

RAZVOJ PROSTORSKE PREDSTAVLJIVOSTI Z UVEDBO 3D MODELIRANJA V OSNOVNI ŠOLI

MATEVŽ ŽIVEC¹ IN KOSTA DOLENC^{2,3}

¹ Osnovna šola Franca Lešnika – Vuka, Slivnica pri Mariboru, Slovenija.

E-pošta: matevz.zivec@gmail.com

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, Slovenija.

E-pošta: kosta.dolenc@um.si

³ Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Maribor, Slovenija.

E-pošta: kosta.dolenc@um.si

Povzetek Danes predstavlja prostorska predstavljalivost eno ključnih sposobnosti za veliko poklicev. V osnovni šoli prostorsko predstavljalivost razvijamo pri predmetu Tehnika in tehnologija tudi s pomočjo 3D modeliranja. Učni načrt za osnovno šolo predvideva 3D modeliranje v osmem razredu. Mnogi učitelji jo uvajajo že v 6. razredu. Prispevek podaja upravičenost slednje prakse in daje priporočila ob naslednji prenovi učnega načrta. V raziskavi je sodelovalo 102 učencev iz 3., 6., 7., in 8.razreda osnovne šole, od tega 52 dečkov in 50 deklic. V raziskavi je bilo ugotovljeno, da pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja ne obstajajo pomembne razlike med razredi, obstajajo pa razlike med spoloma. Rezultati kažejo da učenci napredujejo v razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja v vseh obravnavanih razredih osnovne šole. Ob naslednji prenovi učnega načrta za Tehniko in tehnologijo se tako predlaga povečanje ciljev s področja prostorske predstavljalivosti in prestavitvev ciljev in vsebin v 6. razred osnovne šole. Ob prenovi koncepta podaljšanega bivanja pa se predlaga tudi vključitev ciljev 3D modeliranja v vsebine podaljšanega bivanja.

Opomba:

Prispevek temelji na: Živec, M. (2020). Primerjava razvijanja prostorske predstavljalivosti z uvedbo 3D-modeliranja med 3., 6., 7. in 8. razredom osnovne šole : magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo. Maribor: M. Živec.

Ključne besede:

prostorska predstavljalivost, 3D modeliranje, SketchUp, osnovna šola, učni načrt

DEVELOPMENT OF SPATIAL ABILITY WITH THE INTRODUCTION OF 3D MODELING IN PRIMARY SCHOOL

MATEVŽ ŽIVEC & KOSTA DOLENC^{2,3}

¹ Franc Lešnik – Vuk Elementary School, Slivnica pri Mariboru, Slovenia.

E-mail: matevz.zivec@gmail.com

² University of Maribor, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, Slovenia.

E-mail: kosta.dolenc@um.si

³ University of Maribor, Faculty of Education, Maribor, Slovenia.

E-mail: kosta.dolenc@um.si

Note:

The article is based on:

Živec, M. (2020).

Primerjava

razvijanja

prostorske

predstavljalivosti z

uvodbo 3D-

modeliranja med

3., 6., 7. in 8.

razredom osnovne

šole : magistrsko

delo, Univerza v

Mariboru,

Fakulteta za

naravoslovje in

tehnologijo.

Maribor: M. Živec.

Abstract Spatial ability is one of the key skills for many professions today. In basic school, spatial ability is also developed using 3D modeling in the subject of engineering and technology. The basic school curriculum has goals for 3D modeling in eighth grade. Many teachers introduce it as early as 6. grade. The paper justifies the latter practice and makes recommendations for the next revision of curriculum. The study involved 102 students in the 3rd, 6th, 7th and 8th grades of basic school, of whom 52 were boys and 50 were girls. The study found that there were no significant differences between classes in the development of spatial skills using 3D modeling, but there were differences between genders. The results show that students in all the primary classes considered are making progress in developing spatial skills through 3D modeling. In the next renewal of the engineering and technology curriculum, it is proposed to increase the objectives in the field of spatial ability and to move the objectives and content to the 6th grade of basic school. When renovating the concept of extended stay, it is also proposed to include the objectives of 3D modeling in the content.

Keywords:

spatial

ability,

3D

modeling,

SketchUp,

basic

school,

curriculum



Teoretični uvod

V zadnjih desetletjih smo pričali hitremu razvoju Tehnike in tehnologije. Če so se še nedolgo nazaj učenci prvič srečali z računalniki šele v osnovni šoli, se dandanes z njimi srečujejo že zgodaj v otroštvu. Temu dejstvu se mora prilagoditi tudi sodoben proces poučevanja. Predvsem pri predmetu Tehnika in tehnologija so se učitelji primorani neprestano dodatno strokovno spopolnjevati, da bi lahko bili kos hitremu razvoju njihovega področja. Prav digitalna pismenost otrok nam omogoča, da lahko v učilnicah nekatere vsebine poučujemo veliko produktivnejše kot v preteklosti. Med slednje sodi tudi prostorska predstavljalivosti, ki jo lahko poučujemo tudi s pomočjo 3D modeliranja. O tem, kam uvrstiti prostorsko predstavljalivosti, so si mnjenja med različnimi avtorji nekoliko deljena. Pogačnik (1995) prostorsko predstavljalivosti predstavlja kot eno od sposobnosti ljudi. Gardner (1995) pa prostorsko predstavljalivosti uvršča v eno izmed vrst inteligenc.

Za razumevanje razvoja prostorske predstavljalivosti so pomembna tudi sestava in razvoj možganov. Možgani so sestavljeni iz dveh hemisfer, ki ne delujeta simetrično. Marentič Požarnik (2018) meni, da je vsaka polobla zadolžena za opravljanje različnih nalog. Za optimalno velja učenje, kjer obe hemisferi delujeta usklajeno. Vendar celotna zahodna družba favorizira funkcije leve hemisfere (logičnost, besedno izražanje, analitičnost, številsko izražanje ...), kar se kaže v bolj sistematičnem razvoju leve hemisfere v šolskem sistemu. Na drugi strani je vsebin, ki se nanašajo na razvoj desne hemisfere čedalje manj (prostorske predstave, gibanje, čustvenost, celostno dojetanje, slikovnost, intuicija ...). Russell (1987) je ugotovil, da sta v zgodnjem razvoju obe hemisferi precej usklajeni. Nekaj časa je dominantna desna, kasneje pa vse bolj leva hemisfera. Razlog za takšen razvoj Russell vidi v verbalno in analitično usmerjenem pouku.

Prostorsko predstavljalivosti so po Gardnerjevem mnenju najboljše raziskali nevropsihologi. Zato ugotavlja, da o prostorski predstavljalivosti in možganih danes z izjemo jezika vemo več kot o katerikoli drugi človeški zmožnosti (Gardner, 1995). Te raziskave dajejo Russellovim dodatno težo. Računalniško ustvarjene tridimenzionalne slike so tako proces, znotraj katerega računalnik prostorske modele izračuna na osnovi kompleksnih algoritmov (Erzetič, 2009).

Prostorska predstavljaljivost se prične razvijati že zelo zgodaj v otrokovem otroštvu. Sistematično se z njenim razvojem prvič srečamo v vrtcu, kjer vzgojitelji s pomočjo raznih didaktičnih pripomočkov urijo prostorsko predstavljaljivost otrok. Vzgojiteljem so na voljo konstrukcijske zbirke, kot so trix trax, lego kocke ali lesene kocke. Večinoma se v vrtcu konstrukcijske zbirke uporabljajo v prostem času (Pršlja, 2020). Pršlja meni, da je premalo načrtovanih dejavnosti s konstrukcijskimi sestavljanjkami. Zato je pripravila modele, ki vzgojiteljem pomagajo pri načrtovanju dela s konstrukcijskimi zbirkami. Poleg didaktičnih pripomočkov so pomembne tudi metode, ki jih vzgojitelji v tem starostnem obdobju uporabljajo. Med zelo učinkovite sodi gibanje v prostoru, s pomočjo katerega se otroci urijo v orientaciji. Tako svojega telesa, kot tudi prostora okrog njih.

V osnovni šoli se otroci s prostorsko predstavljaljivostjo srečujejo pri več predmetih. Žal ugotavljamo, da se število ur, namenjenim tem predmetom počasi znižuje. Takšni predmeti so na primer Tehnika in tehnologija, Likovna umetnost in Šport. Zdi se, da sodobnemu kapitalizmu ne odgovarjajo, saj ne vidijo neposrednega vpliva na človeka oziroma povedano drugače, jih je zelo težko kvantitativno meriti. V praksi je opaziti, da se učenje oziroma znanje poskuša vse bolj meriti na standardiziranih testih. Vendar je znanje na področjih, kjer se poučuje predvsem različne spretnosti in sposobnosti zelo težko, če že ni neprimerno meriti s pomočjo takšnih pisnih preizkusov znanja. Ni namreč enako znati teorijo o obdelovalnih postopkih ali pa les praktično obdelati (Živec, 2020).

Med predmete, ki načrtno razvijajo prostorsko predstavljaljivost v osnovni šoli sodi Tehnika in tehnologija. Pri slednjem so v osmem razredu med cilji v učnem načrtu tudi cilji iz 3D modeliranja. Čeprav je 3D modeliranje sicer predvideno v osmem razredu osnovne šole so avtorji (Hudi, 2019; Živec, 2019, Košak, 2019) mnenja, da je potrebno s 3D modeliranjem pričeti že v nižjih razredih osnovne šole.

Učni načrt Tehnike in tehnologije vsebuje naslednje obvezne operativne cilje (Fakin, Kocijančič, Hostnik in Florijančič, 2011, str. 9, 11):

- razložijo nastanek pravokotne projekcije na treh projicirnih ravninah,
- rišejo preproste predmete v pravokotni projekciji na tri ravnine in jo uporabijo v praksi,

- utemeljijo, skicirajo in narišejo predmet v izometrični projekciji ter raziščejo možnosti uporabe v praksi.

Ter izbirni cilj (Fakin idr., 2011, str. 11):

- narišejo sliko predmeta v prostoru z računalniškim grafičnim programom za trirazsežno modeliranje (3D).

Še več vsebin, ki razvijajo prostorsko predstavljalivost najdemo pri izbirnem predmetu Risanje v geometriji in tehniki (Dolenc, Fišer, Florjančič, Glodež in Šafhalter, 2012), kjer predmet namenjen prav razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja (Dolenc, 2012). Možnosti za razvijanje prostorske predstavljalivosti se kažejo tako predvsem pri predmetu Tehnika in tehnologija, pri izbirnih predmetih kot je Risanje v geometriji in tehniki, interesnih dejavnostih in tudi oddelkih podaljšanega bivanja. Večinoma pa se v osnovnih šolah za poučevanje 3D modeliranja uporablja programsko orodje SketchUp.

Zaradi omenjenih dejstev smo želeli preveriti kdaj je primerna stopnja v otrokovem razvoju za pričetek razvijanja prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja. Thurstone (1955) je namreč ugotovil, da doseže krivulja razvoja hitrosti percepcije osemdeset odstotkov, kar štejemo za točko razvoja, že pri dvanajstih letih. Prostorska predstavljalivost pri štirinajstih letih, spominska in numerična sposobnost pri šestnajstih letih, verbalna sposobnost in besedna fluentnost pa po osemnajstem oziroma dvajsetem letu. Ljudje zaznavamo svet prostorsko, to pomeni v naslednjih treh dimenzijah: v višino, širino in globino. Ljudje imamo očesi približno šest centimetrov razmaknjeni. To povzroča, da vsako od oces vidi sliko nekoliko drugače. Možgani obe sliki združijo v eno z namenom, da si lahko svet, ki nas obdaja, predstavljamo prostorsko. Ljudje so si prizadevali ta pojav izkoristiti za umetno opisovanje prostora z več različnimi tehnikami, vse pa so imele isto oznako – 3D (Erzetič, 2009).

Izbiro programskega orodja za 3D modeliranje sta raziskovala Osolnik in Jamšek (2009), ki sta ugotovila, da je za osnovne šole najprimernejše programsko orodje Google SketchUp, kjer gre za površinsko modeliranje. Z istim orodjem sta Turgut in Urgan (2015) razvila določene pedagoške naloge za izboljšanje sposobnosti prostorske vizualizacije osnovnošolcev v okviru instrumentalnega pristopa.

Ugotovila sta, da so se bolj uspešni učenci zlahka naučili rokovati z orodji, pri slabših učencih pa je bilo nekoliko več težav.

Namen in cilji študije

Z raziskavo smo poiskovali ugotoviti smiselnost zgodnejšega vpeljevanja vsebin 3D modeliranja v osnovni šoli. Ugotoviti smo želeli stopnjo prostorske predstavljalivosti učencev tretjega, šestega, sedmega in osmega razreda. S pomočjo dobljenih podatkov in analiz smo želeli podati predloge za morebitne izboljšave uvajanja 3D modeliranja v osnovni šoli. Zastavili smo si naslednje hipoteze:

H1: Pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja ni pomembnih razlik med razredi.

H2: Pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja ni pomembnih razlik med spoloma.

H3: Učenci s pomočjo 3D modeliranja napredujejo v razvijanju prostorske predstavljalivosti.

H4: Učenci skozi proces izobraževanja napredujejo pri razvijanju prostorske predstavljalivosti.

Metode dela

V raziskavi smo ugotavljali kakšen vpliv ima kratkotrajno poučevanje 3D modeliranja na zmožnost prostorske predstavljalivosti učencev. Raziskava je bila opravljena v eni od podravske šole. Trajala je štiri tedne. Vanjo smo vključili učence 3., 6., 7. in 8. razreda. Vzorec je vseboval 102 otroka, od tega 50 deklic in 52 dečkov.

Tabela 1: Vzorec raziskave glede na spol.

Razred	Dečki	Deklice	N
3. razred	8	8	16
6. razred	20	8	28
7. razred	7	18	25
8. razred	17	16	33

Iz tabele 1 lahko vidimo, da je v tretjem in osmem razredu delež po spolu primerljiv. V šestem razredu močno prevladujejo dečki, v sedmem razredu pa deklice. Spremenljivke, ki smo jih vključili v raziskavo so bile spol, razred, število točk na začetnem testu in število točk doseženih na končnem testu. Za deskriptivno statistiko smo uporabili program Excel, za izračun velikosti učinka Hedges' g (Hedges & Olkin, 1985) smo uporabili spletni kalkulator Effect Size Calculator for T-Test (Lenhard in Lenhard, 2017). Izračuna statistične značilnosti nismo uporabili, zaradi majhnosti vzorca. Indeks težavnosti nalog je preverjen in izračunan kot $p = N_p / N$, kjer je N_p enako številu učencev ki so nalogo pravilno rešili in N številu vseh učencev (Zupanc, 2014).

Opis in izvedba raziskave

Raziskava je bila razdeljena na tri sklope:

- začetno testiranje učencev s preizkusom prostorske predstavljalivosti,
- osnovni tečaj 3D modeliranja v obsegu dveh šolskih ur,
- končno testiranje učencev s preizkusom prostorske predstavljalivosti.

Začetni preizkus prostorske predstavljalivosti (Priloga) je sestavljalo trideset nalog, razdeljenih v dva sklopa. V prvem sklopu so bile zajete naloge vrtenja enostavnejših likov in so predstavljale naloge od 1 do 25. Naloga učencev je bila, da so pripisali pravilno črko k ustrezno oštevilčenemu, vendar rotiranemu liku. V drugem, zahtevnejšem sklopu, so bile zajete naloge vrtenja kompleksnejših likov, sestavljanja likov in trirazsežnostnega sestavljanja določenih teles. Predstavljale so jih naloge od 26 do 30. Učenci so pri vsaki nalogi izbirali med danimi rešitvami. Pri vsaki nalogi je učenec lahko dosegel eno točko za pravilen odgovor. Nepravilen odgovor se je točkoval z nič točkami. Učenec je lahko na testu dosegel 30 točk.

Za poučevanju osnov 3D modeliranja smo uporabili program SketchUp. Poučevanje je trajalo dve šolski uri za vsakega učenca. Tako smo lahko zagotovili večjo objektivnost dobljenih rezultatov. Vsi učenci udeleženi v raziskavi so bili deležni enakih vsebin in poučevanja.

Poučevanje je potekalo po načelih:

- enakopravnost glede starostne stopnje otrok,
- od lažjega proti težjemu,
- pomembnost orodij za 3D modeliranje pri razvijanju prostorske predstavljalivosti.

Pri poučevanju smo uporabili osnovne funkcije programa SketchUp. Učencem tretjega razreda je bilo omogočeno delo na svojem računalniku. Pri ostalih razredih smo se poslužili dela v dvojicah, saj zaradi velikega števila učencev nismo mogli zagotoviti dovoljšnjega števila računalnikov. Vsebine, ki smo jih obravnavali so zajemale:

- gibanje v prostoru, vključno z rotacijami,
- risanje črt in likov,
- orodje Potisni/Povleci,
- orodje Premakni,
- orodje Materiali.

Za takšen način poučevanja smo se odločili zaradi časovne omejitve ter ohranjanja motivacije učencev. Preskočili smo večino orodij, ki jih SketchUp ponuja. Kljub temu so bili učenci po dveh urah sami zmožni modelirati osnovni model po lastni želji. Na ta način smo zagotovili visoko stopnjo motivacije. Ostala orodja po tej metodi učenja vpeljujemo šele takrat, ko učence nad 3D modeliranjem ustrezno navdušimo.

Po končanem osnovnem tečaju se je učence ponovno testiralo s končnim preizkusom prostorske predstavljalivosti. Končni preizkus prostorske predstavljalivosti je bil po obliki in vsebini enak začetnemu preizkusu prostorske predstavljalivosti (Tabela 2).

Tabela 2: Časovni in vsebinski potek raziskave po posameznih razredih.

	1. teden	2. – 3. teden	2. teden
3. razred	Začetni preizkus prostorske predstavljalivosti	Oddelek za podaljšano bivanje Poučevanje ena ura tedensko En učenec na računalnik	Končni preizkus prostorske predstavljalivosti
6. razred		Pouk pri Tehniki in tehnologiji	
7. razred		Poučevanje ena ura tedensko	
8. razred		Dva učenca na računalnik	

Rezultati

Pridobljene podatke obeh testiranj so prikazani v tabelah. Tabelam sledijo analize, ugotovitve in zaključki. Podatke smo razvrstili v kategorije ter jih posebej analizirali. Tako smo lahko določili ne samo vpliv 3D modeliranja na prostorsko predstavljalivost otrok glede na razred, ampak tudi gledano na spol.

Primerjali smo število doseženih točk na testu glede na razred in spol. V rezultatih so zajete naslednje spremenljivke:

- število dečkov in deklic po skupinah,
- povprečje skupin,
- povprečje skupin gledano na spol,
- standardni odklon,
- standardni odklon gledano na spol,
- velikost učinka Hedges' g ,
- velikost učinka Hedges' g gledano na spol,
- vse zgoraj naštetih postavke gledano na vse udeležence skupno.

Za indeks težavnosti (p) nalog smo predvideli, da je primerna naloga takšna, za katero velja $0,25 \leq p \leq 0,85$. Pri velikosti učinka velja, da je učinek majhen, v kolikor je $0,2 \leq g \leq 0,5$. Kot srednje velik učinek velja $0,5 \leq g \leq 0,8$. Če je g večji kot 0,8 je velikost učinka velika.

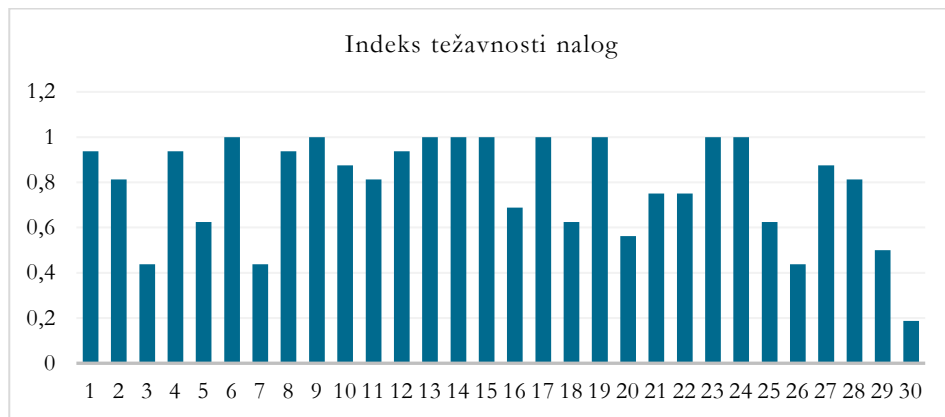
3. razred

Pri začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je v skupini tretjega razreda sodelovalo enako število deklic in dečkov. Dečki so imeli višje povprečje skupnih točk, vendar so deklice imele nižji standardni odklon. Na začetnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 17 in 29 doseženih točk (Tabela 3).

Tabela 3: Rezultati začetnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 3. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	8	20	29	23,13	2,71
dečki	8	17	27	24	3,12

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je začetni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Samo naloga 30 se je izkazala za težko (Graf 1).



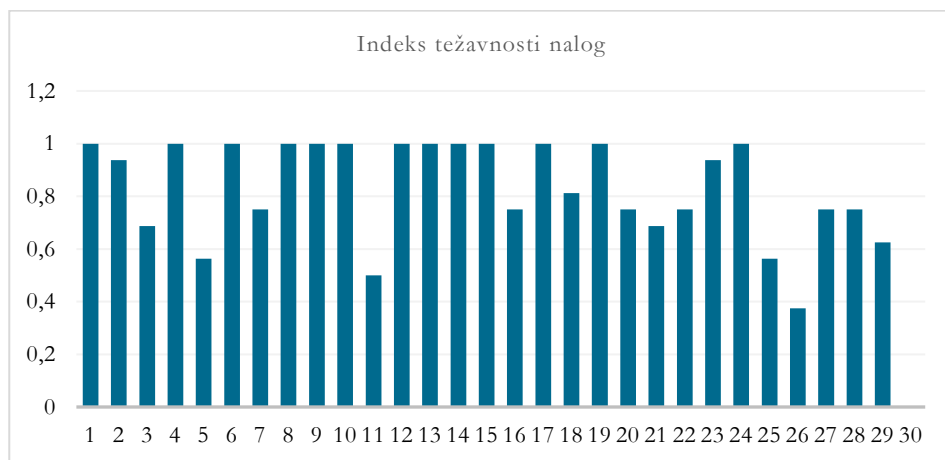
Graf 1: Indeks težavnosti na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 3. razredu.

Pri končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini tretjega razreda enako število deklic in dečkov. Dečki so imeli višje povprečje skupnih točk, vendar so deklice imele nižji standardni odklon. Na končnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 19 in 29 doseženih točk (Tabela 4).

Tabela 4: Rezultati končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 3. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
dekllice	8	21	26	23,9	1,45
dečki	8	19	29	24,5	3,12

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je končni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Samo naloga 30 se je izkazala za težko, saj je ni uspešno rešil nihče (Graf 2).



Graf 2: Indeks težavnosti na končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 3. razredu.

Velikost učinka nakazuje, da dečki tretjega razreda niso pokazali pomembne izboljšave. Deklice tretjega razreda so pokazale majhno izboljšavo. Prav tako je opaziti majhno izboljšavo v tretjem razredu glede na skupno, saj je skupna velikost učinka 0.23 (Tabela 5).

Tabela 5: Velikost učinka učencev 3. razreda.

	Dečki	Deklice	Skupaj
Hedges' g	0.16	0.35	0.22

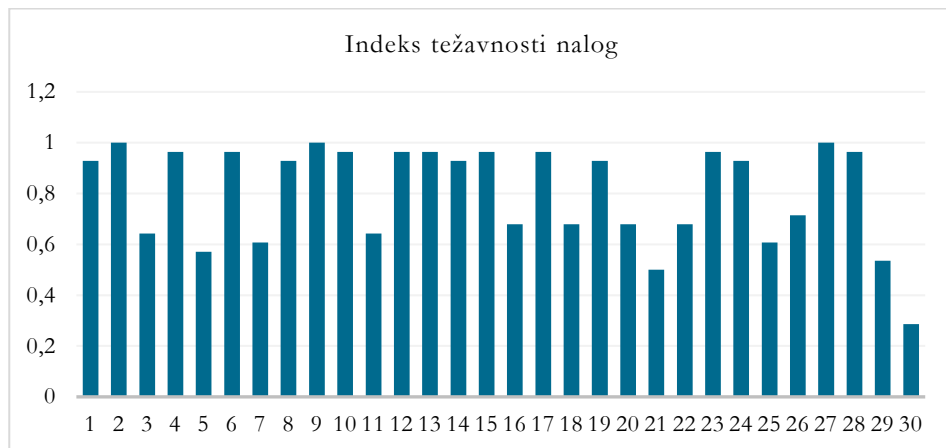
6. razred

Pri začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini šestega razreda manjše število deklic kot dečkov. Dečki so imeli višje povprečje skupnih točk, vendar so deklice imele nižji standardni odklon. Na začetnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 9 in 30 doseženih točk (Tabela 6).

Tabela 6: Rezultati začetnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 6. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	8	19	28	23	3,12
dečki	20	9	30	24,6	5,15

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je začetni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Nobena naloga se ni izkazala za težko (Graf 3).



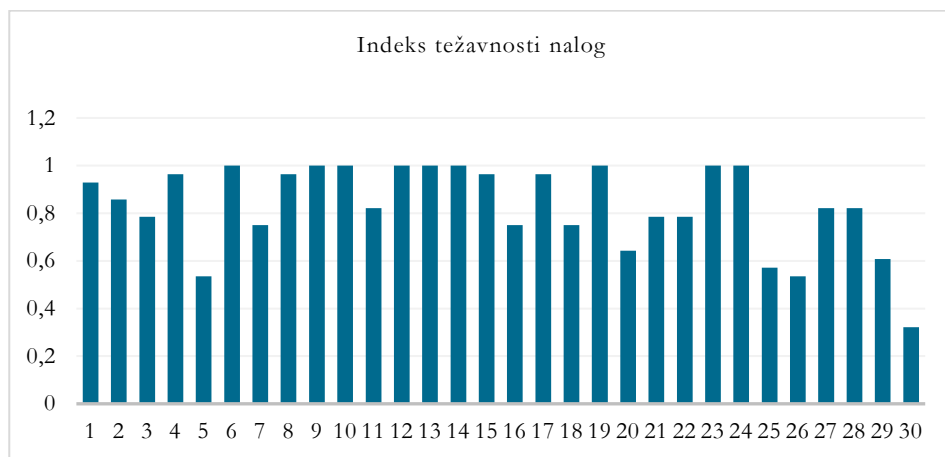
Graf 3: Indeks težavnosti na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 6. razredu.

Pri končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini šestega razreda manjše število deklic kot dečkov. Dečki so imeli višje povprečje skupnih točk. Tako deklice kot dečki so imeli podoben standardni odklon. Na končnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 20 in 29 doseženih točk (Tabela 7).

Tabela 7: Rezultati končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 6. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
dekllice	8	20	29	23,12	3,01
dečki	20	20	30	25,65	3,16

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je končni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Nobena naloga se ni izkazala za težko (Graf 4).



Graf 4: Indeks težavnosti na končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 6. razredu.

Velikost učinka nakazuje, da so dečki šestega razreda pokazali majhno izboljšavo. Deklice šestega razreda niso pokazale pomembne izboljšave. Prav tako ni opaziti pomembne izboljšave v šestem razredu, saj je skupna velikost učinka 0.19 (Tabela 8).

Tabela 8: Velikost učinka učencev 6. razreda.

	Dečki	Deklice	Skupaj
Hedges' g	0.25	0.04	0.19

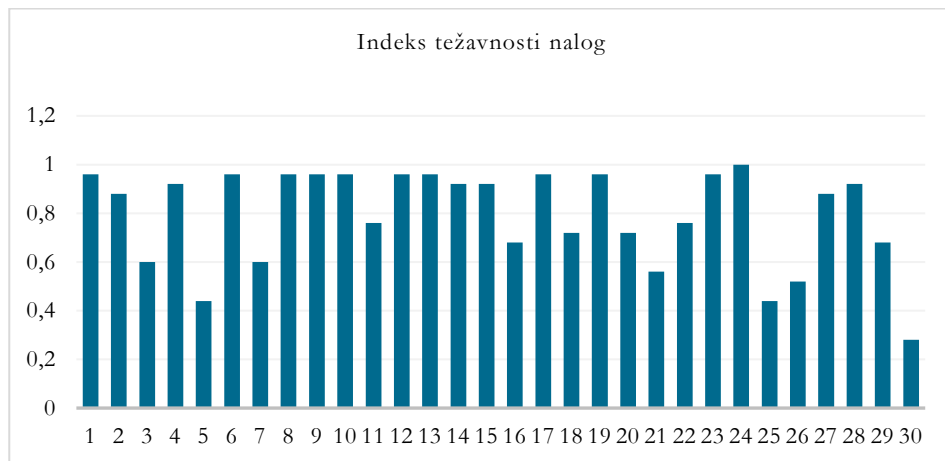
7. razred

Pri začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini sedmega razreda večje število deklic kot dečkov. Dečki so imeli nekoliko višje povprečje skupnih točk in hkrati nižji standardni odklon v primerjavi z deklicami. Na začetnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 4 in 30 doseženih točk (Tabela 9).

Tabela 9: Rezultati začetnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 7. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	18	4	30	23,77	4,89
dečki	7	21	27	23,85	2,35

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je začetni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Le naloga 30 je dosegla indeks težavnosti 0.28 (Graf 5).



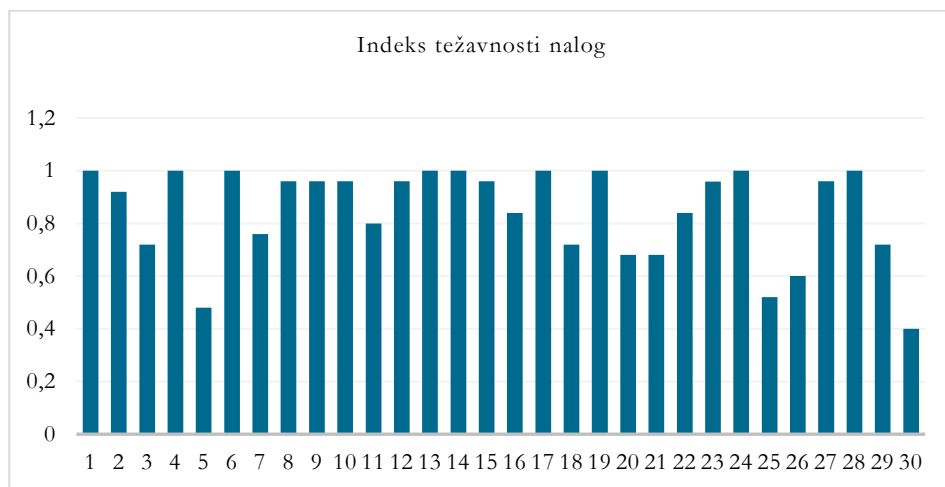
Graf 5: Indeks težavnosti na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 7. razredu.

Pri končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini sedmega razreda večje število deklic kot dečkov. Dečki so imeli nekoliko višje povprečje skupnih točk in hkrati nižji standardni odklon v primerjavi z deklicami. Na končnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 18 in 30 doseženih točk (Tabela 10).

Tabela 10: Rezultati končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 7. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	18	18	30	25,33	3,28
dečki	7	20	29	25,42	2,77

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je končni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Nobena naloga se ni izkazala za težko (Graf 6).



Graf 6: Indeks težavnosti na končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 7. razredu.

Velikost učinka nakazuje, da so tako deklice kot tudi dečki sedmega razreda pokazali pomembno izboljšavo. Prav tako je opaziti izboljšavo v sedmem razredu, saj je skupna velikost učinka 0.38 (Tabela 11).

Tabela 11: Velikost učinka učencev 7. razreda.

	Dečki	Deklice	Skupaj
Hedges' g	0.61	0.37	0.38

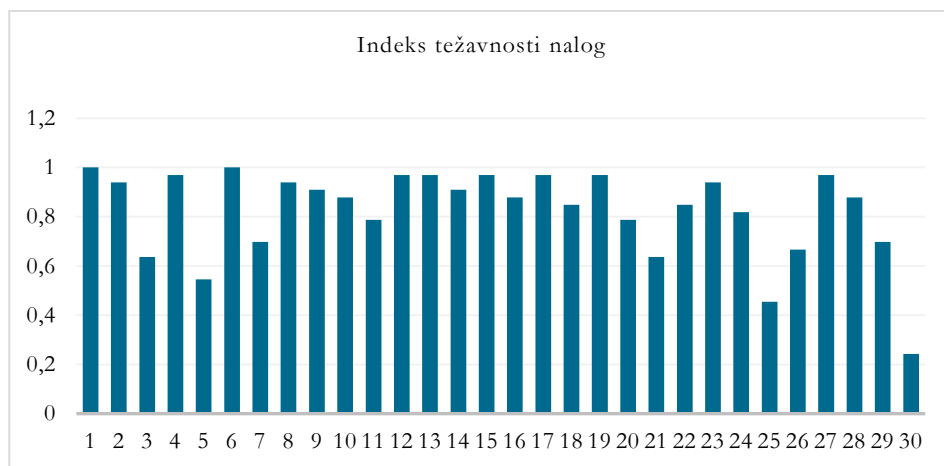
8. razred

Pri začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini osmega razreda manjše število deklic kot dečkov. Deklice so imele višje povprečje skupnih točk in nižji standardni odklon. Na začetnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 17 in 29 doseženih točk (Tabela 12).

Tabela 12: Rezultati začetnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 8. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	16	21	29	25,87	2,08
dečki	17	17	29	23,64	3,92

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je začetni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Samo naloga 30 se je izkazala za težko (Graf 7).



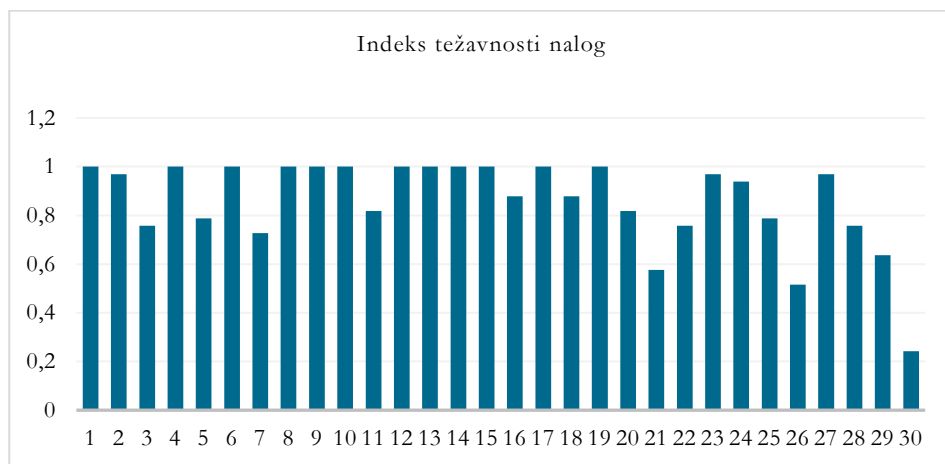
Graf 7: Indeks težavnosti na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 8. razredu.

Pri končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo v skupini osmega razreda manjše število deklic kot dečkov. Deklice so imele višje povprečje skupnih točk in nižji standardni odklon. Na končnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 20 in 30 doseženih točk (Tabela 13).

Tabela 13: Rezultati končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v 8. razredu.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	16	20	30	26,18	2,74
dečki	17	20	30	25,41	3,27

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je končni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Samo naloga 30 se je izkazala za težko (Graf 8).



Graf 8: Indeks težavnosti na končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti v 8. razredu.

Velikost učinka nakazuje, da so dečki osmega razreda pokazali pomembno izboljšavo. Deklice osmega razreda niso pokazale pomembne izboljšave. V osmem razredu skupno je opaziti izboljšave, saj je skupna velikost učinka 0.33 (Tabela 14).

Tabela 14: Velikost učinka učencev 8. razreda.

	Dečki	Deklice	Skupaj
Hedges' g	0.49	0.13	0.33

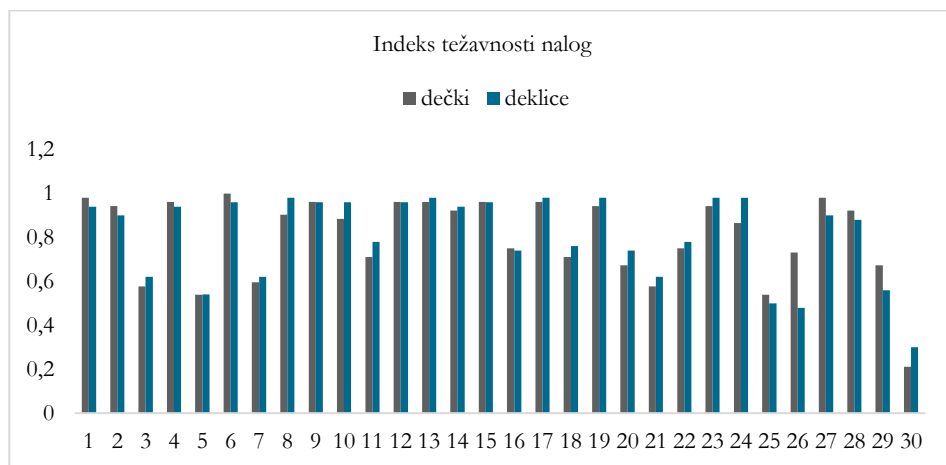
Rezultati in velikost učinka med razredi skupaj

Skupno je na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo 50 deklic in 52 dečkov. Deklice so imele višje povprečje skupnih točk in nižji standardni odklon. Na začetnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 4 in 30 doseženih točk (Tabela 15).

Tabela 15: Rezultati začetnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v vseh razredih.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
deklice	50	4	30	24,22	4,09
dečki	52	9	30	24,09	4,20

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je začetni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Pri deklicah se nobena naloga ni izkazala kot težka. Pri dečkih se je naloga 30 izkazala za težko (Graf 9).



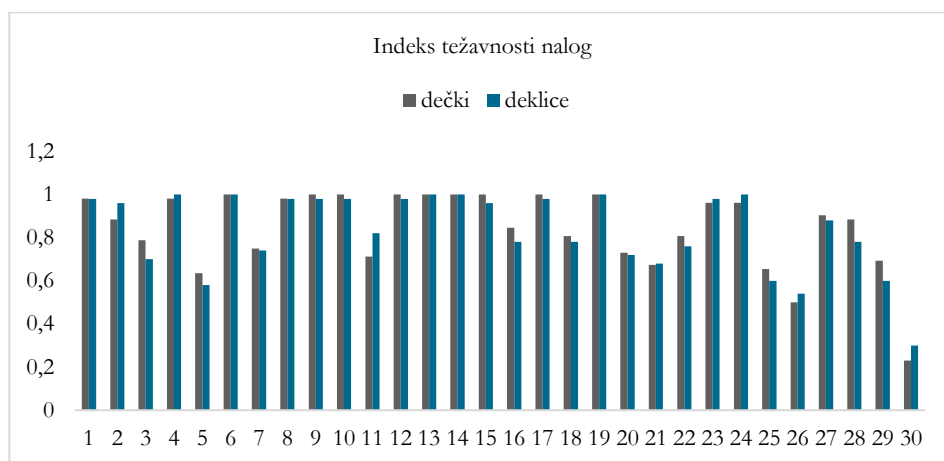
Graf 9: Indeks težavnosti na začetnem preizkusu prostorske predstavljalivosti pri vseh razredi ločeno po spolu.

Skupno je pri končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti je sodelovalo 50 deklic in 52 dečkov. Deklice so imele nekoliko nižje povprečje skupnih točk in nekoliko nižji standardni odklon. Na končnem testu je skupna frekvenca razporeditve točk pokazala, da so učenci dosegali med 18 in 30 doseženih točk (Tabela 16).

Tabela 16: Rezultati končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti v vseh razredih.

	N	Min	Max	Povprečje	SD
dekllice	50	18	30	25,02	3,05
dečki	52	19	30	25,36	3,16

Po izračunu indeksa težavnosti posameznih nalog lahko sklepamo, da je končni preizkus prostorske predstavljalivosti večinoma vseboval težavnostno primerne naloge. Pri dekllicah se nobena naloga ni izkazala kot težka. Pri dečkih se je naloga 30 izkazala za težko (Graf 10).



Graf 10: Indeks težavnosti na končnem preizkusu prostorske predstavljalivosti pri vseh razredi ločeno po spolu.

Velikost učinka nakazuje, da so tako dekllice, kot tudi dečki pokazali majhno izboljšavo. Prav tako je opaziti izboljšavo skupno, saj je skupna velikost učinka 0.28 (Tabela 17).

Tabela 17: Velikost učinka učencev vseh razredov.

	Dečki	Dekllice	Skupaj
Hedges' g	0.34	0.22	0.28

Velikost učinka glede na napredovanje po razredih je v vseh primerih majhna. Nekoliko višja je v 7. in 8. razredu in skoraj neznačilna v 6.razredu (Tabela 18).

Tabela 18: Velikost učinka glede na začetni in končni preizkus prostorske predstavljalivosti po razredih.

	Velikost učinka	N
3. razred	0,22	16
6. razred	0,19	28
7. razred	0,37	25
8. razred	0,33	33

Primerjava velikosti učinka končnega preizkusa prostorske predstavljalivosti med deklicami glede na razred nakazuje, da obstajajo razlike med prostorsko predstavljalivostjo deklic glede na razred, ki ga obiskujejo. Rezultati kažejo da se prostorska predstavljalivost pri deklicah zvišuje z leti, z izjemo deklic 6. razreda, saj je velikost učinka sicer majhna (-0,33) a vendarle v prednost deklicam 3. razreda (Tabela 19).

Tabela 19: Primerjava velikosti učinka med razredi pri deklicah.

	3. razred	6. razred	7. razred	8. razred
3. razred				
6. razred	- 0,33			
7. razred	0,50	0,69		
8. razred	0,95	1,08	0,28	

Drugačna slika pa se kaže pri dečkih. Z izjemno majhne velikosti učinka med 3. razredom in ostalimi razredi, rezultati kažejo, da ni nobene razlike med 6., 7., in 8. razredom (Tabela 20).

Tabela 20: Primerjava velikosti učinka med razredi pri dečkih.

	3. razred	6. razred	7. razred	8. razred
3. razred				
6. razred	0,37			
7. razred	0,31	0,07		
8. razred	0,28	0,07	0,01	

Rezultati kažejo, da dečki napredujejo v prostorski predstavljalivosti iz prehoda iz razredne na predmetno stopnjo, potem pa napredka ni več.

Diskusija

Velika omejitev te raziskave je velikost in razpršenost vzorca, zaradi katerega ne moremo v celoti posploševati rezultatov na celotno populacijo učencev. Vendar se rezultati te raziskave skladajo in potrjujejo z rezultati ostalih raziskav, ki so bile izvedene na področju Slovenije (Šafhalter, 2016;). Omenjene raziskave in prav tako izvedena raziskava potrjuje, da 3D modeliranje izboljšuje prostorsko predstavljalivost učencev. Tudi že samo nekaj ur 3D modeliranja lahko izboljša prostorsko predstavljalivost učencev, tudi že na razredni stopnji. Zadane hipoteze raziskave so sledeče:

H1: Pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja ni pomembnih razlik med razredi.

Hipoteza je sprejeta. Rezultati raziskave kažejo na majhne razlike med razredi osnovne šole pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja. Velikosti učinka so po večini majhne vendar rezultati kažejo izboljšanja.

H2: Pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja ni pomembnih razlik med spoloma.

Hipoteza ni sprejeta. Rezultati raziskave kažejo majhne razlike pri razvijanju prostorske predstavljalivosti s pomočjo 3D modeliranja med dečki in deklicami. V 3. razredu je velikost učinka pri deklicah majhna, pri dečkih pa napredka ni vidnega. V 6. razredu je velikost učinka pri obeh spolih majhna. V 7. in 8. razredu pa je velikost učinka pri dečkih srednja pri deklicah pa majhna.

H3: Učenci s pomočjo 3D modeliranja napredujejo v razvijanju prostorske predstavljalivosti.

Hipoteza je sprejeta. Rezultati raziskave kažejo, da je bila velikost učinka med začetnim in končnim testiranjem povečini majhna, vendar učenci napredujejo v vseh razredih.

H4: Učenci skozi proces izobraževanja napredujejo pri razvijanju prostorske predstavljalivosti

Hipoteza ni sprejeta. Rezultati kažejo, da vsi učenci napredujejo med prehodom iz 3. razreda v 6. razred, potem pa je napredek viden samo pri deklicah, pri dečkih pa se napredek ustavi.

Čeprav predhodnje raziskave na tem področju že dokazovale, da ima 3D modeliranje pozitiven vpliv na prostorsko predstavljalnost, se v učnem načrtu do sedaj ni veliko spremenilo. V učnem načrtu Tehnike in tehnologije tako prevladujejo cilji s področij izometrične in pravokotne projekcije. Te cilji so pomembni in jih ne smemo zanemariti, vendar se poraja vprašanje količine teh vsebin v primerjavi s 3D modeliranjem. Na podlagi obstoječih in naše raziskave predlagamo, da se vsebine 3D modeliranja v učnem načrtu Tehnike in tehnologije povečajo in predvsem prestavijo v nižje razrede. Na osnovi opravljene raziskave lahko svetujemo, da se ob prenovi učnih načrtov razredne stopnje uvedejo nekatere izboljšave. Prostorsko predstavljalnost je mogoče razvijati s pomočjo 3D modeliranja precej prej, kot je trenutno zapisano v učnih načrtih Tehnike in tehnologije. Raziskava je pokazala napredek v razvijanju prostorske predstavljalnosti s pomočjo 3D modeliranja tako v tretjem razredu kot tudi v vseh višjih razredih, v katerih se izvaja predmet Tehnika in tehnologija.

Ugotovitve te raziskave lahko omogočajo piscem učnih načrtov dodajanje vsebin iz področja 3D modeliranja tako po vertikali, kakor tudi po horizontali osnovne šole. 3D modeliranje je mogoče vključiti v oddelek podalšanega bivanja, izbirne predmete, interesne dejavnosti in v predmet Tehnika in tehnologija v več razredih. S pomočjo 3D modeliranja je motivacija za učenje na visoki ravni. Učencem celoten proces 3D modeliranja in kasneje izdelovanja ali tiskanje 3D modela predstavimo kot projektno delo. Takšen pristop nam posledično ponuja veliko bolj aplikativna znanja, ki so uporabna v različnih poklicih in življenju na sploh.

Predlagamo, da se iz današnjega osmega razreda osnovne šole pri pouku Tehnike in tehnologije 3D modeliranje prestavi v šesti razred osnovne šole. Takšna je že praksa mnogih učiteljev, a žal nima jasne osnove v učnem načrtu. S prestavitvijo 3D modeliranja v šesti razred poleg vidnega napredka pri prostorski predstavljalnosti in lažjemu razumevanju konceptov tehničnega risanja, učiteljem omogočimo, da v poučevanje uvedejo modernejše koncepte, ki so mnogo bližje realnim procesom proizvodnje v podjetjih. Praktični pouk konstruiranja bi se tako začel za

računalnikom, kot to počnejo konstruktorji v podjetjih. Znanja 3D modeliranja se lahko nato v sedmem in osmem razredu le poglobljajo in utrjujejo.

Zadnji predlog gre v smeri uvajanja 3D modeliranja podaljšano bivanje. Ob prenovi koncepta podaljšanega bivanja je mogoče te vsebine vključiti v ustvarjalno preživljanje časa. V praksi je namreč opaziti uporabo računalniške tehnologije v oddelkih podaljšanega bivanja, vendar gre večinoma za pasivno opazovanje risanih filmov ali igranje računalniških iger. S tem bi učiteljem podaljšanega bivanja omogočili tudi pravno podlago za uvajanje 3D modeliranja. Gre pa opozoriti, da je delo za računalnikom primerno zgolj nekajkrat letno in naj ne poteka pre pogosto.

Literatura

- Dolenc, K. (2012). *3D modeliranje in vizualizacija s programom Sketchup*. Limbuš: Izotech.
- Dolenc, K., Fišer, G., Florjančič, F., Glodež, S., Šafhalter, A. (2012). *Program osnovna šola Risanje v geometriji in tehniki Izbirni predmet Prenovljeni učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Erzetič, B., Gabrijelčič, H. (2009). *3D od točke do upodobitve*. Ljubljana: Pasadena.
- Fakin, M., Kocijančič, S., Hostnik, I., Florjančič, F. (2011). *Program osnovna šola, Tehnika in Tehnologija, Učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Gardner, H. (1995). *Razsežnost uma: teorija o več inteligencah*. Ljubljana: Založba Tangram.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- Hudi, P. (2019). *3D-modeliranje pri rednem pouku in interesni dejavnosti v OŠ*. V Vloga predmetnih didaktik za kompetence prihodnosti, Zbornik prispevkov (101-102). Maribor: Univerzitetna založba Univerze v Mariboru.
- Košak, I. (2019). *Učenje izometrije in 3D-tiska s programom SketchUp že v 6. razredu*. V povzetki prispevkov udeležencev 1. Posveta SPIP 2019, Meje vključevanja sodobnih tehnologij v vzgoji in izobraževanju. Pridobljeno s <http://spip.splet.arnes.si/files/2019/05/Bilten-2019.pdf>
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2017). *Calculation of effect sizes*. Pridobljeno s https://www.psychometrica.de/effect_size.html. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Marentič Požarnik, B. (2018). *Psihologija učenja in pouka: Od poučevanja k učenju*. Ljubljana: DZS.
- Osolnik, M., Jamšek, J. (2009). *Programska orodja za tehnično risanje v okviru tehnike in tehnologije v 9-letni osnovni šoli*. Pridobljeno s https://skupnost.sio.si/sio_arhiv/sirikt/www.sirikt.si/fileadmin/sirikt/predstavitve/2009/Programska_orodja_za_tehnicno_risanje-osolnik.pdf
- Pogačnik, V. (1995). *Pojmovanje inteligentnosti*. Radovljica: Didakta.
- Pršlja, V. (2020). *Konstruktivske zbirke in njihovo vključevanje v koncept načrtovanja dejavnosti v vrtcu* (Diplomsko delo). Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Maribor.
- Russell, P. (1987). *Knjiga o možganih*. Ljubljana: DZS.
- Šafhalter, A. (2016). *Razvijanje prostorske predstavljivosti z uvedbo 3D-modeliranja v osnovni šoli* (Doktorska dizertacija). Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.
- Thurstone, L. L. (1955). *The differential growth of mental abilities*. Chapel Hill, N. C., University Of North Carolina: Psychometric Laboratory.

- Turgut, M., & Uygan, C. (2015). Designing Spatial Visualisation Tasks for Middle School Students with a 3D Modelling Software: An Instrumental Approach. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 22, 45-51.
- Zupanc D., Hauptman A., Cankar G., Urank M. (2014). *Priročnik za uporabo »Orodja za analizo izkazanega znanja ob zaključku srednje šole«: Splošna matura*. Ljubljana: Državni izpitni center
- Živec, M. (2019). *Razvijanje prostorske predstavljenosti s pomočjo 3d-modeliranja v podaljšanem bivanju: računalnik naj bo pripomoček in ne igrača*. V *Vloga predmetnih didaktik za kompetence prihodnosti*, Zbornik prispevkov (339-340). Maribor: Univerzitetna založba Univerze v Mariboru.
- Živec, M. (2020). *Primerjava razvijanja prostorske predstavljenosti z uvedbo 3D-modeliranja med 3., 6., 7. in 8. razredom osnovne šole* (Magistrsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.

TEST PROSTORSKE PREDSTAVLJIVOSTI

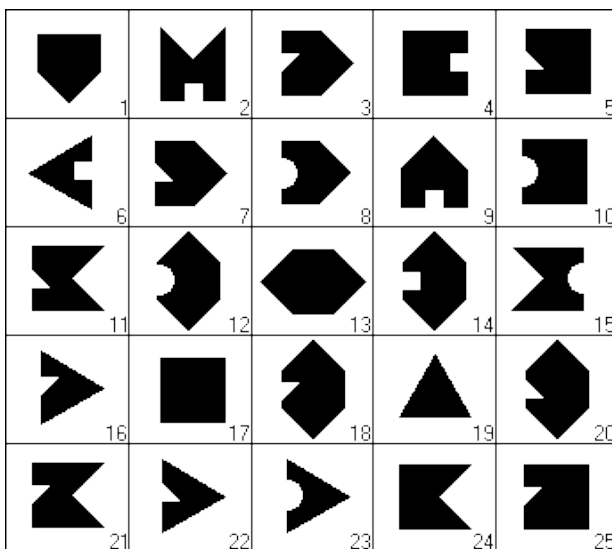
IME IN PRIIMEK _____

RAZRED _____

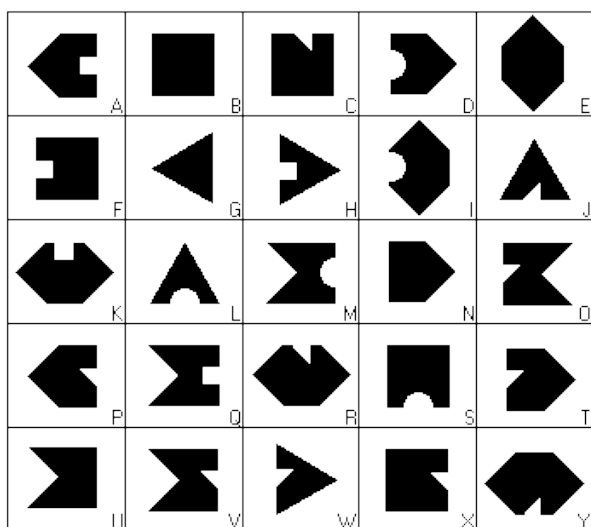
DATUM _____

OBLIKE V SKUPINI 1 SO ENAKE KOT V SKUPINI 2. NEKATERE OBLIKE SO NA DRUGIH MESTIH, NEKATERE PA SO ZASUKANE. PRIPIŠI ČRKE K SPODNJIM ŠTEVILKAM TAKO, DA BODO PARI ENAKIH OBLIK.

SKUPINA 1

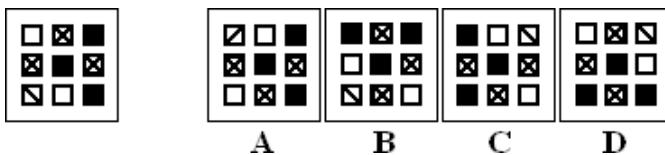


SKUPINA 2

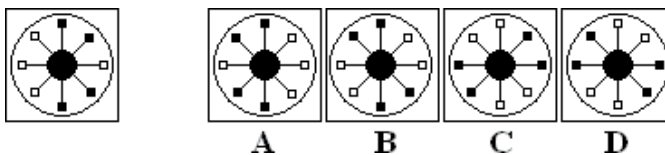


- 1) _____ 2) _____ 3) _____
- 4) _____ 5) _____ 6) _____
- 7) _____ 8) _____ 9) _____
- 10) _____ 11) _____ 12) _____
- 13) _____ 14) _____ 15) _____
- 16) _____ 17) _____ 18) _____
- 19) _____ 20) _____ 21) _____
- 22) _____ 23) _____ 24) _____
- 25) _____

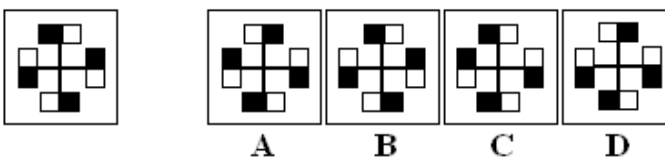
26) KATERA SLIKA JE ENAKA PRVI (OBKROŽI)?



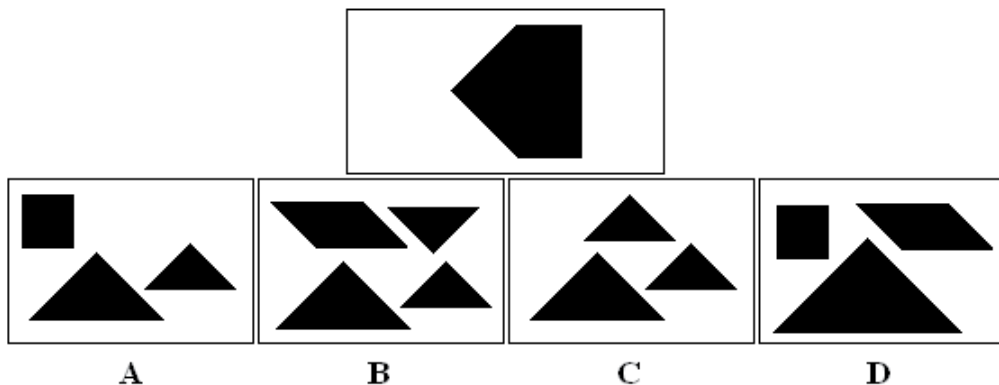
27) KATERA SLIKA JE ENAKA PRVI (OBKROŽI)?



28) KATERA SLIKA JE ENAKA PRVI (OBKROŽI)?



29) S KATERO SKUPINO OBLIK LAHKO SESTAVIMO ZGORNJO OBLIKO (OBKROŽI)?



30) S KATERO MREŽO LAHKO SESTAVIMO ZGORNJO KOCKO (OBKROŽI)?

