom na naravoslovnih vsebinah v OŠ.

V pilotni projekt Uvajanje in uporaba e-vsebin in e-storitev v projektih e-Šolska torba in I-učbeniki s poudarkom naravoslovnih predmetov v OŠ je vključenih 92 učiteljev s 14 šol, v projekt Preizkušanje e-vsebin in e-storitev v projektih e-Šolska torba in E-učbeniki s poudarkom na naravoslovnih vsebinah v OŠ pa 147 učiteljev s 44 šol.

V pilotnih projektih želimo ugotoviti, ali i-učbeniki prispevajo k boljšemu znanju učencev/dijakov v primerjavi s klasičnimi učbeniki. V ta namen bomo izvedli kvalitativne in kvantitativne evalvacije. Področje evalvacije bo kakovost i-učbenika (prednosti pred klasičnim), vpliv i-učbenika na učenje učenca/dijaka ter vpliv i-učbenika na poučevanje učitelja.

Zavod RS za šolstvo šolam nudi didaktično podporo, ki poteka v živo ali na daljavo. V to podporo so vključena skupna izobraževanja učiteljev, svetovanja ter redna komunikacija.

Člani šolskih projektnih timov se na strokovnih srečanjih pod vodstvom svetovalcev ZRSŠ usposabljaajo za rabo e-vsebin in e-storitev, razvijajo primere dobre prakse rabe le-teh, jih spremljajo in evalvirajo pri učenju in poučevanju ter poročajo

o ugotovitvah rabe, spremljanja in evalviranja e-vsebin in e-storitev. Sodelujoči člani šolskih projektnih timov:

- delujejo razvojno: načrtujejo, izvajajo, spremljajo, vrednotijo in evalvirajo pouk ter znanje in veščine učencev ob uporabi e-storitev in e-vsebin,
- razvijajo nove oz. dopolnjujejo/nadgrajujejo obstoječe modele poučevanja in učenja, podprte z informacijsko tehnologijo, opolnomočijo učitelje in učence lastne šole in širše za digitalno pismenost,
- spoznavajo teoretična izhodišča o sodobnih oblikah poučevanja in učenja ter različne primere kakovostne prakse uporabe e-vsebin ter e-storitev, ki spodbujajo razvoj raznovrstnih znanj in veščin učečih (kot so na primer digitalna pismenost, učenje učenja, sodelovanje in komunikacija, ustvarjalnost, samorefleksija, delo z e-viri, reševanje problemov, kritično mišljenje),
- spoznavajo prakse uporabe e-vsebin ter e-storitev, mobilnih aplikacij in spletnih storitev na napravah (tablice, telefoni, prenosni računalniki ...).

V prvem letu izvajanja pilotnih projektov (2013/14) učitelji načrtujejo pouk ob uporabi e-storitev in e-vsebin na ravni posameznih učnih sklopov, v drugem letu (2014/15) pa bodo uporabo e-storitev in e-vsebin načrtovali na letni ravni. Celotno obdobje trajanja pilotnih projektov je razdeljeno na 6 obdobji preizkušanja. V vsakem obdobju se izvede načrtovani tematski oz. učni sklop in spremljava pouka s strani ZRSŠ. Ob koncu vsakega obdobja pa bo potekala evalvacija.

Upravljanje z avtorskimi pravicami, spoznanja in priporočila

Upošteva je pogodbo z Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport je Zavod RS za šolstvo izdelovalcem i-učbenikom naložil, da morajo v skladu z Zakonom o avtorski in sorodnih pravicah (v nadaljevanju ZASP)¹ v zvezi z i-učbenikom na Zavod prenesti vse materialne avtorske pravice izključno, časovno in teritorialno neomejeno. Zavod pa mora i-učbenike v razmerju do tretjih oseb (uporabnikov) dati na voljo pod licenco Creative Commons (v nadaljevanju CC).² Z uporabo CC-licenc se uporabnikom na jasn in nedvoumen način vnaprej pove, kako lahko i-učbenik uporabljajo. Za obstoječe i-učbenike velja slovenska verzija licence 2.5, ki določa "priznanje avtorstva" + "nekomercialno" + "deljenje pod istimi pogoji". To pomeni,

¹ Uradni list RS, št. 21/1995, 9/2001, 30/2001 - ZCUKPIL, 43/2004, 17/2006, 114/2006 - ZUE, 139/2006, 68/2008, 110/2013.

² Več o CC licencah je na voljo na spletni strani: <http://creativecommons.si/licence>.

da lahko uporabnik i-učbenik in njegove predelave reproducira, distribuira, daje v najem, priobči javnosti in predeluje, vendar samo pod pogojem, da se navede avtorja dela, da ne gre za komercialno uporabo in da se izvirna dela oziroma predelave naprej delijo pod istimi pogoji. Gre za pristop, ki se je uveljavil že v času prvih projektov ministrstva, ki so se nanašali na izdelavo e-gradiv.

Ob tem so se pojavila vprašanja tako na strani izdelovalcev i-učbenikov kot tudi Zavoda RS za šolstvo. Spraševali smo se: ali je takšen obseg prenosa materialnih avtorskih pravic resnično potreben; ali bi bilo smotrno uporabiti licenco, ki bi dopuščala tudi komercialno uporabo i-učbenikov; ali omejiti možnost predelave i-učbenikov zaradi težav pri razčiščevanju avtorskih pravic, ker so imetniki avtorskih pravic v nekaterih primerih izrazito nenaklonjeni možnostim nadaljnjih predelav avtorskih del idr.

Potreba po pritegnitvi vseh materialnih avtorskih pravic na Zavod RS za šolstvo se je pokazala kot upravičena predvsem zaradi že vnaprej znanih sprememb in prilagoditev i-učbenikov. Bodisi zaradi sprememb učnih načrtov, potreb po drugih vsebinskih spremembah bodisi zaradi prilagoditev za učence s posebnimi potrebami in učence narodnostnih manjšin. Izbira licence, ki omogoča predelavo i-učbenikov, pa je ključna zaradi uresničevanja enega bistvenih atributov i-učbenikov, saj omogoča, da lahko npr. učitelji za potrebe pouka, preverjanja znanja ipd. zakonito uporabijo in prilagodijo vsebine i-učbenikov. V prihodnje bi morda veljalo razmisliti o prosti licenci, ki bi dopuščala tudi komercialno uporabo i-učbenikov, saj bi tako verjetno še bolj spodbudili interes po nadgradnjah i-učbenikov.

Dileme pri upravljanju, še posebej pri razčiščevanju avtorskih pravic, so se pojavile tudi zaradi nizke stopnje ozaveščenosti in znanja o avtorskih pravicah pri vseh deležnikih zaradi precej novega področja (e-izobraževalnih vsebin) in skromne sodne prakse. Prav tako težavam pri razčiščevanju avtorskih pravic botruje pomanjkljiva slovenska zakonodaja, saj veljavni ZASP ne sledi potrebam po drugačni ureditvi avtorskih pravic v primeru izobraževanja (i-učbeniki, uporaba e-vsebin pri pouku itd.). Pri tiskanih učbenikih je zadeva precej preprostejša, saj zakon³ izrecno predvideva zakonito licenco. Tako je mogoče brez prenosa avtorskih pravic, vendar ob plačilu primerne nadomestila, reproducirati dele avtorskih del ter posamična dela s področij fotografije, likovne umetnosti, arhitekture, uporabne umetnosti, industrijskega oblikovanja in kartografije, če gre za že objavljena dela več avtorjev. V primeru tiskanega učbenika se pravice torej razčistijo pri kolektivni organizaciji,

³ 47. člen ZASP (Pouk, periodika).

Združenju avtorjev Slovenije (ZAMP).⁴ Navedene potrebe v izobraževalni sferi bi bilo vsekakor treba upoštevati ob spremembah ZASP-a v prihodnje.

Tudi pri upravljanju z avtorskimi pravicami za programsko opremo smo sledili želji po prostem dostopu in zagotavljanju čim daljše trajnosti (v smislu nadgradenj in vzdrževanja) ne glede na časovno omejitev projekta (ter posledično časovno omejeno zagotovljeno financiranje). Upošteva se navedene vidike se je kot najustreznejša licenca za odprtokodno programsko opremo izkazala licenca AGPL 3.0., ki se uporablja za vso izdelano programsko opremo v okviru projekta. Navedena licenca omogoča tudi komercialno rabo vseh nadaljnjih predelav, kar naj bi omogočalo, da se bo programska oprema v praksi nadgrajevala tudi izven projektnih okvirov, ki so, kot rečeno, časovno in finančno omejeni.

Zaključek

Zaradi hitrega razvoja digitalne tehnologije vsi potrebujemo vedno več različnih možnosti na tehničnem, kognitivnem in družbenem področju, da lahko opravljamo naloge, rešujemo probleme v digitalnem okolju našega vsakdanjega in poklicnega življenja.

Pilotni projekt e-Šolska torba temelji na treh področjih:

- vzpostavitev e-učnega okolja (ustrezne infrastrukture in e-storitev),
- razvoj ustreznih e-vsebin (i-učbeniki),
- izobraževanje učiteljev in pilotni projekti.

Vzpostavitev celotne platforme ter primera interaktivnih učbenikov, ki so v skladu s prenovo pedagoške paradigme (na didaktično-pedagoškem delu) kot z aktualnimi smernicami informacijskih sistemov (tako tehnološko kot licenčno) prinaša novo svežino v slovenski šolski prostor. Prav tako lahko realizacijo projekta vidimo v širšem evropskem kontekstu kot zmanjševanje vrzeli med stopnjami razvitosti različnih regij, saj slovenski prostor v primerjavi z nekaterimi drugimi prostori v EU (predvsem severno- in zahodnoevropskimi) na žalost še ne premore takšnih ali podobnih rešitev. Vzpostavitev načrtovanih e-storitev, e-vsebin, pilotnih projektov in opremljanja bo okrepila konkurenčnost pa tudi inovativnost slovenskega šolskega prostora ter tako zagotavljala trajnostni razvoj. Zagotovitev trajnostnega razvoja celotne platforme kot tudi vsebin je načrtovana skozi licenčni model, saj omogoča uveljavitev novih poslovnih modelov tako za založbe kot državo. Če smo dosedanje dejavnosti informatizacije slovenskih VIZ (pogojno) poimenovali

⁴ ZAMP je kolektivna organizacija, ki v skladu z ZASP kolektivno varuje in upravlja pravice avtorjev in del s področja književnosti, znanosti in publicistike in njihovih prevodov.

"slovensko e-šolstvo 1.0", lahko nadaljnje dejavnosti, ki začenjajo uporabljati sodobne svetovne IKT-trende (računalništvo v oblaku, GRID computing, interoperabilnost na osnovi HTML5, uporaba množičnih naprav za dostopanje do e-vsebin, kot so tablice, pametni telefoni, miniprenosniki ...), poimenujemo "slovensko e-šolstvo 2.0" ali s prispodobo kar projekt e-Šolska torba.

Viri

1. Evropska komisija (2010). Compendium of Good Practice Cases of e-learning, http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/doc/elearningcomp_en.pdf i2010
2. Evropska komisija (2012). Official Journal of the European Union, ISSN 1977-091X.
3. Evropska komisija (2013). Sporočilo evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij (COM 2013, 654 final).
4. Doupona, M. (2012). Bralna pismenost in uporaba računalnikov, delovno gradivo.
5. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (2009). Rezultati CRP-projekta DIDIKTA - analiza in razvoj didaktike uporabe IKT pri poučevanju in učenju.
6. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (2010). Rezultati CRP-projekta Stanje in trendi uporabe IKT v izobraževanju v Sloveniji.
7. Pesek, I., Zmazek, B. in Mohorčič, G. (2014). Od e-gradiv do i-učbenikov, Slovenski i-učbeniki, Zavod RS za šolstvo, 2014
8. Šverc, A., Flogie, A. (2013). Učenje 1 na 1 na Škofijski gimnaziji v okviru Zavoda Antona Martina Slomška. Didakta, ISSN 0354-0421, letn. 23, št. 163, str. 21-24, ilustr. [COBISS.SI-ID 273067008].
9. Vlada RS (2009). Strategija razvoja informacijske družbe v RS – si2010, http://www.mvzt.gov.si/fileadmin/mvzt.gov.si/pageuploads/pdf/informacijska_druzba/si2010.pd



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT**



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

