



K

Vloga matematičnih reprezentacij v i-gradivih za delo na i-tabli

The Role of Mathematical Representations in Interactive iBoard Materials

Amela Sambolić

Beganović

Zavod RS za šolstvo

Σ Povzetek

Učitelji matematike, ki imajo interaktivno tablo (i-tablo) v razredu in jo tudi uporabljajo, za pouk praviloma ustvarjajo lastna avtorska interaktivna gradiva (i-gradiva). V članku kritično analiziramo i-gradiva učiteljev matematike za delo na i-tabli v osnovni šoli. Na posameznih listih v i-gradivih (t. i. i-prosojnicah) smo raziskovali, koliko učitelji matematike pripravljajo dejavnosti, ki vključujejo zunanje matematične reprezentacije (enaktivne, ikonične in simbolne) in kakšna je vloga le-teh pri razumevanju matematičnih pojmov. Analiza 588 posameznih listov i-gradiv (t. i. i-prosojnic) za 6. razred na temo aritmetika in algebra ter za 9. razred na temo geometrija je pokazala visok delež ikoničnih in simbolnih reprezentacij pri vsebini geometrija in merjenje v 9. razredu. Prav tako so nas na posameznih i-prosojnicah v i-gradivih zanimale idejne rešitve učiteljev matematike pri ustvarjanju dejavnosti v povezavi s programsko opremo i-table, ki težijo rešitvam, iz katerih je mogoče razbrati proces prehajanja med različnimi reprezentacijami. Nekatere izmed teh rešitev v članku tudi ponazorimo s primeri posameznih i-prosojnic. Poglobljeno preučevanje posameznih i-prosojnic nam je omogočilo globlji uvid v značilnosti i-gradiv, ki jih učitelji matematike pripravljajo za delo na i-tabli. Izkazalo se je, da se učitelji matematike zavedajo velikih možnosti i-table, vendar jih za zdaj premalo smiselno izkoriščajo. V članku razpravljamo tudi o vlogi učnega gradi-

va (v našem primeru i-gradiva za delo na i-tabli) pri razvoju matematičnih pojmov in vplivu na znanje učečih se. Članek končamo z napotki za ustvarjanje i-gradiv, ki smiselno in didaktično ustrezno vključujejo matematične reprezentacije.

Ključne besede: pouk matematike v osnovni šoli, i-tabla, i-gradiva, matematične reprezentacije pojmov

Σ Abstract

Teachers of Mathematics, who have the interactive board (iBoard) in the classroom and use it for instructions, create their own original interactive materials (i-materials) as a rule. In the article we critically analyse the i-materials for the i-board in primary school as employed by Mathematics teachers. We explore to what extent they prepare activities involving external mathematical representations (enactive, iconic and symbolic) on the cases of individual sheets in i-materials (i.e. i-slides), and the role of the mentioned representations in understanding mathematical concepts. An analysis of 588 6th grade individual sheets of i-materials (i.e. i-transparencies) for the topics of Arithmetic and Algebra, and for the 9th grade the topic of Geometry showed a high proportion of iconic and symbolic representations in teaching content Geometry and measurement in the 9th grade. On individual i-slides in i-materials we also examine the conceptual solutions of Mathematics teachers in creating activities connected to i-board software, which tend towards solutions in which we can note the process of transition between different representations. Some of these solutions in the article are also illustrated by examples of individual i-transparencies. An in-depth study of individual i-transparencies allowed us a deeper insight into the characteristics of i-materials which teachers of Mathematics prepare for the i-board. It turns out that Mathematics teachers are aware of the potential of the i-board, although they currently aren't sensibly exploiting it.

In the paper we also discuss the role of teaching materials (in our case i-materials for the i-board) in the development of mathematical concepts and the impact of teaching materials on students' knowledge. We conclude the article with directions for the creation of i-materials which sensibly and didactically appropriately include mathematical representation.

Keywords: *Mathematics lessons in elementary school, i-board, i-materials, mathematical representations of concepts*

α Uvod

Po letu 2008 opažamo intenzivnejše opremljanje slovenskih šol z i-tablami. Prek razpisov Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport, na katere so se šole imele možnost prijaviti, je bil sofinanciran nakup i-tabel približno 750 osnovnim in srednjim šolam. V tem času ugotavljamo tudi porast člankov slovenskih učiteljev o uporabi i-table¹. Učitelji v člankih pogosto opisujejo i-tablo kot pripomoček, ki jim tudi ob razmeroma preprosti uporabi² zagotavlja prihranek časa pri pouku. Tudi nekatere druge izkustvene ugotovitve slovenskih učiteljev sovpadajo z navedbami tujih raziskovalcev in strokovnjakov s področja uporabe i-table pri pouku. Glede na pregledno literaturo o uporabi i-table predstavljamo nekaj trditev, v katerih je i-tabla tako pri domačih kot tudi pri tujih strokovnjakih opisana kot pripomoček, ki:

- obeta večjo podporo poučevanju in učenju (BECTA, 2004; Higgins in dr., 2007; Brown, 2002).
- vpliva na dvig motivacije učečih se za učenje (Higgins, Beauchamp, Miller, 2007),
- izboljšuje interakcijo med učiteljem, učečimi se in učnim gradivom, ki ga uporabljamo na i-tabli (Somekh in dr., 2007),
- učiteljem omogoča, da z uporabo različnih multimedijskih elementov (slike, zvoka, videa, animacije) naslovijo tudi ti-

1 *Mislimo na objave in predstavitve učiteljev na konferencah mednarodnih konferencah, kot so SirIKT, Vivid, InfoKomTeh, KUPM.*

2 *Učitelj uporablja i-tablo kot običajno tablo za pisanje ter za prezentacijo različnih predstavitev multimedijskih elementov (besedil, slik, zvoka, posnetkov idr.). Upravlja jo s pomočjo miške in prek interaktivnega zaslona i-table. Učeči si tudi pišejo na i-tablo in jo uporabljajo za reševanje že vnaprej izbranih oz. pripravljenih interaktivnih nalog (Haldane in Somekh, 2005).*

ste učeče se, ki jim besedilo kot edini vir komunikacije ni dovolj (Higgins, Falzon, Hall, Moseley, Smith F., Smith H., Wall, 2005),

- prispeva k dvigu kakovosti poučevanja (Türel in Johnson, 2012).

Večina učiteljev, ki uporabljajo i-tablo, ustvarjajo lastna učna gradiva za delo na i-tabli. Nekateri učitelji so večšine za delo z i-tablo in pripravo i-gradiv pridobili na seminarju z naslovom Interaktiven in dinamičen pouk z interaktivno tablo. Namen tega seminarja, ki je nastal v okviru projekta E-kompetentni učitelj³, je bil usposobiti učitelje za izdelavo, oblikovanje in posodabljanje učnih gradiv z ustreznimi dejavnostmi, ki zagotavljajo večjo podporo pri poučevanju in učenju z i-tablo. Učitelji so v okviru tega seminarja izdelovali i-gradivo v skladu s smernicami za izdelavo (priloga 1). Te so vsebovale le nabor tehničnih, vsebinskih in didaktičnih zahtev in niso načrtno spodbujale učitelje k ustvarjanju takšnih i-gradiv za matematiko, ki bi vključevala raznovrstne matematične reprezentacije pojmov. I-gradivo, ki je nastalo na seminarju, so učitelji preizkusili pri pouku in ga nato oddali v spletno učilnico I-tabla, zbiranje gradiv, ki je na portalu Slovenskega izobraževalnega omrežja (www.sio.si).

V omenjeni spletni učilnici je 182 i-gradiv za matematiko. Za raziskovanje vloge matematičnih reprezentacij v i-gradivih za delo na i-tabli smo uporabili 20 i-gradiv za 6. razred iz tem aritmetika in algebra in 38 i-gra-

3 *V Projektu E-šolstvo (<http://projekt.sio.si/e-solstvo/>), ki se je izvajal od 2008 do 2013, sta bila združena dva projekta: projekt E-kompetentni učitelj in projekt E-podpora. Cilj projekta E-kompetentni učitelj je bil razvoj in izvedba programov usposabljanja učiteljev in drugih strokovnih delavcev za uporabo IKT.*

div za 9. razred iz tem geometrija in merjenje. Za enoto preučevanja smo izbrali en list i-gradiva, tj. i-prosojnico. 208 i-prosojnic za 6. razreda in 380 i-prosojnicah za 9. razred smo uporabili:

1. pri analizi dejavnosti na posameznih i-prosojnicah, ki vključujejo raznovrstne matematične reprezentacije pojmov (enaktivne, ikonične in simbolne), in
2. za ilustracijo različnih idejnih rešitev učiteljev matematike v povezavi s programsko opremo i-table s poudarkom na tistih rešitvah, iz katerih je mogoče razbrati proces prehajanja med različnimi reprezentacijami.

V nadaljevanju opisujemo vlogo učnega gradiva pri razvoju matematičnih pojmov in vplivu na znanje učečih se – v našem primeru i-gradiva za delo na i-tabli.

β Vloga in vpliv učnega gradiva

Ali lahko pouk matematike poteka brez učnega gradiva? Skoraj nemogoče. Učno gradivo ima pomembno vlogo v učnem procesu. Učitelj lahko s kakovostnim učnim gradivom, ki omogoča primerne (matematične) dejavnosti, zagotovo aktivira učeče se na način, da sami, z lastnim udejstvovanjem, skrbijo za razvoj matematičnih pojmov in izgrajevanje znanja. Avtorji teorij učenja (Paiget, 1971; Dewey, 1938; Dienes, 1969; Bruner, 1960) ugotavljajo, da je za razvoj razumevanja pojmov pomembna neposredna interakcija učečega se z okoljem (Post, 1981:110). V našem primeru interakcijo z okoljem razumemo kot manipulacijo z dejavnostmi v učnem gradivu, ki imajo določen matematični potencial v smislu razvoja matematičnih pojmov. Gellert svari (2004:163), da je

pri načrtovanju pouka z uporabo učnega gradiva, pri katerem so bolj kot učiteljeve v ospredju aktivnosti učečih se, treba biti previden. Opozarja na dvoje:

1. Pri aktivnostih učečega se v povezavi z ustvarjeno dejavnostjo v učnem gradivu lahko pride do nerazumevanja matematičnega potenciala (pri učečih se), na katerega so prisegali učitelji in ta (p)ostane neizkoriščen.
2. Učitelj mora upoštevati predhodna matematična znanja in izkušnje učečih se, ki lahko vplivajo na to, kako učeči se razumejo in ravnaajo z dejavnostmi, pripravljenimi v učnem gradivu.

Če povzamemo, večjo vlogo pri ustreznem razvoju matematičnih pojmov in izgrajevanju matematičnega znanja ima dogovor med učiteljem in učečimi se, kako (na kakšen način) uporabljati učno gradivo, kot ne nadzorovano upravljanje z učnim gradivom (Gellert, 2004: 164).

Učno gradivo pri pouku ima na nek način vlogo mediatorja med:

- učiteljem in učečimi se ter
- med cilji matematičnega pouka in njegovimi rezultati – matematično izobraženi posamezniki (Gellert, 2004: prav tam)

Bučarjeva (2011) je zasnovala učno gradivo za delo na i-tabli po načelih poučevanja matematike na razredni stopnji in pri tem izkoristila široko paleto možnosti sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). Učno gradivo je uporabila pri pouku na način, da je s svojimi učnimi pristopi upoštevala potrebe in razvojno stopnjo eksperimentalne skupine učečih se pri starosti od 6 do 7 let. Z rezultati empirične raziskave je pokazala, da je eksperimentalna skupina učečih se dosegla višje rezultate kot kontrolna skupina pri preverjanju znanja o telesih,

likih in črtah. Vendar opozarja, da zgolj učno gradivo in i-tabla nista dovolj za takšen rezultat/izid. Ugotavlja, da le z osmišljenimi pristopi poučevanja in skrbno načrtovanim poukom z učnim gradivom pripomoremo k doseganju višjih učnih dosežkov učečih se (Bučar, 2011: 128)

Kakovostno učno i-gradivo naj postavi učečega se v središče učnega procesa (Kreuh, Mohorčič, Kač, 2011). Menimo, da bi učitelji, ustvarjalci i-gradiv za delo na i-tabli morali ustvarjati takšne dejavnosti na i-prosojnicah, ki podpirajo razvoj matematičnih pojmov, omogočajo izgrajevanje znanja pri učečih se in spodbujajo aktivno učenje. Pri prikazu oz. predstavitev matematičnih pojmov učečim se ne smejo manjkati raznovrstne matematične reprezentacije (Lipovec, 2013).

Zato menimo, da je eden izmed ključnih elementov kakovostnega i-gradiva za matematiko ta, da so v i-gradivu ustrezno in osmišljeno zastopane zunanje matematične reprezentacije. V nadaljevanju definiramo zunanje matematične reprezentacije, opišemo, kakšna je njihova vloga pri razumevanju matematičnih pojmov ter nekatere ponazorimo na primerih posameznih i-prosojnic.

γ Matematične reprezentacije na i-prosojnicah

V sodobni literaturi zasledimo različne, a vendar podobne definicije o tem, kaj je to matematična reprezentacija. Beseda reprezentacija po Slovarju slovenskega knjižnega jezika (SSKJ) pomeni prikaz oz. predstavitev. Hodnik Čadeževa (2007:190) deli matematične reprezentacije na notranje (miselne predstave) in zunanje (okolje) in pri tem poudarja, da sta obe ključnega pomena pri ko-

munikaciji v matematiki. V članku se osredinjamo na zunanje reprezentacije, ker prav te pri pouku matematike v glavnem tudi uporabljamo (Hodnik Čadež, 2007: prav tam). Psiholog Jerome Bruner (1964) opredeljuje tri kategorije predstavitve informacij:

- enaktivne,
- ikonične,
- in simbolne reprezentacije.

Meni, da prek teh treh kategorij ljudje gradimo oz. razvijamo modele notranjega sveta v prav takšnem vrstnem redu, kot je zapisano, in poudarja, da so poznejše odvisne od prejšnjih.

Raziskave potrjujejo, da so učeči se sposobni globljega in bolj fleksibilnega razumevanja matematičnih pojmov, če so jim ti bili predstavljeni prek različnih matematičnih reprezentacij (Hiebert in Carpenter, 1992; Kaput, 1989; Skemp, 1987; Porzio, 1994). Pozitivni učinki uporabe matematičnih reprezentacij se kažejo tudi na način, da zadovoljijo potrebe učečih se z različnimi učnimi slogi (Mallet, 2007). Berthold, Eysink in Renkl (2009) ugotavljajo, da prek različnih matematičnih reprezentacij učečim se omogočamo učinkovito učenje, ki vodi do globljega razumevanja in znanja matematične vsebine. Hodnik Čadeževa (2007) pa opozarja, da za uspešno učenje matematičnih pojmov ni dovolj, če učečim se omogočimo zgolj manipulacijo z različnimi reprezentacijami (na primer s konkretnim in grafičnim materialom). Meni, da je naloga učitelja osmisлити proces manipuliranja, pri čemer naj bi učeči se vzpostavil relacije med različnimi reprezentacijami.

Razumevanje matematičnih pojmov prepoznamo pri učeči se, ki zmorejo prehajati med različnimi reprezentacijami. Zato ni dovolj, da se učitelji matematike, ki ustvarjajo i-gra-

divo za delo na i-tabli, zgolj zavedajo pomena vključenosti raznovrstnih matematičnih reprezentacij. Pomembno je, da te načrtno vključujejo v dejavnosti na i-prosojnicah in pri tem spodbujajo osmišljeno upravljanje z virtualnimi objekti.

V nadaljevanju na kratko predstavimo različne idejne rešitve učiteljev na primerih dejavnosti na i-prosojnicah v luči različnih matematičnih reprezentacij.

Enaktivne reprezentacije – konkreten virtualni material

Enaktivna reprezentacija ustreza konkretni ravni. Uporabljamo jo pri delu s konkretnimi modeli. Na i-tabli razumemo enaktivne reprezentacije kot dejavnosti, ki jih učitelj pripravi za učenca s konkretnimi virtualnimi objekti. Učitelj se izogiba lastni manipulaciji znotraj reprezentacije (in ponavljanju te) kot načinu poučevanja ter spodbuja miselno

aktivnost pri učečih se. Pri tovrstnih reprezentacijah je pomembna izkušnja učenca s konkretnim virtualnim objektom na i-tabli. Na sliki 1 je primer i-prosojnice, na kateri je učitelj načrtoval dejavnost učencev s konkretnim virtualnim objektom na i-tabli.

Ikonične reprezentacije – grafične ponazoritve

Ikonična reprezentacija vključuje grafične/slikovne ponazoritve. Učitelj na i-prosojnicah načrtuje dejavnosti, pri katerih učenci opazujejo grafične/slikovne ponazoritve, in tudi takšne dejavnosti, pri katerih so učenci spodbujeni, da jih ustvarijo sami. Na sliki 2 je primer i-prosojnice z ikonično reprezentacijo, na kateri je vidna tudi ideja o vzpostavljanju relacij med različnimi reprezentacijami – grafična reprezentacija kot most med konkretno reprezentacijo in matematičnimi simboli (Hodnik Čadež, 2007: 193).



[Slika 1] Primer i-prosojnice iz i-gradiva 9. razred na temo geometrija in merjenje



[Slika 2] Primer i-prosojnice iz i-gradiva za 6. razred na temo aritmetika in algebra

Simbolne reprezentacije – matematični simboli

Simbolna reprezentacija se nanaša na simbolni/matematični jezik oziroma na reprezentacijo pojmov v simbolnem svetu. Na sliki 3 je primer i-prosojnic, na kateri je zapisana simbolna reprezentacija.

δ Raziskovalni problem

V članku analiziramo i-gradiva učiteljev matematike, ki so nastala kot rezultat usposabljanja na seminarju za delo z i-tablo v letih od 2008 do 2013.

Pri preučevanju i-gradiv nas je zanimalo:

- koliko so na posameznih listih i-gradiv (t. i. i-prosojnic) zapisane raznovrstne matematične reprezentacije pojmov (ikonične, enaktivne in simbolne).
- idejne rešitve učiteljev matematike pri ustvarjanju i-gradiv:
 - v povezavi s programsko opremo i-table, ki vključujejo raznovrstne matematične reprezentacije pojmov,
 - o vzpostavljanju relacij med različnimi reprezentacijami.

07_H6AA **Dane ulomke razporedi v tabelo. Iz črk oblikuj besedo in jo napiši na črte.**

$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{25}{4}$	$\frac{45}{42}$
S	I	E	M	Č	T	T	A

ULOMKI MANJŠI OD ENA	ULOMKI ENAKI ENA	ULOMKI VEČJI OD ENA

[Slika 3] Primer i-prosojnice iz i-gradiva za 6. razred na temo aritmetika in algebra

Rezultati raziskave nam bodo ponudili jasnejšo sliko o zastopanosti posameznih elementov v i-gradivih in omogočili izboljšanje programa za nadaljnje usposabljanje učiteljev za delo z i-tablo.

ε Metoda

Vzorec

Učiteljska i-gradiva za delo na i-tabli najdemo v spletni učilnici za zbiranje i-gradiv za i-tablo na spletnem naslovu <http://skupnost.sio.si/course/view.php?id=228>. Gradiva, ki so v tej učilnici, so nastala na seminarju Interaktiven in dinamičen pouk z i-tablo, ki je bil namenjen učiteljem začetnikom pri delu z i-tablo. Med številnimi gradivi, ki so v spletni učilnici urejena glede na tip i-table, na kateri se uporabljajo, stopnje izobraževanja in predmet poučevanja najdemo tudi 182 i-gradiv za matematiko.

Gradiva, ki smo jih vključili med preučevana i-gradiva, so morala ustrezati spodnjim zahtevam:

- so namenjena uvodnim uram v zvezi s predvideno matematično vsebino,
- so namenjena poučevanju celotnega razreda v običajni (neračunalniški) učilnici,
- so tehnično brezhibna (se odprejo, lahko jih beremo na računalnikih in uporabimo na i-tabli) in
- se nanašajo na eno izmed tem iz veljavnega učnega načrta za osnovno šolo, in sicer geometrija in merjenje, aritmetika in algebra ali druge vsebine (Učni načrt za matematiko, 2011).

Izbrali smo 58 i-gradiv, ki so zadoščala navedenim zahtevam:

- 20 i-gradiv oz. 208 i-prosojnic za temo aritmetika in algebra za 6. razred ter

- 38 i-gradiv oz. 380 i-prosojnic za temo geometrija in merjenje za 9. razred.

Način analize

Posamezno i-gradivo je praviloma namenjeno eni učni uri in vsebuje več i-prosojnic. Kot enoto analize smo vzeli posamezno i-prosojnico v i-gradivih. Ob pregledu posameznih listov i-gradiv t. i. i-prosojnicah smo ugotovili zapise:

- enaktivnih reprezentacij, tj. konkretnega virtualnega materiala,
- ikonične reprezentacij, tj. grafičnih ponazoritev in
- simbolnih reprezentacij, tj. matematičnih simbolov.

Prisotnost oz. odsotnost posamezne reprezentacije smo vpisovali v pripomoček za štetje. Pozorni smo bili le na tiste elemente na i-prosojnici, ki so matematično relevantni. Primer: na i-prosojnici so zapisana navodila za izvedbo neke dejavnosti s simboli. Če navodila niso ključna in matematično relevantna, potem v tem primeru na i-prosojnici ni simbolne reprezentacije.

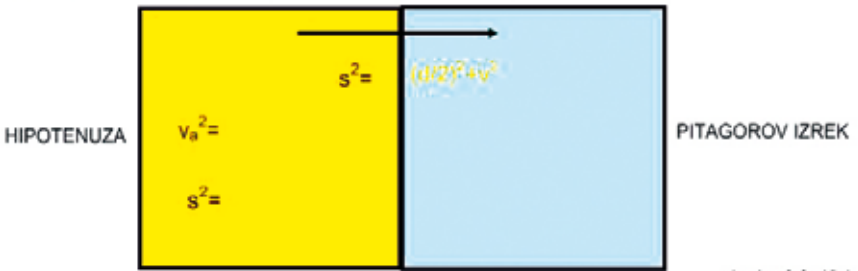
Zaradi programske in strojne zmogljivosti i-table je mogoče na eni sami i-prosojnici pripraviti številne dejavnosti oz. shraniti veliko multimedijskih elementov (besedilo, slike, zvok, posnetki, simulacije). Učitelji so ustvarjali tudi tovrstne t. i. kompleksne i-prosojnice (slika 4), zato smo na njih označevali vse zapisane matematične reprezentacije.

Zaradi smernic za izdelavo i-gradiv (priloga 1) so bili učitelji nekako primorani svoje i-gradivo vstaviti tudi takšne i-prosojnice, ki so imele zgolj administrativni namen (slika 5). Sem uvrščamo tiste i-prosojnice, na katerih so informacije, pomembne za učitelja pri uporabi in upravljanju i-gradiva. Primeri

V pravilni štiristrani piramidi nariši vse različne pravokotne trikotnike in za vsakega zapiši Pitagorov izrek.



Rešitev:



[Slika 4] Primer kompleksne i-prosojnice, ki vključuje grafične in simbolne ponazoritve

takšnih i-prosojnice so naslovnica i-gradiva in i-prosojnice, na kateri so napisani cilji učne ure, navodila za izvedbo, kolofon, viri slik, refleksija učitelja o izvedeni uri (Sambo-lič Beganović, 2014).

Tovrstne i-prosojnice smo izločili iz vzorca in jih nismo upoštevali pri analizi rezultatov.

η Obdelava podatkov in analiza rezultatov

Podatke iz pripomočka za štetje smo obdelali s programom SPSS, za analizo rezultatov pa smo uporabili deskriptivno analizo. Za prikaz stanja matematičnih reprezentacij (tudi

po posameznih razredih) smo naredili analizo frekvenc in vrtilne tabele.

Rezultati

Med 588 i-prosojnicami, ki smo jih preučevali, smo zapis posameznih elementov ravni znanj in načinov reprezentacij matematičnih pojmov našli na 364 i-prosojnicah, na 224 i-prosojnicah so bili tisti elementi, ki niso bili matematično relevantni.

- Na temo aritmetika in algebra za 6. razred smo preučili 208 i-prosojnic, 120 i-prosojnic z elementi posameznih ravni znanj in načinov reprezentiranja matematičnih pojmov, na 88 i-prosojnicah so bili elementi, ki niso bili matematično relevantni.

Interpretacija rezultatov

Pri pregledu i-gradiv smo preučevali zastopanost različnih reprezentacij: enaktivnih, ikoničnih in simbolnih.

V povezavi z matematičnimi reprezentacijami je bil ugotovljen visok delež ikoničnih reprezentacij pri vsebini geometrija in merjenje v 9. razredu. To je verjetno posledica tega, da geometrija kot matematična vsebina dopušča uporabo raznovrstnih multimedijskih elementov (besedilo, slika, zvok, posnetek, simulacije). Takšen izid je v skladu z navedbami Čadež Hodnikove (2007:192), ki ugotavlja, da so tudi matematični učbeniki, delovni zvezki in drugo matematično gradivo prav tako polni grafičnih reprezentacij, ki se med seboj razlikujejo po domiselnosti, izvirnosti in korektnosti. Avtorica opozarja na matematično vprašljive in didaktično neustrezne reprezentacije v tiskanih matematičnih gradivih. Nekatere strokovno vprašljive upodobitve ikoničnih reprezentacij smo tudi sami opazili v preučevanih i-gradivih vendar se jim v pričujočem članku tokrat ne posvečamo.

Rezultati so pokazali tudi visok delež dejavnosti na i-prosojnicah z elementi simbolne reprezentacije. Tak rezultat je verjetno posledica tega, da številni učitelji matematike v Sloveniji dajejo proceduralnemu znanju prevelik pomen (Žakelj in Cotič, 2004). Proceduralna znanja razumemo kot tista znanja, pri katerih učenci razvijajo zmožnost poznavanja in izvedbe postopkov oz. učinkovito obvladovanje algoritmov in postopkov (Magajna, 2004).

Zelo nizek delež zastopanosti enaktivnih reprezentacij v i-gradivih (zlasti za 6. razred) pripisujemo temu, da so bili učitelji, katerih i-gradivo smo preučevali, večinoma začetniki in za nekatere njimi je bilo ustvarjanje

lastnih i-gradiv za delo na i-tabli prva tovrstna izkušnja (Sambolić Beganović, 2014). Priprava i-prosojnic, na katerih bi lahko prepoznali dejavnosti z elementi enaktivnih reprezentacij, zahtevajo od učiteljev zelo dobro poznavanje programske in strojne opreme i-table za pripravo dejavnosti s konkretni virtualnimi objekti. Somekh in Haldane (2005) opisujeta učitelje začetnike pri delu z i-tablo kot tiste, ki i-tablo vključujejo v obstoječe načine poučevanja, v osnovi jo uporabljajo kot običajno tablo za pisanje in za prezentacijo različnih multimedijskih elementov. Menimo, da tudi matematične vsebine iz aritmetike in algebre dopuščajo manj za pripravo domiselnih, izvirnih in korektnih dejavnosti na i-prosojnicah.

Poudariti velja, da je bil seminar, ki so se ga med drugimi udeležili tudi učitelji matematike in na katerem so nastala i-gradiva za i-tablo, ki smo jih preučevali v pričujočem članku, namenjen vsem strokovnim delavcem (vzgojiteljem, učiteljem, ravnateljem, računalnikarjem). Smernice za izdelavo i-gradiv niso vsebovale didaktičnih zahtev posameznega predmeta ali področja (priloga 1). To pomeni, da zahteve v smernicah niso načrtno spodbujale učiteljev matematike k ustvarjanju takšnih i-gradiv, ki bi vključevala raznovrstne reprezentacije matematičnih pojmov. Zato je nizek delež zastopanosti dejavnosti, ki bi uravnoteženo vključevale različne reprezentacije, pričakovan.

Sambolić Beganović (2014) je v i-gradivih preučevala tudi zastopanost različnih vrst znanj (osnovna, konceptualna, proceduralna in problemska znanja), stopnje interaktivnosti (ni interaktivnosti, interaktivnost brez povratne informacije, interaktivnost s povratno informacijo, izvajalna interaktivnost, modelna interaktivnost) in namene uporabe

i-gradiva (operativno-organizacijski namen, administrativni namen, kognitivni namen, povezovalni namen, drugo). V povezavi z vrstami znanja, različnimi stopnjami interaktivnosti in namenom uporabe so bili ugotovljeni:

- visok delež zastopanosti osnovnih znanj na i-prosojnicah (53,2 %). Takšen delež ne preseneča, ker so učitelji v navodilih za izdelavo i-gradiv dobili smernice, ki so jih spodbujale k pripravi i-gradiva, namenjena uvodnim uram v zvezi s predvideno matematično vsebino. Zato je razumljivo, da so se učitelji osredinili na spoznavanje pojmov in dejstev v povezavi z obravnavano vsebino;
- višji delež dejavnosti na i-prosojnic, na katerih smo zaznali interaktivnost s povratno informacijo (22,6 %). Takšen rezultat je pričakovan, kajti programska oprema i-table omogoča enostavno pripravo kratkih nalog in vprašanj za priklic znanja;
- zelo nizek delež zastopanosti modelne interaktivnosti⁴. Takšen rezultat pripisujemo termu, da so bili avtorji preučevanih i-gradiv začetniki pri upravljanju z i-tablo, za večino je bilo ustvarjanje lastnih i-gradiv za delo na i-tabli prva tovrstna izkušnja;
- presenetila sta nizek delež i-prosojnic s kognitivnim namenom⁵ (4,6 %) in visok delež i-prosojnic brez interaktivnosti (69,5 %). To pomeni, da na i-prosojnicah prevladujejo dejavnosti, ki ne spod-

4 Pod modelno interaktivnostjo si na primer lahko predstavljamo mrežo kocke, ki se samostojno »sestavi v površje telesa«, če učeči se šest kvadratov pravilno razporedi v mrežo kocke.

5 I-prosojnica ima kognitivni namen takrat, ko pripravljene dejavnosti na i-prosojnici spodbujajo miselno aktivnost učečih se v smislu učenja novih znanj.

bujajo miselne aktivnosti učečih se in ne predvidevajo dejanj učencev na i-tabli.

Sklep

Poglobljeno preučevanje i-gradiv učiteljev matematike nam je omogočilo globlji uvid v značilnosti i-gradiv, ki jih učitelji pripravljajo za delo na i-tabli. Izkazalo se je, da se učitelji zavedajo možnosti i-table, vendar to za zdaj premalo smiselno izkoriščajo. Naše ugotovitve sovpadajo z izsledki raziskav o i-tabli kot o pomembnem dejavniku, ki vpliva na učiteljevo načrtovanje in pripravo na pouk (Hennessy in London, 2013). Pri poglobljenem preučevanju posameznih i-prosojnic v i-gradivih učiteljev matematike smo se omejili na zunanje matematične reprezentacije. Rezultati raziskave ponujajo odgovore na vprašanja, katere matematične reprezentacije so največkrat zapisane oz. prevladujejo na i-prosojnicah in koliko. Pokazali smo, da v i-gradivih učiteljev matematike začetnikov pri delu z i-tablo prevladuje visok delež dejavnosti z elementi simbolne reprezentacije, zlasti pri matematičnih vsebinah iz aritmetike in algebre v 6. razredu.

Ugotovitve, ki smo jih izluščili z analizo rezultatov, so nam lahko izhodišče za oblikovanje napotkov za ustvarjanje kakovostnih i-gradiv pri:

- vključevanju dejavnikov, ki so za pouk matematike ključni: ravni znanja, matematične reprezentacije, stopnje interaktivnosti in namen uporabe;
- spodbujanju aktivne vloge učečih se (Türel, Johnson, 2012).

Dobljeni rezultati ponujajo nove možnosti raziskovanja na področju načinov vklju-

čevanja reprezentacij pojmov in njihove ustreznosti. V prihodnje bi bilo smiselno več pozornosti nameniti proučevanje dejavnosti, ki sledijo ideji vzpostavljanja relacij med različnimi reprezentacijami v povezavi z didak-

tičnimi zmogljivostmi programske opreme i-table.

Upamo, da je opravljena analiza dovolj zgovorna in kaže na potrebo po intenzivnih spremembah na področju priprave i-gradiv za delo na i-tabli.

κ Literatura

1. Becta (2004). Getting the most from your interactive whiteboard. A guide for primary schools. Pridobljeno na <http://www.dit.ie/lttc/media/ditlttc/documents/gettingthemost.pdf> (11. 7. 2014).
2. Berthold, K., Eysink, T. H. S, in Renkl, A. (2009). Assisting self-explanation prompts are more effective than open prompts when learning with multiple representations. *Instructional Science*, 37: 345-363.
3. Bruner, J. S. (1964). The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19, 1-15.
4. Bučar, U. (2011): Uporaba interaktivne table pri pouku geometrije v prvem razredu osnovne sole, magistrsko delo.
5. Cotič, M., Žakelj, A. (2004). Gagnejeva taksonomija pri preverjanju in ocenjevanju matematičnega znanja. *Sodobna pedagogika*, 55(1), str. 182-193.
6. Gellert, U. (2004): Didactic Material Confronted With The Concept Of Mathematical Literacy. *Educational Studies in Mathematics* 55: 163-179, 2004.
7. Haldane, M., Somekh, B. (2005). *A typology of interactive whiteboard pedagogies*. Paper presented at BERA Conference. University of Glamorgan, Wales.
8. Hiebert, J., Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. V D. A. Grouws (ur.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. str. 65-97. New York: Macmillan.
9. Higgins, S., Falzon, C., Hall, I., Moseley, D., Smith, F., Smith, H., Wall, K. (2005): *Embedding ICT In The Literacy And Numeracy Strategies, Final Report*. Pridobljeno na http://dera.ioe.ac.uk/1617/1/becta_2005_whiteboardprimarypilot_report.pdf (11.7.2014)

10. Higgins, S., Beauchamp G., Miller D. (2007): Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, št. 32(3), str. 213–225.
11. Hodnik Čadež, T. (2007) Role of different representations of mathematical concepts for learning with understanding. V M. Pavleković (ur.), *Mathematics and children : (how to teach and learn mathematics) : proceeding of the International Scientific Colloquium, Osijek, April 13, 2007.* (str. 189–198) Osijek: Faculty of Teacher Education. Pridobljeno na http://www.ufos.unios.hr/DATA/skupovi/01_Zbornik_matematika_dijete.pdf.
12. Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. V S. Wagner, C. Kieran (ur.), *Research issues in the learning and teaching of algebra*, str. 167–194. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
13. Kreuh, N., Kač L., Mohorčič, G. (2011): Izhodišča za izdelavo e-učbenikov, ZRSS, Pridobljeno na <http://www.zrss.si/pdf/izhodisce-e-ucbeniki.pdf> (11. 7. 2014).
14. Lipovec, A. (2013): Posebnosti razredne stopnje. V Suban Ambrož, M., Kmetič, S. *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi*, Matematika. 1. izd. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013, str. 30–34. Pridobljeno na <http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve%20pouka%20v%20osnovnošolski%20praksi%20MATEMATIKA/#/32/>.
15. Magajna, Z. (2004). Ugotavljanje matematičnega znanja s pisnimi preizkusi, *Matematika v šoli*, 11(1), str. 64–83.
16. Mallet, Daniel G. (2007). Multiple representations for systems of linear equations via the computer algebra system Maple. *International Electronic Journal of Mathematics Education* 2(1), str. 16–32.
17. Post, T. (1981): The Role of Manipulative Materials in the Learning of Mathematical Concepts. In *Selected Issues in Mathematics Education* (pp. 109–131). Berkeley, CA: National Society for the Study of Education and National Council of Teachers of Mathematics, McCutchan Publishing Corporation.

18. Sambolić Beganović, A. (2013): Interaktivnost matematičnih i-gradiv za i-tablo v luči treh prispodob učenja, *Matematika v šoli*, letn. 19, št. 3/4, str. 41–53.
19. Sambolić Beganović, A. (2014): Značilnosti interaktivnih gradiv. V Metljak, M. (ur.). *Sodobne teme na področju edukacije II*. Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani, 2014. Pridobljeno s http://www.pef.uni-lj.si/fileadmin/Datoteke/CRSN/PhD/Sodobne teme_na_podrocju_edukacije_II.pdf.
20. Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics* (Expanded American Edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
21. Somekh, B. in dr. (2007): Evaluation of the Primary Schools Whiteboard Expansion Project (SWEEP), Report to the Department for Education and Skills, Becta, London. Pridobljeno Somekh, B., Haldane, M. (2005): A typology of interactive whiteboard pedagogies. Paper presented at BERA Conference, University of Glamorgan, Wales.
22. Türel, Y. K., Johnson, T. E. (2012). Teachers' Belief and Use of Interactive Whiteboards for Teaching and Learning. *Educational Technology & Society*, 15 (1), 381–394.
23. Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika [Elektronski vir] / predmetna komisija Amalija Žakelj ... [et al.]. – El. knjiga. – Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, 2011. Pridobljeno na http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/page-uploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf (11. 7. 2014).

Priloga 1

Navodila za izdelavo seminarskega gradiva

SEMINAR INTERAKTIVEN IN DINAMIČEN POUK Z I-TABLO

Vsebinsko-didaktične zahteve za izdelavo i-gradiva za uporabo na i-tabli

Splošno	V svojem didaktičnem gradivu uporabite vsaj 4 i-prosojnice.
Naslovnica	Izdelajte naslovnico, ki vsebuje ime in priimek, področje/predmet in temo oz. učno enoto. Na naslovnico vstavite sliko, ki je ustrezno vsebinsko povezana s temo oz. učno enoto.
Vstavljanje priponk/povezav	V svojem gradivu predvidite povezavo na vsaj en dokument (e-prosojnice in/ali urejevalnik besedil), ki didaktično smiselno dopolnjuje gradivo (npr. priprava na pouk, učni list, dodatne naloge ipd.). V svojem gradivu predvidite povezavo na vsaj eno spletno stran, ki didaktično dopolnjuje izbrano učno temo (npr. dodatne naloge v spletu, kviz, animacije, slikovno gradivo).
Vstavljanje ciljev, dejavnosti učencev in učitelja	V gradivo vstavite učne cilje, ki jih boste uresničili z izdelanim gradivom, ter predvidite dejavnost učitelja in učencev, tj. na vsaki i-prosojnici dopišite navodila/opombe za delo (Pojasnite, kaj naj učitelj počne s to i-prosojnico.)
Uporaba interaktivne i-prosojnice v razredu	Eno izmed i-prosojnic dopolnite, s čimer boste prikazali njeno rešitev oz. tabelsko sliko iz razreda (npr. i-prosojnico podvojite in ji dodajte opombe, ki so (bi) nastale med učnim procesom).
Dokazila o uporabi v razredu	V gradivo vključite fotografije ali posnetek rabe ene izmed i-prosojnic na i-tabli v razredu, ki je: <ul style="list-style-type: none">– bodisi posnetek reševanja/dopolnjevanja tabelne slike, nastale med učnim procesom (npr. posnetek s kamero ali telefonom),– ali posnetek učenčevega dela na i-tabli, narejen z videozapisovalnikom (orodjem, ki ste ga spoznali na drugem srečanju).
Vstavljanje slik in navajanje virov	Na i-prosojnicah uporabite slikovno gradivo iz galerije ali iz drugih virov, pri čemer navedite vir.
Interaktivna i-prosojnica z osnovnimi orodji	V gradivu uporabite lastno kreativno interaktivno vajo, narejeno z osnovnimi orodji i-table (npr. tabelo, miselni vzorec, igro spomin).
Uporaba naprednejših orodij	Izdelajte čarobno škatlo ali uporabite katero drugo naprednejše orodje, ki ste ga spoznali na drugem srečanju (posnetek z videozapisovalnikom, uvoz/izvoz ppt) in s katerim boste omogočili višje stopnje interaktivnosti, tj. dali takojšno povratno informacijo.
Splošna didaktična vrednost gradiva	Didaktično gradivo ob koncu seminarja oblikujte tako, da bo izkazovalo učno ciljno usmerjeno celoto, primerno za obravnavo teme v razredu, in bo imelo oznako CC.

Nastalo v okviru razvojnega dela področja za i-table, projekt e-Šolstvo, 2008-2013