

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA

MAJA OVSENIK

**UPORABA RAČUNALNIKA PRI URAH
GEOMETRIJE V 2. RAZREDU OSNOVNE ŠOLE**

MAGISTRSKO DELO

LJUBLJANA, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA

MAJA OVSENIK

**UPORABA RAČUNALNIKA PRI URAH GEOMETRIJE
V 2. RAZREDU OSNOVNE ŠOLE**

MAGISTRSKO DELO

Mentor: izr. prof. dr. Jože Rugelj

Somentorica: doc. dr. Tatjana Hodnik Čadež

LJUBLJANA, 2008

Zahvala

Najprej bi se zahvalila mentorju dr. Jožetu Ruglju za strokovno usmerjanje in pomoč pri ustvarjanju magistrskega dela.

Zahvala gre tudi somentorici dr. Tatjani Hodnik Čadež, ki me je spodbujala, vodila in usmerjala skozi celotno raziskavo. Njena potrpežljivost in pripravljenost pomagati z vedno novimi idejami sta bili nepogrešljivi.

Pri kvantitativni analizi mi je svetoval dr. Andrej Košir s Fakultete za elektrotehniko, za kar se mu iskreno zahvaljujem.

Hvala sodelavki Andreji Saje, ki je nesebično sodelovala pri obsežnejših pripravah in sami izvedli ur geometrije kot učiteljica kontrolne skupine učencev.

Posebna zahvala gre mojim staršem, ki so me vedno, ne le v času študija, razumeli, podpirali, vzpodbujali in mi bili na voljo, ko sem jih potrebovala.

Zahvalila bi se tudi vsem ostalim, ki so mi stali ob strani in mi pomagali pri reševanju predvsem neznanstvenih problemov.

Ne morem pa se dovolj zahvaliti mojemu Sergeju, ki mi je pomagal prebroditi večino težav, s katerimi sem se srečevala na poti k magisteriju, me spodbujal, svetoval ter v vseh pogledih nudil trdno oporo. Brez njega tega dela verjetno nikoli ne bi bilo.

Povzetek

V magistrskem delu z naslovom *Uporaba računalnika pri urah geometrije v 2. razredu osnovne šole* je avtorica združila teoretična spoznanja s področja razvoja geometrijskih predstav in pojmov, uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT) v izobraževanju in praktične dejavnosti, s katerimi uresničujemo cilje pouka geometrije v 2. razredu osnovne šole.

V teoretičnem delu je opisala razvoj geometrijskih predstav in pojmov z vidika treh prevladujočih teorij: Piageta in Inhelderja, van Hiel ter kognitivnih psihologov. Dotaknila se je tudi informacijsko komunikacijske tehnologije in pomembnih vidikov vključevanja le-te v osnovnošolsko izobraževanje.

V empiričnem delu je predstavila in analizirala model vključevanja računalnika v pouk geometrije ter raziskavo, v kateri je s kvalitativnimi in kvantitativnimi metodami preverila, kako učenci dosegajo cilje s področja geometrije. V raziskavi je sodelovalo 41 učencev 2. razreda Osnovne šole Naklo, 20 v eksperimentalni (geometrijo so spoznavali po modelu vključevanja računalnika) in 21 v kontrolni skupini (geometrijo so spoznavali preko podobnih aktivnosti, a brez vključevanja računalnika). Za ugotavljanje začetnega in končnega doseganja ciljev je sestavila dva preizkusa znanja ter ju izvedla na začetku in koncu šolskega leta, skozi celo šolsko leto pa je spremljala tudi napredek posameznega učenca.

Ker je v zadnjem času v poučevanju geometrije pri nas prišlo do sprememb, je želela kvalitativno ovrednotiti, katero stopnjo geometrijskega mišljenja po van Hielovi teoriji dosegajo učenci. Ugotovila je, da je večina učencev na začetku raziskave bila na vizualni stopnji, ob koncu pa so večinoma napredovali na naslednjo, opisno stopnjo. V okviru kvalitativne analize je ob koncu šolskega leta primerjala eksperimentalno in kontrolno skupino učencev. Ugotovila je, da so učenci eksperimentalne skupine geometrijske oblike opisovali bolj strokovno pravilno kot učenci kontrolne skupine.

Pri kvantitativni analizi je uporabila statistični t-test, s katerim je analizirala rezultate omenjenih preizkusov znanja. Ugotovila je, da pri prvem testiranju med učenci eksperimentalne in kontrolne skupine ni bilo statistično pomembnih razlik.

Po izvedbi ur geometrije pa so učenci eksperimentalne skupine pri preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk v primerjavi z učenci kontrolne skupine na naslednjih področjih: liki in črte, poimenovanje likov, prepoznavanje likov v različnih legah in risanje črt. Statistično pomembnih razlik med skupinama ni bilo na področju orientacije, simetrije, prepoznavanja krivih in ravnih črt ter določanja presečišč.

Z raziskavo je bilo dokazano, da vključevanje računalnika pozitivno vpliva na doseganje ciljev geometrije, še posebej ravninske. Ne smemo pa pozabiti, da je prav tako pomembno, da učencem zagotovimo učenje v konkretnem okolju in jim s tem omogočimo, da sami raziskujejo geometrijo.

Ključne besede:

GEOMETRIJA, GEOMETRIJSKE PREDSTAVE, POUČEVANJE GEOMETRIJE, INFORMACIJSKO KOMUNIKACIJSKA TEHNOLOGIJA, MODEL VKLJUČEVANA RAČUNALNIKA, RAČUNALNIK

Abstract

The thesis entitled *The use of computer in geometry lessons in second grade of primary school* combines the theory of geometric thinking development, the use of information and communication technology (ICT) in education and practical activities by which the goals of geometry lessons in second grade of primary school are realized.

The theoretical part of the thesis explains the development of geometric thinking throughout three major theoretical perspectives – Piaget and Inhelder's, the van Hiele's and cognitive psychologists'. It also reviews some important aspects of integrating ICT into primary education.

The empirical part consists of introducing and analyzing the integration model where computer is included in geometry lessons, and of research study where qualitative and quantitative methods to examine the students' achievements of geometric goals are used. For this study the researcher assigned 41 second grade students at Naklo primary school into two groups: the experimental group (20 students – learning geometry by the integration model) and control group (21 students – learning geometry through similar non-computer activities). Two geometry tests were designed for the research, and carried out at the beginning and at the end of the school year. The progress of each student through the school year was recorded.

Due to the latest changes of Slovene mathematical curriculum in the geometry field the researcher tried to evaluate qualitatively students' level of geometric thinking according to van Hiele's theory. It was found that at the beginning of the research most of students were at the visual level of thought in geometry, but at the end of the research they mostly progressed to the next level, namely descriptive. Within the qualitative analysis the comparison between the experimental and control group at the end of the year was also made. It was found that the experimental group students described geometric shapes more correctly than the control group students.

For the quantitative analysis a statistical t-test was used. Data collection includes the same geometry tests as for qualitative research. The first geometry test confirmed that there were no significant differences between experimental and control group on the overall scores.

After the geometry lessons the experimental group performed significantly better than the control group at following fields: shapes and lines, naming of shapes, identifying the shapes in different positions and drawing the lines. No significant difference was found at following fields: orientation, figure symmetry, recognition of straight and curved lines and defining the intersection points.

The research provides an evidence that certain computer environments hold the potential for the facilitation of achieving some goals in geometry, especially in the field of two-dimensional one. But it is also very important for students to have the opportunity to learn from concrete environment and thus discover geometry by themselves.

Key words:

GEOMETRY, GEOMETRIC THINKING, INSTRUCTION IN GEOMETRY, INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY, COMPUTER INTEGRATION MODEL, COMPUTER

Kazalo

1	UVOD	1
2	TEORETIČNA IZHODIŠČA	2
2.1	Kratka zgodovina geometrije	2
2.1.1	Evklidska geometrija	2
2.1.2	Neevklidska geometrija	3
2.2	Razvoj geometrijskih predstav in pojmov	3
2.2.1	Piaget in Inhelder	4
2.2.1.1	Kritika Piagetove in Inhelderjeve teorije	5
2.2.2	Pierre in Dina van Hiele: Stopnje geometrijskega znanja	7
2.2.2.1	Karakteristike van Hielovih stopenj	9
2.2.2.2	Faze poučevanja na posameznih stopnjah	11
2.2.2.3	Kritika van Hielove teorije	12
2.2.3	Kognitivni psihologi	13
2.2.3.1	Andersonov kognitivni model	13
2.2.3.2	Greenov model reševanja geometrijskih problemov	14
2.2.3.3	Kritike kognitivnih psihologov	14
2.2.4	Sklep	14
2.3	Geometrija v šoli	15
2.3.1	Koncept pouka geometrije	15
2.3.1.1	Prenova učnega načrta	16
2.3.1.2	Učni načrt	17
2.3.2	Smernice za poučevanje geometrije v 1. triletju	18
2.3.2.1	Prostorska igra	19
2.3.2.2	Obravnava geometrijskih oblik	19
2.3.2.3	Odpravljanje napačnih predstav	20
2.3.2.4	Pomen jezika	22
2.3.3	Sklep	23
2.4	Informacijsko komunikacijska tehnologija v vzgoji in izobraževanju	24
2.4.1	Zgodovinski vidik vpeljevanja IKT v vzgojo in izobraževanje	24
2.4.1.1	Štirje zgodovinski vidiki izobraževalne tehnologije	24
2.4.1.2	Kratka zgodovina računalnikov v izobraževanju	26
2.4.1.3	Uporaba računalnika v slovenskem izobraževalnem sistemu	28
2.4.2	IKT in teorije učenja	29
2.4.3	Vpliv IKT na znanje, motivacijo in učenje	30
2.4.3.1	Vpliv IKT na matematično znanje pri mlajših otrocih	31
2.4.4	Vključevanje izobraževalne programske opreme v poučevanje in učenje	33

2.4.4.1	Programska oprema za urjenje	34
2.4.4.2	Programska oprema za vodeno učenje	35
2.4.4.3	Simulacije	36
2.4.4.4	Izobraževalne igre	37
2.4.4.5	Programska oprema za reševanje problemov	38
2.4.5	Načini uporabe IKT pri pouku	39
2.4.5.1	IKT pri jezikovnem pouku	40
2.4.5.2	IKT pri pouku naravoslovja	42
2.4.5.3	IKT pri glasbenem in likovnem pouku	42
2.4.6	IKT pri pouku matematike	44
2.4.6.1	Vključevanje tehnologije v pouk matematike	44
2.4.6.2	Računalnik v slovenskem Učnem načrtu za matematiko	45
2.4.7	Sklep	46
3	EMPIRIČNI DEL	47
3.1	Opredelitev raziskovalnega problema	47
3.2	Namen in cilji raziskave	47
3.3	Raziskovalna vprašanja in hipoteze	47
3.4	Metodologija	48
3.4.1	Raziskovalna metoda	48
3.4.2	Vzorec	48
3.4.3	Postopki zbiranja podatkov	51
3.4.4	Uporabljeni merski instrumentarij	52
3.4.4.1	Podrobnejša predstavitev nalog po sklopih na začetnem in končnem preizkusu	54
3.4.5	Predstavitev modela vključevanja računalnika v pouk geometrije v 2. razredu OŠ	59
3.4.5.1	Tehnična opremljenost	60
3.4.5.2	Zagotovitev osnovne računalniške pismenosti	60
3.4.5.3	Organizacija dela	61
3.4.5.4	Predstavitev računalniških didaktičnih iger in dejavnosti, vključenih v model	62
3.4.5.5	Učne priprave za izvedbo ur z eksperimentalno in kontrolno skupino	73
3.4.6	Postopki obdelave podatkov	98
3.4.6.1	Kvalitativna analiza	98
3.4.6.2	Kvantitativna analiza	98
3.4.7	Opis spremenljivk	98
4	REZULTATI Z INTERPRETACIJO	100
4.1	Rezultati, analiza in interpretacija napredka vključenih učencev v geometrijskem znanju	100
4.1.1	Napredek v geometrijskem znanju pri posameznih vključenih učencih	100
4.1.2	Analiza in interpretacija napredka vključenih učencev v geometrijskem znanju	118

4.1.2.1	Orientacija	120
4.1.2.2	Telesa	121
4.1.2.3	Liki	122
4.1.2.4	Črte	124
4.1.2.5	Simetrija	125
4.2	Analiza opisov geometrijskih oblik	125
4.2.1	Opisi kvadra	127
4.2.2	Opisi trikotnika	130
4.2.3	Analiza in interpretacija opisov kvadra in trikotnika	131
4.2.4	Analiza in interpretacija opisov točk	132
4.3	Osnovne statistike in kvaliteta vzorca	135
4.3.1	Odvisnost rezultatov testiranja od uporabe računalnika doma	135
4.3.2	Odvisnost rezultatov testiranja od spola	136
4.3.3	Odvisnost rezultatov testiranja od starosti	136
4.3.4	Odvisnost rezultatov testiranja od razreda	137
4.4	Preverjanje hipotez	138
4.4.1	Hipoteza 1	139
4.4.2	Hipoteza 2	140
4.4.3	Hipoteza 3	140
4.4.4	Hipoteza 4	141
4.4.5	Hipoteza 5	141
4.5	Interpretacija rezultatov testiranja hipotez	142
4.5.1	Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 1	142
4.5.2	Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 2	142
4.5.3	Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 3	143
4.5.4	Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 4	143
4.5.5	Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 5	144
5	ZAKLJUČEK	145
6	LITERATURA	149
7	PRILOGE	153
7.1	Seznam prilog	190
7.2	Seznam tabel	190
7.3	Seznam slik	191

1 UVOD

V zadnjih letih je v mnogih državah prišlo do korenitih sprememb na področju šolstva. Ena izmed novosti je tudi uvajanje informacijsko komunikacijske tehnologije (v nadaljevanju IKT) v pouk. Mnoge raziskave so potrdile, da je učencem tak pouk bolj privlačen, kar posredno vodi do boljših učnih rezultatov. Ne smemo pozabiti, da bodo učenci brez računalniške pismenosti čez dvajset let približno v enakem (nezavidljivem) položaju, kot so danes odrasli analfabeti. Če združimo vsa ta spoznanja, postane vključevanje računalnika in drugih novih tehnologij v pouk skoraj nuja.

Vendar pa ne prihaja do korenitih sprememb le pri uvajanju novosti v pouk. Spreminjajo se tudi pristopi k določenim učnim področjem, med katerimi je v zadnjih letih tudi geometrija. Tradicionalna srednješolska geometrija je aksiomske narave, osnovnošolska pa je do nedavnega pri nas vztrajala pri evklidski različici, kjer gradimo od najmanjše dimenzije, točke, do tridimenzionalnih objektov (Cotič, Hodnik Čadež, 2002). S tem načinom pa ne sledimo otroku, ki se v prvih letih v svojem okolju srečuje s tridimenzionalnimi objekti in si na svoji stopnji kognitivnega razvoja ne more predstavljati točke. Zato so kot novost v devetletno osnovno šolo uvedli "geometrijo od telesa k točki". Tak način prvega srečanja z geometrijo je otroku bližji, saj omogoča veliko igre in s tem zadovoljstva, kar je prvi pogoj za učni napredek.

Ker smo mnenja, da vključevanje računalnika v pouk prinaša veliko pozitivnega, smo se odločili izdelati model vključevanja računalnika v redni pouk geometrije v 2. razredu osnovne šole ter ga preizkusiti v razredu. Zanimalo nas je, ali vključevanje računalnika pripomore k doseganju boljših rezultatov na področju geometrije v 2. razredu, poleg tega pa smo želeli preveriti tudi učni napredek učencev in ugotoviti, katero stopnjo geometričnega znanja po van Hielu učenci 2. razreda dosegajo. Izvedli smo kvalitativno raziskavo akcijskega tipa, ker pa je vzorec dopuščal ugotavljanje signifikantnosti, smo izvedli tudi kvantitativno analizo.

V raziskavo smo vključili 41 učencev 2. razreda OŠ Naklo, 20 v eksperimentalno in 21 v kontrolno skupino. Za preverjanje začetnega in končnega geometrijskega znanja smo oblikovali dva preizkusa, s pomočjo katerih smo kvalitativno in kvantitativno primerjali znanje učencev eksperimentalne skupine, ki so geometrijo spoznavali tudi s pomočjo računalnika, in kontrolne skupine, ki je iste cilje skušala doseči s podobnimi aktivnostmi, vendar brez pomoči računalnika.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 Kratka zgodovina geometrije

Geometrija (iz grških besed Geo – Zemlja in metros – merjenje) je ena najstarejših vej matematike. Definicija geometrije¹ zajema proučevanje točk, črt, kotov in raznih oblik, njihovih odnosov in lastnosti.

Geometrija je imela v starih kulturah izreden pomen, saj so jo uporabljali za preživetje, v astronomiji, pri navigaciji in v gradbeništvu. Njene korenine segajo v obdobje starega Egipta, ko so redne poplave reke Nil vsako leto izbrisale meje zemeljskih posestev in jih je bilo potrebno na novo določiti. V povezavi s tem je dobila tudi ime: merjenje zemlje. Stari Egipčani so razvili praktične metode za merjenje površine, a dokazov o njihovih pravilih ni. Podobno empirično geometrijo so gojili tudi v Mezopotamiji (Silvester, 2001).

Razvoj geometrije so nadaljevali stari Grki. Tales iz Mileta (624–547 pr. n. št.) je v Grčijo prinesel egipčanske metode, ki so jih Grki podprli z dokazi ter intenzivno nadaljevali z razvojem geometrije (Silvester, 2001). Hipokrat, Evdoks in Arhit so približno v 5. stoletju pr. n. št. pripomogli k izoblikovanju pojma trditve in njenega strogega dokaza. Dve stoletji kasneje je bilo nakopičenega že toliko gradiva in različnih metod, da so se pojavili prvi poizkusi združitve geometrijskih znanj v enoten sistem. Najznamenitejši geometer tedanjega časa, Platonov učenec Evklid, je ustvarjal v Aleksandriji okoli leta 300 pr. n. št (Pagon, 1995).

2.1.1 Evklidska geometrija

Evklidska geometrija je matematični sistem, ki ga pripisujejo grškemu matematiku Evklidu. O Evklidu je malo znanega. Verjetno je odraščal v Atenah, kasneje pa ga je Ptolomej povabil v Aleksandrijo, kjer naj bi poučeval na univerzi (Silvester, 2001). Tam je napisal svojo prvo knjigo *Osnove*², v kateri je razložil dotedanje ugotovitve Pitagora, Hipokrata in Evdoksa o geometriji. Sestavlja jo 13 knjig, od katerih so 5., 7., 8., 9. in 10. večinoma posvečene aritmetiki, podani v geometrijski obliki, druge pa dejansko govorijo o geometriji³ (Pagon, 1995). Prvih šest knjig pokriva osnovno ravninsko geometrijo in predstavlja osnovo za začetno spoznavanje geometrije.

Kot najpomembnejši prispevek Evklidovega dela šteje njegova uporaba deduktivnega sistema za razlago matematike. Definiral je osnovne pojme, kot sta točka in črta, in pojasnil še nedokazane domneve in aksiome, ki se navezujejo na te pojme. Čeprav Evklidov sistem ni več kos sodobnim

¹ Povzeto iz različnih spletnih slovarjev in enciklopedij: Encyclopedia Britannica, High-beam encyclopedia, Yahoo! education, Microsoft Encarta.

² Včasih naslov *Stoihea* prevajajo tudi kot *Začetki* ali *Elementi* (Pagon, 1995).

³ Prva knjiga: pogoji za skladnost dveh trikotnikov in enakost njunih ploščin, odnosi med stranicami in koti ter pojem vzporednic. Druga knjiga: transformacija mnogokotnika v kvadrat z enako ploščino. Tretja in četrta knjiga: krožnica, včrtani in očrtani mnogokotniki. Šesta knjiga: podobnost mnogokotnikov. Zadnja knjiga: osnove stereometrije (Pagon, 1995).

zahtevam, pa je njegov vpliv na smer in metodologijo v razvoju matematike nesporen. Vse do danes se je obdržal kot osnova šolski geometriji (Pagon, 1995).

2.1.2 Neevklidska geometrija

Ena od posledic kritičnega preverjanja Evklidovega sistema je bila odkritje na začetku 19. stoletja, da peti postulat⁴ ni izpolnjen, veljajo pa vsi drugi postulati in aksiomi. Do tega odkritja so skoraj istočasno prišli Nikolaj Lobačevski, Carl Gauss in Janos Bolyai (Pagon, 1995) in s tem postavili temelje neevklidski geometriji (Silvester, 2001). Kasneje se jim je pridružil še Bernhard Riemann (Wikipedia).

Glavna razlika med evklidsko in neevklidsko geometrijo je lastnost vzporednih premic. V evklidski geometriji lahko skozi točko A, ki ne leži na dani premici p, narišemo le eno premico, ki je vzporedna premici p. Za razliko od evklidske pa v hiperbolični geometriji, vrsti neevklidske geometrije, obstaja neskončno mnogo premic, ki potekajo skozi točko A in so vzporedne premici p, v eliptični geometriji pa vzporedne premice sploh ne obstajajo (Wikipedia).

Nov pristop k obravnavi različnih geometrij je leta 1872 vpeljal Felix Klein, logično brezhibne temelje elementarne geometrije pa je šele tik pred koncem 19. stoletja postavil David Hilbert v svojem delu Osnove geometrije (Pagon, 1995).

2.2 Razvoj geometrijskih predstav in pojmov

Danes geometrija ni le živo področje matematike, temveč se razvija tudi na drugih področjih. Pogosto postaja predmet raznih raziskav s področja miselnih procesov (razvoj prostorskih predstav pri otrocih, koncepti oblik in prostora ...), geometrijskih aplikacij in dinamičnih geometrijskih programov (Rahim, 2001).

Pri obravnavi matematičnih pojmov se pojavljata predvsem dva alternativna pristopa: behavioristični in kognitivni (Hodnik Čadež, 2004). Pri prvem gre za neke vrste programirano učenje, ki poteka počasi in zanesljivo skozi verigo povezav v obliki vprašanj in odgovorov. Velik pomen ima povratna informacija, od katere je odvisna motivacija za nadaljnje učenje (Orton, 1992, v: Hodnik Čadež, 2004). Slabost pristopa je predvsem v tem, da je učenčevo razumevanje pojma odvisno od kvalitete njegove lastne refleksije in zato nepregledno. Kognitivni pristop (Piaget) pa temelji na spodbudnem okolju, v katerem učenec na sebi lasten način gradi razumevanje nekega matematičnega pojma. Od behaviorističnega se razlikuje tudi po tem, da upošteva učenčevo predznanje in zrelost (pripravljenost) za učenje določenega pojma (Hodnik Čadež, 2004).

⁴ Peti postulat: "Če poljubni dve premici sekamo s tretjo premico in je vsota notranjih kotov, ki ju dobimo na eni strani te premice (prečnice), manjša od dveh pravih kotov, potem se prvi dve premici sekata na tej strani tretje premice." (Pagon, 1995, str. 8)

Mnoge raziskave, ki so se ukvarjale z razvojem geometrijskih predstav, so ustvarile pomembne temelje na tem področju, hkrati pa pustile odprta vprašanja na področju kurikuluma in izboljšanja poučevanja na področju geometrije. Tri prevladujoče smeri raziskovanja temeljijo na teorijah Piageta in Inhelderja, van Hielea ter kognitivnih psihologov (Clements, Battista, 1992).

2.2.1 Piaget in Inhelder

Piaget in Inhelder (Clements idr., 1999) v svoji teoriji o otrokovem pojmovanju prostora predstavita razvoj sposobnosti prostorskih predstav. V okviru teorije sta izpostavljeni dve temi. Prva govori o oblikovanju prostorskih predstav, ki poteka prek postopne organizacije otrokovih motoričnih in ponotranjenih aktivnosti, te pa se odražajo v njegovem operativnem sistemu (Clements idr., 1999)⁵. Otrok si predstav o prostoru ne oblikuje z opazovanjem, temveč se njegove predstave oblikujejo prek aktivne manipulacije v tem prostoru (Clements, Battista, 1992). Aktivnosti postopoma ponotranji, oblikujejo se miselne strukture, ki mu omogočajo manipuliranje zgolj z miselnimi predstavami o prostoru in s predmeti, ki so v njem.

Drug pomemben del teorije govori o otrokovem razvoju geometrijskih predstav, ki si sledijo v določenem zaporedju. Najprej se otroci soočajo s senzomotoričnimi aktivnostmi, s pomočjo katerih oblikujejo predstave o *topoloških* relacijah, kot npr., ali je neka črta sklenjena ali ne. Kasneje razvijejo predstave o konceptih *projektivne* geometrije (npr. koncept ravne črte, pravega kota ...) in *evklidske* geometrije (položaj v dvo- ali tridimenzionalnem prostoru, podobnost, paralelnost ...).

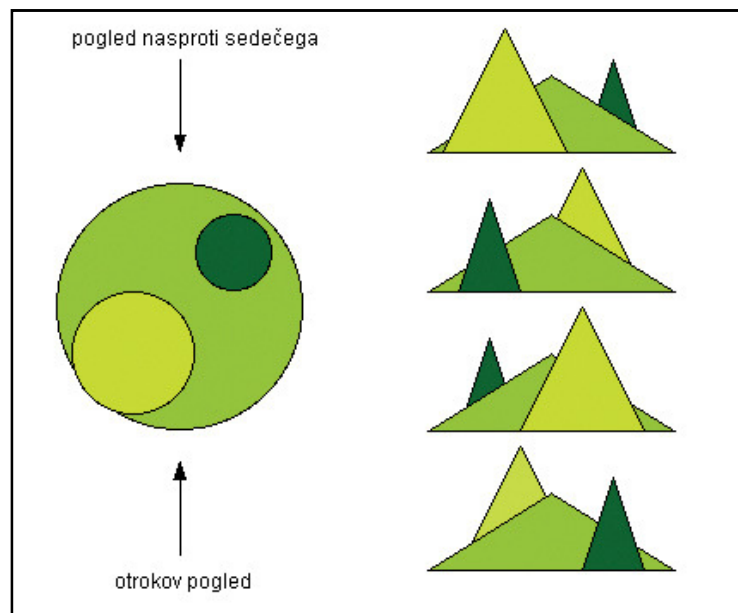
Prvi prostorski odnosi, ki jih otrok spoznava na predoperacijski stopnji kognitivnega razvoja⁶, so topološke narave. Topološki prostor se nanaša na koncept, ki pravi, da imajo predmeti določene prostorske karakteristike, ki niso odvisne od velikosti ali oblike. Piaget (Dickson idr., 1984) jih je označil kot bližina (npr. risanje oči skupaj, četudi na napačnem delu telesa), razlikovanje (na risbi se telo in glava ne prekrivata), urejenost (risanje nosu med očmi in usti), sklenjenost (risanje oči znotraj obrisa glave) in kontinuiteta (roke izhajajo iz telesa in ne iz glave). Otrok je torej zmožen zaznati, da so predmeti blizu drug drugemu, da obstaja razlika med njimi, da je predmet znotraj nekega prostora, da se predmeti lahko pojavijo v nekem zaporedju ... Zaradi svoje egocentričnosti, značilne za to stopnjo kognitivnega razvoja, si težko predstavlja nek predmet z drugega zornega kota. Stopnja se kaže tudi v otrokovi zmožnosti ločevanja likov pri risanju: kroge, kvadrate in druge like ponazarja z nepravilnimi sklenjenimi krivuljami (Clements, Battista, 1992), saj gre iz topološkega vidika zgolj za eno sklenjeno območje.

⁵ Piaget (Piaget in Inhelder, 1956, v: Dickson idr., 1984) govori o zaznavanju, ki ga definira kot *znanje o predmetih, ki ga dobimo z neposrednim stikom z njimi*, ter o predstavah, kjer gre za *priklic predmetov v njihovi odsotnosti*.

⁶ Piaget razlikuje štiri obdobja v otrokovem kognitivnem razvoju: senzomotorično (0–2 leti starosti), predoperacijsko (2–6 let), obdobje konkretnih operacij (7–11 let) in obdobje formalnega mišljenja (11 let in več) (Musek, Pečjak, 1995). Otrokova zaznavna sposobnost se razvije v prvih dveh letih življenja, sposobnost rekonstrukcije prostorskih predstav pa se začne razvijati pri približno dveh letih in se pri večini konča okoli sedmega leta starosti ali več (Dickson idr., 1984).

V obdobju konkretnih operacij otrok razvija sposobnost predstave o prostoru z različnih perspektiv, kar je značilno za stopnjo projektivnih relacij (Clements, Battista, 1992). Ena od projektivnih lastnosti je npr. "ravnost", saj ravna črta to lastnost ohrani z vseh vidnih kotov (Dickson idr., 1984). Znan je preizkus "tri gore", ki ga je Piaget uporabljal za testiranje otrokovih zmožnosti privzeti drugo perspektivo v neki situaciji (slika 1). Otrok sedi na eni strani modela s tremi gorami in mora izbrati eno od štirih slik, ki prikazuje perspektivo nasproti sedečega. Zaradi razvoja projektivnih relacij so otroci v tem obdobju že sposobni uporabljati relacije, kot so spredaj/zadaj in levo/desno. Pri risanju likov pa se že kaže postopno ločevanje evklidskih oblik (Clements, Battista, 1992).

Slika 1: Piagetov preizkus *Tri gore*



Vir: URL = "<http://www.ship.edu/~cgboeree/piaget.html>". 13. 4. 2005.

Zadnja stopnja razvoja geometrijskih predstav, evklidske relacije, se razvije v obdobju formalnega mišljenja (Clements, Battista, 1992). Za te relacije so značilne lastnosti, ki se nanašajo na velikost, oddaljenost in smer ter posledično vodijo v merjenje dolžine, kotov, površin itd. Vse to omogoča razlikovanje med liki, npr. med trapezom in pravokotnikom (na osnovi kotov in dolžin stranic) (Dickson idr., 1984). Na tej stopnji otrok doseže prostorsko znanje, ki mu omogoča natančno določitev prostorskih odnosov med objekti v določenem okolju. Dober primer so koordinate na dvodimenzionalnem grafu, kjer ima vsaka točka "x" in "y" vrednost, kar omogoča izračun natančne oddaljenosti med katerikoli parom točk. Otrok je pripravljen sprejeti evklidske pojme o kotih, paralelnosti in oddaljenosti (Clements, Battista, 1992).

2.2.1.1 Kritika Piagetove in Inhelderjeve teorije

Piaget in Inhelder sta s svojo teorijo veliko prispevala k proučevanju razvoja prostorskega mišljenja, vendar pa je bila le-ta pogosto deležna različnih kritik.

Kritike Piagetove in Inhelderjeve teorije prihajajo predvsem iz izobraževalnih vrst. Hipoteza, da se geometrijske predstave razvijajo od topoloških relacij prek projektivnih do evklidskih relacij, ni dobila zadostne podpore, saj so dokazali, da so že predšolski otroci sposobni operirati z nekaterimi

evklidskimi koncepti⁷. Bolj verjetno se zdi, da se tako topološko kot tudi projektivno in evklidsko znanje razvijajo postopno in hkrati ter postajajo vse bolj povezana (Geeslin, Shar, 1979; Martin, 1976, v: Clements, Battista, 1992).

Lesh in Mierkiewicz (1978, v: Dickson idr., 1984) pravita, da se sodobna psihologija nagiba k zabrisovanju Piagetu tako pomembne meje med zaznavanjem in miselnimi predstavami. Zaznavanje danes pojmujejo kot kompleksen organizacijski proces, ki se od miselnih predstav razlikuje le v stopnji. Kot primer navajata dveletnega otroka, ki se lahko nauči pravilno poimenovati kvadrate in trikotnike, vendar mora zato imeti neke miselne predstave teh likov, s pomočjo katerih poveže svoje zaznave. Takšna naloga predstavlja vmesno stopnjo med Piagetovimi nalogami zaznavanja in miselnega predstavljanja.

Precejšnih kritik so deležna tudi Piagetova testiranja, saj naj bi pri različnih metodah prihajalo do večjih razlik pri rezultatih. Donaldsonova (1978, v: Dickson idr., 1984) oporeka Piagetovemu preizkusu "tri gore", s katerim je dokazoval otrokovo egocentričnost in posledično nezmožnost videti stvari z zornega kota neke druge osebe. Donaldsova (prav tam) je ugotovila, da si že precej mlajši otroci (tudi tri- in štiriletniki) znajo predstavljanje stvari iz zornega kota druge osebe, vendar je potrebno nalogo prilagoditi njihovi starosti (delo z lutkami, smiselna naloga).

Nekateri kritiki (Darke, 1982; Kapadia, 1974; Martin, 1976a, v: Clements, Battista, 1992) opozarjajo na nepravilno rabo izrazov, kot sta topološki in evklidski. Piaget se ne drži matematično sprejemljivih definicij teh lastnosti, oporekajo pa mu tudi implikacijo teorije, ki pravi, da naj bi otrok lažje razlikoval med navadno posteljo in posteljo z luknjo kot med posteljo z luknjo in skodelico, čeprav je zadnji par topološko gledano bolj soroden kot prvi (Dickson idr., 1984).

Darke (1982, v: Dickson idr., 1984) podaja obsežno kritiko na del Piagetove in Inhelderjeve teorije, ki pravi, da se topološke ideje razvijejo prve. To kritiko podpira tudi Coxford (1978, v: Dickson idr., 1984), ki pravi, da je bolj verjetno, da se nekateri topološki koncepti razvijejo prej, nekateri (npr. topološka enakost) pa kasneje, za določenimi evklidskimi in projektivnimi idejami. Navaja znan primer topološke enakosti (slika 2): hrošč je topološko enak božičnemu drevesu in oslu, saj se kljub različnim figuram ohranjajo sklenjena območja, število črt in povezave⁸.

⁷ Primer: že majhni otroci primerjajo in prepoznavajo nekatere evklidske oblike, jih priključijo iz spomina, ali pa jih v mislih obračajo (Rosser, Lane, Mazzeo, 1988, v: Clements idr., 1999).

⁸ Raziskave so pokazale, da imajo celo 15-letni otroci težave z iskanjem topološko enakih figur, brez težav pa so reševali nalogo, ki temelji na Evklidskih lastnostih (določitev likov na mreži, ki se prekrivajo, če jih izrežemo) (Dickson idr., 1984).

Slika 2: Primer topološke enakosti



Vir: SMP, Knjiga B: 1971, v: Dickson idr., 1984, str. 17.

2.2.2 Pierre in Dina van Hiele: Stopnje geometrijskega znanja

Po teoriji Pierra in Dine van Hiele⁹ (v nadaljevanju "van Hielovi teoriji") učenci napredujejo v geometrijskem znanju preko stopenj: od vizualne do zahtevnejših stopenj opisovanja, analize, abstrakcije in dokazovanja (Clements, Battista, 1992).

V literaturi naletimo na različno oštevilčevanje stopenj in tudi na različno število samih stopenj. Prvotno je van Hielova teorija predstavila pet stopenj, oštevilčenih od 0 do 4. Kritiki so stopnje preštevilčili od 1 do 5, saj so tako lahko dodali še eno stopnjo, "predspoznavno" ("predrekognicijsko"), in jo poimenovali kot stopnjo 0¹⁰. Ta model (vključno s stopnjo 0) bomo v nadaljevanju podrobneje prikazali, saj nam bo služil kot osnova za določanje znanja učencev pri raziskavi. Zadnja van Hielova dela (van Hiele, 1986, v: Cotič, Hodnik Čadež, 2002) pa opredeljujejo le tri stopnje: vizualno, opisno in teoretično (v tej je združil zadnje tri stopnje – analizo, abstrakcijo in dokazovanje). Kritiki tej združitvi oporekajo (Fuys idr., 1988, v: Clements, Battista, 1992), saj model ni več zadosten pri karakterizaciji znanja.

Van Hielove stopnje geometrijskega znanja (Clements, Battista, 1992; Van de Walle, 2001):

• Prva – vizualna stopnja

Predmet razmišljanja na tej stopnji so oblike in njihov izgled.

Učenci prepoznajo oblike zgolj na podlagi videza¹¹, pogosto s primerjanjem z že znanim prototipom (trikotnik je "kot streha", kvadrat je kvadrat, ker "izgleda kot kvadrat"). Geometrijskih lastnosti oblik večinoma še ne prepoznajo. Učenci na tej stopnji verjetno ne bodo prepoznali kvadrata, pri katerem stranica ni vzporedna z listom (tablo, robom). Odločajo se zgolj na podlagi zaznavanja in ne razumevanja. Skupine oblikujejo na podlagi videza: "Te sem dal skupaj, ker so si

⁹ Van Hielova sta s svojim delom začela leta 1959 in takoj pritegnila pozornost v takratni Sovjetski zvezi, vendar njuna teorija naslednjih 20 let ni prišla do izraza. Danes ima vlogo najbolj vplivnega faktorja v ameriškem geometrijskem kurikulumu (Hoffer, 1983; Hoffer in Hoffer, 1992, v: Van de Walle, 2001).

¹⁰ Stopnjo so dodali na podlagi empiričnih raziskav, ki so dokazale, da obstaja stopnja, ki je še bolj osnovna kot van Hielova vizualna stopnja.

¹¹ Takšen način dojemanja oblik imenujemo gestaltni pristop (nem. Gestalt: podoba, lik, postava) (Cotič, Hodnik Čadež, 2002).

podobni." Ko skupinam vizualnih objektov (npr. oglata telesa) začnejo pripisovati določene geometrijske lastnosti, se začne prehod na drugo stopnjo.

Rezultat razmišljanja so skupine oblik, ki so si podobne.

▪ **Druga – deskriptivno analitična (opisna) stopnja**

Predmet razmišljanja so skupine oblik (in ne posamezne oblike, kot je bilo to značilno za prejšnjo stopnjo).

Učenci prepoznajo in znajo določiti oblike glede na njihove lastnosti (npr. kvadrat je lik s štirimi enako dolgimi stranicami), vendar pa med lastnostmi neke geometrijske oblike ali med lastnostmi skupin oblik še ne vidijo smiselnih povezav. Lastnosti spoznavajo z eksperimentiranjem: opazujejo, merijo, rišejo, modelirajo ... Z osredotočanjem na skupine oblik začnejo razmišljati o tem, zakaj je nek lik pravokotnik (štiri stranice, vzporedni nasprotni stranici, enaka dolžina nasprotnih stranic, štiri pravi koti itd.). Značilnosti, ki so na prejšnji stopnji bile pomembne (npr. lega ali velikost), postanejo nepomembne. Na tej stopnji se učenci začnejo zavedati, da določene oblike tvorijo neko skupino zaradi določenih skupnih lastnosti. Lastnosti posamezne oblike znajo posplošiti na vse oblike iz določene skupine, vendar pa še niso sposobni ugotavljati podskupin (npr: znajo naštetih vse lastnosti kvadratov in pravokotnikov, vendar se ne zavedajo, da so kvadrati podskupina pravokotnikov).

Rezultat razmišljanja na tej stopnji so lastnosti oblik.

▪ **Tretja – abstraktno relacijska stopnja (neformalna dedukcija)**

Predmet razmišljanja so lastnosti oblik.

Učenci so sposobni razmišljati o lastnostih geometrijskih oblik, ne da bi mislili na konkretno obliko. Zaznajo odnose med lastnostmi in med oblikami. Na tej stopnji že oblikujejo abstraktne definicije, sposobni so si ustvariti in podati neformalne argumente za dokazovanje svojega znanja. Sposobnost razmišljanja v smeri "če – potem" jim omogoča razvrščanje oblik na podlagi majhnega števila značilnosti (npr: štiri skladne stranice in vsaj en pravi kot so dovolj za definiranje kvadrata). Razumejo logične implikacije in vključevanje oblik v skupine (npr. kvadrat spada med pravokotnike), ne razumejo pa še vloge in pomembnosti formalne dedukcije. "Dokazi" so bolj intuitivne narave kot pa strogo deduktivni.

Rezultat razmišljanja na tej stopnji so razmerja med lastnostmi geometrijskih oblik.

▪ **Četrta – formalno deduktivna stopnja**

Predmet razmišljanja so razmerja med lastnostmi geometrijskih oblik.

Učenci so sposobni oblikovati dokaze na nivoju visokošolske geometrije (npr.: po korakih oblikujejo dokaz iz niza aksiomov in ga znajo utemeljiti z uporabo primernega simbolnega jezika). Razumejo in logično interpretirajo aksiome in definicije¹². Objekt mišljenja so odnosi med lastnostmi geometrijskih skupin, torej gre za "odnose med odnosi".

Rezultat razmišljanja so deduktivni aksiomski sistemi za geometrijo.

- **Peta – strogo matematična stopnja**

Predmet razmišljanja so deduktivni aksiomski sistemi za geometrijo.

Učenci na tej stopnji razumejo formalne vidike dedukcije kot npr. vpeljevanje in primerjava matematičnih sistemov. Sposobni so razumeti uporabo posrednega dokaza in razumejo neevklidske sisteme. Ta stopnja je značilna za univerzitetni nivo študija matematike.

Rezultat razmišljanja so primerjave in razlike med različnimi aksiomskimi sistemi geometrije.

- Clements in Battista (1992) sta na podlagi raziskav predlagala še **stopnjo 0** in jo poimenovala **predspoznavna**.

Učenci na tej stopnji opazijo¹³ le podmnožico vizualnih karakteristik neke oblike, ki se kaže v nesposobnosti ločevanja med oblikami. Lahko npr. razločijo med trikotniki in krogi¹⁴ (tj. med večkotniki in liki, ki jih omejuje sklenjena kriva črta), vendar pa niso sposobni ločiti trikotnika in kvadrata (tj. ne med oblikami znotraj neke skupine). Oblike znotraj neke skupine prepoznajo kot "enake oblike" (Clements, Battista, 1992).

2.2.2.1 Karakteristike van Hielovih stopenj

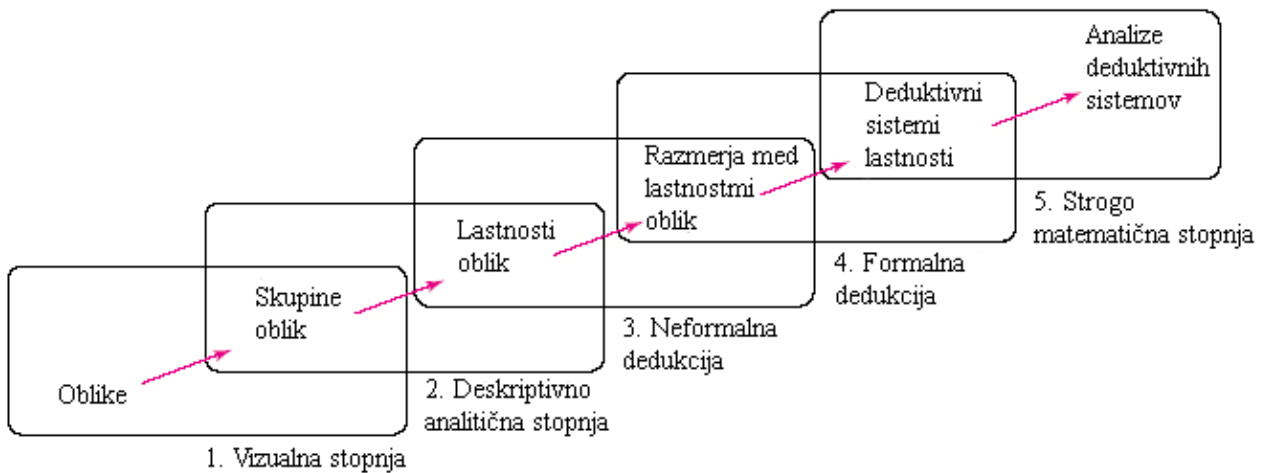
Rezultat razmišljanja na določeni stopnji postane predmet razmišljanja na naslednji. Povezavo predmet – rezultat med stopnjami van Hielove teorije prikazuje slika 3. Določene ideje (predmet razmišljanja) se morajo na določeni stopnji razviti do te mere, da lahko na naslednji stopnji odnosi med njimi postanejo osrednja tema razmišljanja (Van de Walle, 2001).

¹² Primer: razumejo, da lahko definiciji "*štirikotniki, pri katerih so vse stranice enako dolge in koti enako veliki*" in "*štirikotniki, pri katerih so koti pravokotni in sosednji stranici enako dolgi*" dokažemo kot enaki in da obe definirata kvadrat.

¹³ Gre za specifične vizualne ali čutne spodbude.

¹⁴ Običajno tudi to ni zanesljivo.

Slika 3: Van Hielova teorija geometrijskega znanja



Vir: Van de Walle, 2001, str. 311.

Glede na zgoraj opisani koncept teorije je potrebno omeniti štiri karakteristike stopenj (Clements, Battista, 1992; Van de Walle, 2001):

- Stopnje si sledijo v določenem zaporedju in so hierarhično razporejene. Za napredovanje na višjo stopnjo mora učenec obvladati vse predhodne. Stopnjo učenec usvoji, ko se sooči z geometrijskim razmišljanjem, primernim za to stopnjo, ter razvije ideje, s katerimi se bo ukvarjal na naslednji stopnji. Preskakovanje stopenj se pojavlja zelo redko.
- Stopnje niso odvisne od starosti v smislu Piagetovih razvojnih obdobj. Tako učenec tretjega razreda kot visokošolski študent sta lahko npr. na drugi van Hielovi stopnji. Lahko se tudi zgodi, da nekateri učenci in odrasli ostanejo na tej stopnji. Veliko odraslih ljudi nikoli ne doseže tretje stopnje. Starost pa je gotovo povezana s številom in obliko geometrijskih izkušenj. Logično je, da so predšolski otroci na prvi stopnji (verjetno celo na stopnji 0, če upoštevamo predlog Clementsa in Battiste).
- Geometrijska izkušnja je zelo pomemben faktor, ki vpliva na napredovanje skozi stopnje. Najboljše možnosti za napredek dajejo dejavnosti, ki otrokom omogočajo raziskovanje, pogovor in interakcijo z vsebino naslednje stopnje, hkrati pa povečujejo njihove izkušnje na trenutni stopnji.
- Vsaka stopnja ima svoje izrazoslovje (jezikovne simbole in sistem odnosov, ki simbole povezuje). Struktura jezika je kritičen faktor prehajanja med stopnjami. Relacija, ki je na neki stopnji pravilna, je lahko na drugi že napačna. Pogosto se zgodi, da dve osebi, ki sta na različni stopnji geometrijskega znanja, ne razumeta druga druge.

2.2.2.2 Faze poučevanja na posameznih stopnjah

Van Hielova teorija je velik pomen dala tudi samemu poučevanju geometrije¹⁵, saj naj bi učitelji skoraj praviloma geometrijske ideje predstavljali na stopnji višje od učencev, kar vodi do slabih rezultatov v znanju učencev (Clements, Battista, 1992). Težave se pojavijo predvsem pri komunikaciji: učitelji uporabljajo izrazoslovje, ki je značilno za višjo stopnjo, zato jih učenci slabo razumejo in je posledično manj komunikacije med njimi. Učenci sicer začnejo uporabljati določene izraze, vendar jih ne razumejo¹⁶ (Fuys, Geddes, Tischler, 1988; Geddes, Fortunato, 1993, v: Van de Walle, 2001).

Učitelj igra pomembno vlogo v spodbujanju napredka, zato teorija podaja tudi faze poučevanja za posamezne stopnje:

- **Informacija**

Učenec se seznanja s področjem raziskovanja tako, da uporablja material. Na ta način odkriva določene strukture. Naloga učitelja je razlagati o materialu in ga približati učencu.

- **Vodeno usmerjanje**

Učenec se seznanja z objekti, iz katerih bo kasneje abstrahirala geometrijske pojme. Raziskuje področje z uporabo konkretnega materiala, tako da zgiba, meri, išče simetrijo ... Učiteljeva naloga je voditi učenčevu aktivnost s primernimi nalogami.

- **Razlaga**

Učenec postane pozoren na mrežo odnosov, jih skuša razložiti z besedami, ter se uči zahtevanih izrazov (npr. izraža pojme o lastnostih oblik). Učiteljeva naloga je, da vodi učence v diskusiji o geometrijskih pojmi, odnosih, vzorcih ... v njihovem lastnem izrazoslovju, nato pa jim poda ustrezno matematično terminologijo.

- **Prosto usmerjanje**

Učenec dobiva vse več zahtevnih nalog, s katerimi raziskuje področje na sebi lasten način. Učiteljeva naloga je, da oblikuje naloge tako, da učenci lahko poiščejo različne rešitve.

- **Integracija**

Učenec naredi pregled vsega, kar je spoznal o neki stvari, ter poda svoje lastno razumevanje. Učitelj ima vlogo usmerjanja (Clements, Battista, 1992).

Van de Walle (2001) opozarja, da razvojni pristop k poučevanju zahteva, da sledimo učencem in začnemo na stopnji, na kateri se učenci trenutno nahajajo. Skoraj vsako dejavnost lahko priredimo dvema različnima stopnjama znotraj enega razreda. Gre za način razmišljanja, ki ga zahtevamo od

¹⁵ Napredovanje na višje stopnje je zelo malo odvisno od zrelosti (biološkega razvoja), bolj je odvisno od vpliva učnega procesa.

¹⁶ Primer: učenec si zapomni, da so vsi kvadrati pravokotniki, vendar te relacije ne razume.

učencev, kar se odraža v načinu učenja in ne v sami vsebini. Med izvajanjem izbranih dejavnosti moramo biti pozorni na izjave učencev, jih primerjati z opisi stopenj ter načrtovati nove dejavnosti na pravi stopnji. Van de Walle (prav tam) podaja nekatere usmeritve za poučevanje na prvih treh van Hielovih stopnjah:

▪ **Usmeritve za poučevanje na stopnji 1**

Poučevanje naj obsega veliko razvrščanja, prepoznavanja in opisovanja različnih oblik. Učenci naj uporabljajo različne fizične modele oblik v čim več možnih različicah, saj na ta način nepomembne lastnosti (npr. velikost, lega) ne pridejo do izraza¹⁷. Pripravimo jim okolje, v katerem bodo lahko gradili, izdelovali, sestavljali in razstavljali različne oblike.

▪ **Usmeritve za poučevanje na stopnji 2**

Učence bolj usmerjamo na lastnosti oblik kot na samo prepoznavanje. Pri uporabi modelov naj razlagajo, opazujejo, merijo, iščejo spremembe lastnosti ...

Oblikujemo jim problemske situacije, v katerih so pomembne lastnosti oblik.

Učenci naj pogosto uporabljajo modele (kot na predhodni stopnji), le da jim ponudimo takšne, ki omogočajo raziskovanje različnih lastnosti oblik¹⁸. Razvrščajo naj jih glede na lastnosti kot tudi glede na poimenovanje¹⁹.

▪ **Usmeritve za poučevanje na stopnji 3**

Učenci naj še naprej uporabljajo modele, na tej stopnji naj bodo pozorni na določanje lastnosti. Izdelajo naj seznam lastnosti ter skušajo ugotoviti, katere so pomembne za določeno obliko.

Vključiti je potrebno jezikovne izraze, značilne za neformalno dedukcijo: *vsi, nekateri, noben, če – potem* ipd. Raziskujejo naj tudi veljavnost trditev v obratnih smereh²⁰. Spodbujajmo jih k oblikovanju in preverjanju hipotez.

2.2.2.3 Kritika van Hielove teorije

Mnogo raziskovalcev je proučevalo van Hielove stopnje in na podlagi rezultatov so podali nekaj kritik (Clements, Battista, 1992):

- Kljub temu, da so izobraževalni krogi podprli teorijo, so ji očitali premajhno pozornost do najmlajših otrok²¹, kar sta nato največja kritika tega, Clements in Battista, na podlagi raziskav skušala dopolniti z dodano stopnjo 0.

¹⁷ Mnogo učencev je npr. prepričanih, da je le enakostranični trikotnik pravi, ali da kvadrat, pri katerem stranica ni vzporedna z robom lista (table), ni pravi kvadrat (van de Walle, 2001).

¹⁸ Primer: ploščati valj, podolgovati valj, kvadri različnih dimenzij ...

¹⁹ Primer: najdejo naj različne lastnosti trikotnikov, zaradi katerih so si nekateri podobni, drugi pa različni.

²⁰ Primer: ali trditev "Če je kvadrat, potem ima štiri prave kote." drži tudi v obratni smeri, torej: "Če ima štiri prave kote, potem je kvadrat"?

- Van Hielova združitev stopenj iz pet na tri ni bila dobro sprejeta, saj tak model ni več zadosten pri karakterizaciji znanja.
- Ni popolnoma jasno, kdaj je učenec dosegel določeno stopnjo geometrijskega znanja.
- Pojavlja se vprašanje, ali lahko učenčevo znanje vedno omejimo na eno stopnjo. Geometrija je veliko področje in možno je, da učenec dosega različne stopnje znanja glede na ta področja.

2.2.3 Kognitivni psihologi

Tretjo večjo smer raziskovanja razvoja geometrijskih predstav predstavljajo kognitivni psihologi. V svoje delo so vključili spoznanja iz psihologije, filozofije, jezikoslovja in umetne inteligence.

Osredotočili so se predvsem na kognitivne procese in specifične kognitivne strukture, ki so potrebne za reševanje geometrijskih problemov. Geometrijsko mišljenje so podrobno raziskovali z različnimi testi, opazovanjem učencev in računalniškimi simulacijami miselnih procesov. Med najbolj vidnimi raziskovalci geometrijskega mišljenja sta Anderson in Greeno (Clements idr., 1999).

2.2.3.1 Andersonov kognitivni model

V kognitivni psihologiji mišljenje ali kognicijo sestavljata proceduralno in konceptualno znanje (Clements idr., 1999).

Anderson (Clements, Battista, 1992) v svojem kognitivnem modelu, imenovanem ACT* (Adaptive Control of Thought), govori o dveh vrstah znanja: proceduralnem in konceptualnem.

Proceduralno znanje poimenuje kot "znanje, kako narediti stvari", konceptualno znanje, ki ga imenuje tudi deklarativno ali pojasnjevalno, pa je znanje o dejstvih in stvareh. Po njegovem modelu (prav tam) se učenje začne s pridobivanjem deklarativnega znanja, nato pa z aktivnostmi, ki temeljijo na tem znanju²², ponotranjimo postopke, ki smo jih pri tem uporabili. Na ta način se deklarativno znanje spremeni v proceduralno, ki je bolj tekoče in avtomatično²³.

Znanje, ki ga zahteva reševanje kompleksne naloge, lahko opišemo kot niz deklarativnega in proceduralnega znanja, pomembnega za nalogo. Pomembno je dejstvo, da se tako deklarativno kot proceduralno znanje z uporabo krepi, z neuporabo pa slabi. Učencem moramo zagotoviti okolje, v katerem bodo lahko uporabljali določeno proceduralno znanje in ga na ta način urili (Clements, Battista, 1992).

²¹ V originalni teoriji in kasnejših raziskavah so se ukvarjali predvsem z učenci na srednješolskem in višješolskem nivoju.

²² Znanje v začetku pridobivamo v deklarativni obliki, nato z dejavnostjo preide v proceduralno.

²³ Primer (Nakin, 2003): Pitagorov izrek pravi, da je vsota ploščin kvadratov katet pravokotnega trikotnika enaka ploščini kvadrata nad hipotenuzo. Vedenje, kako dokazati ta izrek, predstavlja deklarativno znanje, medtem ko uporaba tega izreka za izračun hipotenuze iz danih katet pravokotnega trikotnika predstavlja proceduralno znanje.

Anderson (1995, v: Baker, Czarnocha, 2002) predpostavlja, da je kompleksno mišljenje odraz interakcije proceduralnega in deklarativnega znanja. Svoj model je uporabil za razlago pridobivanja različnega znanja, predvsem na področju visokošolske geometrije, računalniškega programiranja in učenja jezikov.

2.2.3.2 Greenov model reševanja geometrijskih problemov

Greenov model reševanja geometrijskih problemov (1980, v: Clements, Battista, 1992) je podoben Andersonovemu kognitivnemu modelu, saj poudarja dejavnost pri učenju.

Greeno (1980, v: Clements, Battista, 1992) je s pomočjo računalniške simulacije, ki jo je osnoval na podlagi reševanja geometrijskih problemov (reševali so jih učenci devetega razreda), prikazal, katere vrste znanja so potrebne za reševanje geometrijskih problemov. Ugotovil je, da morajo učenci najprej poiskati določene teoreme in pravila, jih s pomočjo zaznavnih konceptov spoznati in nazadnje s strateškimi principi vključiti v reševanje problema.

Prvi vrsti znanja sta običajno že vključeni v navodila, ki jih dobijo učenci, strateške principe pa morajo največkrat poiskati sami. Greeno (1980, v: Clements, Battista, 1992) pravi, da so strategije reševanja določenega problema pogosto tako specifične, da bi jih morali učencem podati že vnaprej. Po njegovem mnenju je vodeno raziskovanje bolj učinkovito kot nevodeno, s tem pa zastopa nasprotno stališče kot van Hiele, ki v svoji teoriji poudarja učinkovitost učenčevega lastnega raziskovanja.

2.2.3.3 Kritike kognitivnih psihologov

Največ kritik so bili kognitivni psihologi deležni iz izobraževalnih vrst, saj pri svojih raziskavah niso upoštevali socialno-kulturnih faktorjev in povezave med intuitivnimi shemami ter konceptualnim razvojem. Večina modelov ne upošteva učenčevega razvoja kvalitativno različnih nivojev mišljenja in predstav, motivacije ipd. Pogosto jim očitajo tudi testiranje na premajhni vzorcih, zaradi česar je posploševanje vprašljivo.

2.2.4 Sklep

Brez dvoma lahko rečemo, da je geometrija pomembna. Omogoča nam odziv na naš fizični prostor in njegovo interpretacijo. Služi nam lahko kot orodje za preučevanje drugih področij v matematiki in znanosti. Znani matematiki, kot sta Hadamard in Einstein, so poudarjali ključno vlogo prostorskega mišljenja za kreativno ustvarjanje na najvišji ravni matematike. Zato je zelo pomembno, da se geometriji in prostorskemu mišljenju nameni kar največ pozornosti tako na področju poučevanja kot na raziskovalnem področju (Clements idr., 1999).

Teorije razvijanja geometrijskih predstav in pojmov nakazujejo, da gre pri učenju geometrije za zapletene kognitivne procese, zato velja spremljati najnovejše raziskave. Skupno vsem omenjenim teorijam je učenje preko dejavnosti (predvsem pri mlajših otrocih) in s tem aktivna gradnja znanja.

Van Hielova teorija kot najbolj vplivna na tem področju poudarja učenje na različnih stopnjah ter nakazuje strategije in dejavnosti, ki zaznamujejo posamezne stopnje. Edina tudi podaja usmeritve za poučevanje na posameznih stopnjah in za spodbujanje prehoda na višjo stopnjo. Predstavlja dobro osnovo za oblikovanje smernic poučevanja geometrije, na katerih temelji šolska praksa.

Raziskave podpirajo konstruktivističen pristop učenja prostorskih in geometrijskih idej, vendar pa je potrebno bolj natančno raziskati specifične kognitivne strukture, ki jih ustvarjajo otroci vseh starosti, še posebej v kontekstu z vzpodbudnim okoljem (npr. takšnim, ki vsebuje veliko konkretnega materiala, računalniških orodij in zanimivih nalog). Raziskovalci bi lahko pozornost namenili do sedaj neraziskanim faktorjem, kot so jezik, socialno okolje ipd. Vključiti velja tudi geometrijske prikaze z vidika kognitivne znanosti (Clements idr., 1999).

2.3 Geometrija v šoli

Problem geometrije v izobraževanju sega daleč v zgodovino. Že grški misleci, kot sta Platon in Aristotel, so se ukvarjali s povezavo med geometričnimi idejami in materialnim svetom. V delih velikih mislecev in matematikov vse do danes najdemo filozofska razmišljanja o bistvu prostora, zaporedij, soobstajanju geometričnih objektov (Silvester, 2001).

Danes je šolska geometrija proučevanje tistih prostorskih objektov, odnosov in transformacij, ki so bili formalizirani, in je aksiomski matematični sistem, ki je bil ustvarjen za njihovo predstavitev. Prostorsko mišljenje po drugi strani sestoji iz niza kognitivnih procesov, s katerimi konstruiramo in manipuliramo miselne predstave o prostorskih objektih, odnosih in transformacijah (Clements, Battista, 1992).

2.3.1 Koncept pouka geometrije

Van de Walle (2001) podaja nekaj razlogov, zakaj se učiti geometrijo:

- Geometrija prinaša bolj celostno vrednotenje sveta. Najdemo jo v strukturah sončnega sistema, v geoloških tvorbah, v kamninah in kristalih, v rastlinah, celo pri živalih. Predstavlja tudi velik del našega umetnega sveta: umetnost, arhitektura, avtomobili, stroji ... Elemente geometrije pravzaprav najdemo v vsem, kar je ustvaril človek.
- S pomočjo raziskovanja geometrije lahko razvijamo določene spretnosti reševanja problemov. Prostorsko mišljenje je pomembno pri reševanju problemov, ki so eden glavnih razlogov za učenje matematike.
- Geometrija igra pomembno vlogo pri proučevanju drugih področij matematike. Primer: ulomki se navezujejo na geometrijsko področje o delih celote. Razmerja in skladnost se neposredno navezujejo na geometrijski koncept podobnosti. Neposredno sta povezana tudi merjenje in geometrija.

- Geometrijo vsak dan uporablja mnogo ljudi. Pri svojem delu jo potrebujejo znanstveniki z različnih področij, arhitekti, umetniki in inženirji ... Doma nam geometrija pomaga pri gradnji ograje, načrtovanju pasje koče, vrta, opremljanju prostorov ...
- Geometrija je prijetna. Če prispeva k priljubljenosti matematike na splošno, potem je vredna obravnave.

Usiskin (1987, v: Clements, Battista, 1992) je opisal štiri dimenzije geometrije, zaradi katerih ima le-ta pomembno mesto v matematiki:

- ukvarja se z vizualizacijo, risanjem in konstruiranjem figur,
- omogoča raziskovanje prostorskih vidikov fizičnega sveta,
- omogoča predstavljanje pojmov v matematiki, ki sami po sebi niso vizualni in
- je primer matematičnega sistema.

Willson dodaja, da nam geometrija ponuja določen užitek in je estetska (1977, v: Cotič, Hodnik Čadež, 2002).

Šolska geometrija običajno ne vključuje vseh dimenzij, posebno ne Willsonove. Da bi zadostili tej dimenziji, so v mnoge učne načrte po svetu²⁴ začeli vnašati elemente neevklidske geometrije, ki so učencem naredili geometrijo bolj privlačno, ter jim omogočili vpogled v dimenzije matematike, ki jih mogoče kasneje v življenju ne bodo imeli možnost spoznati.

Osnova šolski geometriji je pogosto van Hielov model, pri katerem je prva stopnja vizualna, kar pomeni, da izhajamo iz tridimenzionalnega sveta in šele nato prehajamo na manjše dimenzije (Cotič, Hodnik Čadež, 2002). Otroci tako najprej spoznavajo svet, ki jih obkroža, in šele kasneje pridejo v stik z abstraktnimi pojmi.

2.3.1.1 Prenova učnega načrta

V osemletni osnovni šoli so učenci evklidsko geometrijo začeli spoznavati z najmanjšo dimenzijo, točko, sledile so dvodimenzionalne oblike in nazadnje tridimenzionalni objekti²⁵. Že v prvem razredu (pri sedmih letih) so spoznavali oblike (trikotna, kvadratna, pravokotna, okrogla), različne vrste črt in ob koncu šolskega leta pridobili pojem točke kot presečišče dveh črt (Cotič, Hodnik Čadež, 2002).

Da je pojem točke zelo zahteven, dokazuje Fischbein (1993, v: Cotič, Hodnik Čadež, 2002) z raziskavo o tem, kako ga šest- do enajstletniki razumejo. Učenci so morali primerjati točki A in B, pri čemer je bila točka A presečišče štirih črt, točka B pa presečišče dveh črt, nato pa odgovoriti na vprašanja: Ali sta ti dve točki različni? Katera je večja? Ali sta točki enake oblike? 68 % šestletnih učencev ni odgovorilo niti na eno od treh vprašanj, kar kaže na to, da reprezentacije toče niso

²⁴ ZDA, Velika Britanija, Španija, Italija in Francija (Cotič idr., 2002).

²⁵ Tak pristop (Cotič, Hodnik Čadež, 2002) imenujemo "geometrija od točke do telesa", z njim pa bolj sledimo matematični strukturi kot pa razvoju otrokovih predstav.

razumeli. Med enajstletniki jih je 20 % odgovorilo, da je točka A večja od točke B, 45,5 % pa, da sta točki enaki. Vzrok slabega razumevanja je možno iskati v reprezentaciji tega pojma. Ker so šestletni učenci v obdobju konkretnega mišljenja, jim je potrebno na ta način prikazovati tudi pojme, kot je točka. Cotičeva in Hodnik Čadeževa (2002) se strinjata, da je vsaka reprezentacija matematičnega pojma zgolj približek tega pojma, vendar so nekateri približki bliže matematičnim pojmom kot drugi. Premice je možno ponazoriti s slamicami in presečišče s kepico plastelina, vendar takšna predstavitev spada med slabše približke.

Avtorice priročnika Prvo srečanje z geometrijo (Cotič idr., 2002) menijo, da geometrija "od točke k telesu" na začetku otrokovega šolanja ni prilagojena njegovemu svetu konkretnih stvari in operacij in je preveč abstraktna. Otrok se z nekaterimi pravilnimi geometrijskimi telesi podrobneje seznanja šele v tretjem razredu in tak koncept pouka ne izkorišča možnosti praktičnega pristopa, ki ga nudi vsebina o geometrijskih telesih. Opozarjajo (prav tam), da bi se z novim šolskim zakonom, ki določa pričetek šolanja s šestimi leti, te pomanjkljivosti še bolj izrazile.

Naš učni načrt za matematiko je s prenovo v letu 1998 doživel veliko spremembo: ponuja obrnjeno pot "od telesa k točki," ki omogoča bolj praktičen in otroku prijazen vstop v svet geometrije (Cotič idr., 2003a). Kot poudarja tudi van Hielova teorija, otroci za razvoj geometrijskih predstav na vizualni stopnji potrebujejo manipuliranje s konkretnimi predmeti (bodisi igračkami in predmeti, podobnimi geometrijskim modelom, ali modeli samimi), risanje in konstruiranje likov ter možnost opisovanja in reševanja problemov, ki vključujejo geometrijske oblike (Holmes, 1995, v: Murray, 1997). Zaporedje stopenj samo po sebi narekuje postopno prehajanje iz tridimenzionalnega sveta na manjše dimenzije (Cotič, Hodnik Čadež, 2002).

Učenec se po novem učnem načrtu najprej seznanja s tridimenzionalnimi oblikami, ki ga obkrožajo, išče podobne predmete v svoji okolici, spoznava lastnosti geometrijskih teles in nato modele geometrijskih teles izdeluje iz različnih materialov (plastelin, glina). Prehod na dvodimenzionalne oblike je postopen, začne se z odtiskovanjem ploskev geometrijskih teles na različne podlage. Pomembno je, da učenec pridobiva znanje in si razvija predstave na aktiven način (Cotič, Hodnik Čadež, 2002).

Vse zgoraj naštetu predvideva novi učni načrt, ravno tako pa so aktivnosti v obliki otrokove primarne dejavnosti, igre, vključene v priročnike za učitelje in delovne zvezke za učence.

2.3.1.2 Učni načrt

Mnenja o naravi in bistvu geometrije so se skozi zgodovino matematike spreminjala. Vedno znova se pojavlja vprašanje, kaj vse vključiti v poučevanje geometrije. V mnogih izobraževalnih konceptih sta poudarjena predvsem dva elementa: oblike in prostor. Kot bistveni del geometrije imata mesto tudi v našem učnem načrtu za matematiko. V prvem triletju je geometriji in merjenju namenjenih skupno 65 ur, kar predstavlja 14,3 % vseh ur, namenjenih matematiki. Učitelj sam razporedi ure v sklope, ki jih določa učni načrt. V prvem razredu se učenci soočijo z orientacijo,

geometrijskimi oblikami ter uporabo geometrijskega orodja. V drugem in tretjem razredu se že omenjenim sklopom pridružijo še transformacije (Učni načrt, 1998).

Tabela 1: Cilji pouka geometrije v 1. triletju osnovne šole

<i>SKLOP: ORIENTACIJA V PROSTORU</i>		
1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opredeliti položaj predmeta glede na sebe oz. glede na druge predmete in se znati pri opisu položajev pravilno izražati (nad/pod, zgoraj/spodaj, desno/levo ...); ▪ po navodilih se premikati po prostoru in na ravnini (na listu papirja) ter znati navodilo tudi oblikovati. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opredeliti položaj predmeta glede na sebe oz. glede na druge predmete in se pri opisu položajev pravilno izražati (nad/pod, zgoraj/spodaj, desno/levo); ▪ premikati se po navodilih po prostoru in na ravnini (na listu papirja) ter navodilo tudi oblikovati. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brati preproste zemljevide (v obliki mreže). ▪ Ostali cilji so enaki kot v 2. razredu pri tej temi.
<i>SKLOP: GEOMETRIJSKE OBLIKE</i>		
1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepoznati osnovne geometrijske oblike in jih opisati; ▪ izdelati modele teles iz plastelina in gline ter jih opisati; ▪ izdelati modele likov iz kartona, kolaž papirja in papirja ter jih opisati; ▪ risati prostoročno in s šablono črte ter like. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepoznati in poimenovati preprosta geometrijska telesa in geometrijske like; ▪ prepoznati in risati različne črte (ravne, krive, sklenjene, nesklenjene, lomljene); ▪ narisati in označiti točko z veliko tiskano črko; ▪ označiti presečišče črt. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Narisati večkotnik, označiti oglišča in stranice ter večkotnik pravilno poimenovati (glede na število stranic); ▪ prepoznati in narisati skladen lik s pomočjo prozornega papirja, mreže; ▪ prepoznati in poimenovati telo ter uporabljati matematični jezik (ploskev, rob, oglišče).
<i>SKLOP: UPORABA GEOMETRIJSKEGA ORODJA</i>		
1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potegniti črte ob ravnilu. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pravilno potegniti črte ob ravnilu; ▪ risati like s šablono. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pravilno potegniti črte ob ravnilu; ▪ s šablono narisati like.
<i>SKLOP: TRANSFORMACIJE</i>		
1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepoznati simetrijo pri predmetih v svoji okolici; ▪ izdelati simetrične oblike z odtisi, s prepogibanjem in simetrijo grafično prikazati (pobarvati in narisati s pomočjo mreže). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepoznati simetrijo pri predmetih iz okolice in pri likih; ▪ narisati simetrični lik s pomočjo mreže.

Vir: Učni načrt, 1998

2.3.2 Smernice za poučevanje geometrije v 1. triletju

V prvem triletju se učenci pri geometriji seznanjajo z orientacijo v prostoru, geometrijskimi oblikami in transformacijami. Pri tem je bistvena njihova aktivnost, preko katere postanejo sooblikovalci lastnega učenja (Cotič idr., 2003a). Učitelj ima zato pomembno vlogo pripraviti okolje, v katerem bodo učenci raziskovali in prihajali do novih spoznanj, pri čemer mora upoštevati njihovo predznanje, kognitivne sposobnosti, stopnjo razvoja ...

Glavno didaktično načelo, ki ga moramo upoštevati pri poučevanju geometrije v 1. triletju, je gotovo načelo postopnosti, ki poudarja postopen prehod od konkretnega k abstraktnemu in od

znanega k neznanemu. Otrokov svet ob začetku šolanja sestoji predvsem iz konkretnih stvari in konkretnih operacij, zato mora tudi pouk potekati na konkretni, nazorni in neabstraktni ravni. Otrok pri usvajanju matematičnih pojmov "prehodi" tri ravni: konkretno, slikovno in simbolno. Pretekla praksa je pogosto izpuščala konkretne dejavnosti ali jim namenjala premalo časa (Cotič idr., 2003a), prenova učnega načrta pa prinaša nova spoznanja o pomembnosti dela na konkretni ravni ter poudarja pomen didaktične igre. V sledečih podpoglavjih predstavljamo nekaj smernic, ki so jih ob analizah svojega dela podali nekateri raziskovalci tega področja.

2.3.2.1 Prostorska igra

Otroci ob stiku z novimi stvarmi takoj začnejo raziskovati, kaj lahko storijo z njimi. Gre za prosto igro, ki temelji na otrokovi lastni radovednosti ali impulzivnosti in je zaradi pomembne vloge ne smemo prezgodaj prekiniti (Williams, Shuard, 1994).

Kadar imajo otroci na voljo dovolj raznolikih teles, se bodo igrali "reprezentativno igro", pri kateri bodo telesa predstavljala hišo, prevozna sredstva, garažo (odvisno od zunanosti in oblike same) (Williams, Shuard, 1994) ... Ob tem bodo spoznavali določene lastnosti teles (npr. oglata telesa so bolj primerna za gradnjo hiše od okroglih), razvijali prostorske predstave in orientacijo (npr. pri kockah Lego – drug drugega usmerjajo, kam postaviti določeno kocko). Podobno velja tudi za modele likov, črt ... Zdi se nam pomembno, da učencem ob prvem stiku z didaktičnim materialom pustimo nekaj časa, da ga spoznajo, in jim šele nato zastavimo določene naloge oziroma probleme, v katerih bodo didaktični material uporabili.

2.3.2.2 Obravnava geometrijskih oblik

Otrok že v času pred vstopom v šolo dobi mnogo izkušenj, s pomočjo katerih izoblikuje nekatere osnovne koncepte o prostoru, ki se nanašajo na oblike, lego in velikost (Williams, Shuard, 1994). Najbolje zaznava tridimenzionalni svet in mu je zato treba zagotoviti izkušnje, ki mu omogočajo spoznavanje prostora okrog sebe z vsemi čuti. Srečuje se s predmeti, ki ga obkrožajo, išče predmete, ki so si med seboj podobni, spoznava lastnosti geometrijskih teles, jih izdeluje iz plastelina (Hodnik Čadež, 2002) ...

Avtorice priročnika Prvo srečanje z geometrijo (Cotič idr., 2002) na začetku priporočajo uporabo večjih, polnih modelov teles, ki naj bodo izrazito tridimenzionalni. Primerni modeli so npr. omara, postelja, knjiga, žoga, manj primerni pa stikalo za luč, kovanec, steklo ..., saj ne vidimo, da res zavzemajo prostor. Opozarjajo tudi na primernost materiala – ta naj bo čimbolj trd (odsvetujejo gumo ali peno). Hodnik Čadeževa (2002) predlaga postopen prehod iz večjih dimenzij na manjše.

Učenci telesa opazujejo, z njimi izvajajo razne aktivnosti in na ta način ugotavljajo različne lastnosti teles (kako se kotalijo – *oglati* in *okrogla* telesa, oblika mejnih ploskev) (Cotič idr., 2002). Med dejavnosti, ki otrokovo pozornost preusmerijo na podobnosti in razlike med telesi, spada razvrščanje. Pri tem spoznavajo tudi, katere lastnosti ostajajo nespremenjene oziroma stalne (Weinzweig, 1978, v: Dickson idr., 1984). Nekatera telesa, ki izstopajo zaradi svoje pravilne oblike (kocka, kvader, piramida, krogla, valj in stožec), obravnavamo posebej. Pri tem uporabljamo izraze,

ki so otroku domači, kasneje pa vključimo izraze, kot so *okrogel, oglat, zaobljen, raven* (Cotič idr., 2002) ...

Prehod na like je postopen, začne se z natančnejšim opazovanjem teles. Dejavnosti, kot so odtiskovanje teles (kot štampljka) v mivko, na papir ..., preusmerijo otrokovo pozornost na posamezno ploskev telesa, značilno za določen lik. Otrok na začetku prepozna samo nekatere pravilne like (krog, kvadrat, pravokotnik, trikotnik) (Cotič idr., 2002). Tudi Weinzweig (1978, v: Dickson idr., 1984) poudarja pomembnost tiskanja s telesi, saj poleg zavedanja različnih dvodimenzionalnih oblik spodbuja tudi zavedanje nekaterih osnovnih lastnosti teles (npr. *oglatost* in *okroglost*). Tako kot pri telesih tudi pri likih spodbujamo dejavnosti, pri katerih otrok manipulira z liki (modeli iz primerno tankega materiala): sestavljanje slike iz različnih likov, zapolnitev neke omejene ravne površine, Tangram²⁶ ... Takšne dejavnosti poleg razvijanja prostorskih predstav pomagajo razviti tudi pojem pravega kota in vzporednosti (Egsgard, 1970, v: Dickson idr., 1984).

Otrok se ves čas spoznavanja geometrijskih teles navaja na risanje le-teh (predvsem likov), s tem pa to spretnost postopno izboljšuje. Z obrisovanjem oglatih in okroglih teles začne spoznavati pojem črte (krive in ravne). Dobri modeli za ponazoritev sklenjenih črt so npr. zapeta verižica, gumijasta elastika, prstan, za nesklenjene pa vezalke, različne vrvice, odpeta verižica ... Ob uporabi ravnila uvedemo pojem ravne in krive črte (ravne rišemo ob ravnilu, krive večinoma prostoročno) (Cotič idr., 2002), pojem točke pa kot presečišče črt (Cotič idr., 2003b). Dobro izhodišče za uvajanje pojma točke so tudi oglišča pri telesih (Weinzweig, 1978, v: Dickson idr., 1984).

V prvem triletju se otrok sistematično sreča tudi s pojmom simetrija (predvsem osna). Že v predšolskem obdobju simetrijo spozna v svoji okolici in na predmetih, nato pa izdeluje simetrične oblike iz papirja oziroma na papirju (izrezovanje, prepogibanje) (Hodnik Čadež, 2002). V šoli simetrijo prikazuje predvsem grafično, z barvanjem in risanjem. Pri tem mu je v pomoč dogovor, da je *figura simetrična, če jo lahko prepognemo tako, da se dobljena dela prekrivata* (Cotič idr., 2003b).

Owens idr. (1999) poudarjajo, da je za razvoj koncepta simetrije (tako zrcalne kot tudi rotacijske) pomembno gibanje oziroma premikanje konkretnega materiala²⁷. Učenci morajo razvijati sposobnost prepoznavanja oblik v različnih legah ter sposobnost predstavljanja, kako neko telo oziroma skupino teles vidimo z druge perspektive.

2.3.2.3 Odpravljanje napačnih predstav

Do napačnih predstav o geometrijskih pojmi prihaja predvsem zaradi neustreznega poučevanja, pri katerem npr. otrok svojo pozornost usmeri na napačne kriterije (Dickson, 1984). Greenes (1979, v:

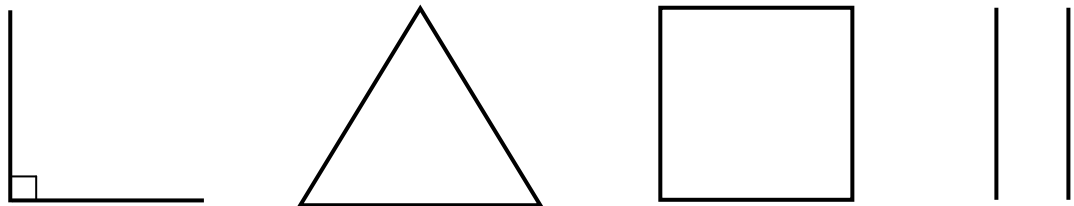
²⁶ Tangram je stara kitajska igra, pri kateri moramo iz sedmih likov (pet pravokotnih enakostraničnih trikotnikov ter kvadrat in paralelogram) sestaviti določeno obliko tako, da uporabimo vse like in se ti ne prekrivajo (Wikipedija).

²⁷ Primer: učencem omogočimo delo z liki, ki jih lahko obračajo v vseh smereh, prepogibajo, režejo (Owens idr., 1999) ...

Dickson idr., 1984) opozarja, da pri spremembi lege nekega lika otroci pogosto mislijo, da se je s tem spremenila tudi oblika ali velikost le-tega. Do tega najpogosteje prihaja, ker otroci določen lik vedno opazujejo v standardni legi, kjer je osnovna stranica horizontalno in kot taka postane ena od karakteristik za identifikacijo tega lika.

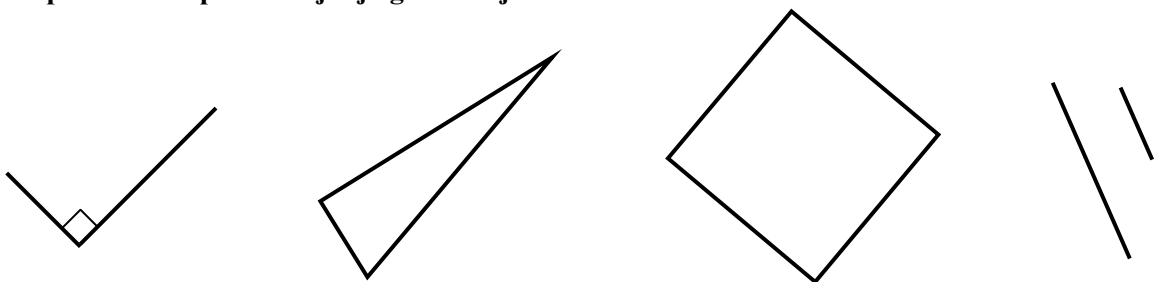
Kerslake (1979, v: Dickson, 1984) predstavlja nekatere tipični načine predstavljanja geometrijskih oblik (slika 4). Kot primer netipičnih ilustracij prikazuje oblike na sliki 5 – otroci težko osvojijo določene koncepte, če se redko srečujejo z netipičnimi ilustracijami.

Slika 4: Tipični načini predstavljanja geometrijskih oblik



Vir: Dickson idr., 1984, str. 30.

Slika 5: Netipični načini predstavljanja geometrijskih oblik



Vir: Dickson idr., 1984, str. 30.

Clements in Sarama (2000) opozarjata na prepogosto uporabo tipičnih modelov geometrijskih oblik²⁸, ki vodi k ustvarjanju napačnih predstav. Z raziskavo sta ugotovila, da je večina trikotnikov enakostraničnih ali enakokrakih in horizontalno orientiranih (ena od stranic), večina pravokotnikov je orientirana horizontalno ali vertikalno, razmerje med dolžino in širino pa je dvo- ali trikratno. Da bi se izognili takšnim in podobnim omejitvam, avtorja predlagata uporabo različnih primerov ter podajata nekaj nasvetov:

- Modeli geometrijskih oblik naj se razlikujejo v velikosti, materialu in barvi. Pri pravokotnikih in trikotnikih spreminjajmo lego in dimenzije. Trikotniki naj bodo tudi raznostranični, zelo ozki ali široki ... Vključimo oblike, ki niso trikotniki (primer, kjer je ena stranica kriva).
- Učence spodbujajmo k utemeljevanju, zakaj nek lik je ali ni trikotnik, saj s tem njihovo pozornost usmerimo k pomembnim lastnostim.

²⁸ Preverjala sta tako šolski didaktični material kot tudi didaktične igrače v trgovinah, slike v učbenikih ...

- Učencem omogočimo delo z računalniškimi aplikacijami, s katerimi je možno ustvariti različne oblike, jih rotirati ...

2.3.2.4 Pomen jezika

V procesu oblikovanja geometrijskih pojmov ne smemo pozabiti na vlogo jezika. Cotičeva in Hodnik Čadeževa (2002, str. 17) navajata, da je zaznavanje oblik bistveno v geometriji, "vendar le s pomočjo jezika lahko ustvarimo hierarhijo pojmov v geometriji. Oblike v geometriji najprej zaznamo kot gestalte, potem pa jih razvrščamo in poimenujemo: trikotnik, kvadrat, pravokotnik, romb ... Le s pomočjo verbalne diskusije in verbalne konstrukcije bo učenec lahko spoznal hierarhijo med posamezniki liki: kvadrat je pravokotnik in štirikotnik ali kvadrat je romb in paralelogram je štirikotnik. Zaznavanje in opisovanje geometrijskih oblik vodi k miselni konstrukciji objektov in k razvijanju pojmov v evklidski geometriji."

Majhni otroci prepoznajo in razločijo mnogo stvari že preden začnejo uporabljati jezik za njihovo poimenovanje ali opisovanje. Ko se začnejo bolj opirati na zaznavanje stvari okoli sebe, dobivajo mnogo vtisov, ki jih morajo nekako izraziti. Prve besede se nanašajo na stvari, ki so pomembne v vsakdanjem življenju (hrana, pijača, postelja, igrače, živali), kmalu pa se pokaže potreba po matematičnem jeziku, s pomočjo katerega opisujejo izkušnje z oblikami, vzorci in razmerji, do katerih prihaja pri vsakodnevnih dejavnostih, igri ... Otrokov besedni zaklad kmalu vsebuje besede, kot so *več, manj, cel, pod, okrogel, raven, zunaj, nizek, oster, hiter* ... Večina se nanaša na obliko, velikost, lego ali gibanje. S pridobivanjem izkušenj tudi besede uporabljajo vedno bolj natančno (Williams, Shuard, 1994).

V predšolskem obdobju, ko običajno otrok ni deležen sistematičnega poučevanja geometrije, se pogosto srečuje z izrazi za orientacijo (zgoraj, spodaj, spredaj, zadaj, naprej, nazaj, levo, desno ...), manj pa z izrazi za geometrijske oblike. Pri poimenovanju teles v tem obdobju ne smemo biti prezahtevni. Nekatera imena otrok osvoji brez težav (krogla, kocka), saj se ujemajo z imeni predmetov, ki jih pozna iz vsakdanjega življenja, pri drugih pa ima lahko težave. Zadošča (Cotič idr., 2002), če otrok pove, da ima omara tako obliko kot škatla, namesto da uporabi izraz kvader.

Owens, Laberne in Harrison (Owens idr., 1999) navajajo, da se otroci pogosto imena dvodimenzionalnih oblik, kot so trikotnik, krog in kvadrat, naučijo preko televizije, družine in drugih predšolskih izkušenj. Zanimivo je, da se imena likov naučijo prej kot imena teles²⁹. Kljub temu je pomembno, da otrokom omogočimo čim več manipulacije s tridimenzionalnimi oblikami, čeprav se njihov jezik in klasifikacije delno nagibajo k imenom dvodimenzionalnih oblik.

S sistematičnim poimenovanjem geometrijskih oblik se otrok prvič sreča v 1. razredu, ko od njega pričakujemo, da bo pravilno poimenoval like, v 2. razredu pa naj bi pravilno poimenoval tudi

²⁹ Učenje imena nekega lika v smislu ponavljanja imena ob sliki ali modelu ne pripomore veliko k razvoju koncepta tega lika. Otroci morajo videti in izdelati različne primere tega lika, spoznavati tudi netipične primere (Owens idr., 1999) ...

geometrijska telesa (Cotič idr., 2003b). Vsakdanjemu jeziku se torej pridružijo posebni izrazi³⁰, s katerimi otrok označuje stvari, o katerih govori, ter odnose med njimi (Williams, Shuard, 1994). Prej, kot jih otrok osvoji, lažje je komunicirati z njim. Komuniciranje o določeni nalogi s sošolcem, v skupini ali s celim razredom ima velik pomen pri razvijanju geometrijskega mišljenja (prav tam).

Clements in Sarama (2000) opozarjata, da morajo biti učitelji pri uporabi jezika čim bolj natančni. Pogosto se dogaja, da navajajo nepravilne trditve, kot npr.:

- *če združimo dva trikotnika, dobimo kvadrat,*
- *če prepolovimo kvadrat, vedno dobimo dva trikotnika.*

Hannibalova (1999) prav tako poudarja pomen učiteljevih izjav na oblikovanje geometrijskih pojmov pri učencih. Zapisala je nekaj nasvetov, ki naj bi jih učitelji upoštevali, ko govorijo o trikotnikih in pravokotnikih. Ko obravnavajo trikotnike, naj poudarijo, da imajo *tri stranice, tri špice* ali *kote*, ter da so vse stranice *povezane*. Poudarijo naj tudi, da obstajajo trikotniki v različnih legah, velikostih, simetrijah ter različno "zašiljeni". Ne smejo pa trditi, *da imajo trikotniki dve špici spodaj in eno na vrhu, da imajo špico na sredini, da imajo spodaj ravno črto, da so špičasti, da so podobni trikotniku pri glasbeni vzgoji ali stožčastemu klobuku ter da so sestavljeni iz kakršnih koli treh črt*. Pri pravokotnikih naj poudarijo, *da imajo štiri stranice, pri katerih sta si nasprotni vzporedni ter da imajo štiri prave kote*. Definicije pravokotnika ne smejo omejiti le na štiri stranice, saj lahko na podlagi tega učenci napačno mislijo, da so vsi štirikotniki tudi pravokotniki. Poudarijo lahko tudi, da so stranice povezane in ravne ter da so pravokotniki simetrični. Izogibajo naj se trditve, *da so pravokotniki dolgi, da imajo dve kratki in dve dolgi stranici* ali *da so kot nek tridimenzionalni objekt (npr. škatla za čevlje)*.

2.3.3 Sklep

V preteklih letih je geometrija v 1. triletju osnovne šole dobila nov koncept. Učni načrt je doživel korenito vsebinsko prenovu, ki je upoštevala najnovejše smernice poučevanja geometrije po svetu. Van Hielov model kot osnova šolski geometriji prinaša geometrijo "od telesa k točki" in je otrokom bližji predvsem zaradi tega, ker je bolj praktičen (Cotič idr., 2003a) in omogoča veliko igr, preko katere je učenje v tem obdobju najučinkovitejše.

Pouk geometrije v 1. razredu osnovne šole se začne s konkretnim spoznavanjem geometrijskih teles, sledi prehod na like, črte in nato v 2. razredu učenci spoznajo še točko. Smernice za poučevanje geometrije v 1. triletju poudarjajo predvsem aktivnost učenca in s tem sooblikovanje lastnega učenja (Cotič idr., 2003a). Pomembno vlogo pa ima tudi učitelj, saj mora učencem ponuditi okolje, v katerem bodo raziskovali. Na tej stopnji razvoja je za učenje pomembna predvsem konkretna raven, šele nato sledi prehod na slikovno in simbolno raven.

³⁰ Poleg besednega zaklada pa imajo pri pouku matematike velik pomen tudi diagrami in simboli. Prvi predstavljajo zelo prepričljiv način izražanja odnosov, ki jih otroci zaznajo, in so primerni že v zgodnjih letih, simbole pa zaradi svoje abstraktne narave običajno uvedemo kasneje, ko imajo otroci že izoblikovane določene predstave (Williams, Shuard, 1994).

Mnogi avtorji (Dickson, Kerslake, Clements, Sarama idr.) poudarjajo, da je pri poučevanju geometrije potrebno paziti, da si učenci ne ustvarijo napačnih predstav. Izogibati se je potrebno stereotipnim ilustracijam geometrijskih oblik, neprimernim modelom, uporabi nepravilnih trditev in izjav ...

2.4 Informacijsko komunikacijska tehnologija v vzgoji in izobraževanju

V zgodnjih šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so mnogi raziskovalci, kot sta Skinner in Papert, računalnik videli kot obljubo za boljše izobraževanje. Kljub temu, da so pri raziskovanju programske opreme za izobraževanje pogosto naleteli na negativne odzive, je dandanes popolnoma jasno, da psihološke, izobraževalne in druge teorije skupaj z računalniško znanostjo omogočajo bolj učinkovito učenje in poučevanje (Mavrikis, 2001).

Uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije (v nadaljevanju IKT) v osnovnih šolah neprestano narašča in postaja pogost in učinkovit del poučevanja in učenja. Učenčeve sposobnosti na področju IKT se skozi celotno osnovnošolsko izobraževanje izboljšujejo in, kot dokazujejo mnoge raziskave, vplivajo na učno uspešnost in dosežke na različnih učnih področjih (matematika, materni jezik ...).

2.4.1 Zgodovinski vidik vpeljevanja IKT v vzgojo in izobraževanje

Kadar govorimo o tehnologiji v izobraževanju, pogosto mislimo na najnovejšo elektronsko opremo. Vendar pa je treba poudariti, da izobraževalna tehnologija pravzaprav ni nova in je nikakor ne gre omejevati le na elektronsko opremo. Moderne opreme in tehnike so le zadnji razvojni dosežki na področju, ki je staro prav toliko kot samo izobraževanje (Roblyer, 2003).

Roblyerjeva (2003, str. 6) podaja definicijo izobraževalne tehnologije, ki temelji na definicijah različnih avtorjev in skuša zaobjeti tako procese uporabe orodja v izobraževalne namene kot tudi materiale in orodje samo. Pravi, da je izobraževalna tehnologija kombinacija procesov in orodij, ki jih uporabljamo v izobraževalne namene, s poudarkom na uporabi najnovejših orodij: računalnikov in z njimi povezanih tehnologij.

2.4.1.1 Štirje zgodovinski vidiki izobraževalne tehnologije

Če na izobraževalno tehnologijo gledamo tako z vidika procesov kot tudi orodij, je pomembno, da v pregled vključimo štiri različne zgodovinske vidike, ki so sodelovali pri oblikovanju današnje prakse: tehnologija kot medij, kot vzgojni sistem, kot poklicno izobraževanje in kot računalniški sistemi (Roblyer, 2003).

Tehnologija kot medij se je razvila iz avdiovizualnih gibanj, ki so s podajanjem informacij postala alternativa knjigam in predavanjem. Začetki segajo v leto 1930, ko so nekateri visokošolski profesorji začeli poudarjati, da mediji, kot so diapozitivi ali filmi, podajajo informacije na bolj konkreten in s tem bolj učinkovit način. Kasneje se je ta vidik razvil v avdiovizualno komunikacijo, vejo izobraževalne tehnologije in prakse, ki se ukvarja predvsem z oblikovanjem in uporabo

sporočil, ki nadzirajo učne procese (Saettler, 1990, v: Roblyer, 2003). Vidik tehnologije kot medija je še naprej prevladoval na področju izobraževanja in komunikacijske industrije.

Tehnologija kot izobraževalni sistem se je pojavila v letih 1960 in 1970. Novi sistemi so bili prvotno namenjeni reševanju izobraževalnih problemov v vojski in industriji. Razširili so se v srednje- in osnovnošolsko prakso, saj so profesorji verjeli, da so lahko del izobraževalnega sistema tako ljudje in njihovo znanje kot tudi drugi viri (mediji). Na izobraževalno tehnologijo so gledali ne le kot na medij za izmenjavo informacij o poučevanju, temveč tudi kot sistematičen pristop k oblikovanju, razvijanju in posredovanju le-tega (Heinich, Molenda, Russell in Smaldino, 2000, v: Roblyer, 2003). Vire za podajanje navodil so oblikovali po temeljiti analizi učnih ciljev in nalog. Od 1960 do 1980 so na oblikovanje sistemov vplivale učne teorije iz pedagoške psihologije. V začetku so bile to behavioristične teorije, kasneje so vplivale kognitivne teorije. Prav kognitivne teorije so behavioristični pristop označile za neprožen in nezmožen pospeševanja določenih načinov učenja (tistih z višjimi miselnimi procesi) (Roblyer, 2003).

Tehnologija v poklicnem izobraževanju se nanaša na priljubljen vidik tehnologije v izobraževanju in se je razvila iz potreb po tehnološko izobraženem kadru okoli leta 1980. Tehnološko izobraževanje poleg spoznavanja tehnologije in dela z njo vključuje tudi druge teme, kot so robotika, proizvodni sistemi in računalniško podprti sistemi (Roblyer, 2003).

Tehnologija v izobraževanju kot računalniki in računalniško podprti sistemi se je pojavila okoli leta 1950. Tako v industriji, vojski, kot tudi v šolstvu so mnogi trenerji in učitelji spoznali učni potencial računalnikov. Mnogi izmed njih so napovedali, da bo računalniška tehnologija hitro spremenila izobraževanje in postala najbolj pomemben del izobraževalne tehnologije. Kljub temu, da izobraževalne aplikacije niso prinesle takojšnjega uspeha, so navdušile drugo vejo izobraževalne tehnologije. V času od vstopa računalnika v razred (okoli leta 1960) do približno leta 1990 je bil ta vidik poznan kot *izobraževalno računalništvo* in je združeval tako izobraževalne aplikacije kot tudi podporne računalniške aplikacije. Izobraževalne računalniške aplikacije je najprej ustvarjalo tehnično osebje, kot so programerji in sistemski analitiki, kasneje pa so njihov razvoj prevzeli izobraževalni kadri, ki so sodelovali že na področjih medijev, avdiovizualnih komunikacij in poklicnega izobraževanja (Roblyer, 2003).

Po letu 1990 so postopno računalnike začeli kombinirati z drugimi tehnološkimi viri, kot so mediji, izobraževalni sistemi in računalniško podprti sistemi. Od takrat izobraževalno računalništvo poznamo pod imenom izobraževalna tehnologija (Roblyer, 2003).

Vsak od teh štirih vidikov tehnologije v izobraževanju je prispeval pomemben del k obstoječemu znanju o procesih in orodjih na področju izobraževalnih potreb. Toda, kot poudarja Saettler (1990, v: Roblyer, 2003), nobena posamezna paradigma, ki skuša opisati izobraževalno tehnologijo, ne more natančno opisati, kaj se dogaja s tehnologijo v izobraževanju zdaj in kaj se bo zgodilo v prihodnosti. Posamezne organizacije, ki zastopajo različne vidike tehnologije v izobraževanju,

skušajo prispevati kar največ v prihodnost izobraževalne tehnologije, zato se predvsem tistim, ki šele vstopajo na to področje, zdi situacija neurejena, kar povzroča težave pri spoznavanju vloge tehnologije. Zdi se, da je veliko odvisno od vira informacij, ki nam je na voljo (predavanja, revije ...) (Roblyer, 2003).

Danes se zdi pomembno (Roblyer, 2003), da se pri spoznavanju izobraževalne tehnologije osredotočimo tako na procese (spoznavanje teorij učenja, osvajanje pomembnih spretnosti na področju tehnologije) kot tudi na orodja sama, za kar obstajajo trije pomembni razlogi:

- računalniki kot medij so veliko bolj kompleksni in zmogljivi kot drugi mediji (npr. filmi, prosojnice) in zahtevajo več tehničnega znanja pri upravljanju;
- računalniški sistemi se trenutno nagibajo k vključevanju drugih medijev v svoje lastne vire³¹;
- kompleksnost računalniških sistemov izobraževalnemu kadru otežuje vključevanje najrazličnejših oblik programske opreme v druge razredne aktivnosti; veliko lažje se jim zdi vključiti tehnično manj zahtevne medije, kot sta film ali prosojnice.

Če povzamemo na kratko, se vključevanje izobraževalne tehnologije nanaša na proces določanja, katero elektronsko orodje in katere metode za vključevanje so primerne v določeni razredni situaciji oziroma pri reševanju določenega problema.

2.4.1.2 Kratka zgodovina računalnikov v izobraževanju

Obdobje pred mikroračunalniki (Roblyer, 2003)³²

- 1950 – prva uporaba računalnika v izobraževanju (računalniški letalski simulator za trening pilotov pri MIT-u);
- 1959 – prva uporaba med osnovnošolskimi otroki (binarna aritmetika na računalnikih IBM 650);
- 1960–1970 – uporaba na univerzah (študentje 22-ih univerz uporabijo terminalski sistem za učenje programiranja, razvoja programov in načinov za širjenje le-teh);
- začetek 1970 – povečano zanimanje za pouk s pomočjo računalnika (CAI – computer-assisted instruction); prvi računalniški sistem, namenjen poučevanju (IBM 1500, uporablja ga 25 univerz in šolskih okolišev, gre tudi za prvo multimedijsko učno postajo z zaslonom CRT, slušalkami, mikrofonom, kasetofonom in diaprojektorjem); prvi miniračunalnik za poučevanje;
- pozna 1970-ta leta – pojavita se družbi, ki prevladujeta na področju izobraževalnega računalništva (Computer Curriculum Corporation in Control Data Corporation); Don Bitzer razvije PLATO (terminal s plazemskim zaslonom), posebno oblikovano tipkovnico ter sistem *Tutor*, namenjen razvijanju kompleksnejših učnih procesov; William Norris, vodilni v podjetju CDC, vloži veliko sredstev v razvoj PLATO-ja; pojavijo se sistemi za računalniško podprt pouk (CMI – computer-managed instruction), administrativni sistemi (izobraževalne ustanove začnejo

³¹ Npr. vključevanje CD-ROM-ov in DVD-jev, na katere danes hranimo vsebino, ki so jo včasih prikazovali filmski trakovi, diapozitivi ... Danes nam programi za predstavitve omogočajo enostavno oblikovanje projekcije, kakršno so nam včasih omogočali diapozitivi ali prosojnice (Roblyer, 2003).

³² Zgodovinski pregled se nanaša predvsem na področje ZDA. Menimo, da je drugod po svetu do sprememb prihajalo z različnimi časovnimi zamiki.

računalniško voditi administracijo), nato pa zanimanje za CAI postopno začne upadati³³; po letu 1970 postane jasno, da računalniki ne morejo zaživeti v razredih tako, kot so zaživel in s tem spremenili delo v pisarnah v povojni Ameriki;

Obdobje mikroročunalnikov (Roblyer, 2003)

- 1977 – v šolah se pojavijo prvi mikroročunalniki (terminalski sistemi se umaknejo namiznim); spreminja se vloga računalnika v šolah; računalnike začnejo uporabljati tudi učitelji v razredih; šole pričnejo uporabljati nekatere administrativne aplikacije in s tem izboljšajo upravljanje);
- zgodnja 1980-ta – začne se oglaševanje programske opreme; pojavi se trg nove programske opreme za izobraževanje, ki ga oblikujejo večinoma učitelji; zaradi različne kvalitete učnih vsebin za mikroročunalnike se začnejo gibanja za ocenjevanje programske opreme (razne organizacije, revije); učitelji želijo sami ustvarjati programsko opremo, vendar njihovo zanimanje zamre, ko ugotovijo, koliko časa, znanja in dela je potrebno vložiti, če želijo oblikovati boljšo programsko opremo, kot jo lahko kupijo na trgu; začne se gibanje za računalniško pismenost (dr. Luehrmann s tem izrazom poimenuje najosnovnejše programerske spretnosti in spretnosti z določenimi orodji – npr. delo z besedilom; od leta 1985 se računalniška pismenost pojavlja v učnih načrtih, vendar se okoli leta 1990 iz njih umakne, saj je ni možno definirati z določenim nizom sposobnosti); pojavi se Logo in z njim gibanje reševanja problemov (od 1980 do 1987 Seymour Papert promovira Logo kot programski jezik za mlajše otroke, z njim preizkuša tradicionalne metode poučevanja; po letu 1985 zanimanje zanj zamre);
- 1980–1990 – pojavijo se integrirani sistemi za učenje; šole ugotovijo, da so za računalniško podprt pouk mrežni sistemi finančno bolj ugodni kot posamezni mikroročunalniki; 1991 se učni načrti začnejo nagibati k metodam, ki so manj strukturirane in pri katerih učitelj ne podaja snovi neposredno, različni ponudniki programske opreme pa oblikujejo mrežne sisteme (npr. multimedijški učni sistem, odprti učni sistem), ki jih učitelji lahko vključijo v poučevanje;

Obdobje Interneta (Roblyer, 2003)

- 1994 – rojstvo svetovnega spleta (World Wide Web); čeprav so tekstovno različico Interneta uporabljali na univerzah že od leta 1980, je program *Mosaic* omogočil ogled informacij kot kombinacijo slik in besedila; učitelji so hitro prepoznali moč Interneta: dostop do ljudi in informacij, možnost pošiljanja in sprejemanja multimedijških vsebin ter naraščajoča simulacija realnosti;
- 1998 – ISTE (The International Society for Technology in Education) podpre NETS (National Educational Technology Standards) za učence, učitelje in kasneje tudi za šolsko administracijo;
- od leta 2000 dalje – vse bolj se uveljavlja učenje na daljavo na vseh stopnjah izobraževanja; videokonference in druge oblike komuniciranja postajajo vsakdanjost.

³³ Terminalski sistemi so dragi in tehnično zelo kompleksni, zato jih pogosto nadzorujejo šolski okoliši, šole same in njihovi učitelji pa nimajo vpliva na izbor opreme in aplikacije, zaradi česar ni pravega zanimanja z njihove strani.

2.4.1.3 Uporaba računalnika v slovenskem izobraževalnem sistemu

V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so v slovenske srednje šole uvedli delo z računalnikom (programiranje v Fortranu in kasneje v Pascalu), v osnovne šole pa so računalništvo vpeljali sredi osemdesetih let kot učenje in uporabo Loga. Leta 1980 je postalo računalništvo obvezen predmet v srednjih šolah, v osnovnih šolah pa vse do danes ostaja le kot izbirni predmet (Mori, 2007).

O vključevanju računalnika v slovenski izobraževalni sistem in njegovem vplivu na različne vidike učenja ni veliko raziskav. Ivan Gerlič s sodelavci vsaki dve leti za potrebe Ministrstva za šolstvo in šport preuči stanje in trende uporabe računalnikov v slovenskih osnovnih šolah³⁴ (Mori, 2007). Iz raziskav v časovnem obdobju od leta 1988 do 2003 izhajajo naslednje ugotovitve (Mori, 2007, str. 11):

- "Računalnik ima pri pouku večine predmetnih področij slovenskih šol že svoje mesto, in to na predmetni ter vse več tudi na razredni stopnji.
- Zelo viden je negativni trend izvajanja fakultativnega pouka in interesnih dejavnosti računalništva.
- Računalnik se je do leta 1994 pri pouku največ uporabljal v učnih oblikah množičnega dela, v novejšem času pa je viden pozitiven trend samostojnega dela z računalnikom sodobnejših učnih oblik.
- Računalnik se večinoma uporablja v posameznih delih učne ure (najpogosteje za obravnavo nove snovi), še vedno pa je zelo malo celovitega pristopa.
- Največji pozitiven trend zasledimo v letu 2000 pri uporabi multimedije in Interneta.
- Učitelji in učenci imajo zelo pozitiven odnos do uporabe računalnika pri pouku, ki se odraža tudi v stalnem izrazitem pozitivnem trendu.
- Učitelji in ravnatelji imajo še vedno premalo specialnodidaktičnih znanj o uporabi računalnika pri pouku in v šolstvu nasploh.
- Računalnik se uporablja v dejavnostih, ki spremljajo izobraževanje, toda najpogosteje le v osnovni administraciji in finančnem poslovanju, premalo pa se izrabljajo celovitejše možnosti uporabe."

Pri vpeljevanju računalniške tehnologije v slovenske šole je imel velik pomen program RO (Računalniško opismenjevanje), ki ga je leta 1994 sprejel slovenski parlament. Izvajal se je od leta 1994 do leta 2000 (Mori, 2007). Med cilji velja omeniti naslednje (Mori, 2007):

- ustvariti sistem usposabljanja učiteljev in učencev za uporabo IKT ter podpreti prenovo učnih načrtov z uveljavljanjem IKT,
- poenotiti računalniško programsko opremo za podporo pouku in administrativnemu delu,
- skrbeti za ustrezno opremljenost s sodobno računalniško in informacijsko opremo ter
- zagotoviti možnosti za raziskovalno in razvojno delo na področju IKT.

Poudariti je potrebno, da so bila teh dejavnosti deležna vsa področja našega šolstva: predšolska vzgoja, osnovne šole, vzgoja otrok s posebnimi potrebami, osnovno glasbeno šolstvo, nižje in

³⁴ Raziskave so usmerjene predvsem na didaktični vidik, saj uvajanje računalnika že od samega začetka spremljajo pričakovanja, da bomo mogli z njegovo pomočjo pouk kakovostno spremeniti (Gerlič, 2003, v: Mori, 2007).

poklicno izobraževanje, srednje strokovno, tehniško in splošno izobraževanje, vzgoja in izobraževanje v dijaških domovih in visoko šolstvo ter obe univerzi (RO – stanje računalniške pismenosti v slovenskem šolstvu, 1997, v: Mori, 2007).

2.4.2 IKT in teorije učenja

Raziskovalci, učitelji in oblikovalci didaktičnega materiala za področje IKT se sprašujejo, kako najbolje ta močan medij izkoristiti za učenje (Kirriemuri, McFarlane, 2004). Izhodišče predstavljajo teorije učenja, ki podrobneje razlagajo, kako se posamezniki učijo. V preteklem stoletju so se uveljavile tri glavne teorije učenja: behavioristična, kognitivistična ter konstruktivistična (Newby idr., 2000).

Behavioristi trdijo, da gre pri učenju za spremembo vedenja kot reakcijo na dražljaje. Izobraževalna tehnologija, ki temelji na njihovih spoznanjih, se deli v dve kategoriji: programi za vajo in utrjevanje ter programi z vodenjem (učenca vodijo skozi določene stopnje učnega procesa) (Conway, 1997). V določenih učnih situacijah (predvsem pri mlajših učencih) so takšni programi dokaj uporabni.

Kritiki te teorije so konstruktivisti in kognitivisti, ki jih bolj kot zunanja reakcija zanima, kaj se pri učenju dogaja v možganih. Trdijo, da otrok aktivno konstruira znanje in da se to dogaja v socialnem kontekstu. Kognitivizem poudarja učenje procesov, ki jih za reševanje težkih nalog uporabljajo strokovnjaki. Pomembne so kognitivne in metakognitivne sposobnosti, ki jih učenci lahko razvijajo tudi s pomočjo Interneta (npr. povežejo se s strokovnjaki z določenih področjih in sodelujejo z njimi) (Conway, 1997). Na kognitivnem pristopu temelji tudi raziskovalno učenje, ki ga je utemeljil Bruner: učeni prihajajo v interakcijo z okoljem, kjer raziskujejo, se ukvarjajo z različnimi vprašanji in izvajajo poskuse. Sodobna tehnologija prinaša virtualno okolje, v katerem učenci lahko sami raziskujejo in se učijo, in simulacije, ki učinkovito nadomeščajo prave laboratorije ali učencem ponudijo izkušnje, ki jih v resničnem življenju ne bi mogli dobiti (Roblyer idr., 1997, v: Conway, 1997).

Konstruktivizem poudarja zmožnost reševanja življenjskih problemov na sodelovalen in raziskovalen način. Takšno učenje spodbujata dve vrsti tehnologije: programi, ki omogočajo sodelovanje, in Internet, ki omogoča spoznavanje najrazličnejših tem in usmerja učenca v vseživljenjsko učenje (Conway, 1997).

Kognitivni pristop k učenju je tisti, ki učenca postavlja v vlogo graditelja lastnega znanja in ga usmerja v vseživljenjsko učenje. Učitelj ima vlogo mentorja in oblikovalca učnega okolja, pri tem mu je v pomoč lahko tudi IKT, ki pa jo mora znati smiselno integrirati v pouk (Conway, 1997).

Na koncu je potrebno omeniti tudi, da morajo učenci znati uporabljati tehnologijo ali programsko opremo že pred njeno uporabo za doseganje drugih ciljev, za kar mora ravno tako poskrbeti učitelj (Mosely, Higgins, 1999).

2.4.3 Vpliv IKT na znanje, motivacijo in učenje

Becta³⁵ je v letu 2003 predstavila analizo večjih študij o vplivu IKT na znanje, motivacijo in učenje. Mnoge novejšje raziskave (Kington idr., 2003; Passey idr., 2003, v: Pittard idr., 2003) govorijo o pomembni vlogi IKT pri motiviranju učencev za učenje, ohranjanju daljše koncentracije, individualizaciji učenja in spodbujanju konceptualnega učenja. Potrebno pa je omeniti, da ni zgolj uporaba IKT tista, ki pozitivno vpliva na izobraževanje. Pomembno je, na kakšen način jo vključimo v pouk, kakšno obliko dela izberemo, kako predhodno pripravimo učence, kako dobro smo sami usposobljeni za delo z IKT (Pittard idr., 2003) ...

Raziskovanje vpliva IKT na znanje učencev predstavlja velik izziv zaradi vrste povezanih faktorjev in procesov, ki vplivajo na učenje. Z analizo študij (Harrison idr., 2002, v: Pittard idr., 2003) so ugotovili, da se na splošno vedno zgodi nekaj pozitivnega v znanju učencev, ki so pri določenem predmetu redno uporabljali IKT, pogosto pa ne morejo dokazati, kateri faktor je spremembo povzročil. Omenjajo nekatere možne faktorje, ki vplivajo na pozitivno spremembo:

- IKT je eden izmed glavnih faktorjev motivacije za učenje;
- učenci, ki uporabljajo IKT v izobraževalne namene, so bistri;
- uporaba IKT v procesu učenja sama po sebi izboljša razumevanje učne snovi.

Verjetno gre za kombinacijo vseh naštetih faktorjev. Kot vse dobre raziskave tudi ta odpira nova vprašanja za raziskovanje ter predlaga nekatere usmeritve za bodoče raziskovalce:

- potrebno bi bilo ugotoviti povezavo med načini uporabe IKT in učnimi dosežki učencev,
- dobro bi bilo raziskati potencial in vpliv IKT na spodbujanje sprememb v načinu poučevanja in učenja (npr. vpliv na sodelovanje med učenci, na individualizacijo pouka) (Harrison idr., 2002, v: Pittard idr., 2003) ...

Ugotovitve mnogih novejših raziskav kažejo, da IKT igra pomembno vlogo v motiviranju učencev in jih spodbuja k učenju (tako v razredu kot tudi izven njega) (Pittard idr., 2003). Nekateri učitelji vidijo IKT kot sredstvo za izboljšanje učenja pri tistih učencih, ki so bili prej zapostavljeni ali so dosegali slabe rezultate. Pogosto omenjajo tudi večjo delavnost in boljšo predstavitev dela, kar naj bi bilo povezano z večjo samozavestjo in motivacijo učencev (Comber idr., 2002, v: Pittard idr., 2003). Hayward (idr., 2003, v: Pittard idr., 2003) poroča o ugotovitvah zadnje večje raziskave o motivaciji mlajših učencev (vključevala je tudi starše):

- statistično pomemben delež učencev (48 %), starih 14 let in več, meni, da jih računalniki motivirajo pri njihovem šolskem delu;
- še večji delež učencev (76 %), starih od 5 do 11 let, meni, da je učenje z uporabo računalnika bolj zabavno;
- učenci, stari 14 let in več (69 %), menijo, da je z uporabo računalnika učenje prijetnejše;

³⁵ Britanska agencija in glavni vladni partner v strategijah razvoja IKT ter njenem vključevanju v šole in druge učne sektorje (British Educational Communications and Technology Agency).

- 66 % učencev, starejših od 14 let, meni, da s pomočjo računalnika lažje naredijo stvar, na katero so kasneje ponosni, 62 % učencem pa računalnik omogoča lažje razumevanje in učenje snovi določenega predmeta.

Tudi Passey (idr., 2003, v: Pittard idr., 2003) je v prvi pomembnejši raziskavi o motivacijskem vplivu IKT na učence ugotovil, da delo z IKT na splošno vedno pozitivno motivira učence za učenje. Nekoliko večji vpliv so v primerjavi s srednješolskimi učenci dokazali pri osnovnošolskih učencih.

Praktiki in teoretiki, ki se ukvarjajo z IKT, trdijo, da le-ta predstavlja velik potencial v uvajanju novih oblik učenja in poučevanja v šole ter v spreminjanju pristopa k učenju. Izvedli so nekaj večjih raziskav, ki govorijo o spremembah v učenju in poučevanju, vendar pa se pojavlja vprašanje, ali gre pri opaženih spremembah resnično za kvalitativno različne pristope (Pittard idr., 2003). Raziskovanje na tem področju je bilo večinoma osredotočeno na "lokus kontrole" (kdo nadzoruje učenje), individualizacijo učenja (glede na individualne potrebe učenca) ter na nove načine razvoja in spodbujanja učenčevega razumevanja konceptov. Passey (idr., 2003, v: Pittard idr., 2003) povzema, da uporaba IKT na pravi način lahko pomaga pri individualizaciji učenja ter razvija pristope, ki postavljajo učenca v središče učnega procesa, ter sodelovalno učenje. Ponuja tudi nove načine za spodbujanje konceptualnega učenja. Poudariti pa je potrebno, da gre za zelo občutljivo področje, na katerem bo potrebno v prihodnosti še več sistematično raziskovati.

2.4.3.1 Vpliv IKT na matematično znanje pri mlajših otrocih

Clements (2002) v članku *Computers in Early Childhood Mathematics* navaja izsledke empiričnih študij, ki so raziskovale vključenost in uporabo računalnikov pri matematiki v zgodnjem otroštvu (od rojstva do 3. razreda OŠ).

Char (1989, v: Clements, 2002) je primerjal dosežke učencev v dveh različnih učnih okoljih z isto vsebino – oblikovanje slik s paličicami: prvo okolje je predstavljala računalniška grafična tabla, drugo pa konkretni material. Ugotovil je, da so bili učenci uspešni v obeh okoljih in da računalniško okolje ponuja enako ali celo boljšo kontrolo in fleksibilnost pri učenju. Tudi druge študije poudarjajo (Olson, 1988, v: Clements, 2002), da računalniki obogatijo izkušnje s konkretnim materialom. Učenci tretjih razredov, ki so uporabljali tako konkretni material kot tudi računalniške programe ali aplikacije, so dosegali boljše rezultate v razvrščanju in logičnem mišljenju ter pokazali večjo sposobnost predvidevanja in preudarjanja v razvrščanju kot učenci, ki so uporabljali le konkretni material.

Kromhout in Butzin (1993, v: Clements, 2002) sta z raziskavo dokazala, da računalniki lahko pomagajo otrokom pri učenju matematike. Za primer navajata računalniški projekt, ki je pokazal pozitiven in statistično pomemben napredek pri matematiki, branju in celotnem testiranju v različnih razredih in šolah. Največji učinki so se pokazali pri učencih, ki so bili v projekt vključeni več kot eno leto.

Clements (2002) pravi, da lahko učenci uporabljajo računalnik za učenje aritmetičnih procesov in za hitrejšo usvajanje globljega konceptualnega učenja. Programska oprema za urjenje lahko učencem omogoči razvoj sposobnosti, kot so štetje ali urejanje (Clements in Nastasi, 1993, v: Clements, 2002). Niemiec in Walberg (1987, v: Clements, 2002) z raziskavo dokazujeta, da se je že 10 minut učenja z računalnikom na dan izkazalo za statistično bolj učinkovito pri doseganju zastavljenih ciljev. Tak pristop je tudi cenovno bolj ugoden kot npr. zmanjševanje števila učencev v razredu. Kraus (1981, v: Clements, 2002) kot potencialno učinkovite omenja tudi računalniške igre. Raziskavo je izvedel z učenci drugega razreda, ki so dva tedna vsak dan po eno uro igrali ustrezne računalniške igre. Na končnem testiranju so v enakem času pravilno rešili še enkrat več računov seštevanja kot učenci v kontrolni skupini.

Clements in Nastasi (1993, v: Clements, 2002) poročata o pozitivnih vplivih uporabe programskega jezika Logo. Učenci z ustreznimi ukazi usmerjajo tako imenovano želvo (kurzor) po določeni poti (labirinti) oziroma rišejo različne oblike. Učenci nižjih razredov OŠ, ki so delali v programu Logo, so pokazali večje zavedanje lastnosti oblik in pomena merjenja. Prav tako je Logo pomembno vplival na znanje o kotu (du Boulay, 1986; Kieran, 1986; Olive et al, 1986; Frazier, 1987; Clements in Battista, 1989; Kieran in Hillel, 1990; Browning, 1991, v: Clements, 2002). Programiranje v Logu predstavlja bogato okolje za učenje reševanja problemov, saj temelji na aktivnem učenju (Clements, 2002).

Delo z računalnikom pomaga tudi pri razvoju višjih miselnih procesov. Predšolski otroci, ki so uporabljali računalnik, so dosegali boljše rezultate pri merjenju metakognicije (Fletcher-Flinn in Suddendorf, 1996, v: Clements, 2002). V mislih so lahko hkrati zadržali več različnih miselnih stanj kot otroci, ki niso uporabljali računalnika.

Računalniške aktivnosti, ki vključujejo reševanje problemov, spodbujajo otroke pri odločanju, izboljšujejo njihove strategije in vztrajnost ter izboljšujejo rezultate na testih kritičnega mišljenja (Gelinas, 1986; Riding in Powell, 1987, v: Clements, 2002). Posebno oblikovani računalniški programi lahko izboljšajo analogno mišljenje pri predšolskih otrocih (Klein in Gal, 1992, v: Clements, 2002). Različni programi za reševanje problemov pomembno povečujejo zmožnost posploševanja in reševanja matematičnih problemov pri prvo- in drugošolcih (Orabuchi, 1993; v: Clements, 2002). Več študij poroča, da Logo spodbuja višje miselne procese pri predšolskih, šolskih in otrocih s posebnimi potrebami (Degelamn et al, 1986; Lehrer et al, 1986; Clements in Nastasi, 1988; Nastasi et al, 1990, v: Clements, 2002). Clements (2002) navaja nekatere pomembne prednosti računalnika za spodbujanje višjih miselnih procesov: omogoča ustvarjanje, spreminjanje, shranjevanje in izboljševanje idej, spodbuja refleksijo, povezuje ideje z različnih področij (npr. matematične in umetnostne), omogoča povratno informacijo, ki jo lahko učenci sami interpretirajo ... S tem učencem omogoča interakcijo, razmišljanje in igro z idejami na poseben način, v nekaterih primerih celo z minimalnim nadzorom učitelja (Clements, 1994, v: Clements, 2002).

Clements (2002) zagovarja kombinacijo različnih pristopov k učenju matematike, saj na ta način lahko izkoristimo prednosti vsakega posebej. Aktivnosti, preko katerih učenci spoznavajo matematiko, temeljijo na otrokovih izkušnjah in interesih, didaktični material, ki ga uporabimo, pa združuje tri tipe medijev: računalnike, konkreten material (vsakdanji predmeti) in učne liste.

2.4.4 Vključevanje izobraževalne programske opreme v poučevanje in učenje

Vse od takrat, ko so ljudje spoznali potencialno moč računalnika v hitrem in sistematičnem reševanju nalog, poteka neprestano raziskovanje in preizkušanje njegovih zmožnosti z namenom izboljšati oziroma preseči eno od funkcij učitelja. Če računalniške programe pišejo tako, da lahko naredijo praktično vse, zakaj ne bi mogli programirati računalnikov tako, da bi lahko poučevali? O tem vprašanju so mnogo govorili predvsem v letih 1960–1970, kasneje pa je bilo vse manj govora o tem, da bi računalniki nadomestili učitelja. Danes je jasno, da učitelj bolj ali manj ohranja svojo tradicionalno vlogo, medtem ko najrazličnejša programska oprema poučevanje in učenje bogati na različne načine, predvsem pa učiteljem daje večjo moč (Roblyer, 2003).

Izobraževalni računalniški programi so aplikacije, ki so jih izdelali posebej z namenom, da podajajo ali pomagajo učencu pri spoznavanju oziroma učenju o neki temi. Čeprav tudi programi, ki jih uporabljamo za delo z besedilom ali razpredelnicami, lahko obogatijo poučevanje, jih običajno ločujemo od izobraževalne programske opreme, saj jih prvotno uporabljamo v druge namene. Izobraževalna programska oprema pa je namenjena zgolj za poučevanje oziroma za podporo učnim aktivnostim (Roblyer, 2003).

Zaradi različnih funkcij, ki jih ima takšna programska oprema, se je pojavila potreba po razvrščanju le-te v različne skupine. Običajno jo delimo na programe za urjenje (*drill and practice*), vodeno učenje (*tutorial*), simulacije (*simulation*), izobraževalne igre (*instructional games*) in reševanje problemov (*problem solving*). Imena nakazujejo različne značilnosti in uporabo, vendar je današnje programe težje razvrstiti predvsem zaradi naslednjih razlogov (Roblyer, 2003):

- razvijalci pogosto zamenjujejo izraze (nekateri programe za urjenje, ki dajejo obsežno povratno informacijo, poimenujejo kar programi za vodeno učenje; drugi simulacije in programe za reševanje problemov uvrščajo med igre);
- programski paketi vsebujejo več aktivnosti, ki služijo različnim namenom (npr. nek program ima veliko aktivnosti za urjenje, vendar tudi nekaj reševanja problemov in igre);
- programska oprema postaja multimedijska; Tergan (1998, v: Roblyer, 2003) opaža, da je zaradi vse večje pojavnosti programske opreme v hiper- in multimedijem okolju (vključno z internetnimi povezavami) težje analizirati interakcije v učnem sistemu in določiti vrsto programskih funkcij, ki jih oprema vsebuje.

Pomembno je, da uporabniki programske opreme določijo funkcije posameznih aktivnosti znotraj neke programske opreme (npr. ali je aktivnost namenjena vaji ali reševanju problema), saj je potrebno k funkcionalno različnim aktivnostim pristopati na različne načine (Roblyer, 2003).

2.4.4.1 Programska oprema za urjenje

Programi za urjenje prinašajo vaje, pri katerih učenci rešujejo posamezne primere, običajno enega naenkrat, in pri tem takoj dobijo povratno informacijo o pravilnosti rešitve. Le-ta se pojavlja v različnih oblikah: preprost napis "Pravilno" ali "Poskusi še enkrat", animiran prikaz, besedna razlaga ali preprosto nadaljevanje z drugo nalogo (Roblyer, 2003). Primer urjenja prikazuje slika 6.

Slika 6: Urjenje v okviru programskega paketa Miškin potep



Vir: Miškin potep (1999).

Učenec zloguje besedo na sliki. Če je ne prepozna, klikne na zvočnik in posluša izgovorjavo. Nato v razpredelnici klikne na pravo število zlogov. Če je izbira pravilna, se pokaže vesel polžek, v nasprotnem primeru pa žalosten. Pod razpredelnico se izpisuje število pravilnih in napačnih odgovorov.

Naprednejše oblike programov za urjenje učencem ponudijo zahtevnejšo stopnjo (potem, ko so pravilno odgovorili na določeno število vprašanj na predhodni, lažji stopnji) ali jih celo pošljejo na predhodno stopnjo, če imajo preveč napačnih odgovorov. Prehodi med stopnjami so običajno jasni (Roblyer, 2003).

Programi za urjenje učitelji lahko uporabijo vedno, kadar se jim zdi, da učenci potrebujejo vajo v obliki učnega lista. Prednosti v primerjavi z vajami na listu so naslednje (Roblyer, 2003):

- takojšna povratna informacija: kadar učenci rešujejo naloge na učnem listu, običajno ne vedo takoj, ali so jih rešili pravilno; zgodi se, da si zapomnijo napačne rezultate, saj popravek vidijo šele kasneje; takojšna povratna informacija pri programih za urjenje učencem omogoči hiter popravek, kar vodi k hitrejšemu prenosu pravilnega rezultata v dolgoročni spomin;

- motivacija: mnogo učencev zavrača naloge na učnih listih bodisi zato, ker delajo veliko napak in jih to odvrne od vaje, bodisi zato, ker še nimajo dovolj razvitih sposobnosti pisanja (npr. učenci s posebnimi potrebami) ali ga ne marajo; v takšnih primerih je računalnik dobra motivacija za učence;
- učitelju prihrani čas: učiteljem ni potrebno pripraviti oziroma oceniti nalog – učenci jih opravijo samostojno, učitelji pa v tem času lahko opravijo druge naloge.

Pri vključevanju v pouk moramo paziti predvsem na določitev časovnega okvira (10–15 minut na dan je za posameznega učenca dovolj, saj se pri daljši vadbi začne dolgočasiti oziroma vadba ni več učinkovita) ter na organizacijo vadbe (zaradi povratne informacije naj bi bila individualna, kar je v primeru premajhnega števila računalnikov težko doseči in moramo pouk oblikovati na druge načine, npr. kot delo v skupinah, po postajah ...). Prav tako ni nujno, da vadijo vsi učencu – nekatere vaje lahko ponudimo le učencem, ki določenih sposobnosti še nimajo razvitih (Roblyer, 2003).

Programi za urjenje so eni prvih in dobro poznanih načinov uporabe računalnika v izobraževanju. Nasprotniki teh programov opozarjajo na zaviranje ustvarjalnosti učencev in nezmožnost razvijanja višjih miselnih procesov v nekem kontekstu (Roblyer, 2003), zagovorniki pa poudarjajo učinkovitost takšnega utrjevanja znanja (hiter in učinkovit prenos novih informacij v dolgoročni spomin) (Merrill in Salisbury, 1984; Salisbury, 1990, v: Roblyer, 2003). Mnogi učitelji pravijo, da morajo učenci dobro osvojiti določene osnovne spretnosti in šele potem bodo lahko le-te uporabljali na višjem miselnem nivoju (Roblyer, 2003). Tudi Gagne (1982, v: Roblyer, 2003) in Bloom (1986, v: Roblyer, 2003) poudarjata pomembnost avtomatizacije nižjih sposobnosti³⁶, da bi učenci nato lahko hitreje in lažje osvojili tiste na višjem nivoju.

Kljub vse večjemu poudarku na reševanju problemov in višjih miselnih procesih bodo določene oblike urjenja verjetno občasno ostale prisotne v mnogih razredih. V določenih situacijah (npr. urjenje posamezne sposobnosti) celo najbolj ustvarjalni in inovativni učitelji vidijo koristi, ki jih prinašajo takšni programi (Roblyer, 2003).

2.4.4.2 Programska oprema za vodeno učenje

Programska oprema za vodeno učenje deluje kot učitelj: po korakih (učnih sekvencah) podaja vse potrebne informacije in navodila za delo (vsebinske povzetke, razlage, vaje, povratno informacijo in oceno). Običajno je mišljeno, da učenec za delo poleg programske opreme ne potrebuje ničesar več. Namenjena je učencem, ki so že dobri bralci (starejši učenci, odrasli). Mlajšim učencem je potrebno program prilagoditi: slušne razlage, bogata grafika, ki učenca usmerja vizualno (Roblyer, 2003)...

Programe za vodeno učenje uporabljamo v različnih razrednih situacijah, namenjeni so individualnemu delu. Pogosto so učinkoviti v primerih, ko je učitelj že razložil učno snov, vendar je

³⁶ Nekaj sposobnosti, ki jih učenci lahko pridobijo in utrjujejo s programi za urjenje: avtomatičen priklic aritmetičnih dejstev (potrben pri višjih matematičnih procesih), hitro tipkanje, pravilna stavčna struktura, pravopis, osnove slovnice (Roblyer, 2003) ...

nekateri počasnejši učenci niso razumeli. V tem primeru lahko preko programa še enkrat v lastnem tempu predelajo učno snov in z vajami preverjajo svoje znanje. Prav tako jih lahko uporabijo npr. študentje, ki se želijo vnaprej pripraviti na neko predavanje, pred izpitom preveriti svoje znanje ali le nadoknaditi zamujeno snov. Dobro oblikovani programi se v kombinaciji z drugimi metodami uporabljajo tudi za učenje na daljavo. V zadnjem času jih pogosto zasledimo na spletnih straneh ponudnikov različne programske opreme, kjer po korakih razlagajo uporabo določenega programa³⁷ (Roblyer, 2003).

Programi za vodeno učenje so deležni podobne kritike kot programi za vadbo – očitajo jim predvsem zaviranje učenčeve ustvarjalnosti in raziskovalnega učenja. Ker je pripraviti dober program za vodeno učenje zelo zahtevna naloga, kritiki opozarjajo na pogosto trivialnost pri le-teh (veliko programov po ocenah strokovnjakov ne ustreza zahtevanim kriterijem). Na tržišču jih je precej manj kot drugih vrst izobraževalne programske opreme. Vzrok je predvsem v zahtevnosti priprave: dober program za vodeno učenje zahteva široko raziskavo o tem, kako predstaviti neko vsebino (predvsem metodično), kakšne cilje naj bi dosegli s programom, kako najbolje razložiti in predstaviti osnovne koncepte, pogoste napake, ki jih delajo učenci pri neki vsebini, kako oblikovati povratno informacijo... Vse omenjene težave le še stopnjuje dejstvo, da se učitelji tudi med seboj pogosto ne strinjajo, katera metoda je za določeno vsebino najbolj primerna, v kakšnem vrstnem redu naj si sledijo učne naloge ... Dobri programi za vodeno učenje so zato zelo dragoceni, saj imajo poleg kvalitetnega podajanja vsebine tudi prednosti, ki jih prinašajo programi za urjenje (vaje s povratno informacijo, prihranek časa, visoka motivacija) (Roblyer, 2003).

2.4.4.3 Simulacije

Simulacija je računalniški model resničnega ali imaginarnega sistema, namenjen poučevanju delovanja le-tega. Uporabniki pogosto sami izberejo naloge, ki jih bodo rešili, prav tako tudi vrstni red reševanja. Alessi in Trollip (2001, v: Roblyer, 2003) simulacije delita v več skupin:

- fizične (uporabniki upravljajo s predmeti ali pojavi na zaslonu – npr. izvajajo kemične poskuse),
- ponavljajoče (upočasnijo ali pospešijo procese, ki običajno minejo prehitro oziroma trajajo predolgo, da bi jih lahko opazovali v naravi, npr. učinek okoljskih faktorjev na ekosistem),
- proceduralne (učijo primerno zaporedje korakov za izvedbo določenih postopkov/procedur; sem npr. uvrščamo diagnostične programe za reševanje medicinskih problemov, simulatorje letenja ...),
- situacijske (uporabniki dobijo hipotetični problem, ki ga nato rešujejo; znane so simulacije uporabljanja na borznem trgu, vodenja nekega posla ...).

Večina učiteljev simulacije vidi kot uporabno orodje, vendar se vseeno pojavljajo določeni dvomi predvsem v zvezi z natančnostjo simulacij: učenec bi lahko dobil napačne predstave o nekem

³⁷ Takšno vodeno izobraževanje ima veliko prednosti: učenec sam izbere, kateri del izobraževanja potrebuje, kdaj ga bo izvedel, v kakšnem tempu (lahko se vrača k predhodnim lekcijam) ... Običajno na začetku lekcije predstavijo cilje in vsebino, lekcije si sledijo od preprostih (razlage in prikazi najosnovnejših funkcij programa) do bolj kompleksnih (zahtevnejše funkcije), na koncu vsake so podani ključni pojmi in kratek test za preverjanje lastnega znanja.

sistemu, saj mu simulacija ponuja le kontrolirane situacije. Brez izkušenj v realnosti bi si lahko ustvaril napačen občutek, da je sposoben obvladati vse situacije. Nujno je torej uporabo simulacij na določeni točki nadgraditi z izkušnjami v realnosti. Poudarjajo tudi, da je predvsem pri mlajših učencih pomembno, da morajo najprej situacijo zaznati z vsemi petimi čuti, ne pa neposredno na računalniškem zaslonu.

Kljub izraženim dvomom v uporabnost simulacij je potrebno poudariti prednosti, ki jih prinašajo (Alesii in Trollip, 2001, v: Roblyer, 2003):

- prihranijo čas (predvsem v primerih, ko gre za študij o rasti, razvoju živih bitij in drugih dolgotrajnih procesih),
- upočasnijo procese (v primerih, ko gre za obravnavo procesov, ki so zaradi hitrosti običajno skriti človeškim očem),
- pritegnejo pozornost učencev (s tem, ko sodelujejo pri izvajanju procesov in vidijo rezultate svojega dela),
- omogočajo varno eksperimentiranje,
- nemogoče stvari naredijo mogoče (učitelji pogosto učencem ne morejo omogočiti dostopa do nekega vira oziroma situacij, simulacije pa vse to omogočijo),
- prihranijo denar in druge vire (material za poskuse, živa bitja ...),
- omogočajo ponavljanje z različnimi rešitvami, načini,
- omogočajo kontrolo nad situacijami (v realnem življenju pogosto prihaja do neprijetnih situacij, ko se učenec prvič sooči z neko nalogo).

Na trgu najdemo kar nekaj simulacijskih programov³⁸, največ za področje naravoslovja. Zaradi hitrega tehnološkega razvoja so vedno boljše na grafičnem področju, izboljšujeta se varnost in kontrola, vedno več je interaktivnih vsebin ...

2.4.4.4 Izobraževalne igre

Izobraževalne igre so programska oprema, pri kateri povečujemo motivacijo z dodajanjem pravil igre v določeni učni dejavnosti. Kljub temu, da jih učitelji pogosto uporabljajo na enak način kot programsko opremo za urjenje ali vodeno učenje, jih obravnavamo ločeno, saj gre za nekoliko drugačen pristop k učencem. Kadar učenci vedo, da bodo igrali igro, pričakujejo zabavo zaradi tekmovanja in možnosti zmage in pri tem postane poučna komponenta drugotnega pomena. Zato poučevanje nikakor ne sme temeljiti le na tovrstnih programih, seveda pa so dobrodošli v smislu ohranjanja pozornosti ali kot nagrada za dosežke pri določenih aktivnostih (Randel, Morris, Wetzel in Whitehill, 1992, v: Roblyer, 2003).

Tako kot pri simulacijah tudi pri izobraževalnih igrah ni potrebno, da jih učitelj zna razvrstiti v določene kategorije, temveč je pomembno le, da zna na podlagi značilnosti neke programske opreme ločiti med izobraževalnimi igrami in drugo izobraževalno programsko opremo. Te

³⁸ Večinoma so v tujih jezikih (največ v angleščini), zato so primerne za učence, ki jim tuj jezik ne predstavlja ovire (dijaki, študentje) (op. a.).

značilnosti so naslednje: pravila igre, elementi tekmovanja ter vznemirljivi ali zabavni formati (Roblyer, 2003).

Preden se odločimo za določeno izobraževalno igro, moramo preveriti več stvari: kakšna je njena izobraževalna in motivacijska vrednost, kakšne fizične spretnosti zahteva od učenca (v primeru, da učenec igri ni kos, lahko pride do določene frustracije namesto večje motiviranosti), ali vsebuje elemente nasilja (Roblyer, 2003) ...

Učitelji imajo o izobraževalnih igrah različna mnenja. Nekateri so prepričani, da so igre zelo učinkovito izobraževalno orodje in bi učno okolje brez njih bilo pusto, medtem ko drugi trdijo, da gre pri njihovi uporabi pogosto za pretiravanje in neprimerno uporabo. Nasprotniki trdijo tudi, da igre učencem predstavljajo beg od učenja ter spodbujajo zunanjo učno motivacijo namesto notranje. Učenci naj bi imeli težave z razumevanjem, kateri del igre predstavlja neko spretnost, in jo zato težko prenesejo v situacije, ki niso povezane z igro samo (Roblyer, 2003). Na drugi strani so najnovejše študije potrdile, da izobraževalne igre lahko uporabimo za spodbujanje višjih miselnih procesov, vendar je to v veliki meri odvisno od načina, kako učitelj igro vključi v učni proces (Henderson, Klemens in Eshet, 2000; Rieber, Smith in Noah, 1998, v: Roblyer, 2003).

Učitelji izobraževalne igre uporabljajo zaradi naslednjih motivacijskih lastnosti (Roblyer, 2003):

- nadomestijo učne liste in vaje (podobno kot programi za urjenje),
- spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo,
- služijo kot nagrada (verjetno učitelji najpogosteje uporabijo igre ravno v tej funkciji, vendar morajo biti previdni, saj prepogosta uporaba izniči pozitiven učinek).

2.4.4.5 Programska oprema za reševanje problemov

V sodobnem izobraževanju predstavlja reševanje problemov enega od najpomembnejših ciljev, a je ravno to področje najslabše definirano in težko razumljivo. Definicija reševanja problemov (Sherman, 1987–1988, v: Roblyer, 2003) zajema vrsto zaželenih spretnosti in vedenj: metakognicija, opazovanje, priklic informacij, sklepanje, analiziranje, iskanje in organiziranje informacij, povzemanje, napovedovanje rezultatov, ugotavljanje analogij in oblikovanje idej. Pogosto imajo z definiranjem problemov težave celo znanstveniki.

Med učitelji sta se izoblikovala dva splošna pogleda na reševanje problemov. Nekateri reševanje problemov vidijo kot višjo miselno spretnost, ki jo lahko oblikujejo neposredno (z določenim poučevanjem in vajo), medtem ko drugi menijo, da je edina možnost postaviti učenca v problemsko okolje, kjer bo z določenim usmerjanjem in nasveti sam našel pot do rešitve. Prvi pogled zahteva predhodno razvijanje določenih spretnosti in sposobnosti za reševanje točno določenih problemov, pri drugem pogledu pa je najbolj pomembna motivacija, ki bo učenca spodbudila k reševanju problema in mu ga predstavila kot del vsakdanjega življenja (Roblyer, 2003).

Ločimo dve različni vrsti programske opreme, preko katere lahko razvijamo spretnosti za reševanje problemov. Prva je namenjena za razvijanje spretnosti na določenem učnem področju (prvotno

matematičnem). Gre za programsko opremo, ki spodbuja učence k učenju strategij za reševanje npr. geometrijskih problemov. Druga vrsta programske opreme za reševanje problemov se osredotoča na splošne spretnosti, ki niso neposredno vezane na učno vsebino (npr. priklic dejstev, delitev problema na posamezne korake, predvidevanje rešitev) (Roblyer, 2003).

Kritiki izpostavljajo sledeče probleme v zvezi s programsko opremo za reševanje problemov (Roblyer, 2003):

- večina programov obljublja razvijanje sposobnosti za reševanje problemov, težko pa je preveriti dejansko učinkovitost; to ostaja na učiteljih samih;
- neposredno poučevanje reševanja problemov ima na nekatere učence lahko ravno obratni učinek od pričakovanega;
- prenos splošnih spretnosti in sposobnosti reševanja problemov na specifična področja je včasih lahko problematičen.

Vključevanje programske opreme za reševanje problemov v pouk zahteva od učitelja še več odgovornosti kot običajno. Pri poučevanju reševanja problemov se morajo odločiti, katere sposobnosti želijo izboljšati pri učencih in kateri način je za to najprimernejši. Pri tem jim je lahko v pomoč naslednjih sedem korakov (Roblyer, 2003):

1. Učencem moramo omogočiti dovolj časa za raziskovanje in interakcijo s programom, vendar je potrebno oblikovati tudi jasna navodila, cilje in časovno razporeditev za delo in poročanje o rezultatih.
2. Obsežnost navodil in pomoči prilagodimo vsakemu učencu posebej glede na njegove potrebe.
3. Omogočimo učencem pogovor o delu, o metodah, ki so jih uporabili ...
4. V pogovoru poudarjamo miselne procese, ki jih je zahtevala naloga, in se izogibajmo poudarjanju dobljenih rešitev.
5. Poudarimo pomembnost pridobljenih spretnosti za reševanje drugih problemskih situacij.
6. Omogočimo učencem delo v parih ali manjših skupinah.
7. Za ocenjevanje se izognimo klasičnemu papirju in svinčniku in poiščimo druge alternative.

Programska oprema za reševanje problemov je običajno zelo podobna simulaciji, zato je pogosto težko ločevati med njima. Obe namreč temeljita na konstruktivističnem modelu in strategije, ki jih je potrebno uporabiti pri eni ali drugi, se ne razlikujejo (Roblyer, 2003).

2.4.5 Načini uporabe IKT pri pouku

S hitrim razvojem IKT se pojavljajo vedno novi načini uporabe le-te v izobraževanju. Posamezna učna področja se zaradi svoje narave razlikujejo tudi po načinih in obsegu uporabe IKT. Najpogosteje uporabo IKT zasledimo pri pouku matematike, naravoslovnih predmetov in jezika, redkeje pri vzgojnih predmetih (glasbena in športna vzgoja).

V tem poglavju bomo skušali predstaviti nekaj najpogostejših načinov uporabe IKT pri pouku, hkrati pa izpostaviti problemska področja, ki so postala aktualna v času spreminjanja dolgoletne učne prakse.

Prva težava, ki zaznamuje prav vsa področja in jo zato omenjamo že na začetku, je iskanje primerne programske, včasih tudi strojne opreme.

2.4.5.1 IKT pri jezikovnem pouku³⁹

Leu (2001, v: Roblyer, 2003) je zapisal, da internet in druge nove informacijske tehnologije spreminjajo naravo pismenosti in njenega poučevanja. Vedno pogosteje jih učitelji vključujejo tako v samo začetno opismenjevanje (razvijanje osnovnih spretnosti branja, pisanja, poslušanja in govorjenja) kot v kasnejše delo z literaturo, jezikovno zgradbo in formalno komunikacijo. Pri tem se srečujejo z nekaterimi problemi, tipičnimi za to področje (Roblyer, 2003):

▪ **Poučevanje tipkanja**

Pri jezikovnem pouku imajo največji pomen programi za delo z besedilom. Do danes tipkanje na tipkovnico ostaja najpogostejši način vnašanja besedila v digitalno obliko. To predstavlja problem predvsem najmlajšim učencem, ki šele pričenjajo z opismenjevanjem, in jih počasnost pisanja (tudi na papir) močno ovira pri zapisovanju svojih misli. Nekateri trdijo, da se morajo učenci najprej učiti pravilnega tipkanja na tipkovnico, saj si bodo v nasprotnem primeru privzgojili napačne poteze (nepravi prsti na posameznih tipkah), kar jih utegne kasneje ovirati pri hitrosti tipkanja⁴⁰. Drugi zagovarjajo mnenje, da je treba učence le seznaniti z najosnovnejšimi informacijami v zvezi s tipkovnico, nato pa z njeno uporabo v različnih situacijah sami postopno izboljšujejo spretnost in hitrost pisanja. V zadnjem času na trg prihaja vse več aplikacij, ki omogočajo neposredno pretvorbo govora v besedilo, kar bo verjetno postopno zmanjšalo vpliv tipkovnice in odpravilo omenjeni problem spretnosti tipkanja.

▪ **Branje z monitorja ali branje s papirja**

Kljub današnji visoki ločljivosti besedila in grafike branje z monitorja še vedno ostaja nekoliko bolj nerodno in okorno v primerjavi z branjem s papirja. Omenjeno dejstvo ter poleg tega še skrb za zdrave oči, kršenje avtorskih pravic in (ne)dostopnost virov učitelje odvrača od vključevanja elektronskega besedila v jezikovni pouk (poučevanje branja, učenje s pomočjo branja). Ne glede na to imamo danes na voljo na milijone elektronskih besedil (mnoga so dostopna vsem, npr. Googlova akcija digitalizacije vseh besedil iz Kongresna knjižnice v Washingtonu) in ob tem se poraja vprašanje, kakšne so prednosti branja le-teh z monitorja v primerjavi z branjem s papirja. Anderson-Inman in Horney (1998, v: Roblyer, 2003), navajata nekaj značilnosti elektronskega besedila, ki ga pomembno ločujejo od tiskanega: elektronsko besedilo lahko spreminjamo, obogatimo (npr. s slikami, grafiko), programiramo (ustvarimo aktivne povezave, ki omogočajo lažje branje oziroma

³⁹ Ker so načini uporabe IKT pri jezikovnem pouku in pouku tujega jezika zelo podobni, jih predstavljamo združene v enem poglavju.

⁴⁰ Največji zagovorniki celo preprečujejo otrokom dostop do računalnika, dokler ne osvojijo osnov pravilnega tipkanja.

pregledovanje besedila), iskanje po elektronskem besedilu je neprimerno hitrejšo in brez težav ga lahko delimo tudi s prostorsko najbolj oddaljenimi bralci (zelo uporabno za študij). Problematika brati z monitorja ali s papirja postaja vse manj pereča, saj učitelji pri poučevanju izkoriščajo prednosti tako enega kot drugega medija.

- **Medijska pismenost v primerjavi s klasično pismenostjo**

V času, ko svet deluje v množici različnih medijskih oblik, je pomembno, da so učenci tudi medijsko pismeni, saj klasična pismenost ne zadostuje več. To pomeni, da morajo uspešno znati določiti, dostopati, analizirati, oceniti in manipulirati z informacijami v različnih oblikah (npr. kako priti do primerne elektronske vira informacij ali kako uporabiti informacije, shranjene na zgoščenkah ...). Omenjene spretnosti morajo učenci pridobiti v procesu izobraževanja, kar pomeni, da morajo nujno biti vključene v kurikulum (Toomey in Ketterer, 1995, v: Roblyer, 2003).

Strategije vključevanja IKT v jezikovni pouk delimo na tri večja področja: tehnologije za podporo pisanju in objavljanju, branju in učenju ter komunikaciji in sodelovanju (Roblyer, 2003).

- **Tehnologija za podporo pisanju in objavljanju**

Sredi 80-ih se je v izobraževanju pojavil nov pristop k poučevanju pisanja, ki je poudarjal pisanje kot proces in ne le kot produkt. Učenci so s programsko opremo za pisanje pridobili dostop do elektronskih orodij in tako je nov pristop k pisanju brez večjih ovir zaživel v praksi. Pisanje v urejevalnikih besedil spodbuja tako ustvarjanje kot pregledovanje besedila, hkrati pa učenem omogoča osredotočenje na same ideje in kako jih posredovati naprej. Urejevalnik besedil v praksi lahko uporabimo na veliko načinov: pisanje pesmi, pisanje fantazijskih zgodb (opremijo jih lahko tudi grafično), pisanje poročila (predhodno zbirajo informacije iz različnih virov), organizacija in oblikovanje besedila, pregled besedila (slovnični, pravopisni), objava ali predstavitev lastnega dela (časopisni članek, elektronska prosojnica, spletna stran) (Roblyer, 2003). Za poučevanje najmlajših učencev je potrebno najti primerno programsko opremo, ki nam je lahko v pomoč pri obravnavi oziroma utrjevanju določene učne snovi (npr. prepoznavanje glasov v besedi, zlogovanje besede ...).

- **Tehnologija za podporo branju in učenju**

Za razvoj bralnih spretnosti in navad lahko uporabimo tehnologijo na več različnih načinov, med katerimi je potrebno omeniti tri najpogostejše (Roblyer, 2003): računalniško vodeno poučevanje branja (vaje za osnovne bralne spretnosti različnih zahtevnostih stopenj⁴¹), računalniško podprto razumevanje besedila in bogatenje besednega zaklada (npr. nove ali težje besede v besedilu imajo povezavo na razlago) in računalniško podprto pisanje povzetkov (opomb, komentarjev).

- **Tehnologija za podporo komunikaciji in sodelovanju**

Internet učencem omogoča dostop do ogromnih količin informacij in virov, hkrati pa tudi povečuje možnost za komunikacijo in sodelovanje z drugimi učenci in strokovnjaki po celem svetu.

⁴¹ Trenutno v Sloveniji še nimamo kompleksnega programa, ki bi omogočal učenje branja po različnih težavnostnih stopnjah (op. a.).

Dopisovanje preko elektronske pošte in forumov se je izkazalo za zelo pozitivno v smislu izražanja misli in idej (učenci se bolj potrudijo, če vedo, da bo njihovo misel bralo več ljudi na nekem forumu), motivacije, razumevanja drugih kultur, izražanja v tujem jeziku ... Za učenje tujih jezikov pa je še posebej pomembna možnost video-konferenc in učenja na daljavo (višje stopnje izobraževanja), saj se pogosto dogaja, da v neki izobraževalni ustanovi ne morejo zagotoviti primerne kadra (Roblyer, 2003).

2.4.5.2 IKT pri pouku naravoslovja

Tehnologija ponuja številne možnosti izboljšave pouka naravoslovja, vendar se mnogi sprašujejo, ali res lahko nadomesti konkretno raziskovanje v okolju ali laboratoriju. Poleg tega vprašanja poudarjajo tudi pomembnost razumevanja procesov in ne le površinskega znanja, ki ga včasih prinaša vključevanje tehnologije v pouk (Roblyer, 2003).

Obstaja veliko načinov, kako IKT vključiti v pouk naravoslovja. Eden od vidikov sodelovanja v znanstvenem raziskovanju je zbiranje in analiza podatkov, pri čemer so nam lahko v pomoč številni programi, ki to omogočajo. IKT lahko uporabimo za ustvarjanje okolja, ki učenem ponuja strategije in orodja za raziskovanje. Takšno okolje običajno vključuje več povezanih procesov, kot so postavljanje vprašanj, zbiranje podatkov in informacij ter možnost izmenjave idej (Roblyer, 2003).

Razumevanje učnih vsebin lahko izboljšamo z vključevanjem simulacij, vizualizacij ipd. v pouk. Takšna programska oprema je lahko zelo učinkovito orodje, saj pripomore k praktičnemu prikazu⁴² in s tem boljšemu razumevanju učne snovi (Roblyer, 2003). Slovenski trg trenutno ponuja kar nekaj programske opreme, namenjene tudi najmlajšim učencem. Omeniti velja predvsem zgoščenke, ki na otroku primeren način podajajo veliko informacij o izbranih temah, kot so človeško telo, rastline, živali, letni časi, življenjska okolja ... Učitelj jih lahko uporabi na različne načine: fotografije ali animacije so mu v pomoč pri seznanitvi učencev z novo učno snovjo ali pri utrjevanju učne snovi (npr. s pomočjo računalniške projekcije), učenci lahko preko različnih nalog raziskujejo neko učno snov z uporabo zgoščenke, običajno programska oprema vsebuje tudi zanimive didaktične igre, ki učence motivirajo za delo ... Učence, ki že dobro berejo, lahko seznanimo s primernimi vsebinami na spletu ter jih vodimo pri delu z njimi.

2.4.5.3 IKT pri glasbenem in likovnem pouku

Učitelji umetnostnih predmetov so pogosto proti vključevanju izobraževalne tehnologije v pouk, saj naj bi njena brezosebnost slabo vplivala na tradicionalna humanistična prizadevanja. Vendar pa ne moremo mimo dejstva, da je ravno tehnologija bila tista, ki je skozi stoletja prinesla orodja, materiale in procese, ki so močno zaznamovali kreativno izražanje umetnikov. Integracija računalnikov in druge elektronske tehnologije predstavljajo naslednji logični korak v razvoju umetnosti (Roblyer, 2003).

⁴² Še posebej to velja za prikaz dogodkov, ki se v naravi dogajajo zelo počasi oziroma zelo hitro in jih je zato skoraj nemogoče spremljati. Prav tako je možno prikazati dogodke, ki jih je prenevarno oziroma težko opazovati v naravi (Roblyer, 2003).

Robins in Roland (1994, v: Roblyer, 2003) navajata tri razloge, zakaj uporabiti izobraževalno tehnologijo tudi pri umetnostnih predmetih⁴³:

- Učitelji z integracijo novih tehnologij v umetnostne predmete učence izpostavijo novim in zanimivim načinom umetniškega izražanja.
- Nove tehnologije zahtevajo nov niz pismenosti, ki omogoča kritično vrednotenje poplave sporočil v vsakdanjem življenju.
- Vedno pogosteje se od delavcev zahteva sposobnost ustvarjalnega reševanja problemov. Program, ki razvija določene učenčeve potenciale na področju glasbe, animacije, grafike, multimedije in drugih rastočih tehnologij, omogoča učencem, da bodo pri svojem delu v prihodnosti konkurenčni.

Uporaba tehnologije v svetu glasbe je neizogibno dejstvo. Skoraj vsaka glasbena kompozicija, ki jo slišimo, gre na določeni točki skozi nek tehnološki proces (pri ustvarjanju, izvajanju ali reproduciranju). Uporaba tehnoloških virov v glasbenem izobraževanju predstavlja velik motivacijski faktor, poleg tega pa učence pripravi na vstop v tehnološko družbo, v kateri živijo. Predstavlja orodje za doseganje pomembnih ciljev glasbene vzgoje, kot so: pozorno, analitično poslušanje glasbe, ustvarjanje glasbe (Fuertes) ... V pouk glasbene vzgoje lahko vključimo različne vrste tehnologije (Roblyer, 2003):

- elektronska glasbila (npr. sintetizator zvoka, električna kitara),
- avdiovizualna sredstva,
- računalnik z ustrezno programsko opremo (programi za notacijo⁴⁴, za pisanje, urejanje in predvajanje datotek MIDI in avdio ...),
- projektor LCD ...

Zgoraj omenjena programska oprema je namenjena učencem na višji stopnji osnovne šole in starejšim, za najmlajše (1. triletje) pa ustrezne programske opreme skoraj ni najti. Omenimo prvi programski paket za učence tretjega razreda avtorice Bogdane Borote (2007), ki ponuja možnost poglobljanja glasbenih izkušenj v izdelanem računalniškem okolju.

Podobno kot sveta glasbe si tudi vizualne umetnosti ne predstavljamo več brez uporabe tehnologije. Učitelji pogosto izpostavljajo problem naravnosti likovne vzgoje zgolj k ustvarjanju likovnih del. V majhnem številu ur težko najdejo čas za vključevanje drugih vidikov likovne umetnosti, kot so zgodovinski pregled, principi estetike, likovna kritika in uporaba tehnologije za ustvarjanje in obdelavo likovnih del. Obstaja veliko možnosti, kako vključiti tehnologijo v pouk likovne vzgoje. Med najpogostejšo strojno opremo na tem področju štejemo opremo za digitalno fotografijo in video ter optični čitalec. Mnogi programi omogočajo delo z digitalnim zapisom in tako odpirajo novo vejo v vizualni umetnosti. Učiteljem in učencem je na voljo tudi nekaj programov, v katerih lahko rišejo, slikajo ... Nekatere programe, namenjene najmlajšim, pogosto uporabljajo za uvajanje dela z računalnikom (Roblyer, 2003).

⁴³ Pod umetnostne predmete v slovenskem prostoru uvrščamo predvsem likovno in glasbeno vzgojo.

⁴⁴ Programi za notacijo so namenjeni zapisovanju glasbe in običajno ponujajo pestro paleto funkcij, ki nam omogočajo urejanje glasbenega zapisa (transformacije, prilagoditve za inštrumente, predvajanje zapisanega ...

2.4.6 IKT pri pouku matematike

Glede na raznolikost vsebin, s katerimi se srečujejo učenci pri pouku matematike (številna in računske operacije, algebra, geometrija z merjenjem, obdelava podatkov), se nam zdi smiselno predstaviti vključevanje tehnologije po teh področjih. Povzeli bomo tudi stališče snovalcev slovenskega Učnega načrta za matematiko o vključevanju računalnika v pouk matematike.

2.4.6.1 Vključevanje tehnologije v pouk matematike

▪ Tehnologija za podporo števil in računskih operacij

Programska oprema je lahko učencem v veliko pomoč pri razumevanju števil in računskih operacij. Na tujem in slovenskem trgu obstaja veliko programov, ki skozi zanimive in nazorne naloge vodijo učence k oblikovanju številskih predstav in razumevanju računskih operacij. Uporabne so tudi računalniške tabele, ki ustvarijo okolje, v katerem lahko učenec raziskuje koncept števil, operacij in vzorcev. Glede na vsebino sem uvrščamo tudi kalkulator, ki ga učitelj uvede postopno in hkrati pazi, da učenci ne postanejo odvisni od njega (Roblyer, 2003).

▪ Tehnologija za podporo algebri

Tehnologija prinaša učencem možnost raziskovanja konceptov funkcij. S pomočjo grafičnih kalkulatorjev in računalniških algebrskih sistemov učenci lahko nazorno predstavijo funkcije, raziskujejo matematične modele ter simbolične prikaze in vzorce (Roblyer, 2003). Raziskave so pokazale (Dunham in Dick, 1994, v: Roblyer, 2003), da uporaba grafičnih kalkulatorjev lahko izboljša razumevanje med simboličnim, grafičnim in številskim prikazom problemov. Še bolj učinkoviti pri tem so razni računalniški programi, ustvarjeni v ta namen (Roblyer, 2003)

▪ Tehnologija za podporo geometriji in merjenju

Interaktivna ali dinamična geometrijska programska oprema učencem predstavlja okolje, v katerem lahko raziskujejo geometrijske koncepte in objekte. Abstraktne ideje postanejo realnejše in na ta način učencem zagotovimo dobro osnovo za razvoj matematičnega mišljenja in dokazovanje. Renne (2000, v: Roblyer, 2003) pravi, da so tudi internetni viri tisti, ki lahko pomagajo učencem ustvariti povezavo med geometrijo in svetom okoli njih. Razumevanje lastnosti transformacij in simetrije postaja v današnjem času vedno pomembnejše in je zato pogosto uvrščeno med standarde znanja v učni načrt za matematiko. Tudi za to področje obstaja vrsta programske opreme, ki omogoča nazorno učenje (Roblyer, 2003).

Pri merjenju je manj možnosti za uporabo tehnologije, vendar še vedno lahko izbiramo med nekaj programi, ki učence z zanimivimi nalogami uvajajo v merjenje⁴⁵. Edinstveno mersko izkušnjo ponuja GPS (Global positioning systems), ki ga učitelji in učenci lahko uporabijo na različne načine (Day, 1999, v: Roblyer, 2003) in tako razvijajo spretnost merjenja. Pri nas je od leta 2003 do 2006 v okviru projekta GISAS⁴⁶ (evropski program Socrates-Minerva) potekala posodobitev pouka

⁴⁵ Najmlajšim učencem ponujajo npr. merjenje z nestandardnimi konstantnimi enotami.

⁴⁶ Cilj projekta je bil raziskati kvaliteto vodotokov v okolici sodelujočih evropskih šol in s pomočjo sodobne IKT izmenjati pridobljene rezultate in jih uporabiti za analizo ter primerjave (Močnik, Rugelj, 2006).

geografije v srednjih šolah z uvajanjem GIS-a⁴⁷ (geographical information system) (Močnik, Rugelj, 2006).

• **Tehnologija za obdelavo podatkov**

Tehnologija je idealno okolje za učenje dela s podatki: učenci podatke uredijo v tabelo in nato oblikujejo grafične prikaze. V ta namen lahko uporabijo različno programsko opremo, od preproste do bolj zahtevne. Tudi svetovni splet ponuja učencem realistično statistiko in možnost izvesti raziskavo v primernem časovnem obsegu in relevantnem okolju (Roblyer, 2003).

Med zgoraj navedenimi tehnologijami (najpogosteje gre za programsko opremo) smo izpustili opise posameznih programov, saj je med njimi mnogo takšnih, ki niso poznani oziroma značilni za slovenski prostor. Menimo, da jezik predstavlja oviro za uporabo mnogih kvalitetnih didaktičnih programov. Predvsem na razredni stopnji je pomembno, da učenec lahko prebere ali celo sliši navodila oziroma povratno informacijo v maternem jeziku. Zato učitelji predvsem na razredni stopnji največ posegajo po slovenskih ali v slovenščino prevedenih didaktičnih programih. Za področje matematike je take opreme kar nekaj⁴⁸, učitelji pa lahko uporabijo tudi marsikatero spletno aplikacijo v tujem jeziku⁴⁹ (npr. za utrjevanje računskih operacij), saj je matematika univerzalni jezik.

2.4.6.2 Računalnik v slovenskem Učnem načrtu za matematiko

Kot pripomoček za bolj kvalitetno izobraževanje na področju matematike se v zadnjih letih poleg konkretnega materiala pogosto omenja tudi računalnik. Učni načrt (1998) predvideva uporabo računalnika le v zvezi z računalniškimi preglednicami (od 6. razreda naprej), vendar predpostavlja, da učenci že poznajo delo z računalnikom. Dopoluča možnost, da delo s preglednicami učenci spoznajo pri kakšnem drugem predmetu. V ta namen predvideva uporabo računalniške učilnice.

V učnem načrtu (1998) je zapisano tudi, da učitelj lahko uporablja računalnik samostojno v razredu, v okviru računalniške učilnice ali drugače. Omenjeni so programi za učenje geometrije v višjih razredih osnovne šole ter programi za treniranje računskih spretnosti⁵⁰, vendar pa učni načrt ne predvideva obvezne uporabe teh programov z naslednjimi utemeljitvami (Učni načrt, 1998):

- učinkovitost tako pridobljenih znanj še ni zadovoljivo preverjena,
- tovrstna znanja je možno učinkovito poučevati tudi brez računalnika in
- kvaliteta poučevanja je močno odvisna od učiteljevega interesa za tehnologijo.

⁴⁷ GIS je sistem za zbiranje, shranjevanje, posodabljanje, manipuliranje, analiziranje in prikazovanje vseh oblik prostorsko orientiranih informacij (Wikipedia).

⁴⁸ Bralec lahko preveri trenutno stanje dostopne programske opreme v Virtualni knjižnici Slovenije (URL="http://www.cobiss.si/", 5. 11. 2007). V vzajemni bibliografsko-kataložni bazi podatkov pod ključno besedo zapiše *matematika*, izbere *slovenski jezik* ter določi vrsto gradiva – *računalniški CD/DVD-ji*.

⁴⁹ Menimo, da učenci lahko uporabljajo nekatere tuje spletne aplikacije, če niso navodila v tujem jeziku preobsežna in jih lahko nadomesti kratka učiteljeva razlaga. Pogosto je povratna informacija za mlajše otroke podana v slikovni obliki (npr. smejoč ali žalosten obraz) in jo brez težav razumejo. Pri geometriji pa je bolj kot npr. pri aritmetiki pomembno tudi izražanje, zato programi v tujem jeziku niso primerni.

⁵⁰ Imena programov niso omenjena.

Učni načrt uporabo računalnika in druge informacijsko-komunikacijske tehnologije torej prepušča presoji učitelja in možnostim šole.

V osnutku posodobljenega učnega načrta za matematiko (2007) med splošnimi cilji in kompetencami na zadnjem mestu zasledimo tudi *uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije*. Poleg tega, da se od učencev od 6. razreda naprej zahteva poznavanje dela z računalniškimi preglednicami, je v sklopu medpredmetnih povezav zapisan cilj, da učenci *uporabljajo računalniške programe*. Navedeni so primeri programov:

- programi za urjenje računskih operacij, pretvarjanja metrskih enot, risanje simetrije,
- programi za statistično obdelavo podatkov (delo z računalniškimi preglednicami) ter
- programi za dinamično geometrijo.

2.4.7 Sklep

Uporaba IKT v šolah neprestano narašča in postaja učinkovit del poučevanja in učenja. V izobraževanju se je pojavila že okoli leta 1950 (v osnovnih šolah 10 let kasneje) in čeprav so mnogi napovedovali, da bo močno spremenila izobraževanje v smislu zamenjave učitelja, se to ni zgodilo. Učitelj je obdržal vlogo mentorja in oblikovalca učnega okolja, ki pa ga mora znati tudi dobro integrirati v pouk.

Da bi IKT kar najbolje izkoristili za učenje, so mnogi pri ustvarjanju didaktičnega materiala za to področje kot izhodišče upoštevali teorije učenja. Na podlagi behavioristične teorije so nastali programi za vajo in utrjevanje, ki so kljub očitkom kritikov na določeni stopnji učenja zaželeni, še posebej pa so primerni za najmlajše (osnovne matematične operacije, branje, pisanje ...). Konstruktivisti in kognitivisti pa so s svojo teorijo prispevali k oblikovanju programske opreme, ki omogoča sodelovanje in raziskovanje in s tem vpliva na razvoj višjih miselnih procesov.

S hitrim razvojem IKT se pojavljajo vedno novi načini uporabe le-te v izobraževanju. Posamezna učna področja se zaradi svoje narave razlikujejo po načinih in obsegu uporabe IKT, najpogosteje jo uporabljajo pri pouku matematike, naravoslovnih predmetov in jezika. V slovenskem učnem načrtu za matematiko je IKT redko omenjena, predvidena je le uporaba računalnika v zvezi z računalniškimi preglednicami. Uporaba je prepuščena presoji (tudi znanju) posameznega učitelja in možnostim šole.

Ker vse več raziskav govori o pozitivnem vplivu IKT na znanje, motivacijo in učenje, je vključevanje le-te v pouk smiselno, vendar pa ne smemo pozabiti, da je učinkovitost odvisna tudi od načina vključevanja, oblike dela, predhodne priprave učencev na delo, ... in navsezadnje tudi od usposobljenosti učiteljev.

3 EMPIRIČNI DEL

3.1 Opredelitev raziskovalnega problema

Ob raziskovanju vključevanja računalnika v pouk geometrije v 2. razredu devetletne osnovne šole smo spoznali programski jezik Logo, ki pomaga učencem pri razvoju njihovih predstav o likih ter omogoča hitrejše napredovanje na višje stopnje geometričnega mišljenja (Clements, Meredith, 1992).

Za vključitev takega programa v redni pouk ni pogojev, saj je geometriji z merjenjem v okviru matematike v 2. razredu namenjenih 20 ur pouka, zato smo se odločili za vključevanje računalnika (največ v obliki računalniških programov za urjenje in izobraževalnih iger) v ure geometrije, načrtovane glede na učni načrt in gradivo, ki ga uporabljamo v OŠ Naklo.

Soočili smo se s problemom, kako uvesti računalnik v redne ure geometrije tako, da bodo učenci čim bolj motivirani in da bodo čim bolj dosegali zastavljene cilje, saj je računalniške programske opreme s področja geometrije na slovenskem trgu zelo malo.

3.2 Namen in cilji raziskave

Akcijska raziskava želi prikazati vpeljavo računalnika v redni pouk geometrije v 2. razredu OŠ, pri čemer želimo ugotoviti, kako so posamezni učenci, vključeni v raziskavo, napredovali v geometrijskem znanju v enem šolskem letu, ter s kvalitativno in kvantitativno analizo primerjati kontrolno in eksperimentalno skupino učencev.

Cilji raziskave so predvsem:

- izdelati model vključevanja računalnika v redni pouk geometrije v 2. razredu devetletne osnovne šole in ga preizkusiti v razredu,
- s kvalitativno raziskavo na začetku in koncu celotne raziskave prikazati, na katerih stopnjah geometričnega znanja (po van Hielu) so učenci kontrolne in eksperimentalne skupine,
- s kvalitativnim opisom prikazati individualni napredek vsakega učenca posebej ter
- s kvantitativno analizo ugotoviti, ali vključevanje računalnika pripomore k doseganju boljših rezultatov na področju geometrije v 2. razredu OŠ.

3.3 Raziskovalna vprašanja in hipoteze

Ker gre za kvalitativno raziskavo akcijskega tipa, ni smiselno postavljati natančnih hipotez. Glede na zastavljene cilje podajamo naslednja predvidevanja:

- na začetnem preverjanju znanja se bo več učencev obeh skupin odzvalo z vizualnim opisom (npr. "je kot streha") kot z opisom geometrijskih lastnosti (npr. "ima tri stranice");

- na končnem preverjanju znanja se bo več učencev obeh skupin odzvalo z opisom geometrijskih lastnosti kot z vizualnim opisom;
- vsak učenec bo napredoval pri opisovanju telesa in lika (več opisovanja lastnosti, več matematično pravih opisov);
- učenci, ki so bili deležni poučevanja z vključevanjem računalnika, bodo pri končnem preverjanju dosegli boljše rezultate pri opisovanju geometrijskih oblik.

Če bo vzorec dopuščal ugotavljanje signifikantnosti in bo možno izvesti tudi kvantitativno analizo, bomo preverjali še naslednje hipoteze:

učenci eksperimentalne skupine bodo v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk

H1: na področju orientacije, likov, črt in simetrije,

H2: pri poimenovanju likov in teles,

H3: pri prepoznavanju likov v različnih legah,

H4: pri prepoznavanju in risanju različnih črt ter

H5: pri določanju presečišč.

3.4 Metodologija

3.4.1 Raziskovalna metoda

Pri raziskovalnem delu smo uporabili eksperimentalno metodo pedagoškega kvalitativnega in, ker je testiranje vzorca to dopuščalo, tudi kvantitativnega raziskovanja.

Pri kvantitativni analizi smo uporabili statistični t-test, kar narekuje narava in kvaliteta vzorca. Za stopnjo tveganja smo uporabili $\alpha = 0,05$, ugotavljali smo statistično značilne razlike med povprečji števila točk.

3.4.2 Vzorec

Raziskava je potekala v Osnovni šoli Naklo. Vključenih je bilo 41 učencev 2. razredov centralne šole. Vzorec je razdeljen na eksperimentalno skupino (ES) in kontrolno skupino (KS).

V eksperimentalni skupini je 20 učencev 2. a-razreda (razred učiteljice raziskovalke), od tega 10 deklic in 10 dečkov. Povprečna starost v skupini je 7 let in 3,7 mesecev. V kontrolni skupini je 21 učencev 2. b-razreda, od tega 10 deklic in 11 dečkov. Povprečna starost je 7 let in 3,5 mesecev.

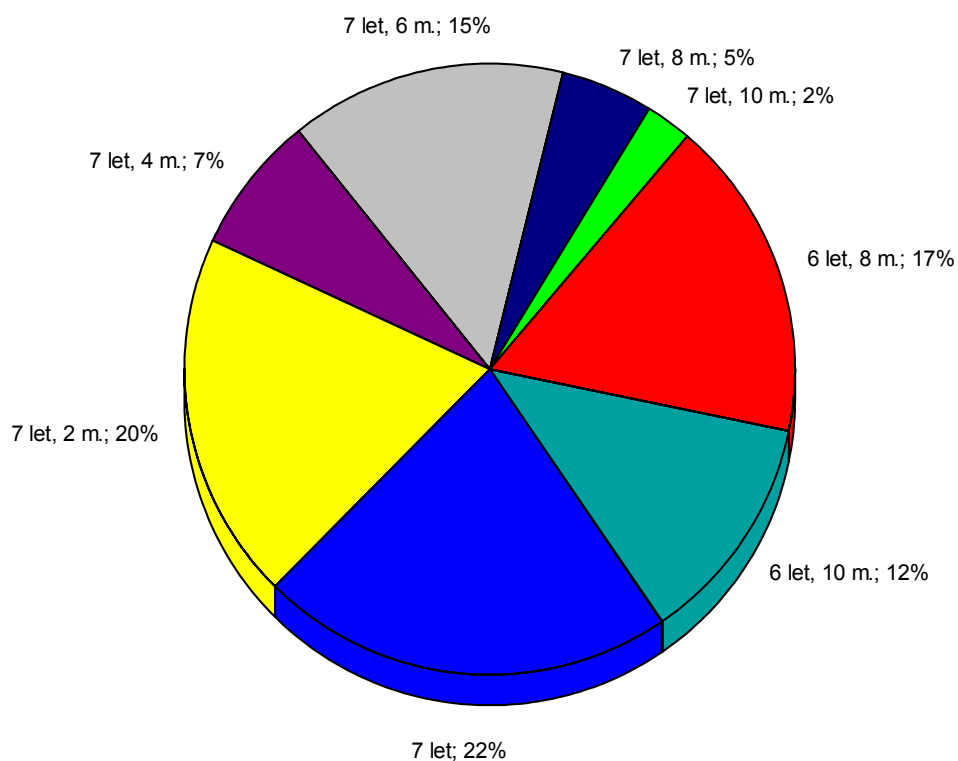
Tabela 2: Struktura vzorca po spolu

Starost	f	%
deklice	20	48,78
dečki	21	51,22
Σ	41	100

Tabela 3: Struktura vzorca po starosti

Starost	f	%
6 let, 8 mesecev	5	12,20
6 let, 10 mesecev	3	7,32
7 let	8	19,51
7 let, 2 meseca	8	19,51
7 let, 4 meseci	8	19,51
7 let, 6 mesecev	6	14,63
7 let, 8 mesecev	2	4,88
7 let, 10 mesecev	1	2,44
Σ	41	100

Slika 7: Grafični prikaz strukture vzorca po starosti



Zanimala nas je tudi uporaba računalnika doma. Učence smo vprašali, ali ga imajo, ali ga uporabljajo ter katere dejavnosti najpogosteje izvajajo na njem. Izkazalo se je, da 36 učencev dostop do računalnika ima, od teh ga dva nikoli ne uporabljata, ker po njunih besedah doma nimajo nobenih igrlic. 5 učencev doma nima dostopa do računalnika.

Tabela 4: Struktura vzorca po uporabi računalnika

Vprašanje	Odgovori	f	%
Ali imaš doma dostop do računalnika? Kako (če sploh) ga uporabljaš?	1. Imam dostop do računalnika in ga uporabljam.	34	82,9
	2. Imam dostop do računalnika, a ga ne uporabljam.	2	4,9
	3. Nimam dostopa do računalnika.	5	12,2
	Σ	41	100

S kvalitativno analizo odgovorov smo ugotovili, da učenci večinoma računalnik uporabljajo za igranje raznih računalniških iger⁵¹. Med najbolj zastopanimi so športne in akcijske igre, sledijo pustolovske in borilne ter strateške igre. Redkeje so učenci omenjali izobraževalne programe. Med najpogostejše omenjenimi je bila Miškina mala šola, ki jo učenci spoznavajo v šoli. Zanimivo je, da je ni omenil nihče izmed dečkov in kar 8 deklic. Deklice ustvarjajo tudi v programu Slikar (4), med posameznimi odgovori so še učenje angleščine, računanje ter iskanje po enciklopediji. Menimo, da nobena od naštetih iger in programov⁵² nima takšnih elementov, ki bi v večji meri vplivali na geometrijsko znanje. Pri ugotavljanju kvalitete vzorca smo vseeno preverili, ali so odgovori odvisni od uporabe računalnika.

Zavedamo se, da je vzorec majhen, vendar bi bilo z vključitvijo večjega števila učencev iz različnih šol zelo težko zagotoviti objektivne pogoje v smislu obravnave snovi, uporabe računalnikov in programske opreme, načina poučevanja, uporabe učnega gradiva ... V našem primeru lahko zagotovimo skoraj identično izvedbo ur geometrije, saj se pred vsako uro z učiteljico kontrolnega razreda lahko natančno pogovorimo o izvedbi ter po končani uri tudi o poteku ure. Poleg tega so bili učenci kontrolne in eksperimentalne skupine deležni zelo podobnega poučevanja že v 1. razredu, saj so pri pouku uporabljali enake učne pripomočke, učno gradivo, učiteljici sta skupaj načrtovali pouk in oblikovali dnevne učne priprave ...

⁵¹ V literaturi obstaja več kategorizacij iger, večinoma gre pri vseh za delitev po vsebini ali načinu igranja. Orwant (2000, v: Kirriemuir, McFarlane, 2004) podaja Herzovo kategorizacijo (Herz, 1997, v: Kirriemuir, McFarlane, 2004), ki jo pogosto navajajo tudi v drugih raziskavah in trenutni proizvodnji iger. Po Herzovem sistemu igre lahko uvrstimo v naslednje kategorije:

- akcijske igre (temeljijo na hitrih reakcijah),
- pustolovske igre (reševanje določenih nalog za napredovanje skozi neko virtualno danost),
- borilne igre (premagovanje računalniško vodenih figur),
- igre sestavljanja (kot npr. Tetris),
- igre vlog (igralec predvidi značaj določenih bitij, kot so palčki, vladarji ...),
- simulacije (igralci morajo uspeti v neki poenostavljeni situaciji, kot je gradnja mesta, nadzor nad financami ...),
- športne igre ter
- strateške igre (npr. vodenje vojske v neki zgodovinski vojni).

Tudi znotraj teh kategorij seveda prija do izjem, igre pogosto lahko uvrstimo v več kategorij hkrati. Prav tako delitev ne upošteva načina igranja (ali gre za individualno ali skupinsko igro ...).

⁵² Predvidevamo, da so deklice, ki doma uporabljajo program Slikar, večinoma v njem ustvarjale s prostoročnim risanjem in ne vodeno v smeri razvijanja geometrijskih predstav, kot smo to izvajali v šoli.

3.4.3 Postopki zbiranja podatkov

Začetno preverjanje

Za ugotavljanje začetnega doseganja ciljev pri geometriji smo uporabili preizkus znanja z nalogami iz geometrije, ki smo ga sestavili sami (priloga 21). Preverjanje smo izvedli na začetku šolskega leta, pred prvimi urami geometrije (september 2004). Rezultati so nam služili za ugotavljanje homogenosti eksperimentalne in kontrolne skupine.

Pred testiranjem učencev smo izvedli pilotsko testiranje. Ker so naloge zelo podobne tistim iz delovnih zvezkov za 1. razred OŠ (Cotič idr., 2003), smo na manjšem vzorcu (pet učencev 2. razreda z drugih šol⁵³) preverili, ali so naloge logično razporejene in ali imajo kakšne grobe pomanjkljivosti (npr. dvosmiselnost, nedoločnost, pretirana težavnost in nasprotno ...). Na podlagi ugotovitev smo preizkus nekoliko preoblikovali. Pilotsko testiranje nam je bilo v pomoč tudi pri pripravljanju časovnega načrta glavnega testiranja, saj smo lahko predvideli trajanje testiranja.

Ker večina učencev še ni znala brati in pisati, smo vsakega učenca testirali posebej (približno 25 minut) ter zapisovali njegove odgovore in izjave, kjer je bilo to potrebno. Pazili smo, da smo vse obravnavali enako (enaka spodbuda ...). Vse učence smo testirali takoj po pouku (5. ali 6. šolska ura) in tako preprečili prevelike razlike v psihofizičnih sposobnostih, ki bi utegnile nastati zaradi testiranja v različnih delih dneva. Prav tako smo zagotovili objektivnost prostora testiranja, saj smo vse učence testirali v istem razredu, na istem mestu in brez večjih motenj v okolici (hrup, fizična prisotnost drugih oseb ...).

Portfolio

Vsakega učenca eksperimentalne skupine smo spremljali skozi celo šolsko leto in izdelali njegov portfolio, ki nam je bil v pomoč pri ugotavljanju njegovega napredka. V portfolio sta vključena začetni in končni preizkus znanja, ki preverjata njegovo znanje iz geometrije, opisne ocene, ki jih je učenec dobil med letom in se nanašajo na geometrijo, izdelki učenca (učni listi, rešitve nalog) ter anekdotski zapisi učiteljice. Tudi za učence kontrolne skupine smo pripravili portfolio z začetnim in končnim preizkusom ter izdelki in komentarji njihove učiteljice.

Končno preverjanje

Za ugotavljanje končnega doseganja ciljev pri geometriji in primerjave dosežkov med eksperimentalno in kontrolno skupino smo sestavili nov, zahtevnejši preizkus znanja (priloga 22) z nalogami, ki preverjajo cilje pri geometriji za 2. razred (nekaj nalog je ostalo nespremenjenih). Testiranje smo izvedli na koncu šolskega leta, po zadnji uri geometrije.

Podobno kot na začetku šolskega leta smo najprej izvedli pilotsko testiranje. Nekaj nalog je ostalo nespremenjenih, nekatere pa smo zamenjali z zahtevnejšimi⁵⁴. Na manjšem vzorcu (pet učencev 2.

⁵³ OŠ Orehek, Podružnična šola Duplje, Podružnična šola Podbrezje.

⁵⁴ Izhajali smo iz nalog, ki so zbrane v delovnih zvezkih za 2. razred OŠ (Cotič idr., 2003b).

razreda iz OŠ Orehek, Podružnične šole Duplje in Podružnične šole Podbrezje) smo preverili, ali imajo naloge kakšne pomanjkljivosti (dvosmiselnost, nedoločenost, pretirana težavnost in nasprotno) in njihovo logično razporejenost. Ugotovitve so nam pomagale pri končnem oblikovanju preizkusa znanja. Testiranje vsakega učenca je trajalo okoli 35 minut, kar smo upoštevali pri načrtovanju glavnega testiranja.

Zopet smo testirali vsakega učenca posebej ter zapisovali odgovore, kjer je bilo potrebno. Zapisovali smo tudi pomembne komentarje učencev, ki so nam kasneje omogočili globlji vpogled v njihovo geometrijsko mišljenje. Učenci so za preizkus potrebovali približno 35 minut. Vse učence smo testirali takoj po pouku in na ta način skušali preprečiti razlike v psihofizičnih sposobnostih, ki bi utegnile nastati zaradi testiranja v različnih delih dneva. Zagotovili smo objektivnost prostora testiranja (vsi učenci v istem razredu, na istem mestu, nemoteča okolica).

Za raziskovanje smo najprej pridobili soglasje pri vodstvu šole, nato pa še soglasje staršev vseh učencev, ki so sodelovali v raziskavi.

3.4.4 Uporabljeni merski instrumentarij

Za raziskovanje in ugotavljanje učinkovitosti uporabe računalnika kot didaktičnega pripomočka pri urah geometrije v 2. razredu OŠ ter za ugotavljanje napredka v geometrijskem znanju smo izdelali dva preizkusa za preverjanje geometrijskega znanja – začetnega (priloga 21) in končnega (priloga 22).

Naloge prinašajo različno število točk, negativnega točkovanja ni. Ker so nas zanimali tudi rezultati po področjih geometrije (orientacija, liki ...), smo pri obdelavi podatkov poleg posameznih nalog obravnavali še združene naloge po teh področjih.

Čas reševanja preizkusa ni bil omejen, odgovore je učiteljica raziskovalka zapisovala sama, saj učenci v 2. razredu še ne znajo pisati oziroma imajo različne sposobnosti pisanja. S tem smo se izognili subjektivnemu vplivu, ki ga prinaša sposobnost branja in pisanja odgovorov.

Druge merske karakteristike preizkusov znanja:

- **vsebinska veljavnost** je na visoki ravni, saj smo z nalogami zajeli celoletno snov geometrijskega področja v prvem (začetni preizkus) oziroma drugem razredu (končni preizkus); upoštevali smo ugotovitve preliminarnih raziskav in s tem zagotovili tudi oblikovno primernost; kljub temu, da sta KS in ES delali po različnih metoda, se je pouk ES vsebinsko in ciljno ujema s poukom KS, zaradi česar smo rezultate lahko merili z istim preizkusom znanja;
- **zanesljivost preizkusa znanja** smo skušali doseči predvsem z zagotovitvijo objektivnih okoliščin, v katerih smo testirali: vedno v istem razredu (primerna kakovost in temperatura zraka, dobra svetloba, brez hrupa), ob približno istem času (po pouku – od 12. do 14. ure), pozorni smo bili na psihofizično stanje testirancev;

- **objektivnost preizkusa znanja** z vidika izvedbe testiranja smo zagotovili s tem, da je testiranje potekalo individualno le z enim izvajalcem; s tem smo se izognili morebitnim nezaželenim vplivom izvajalca na testirance in njihove testne rezultate; objektivnost z vidika vrednotenja odgovorov smo zagotovili z načinom posredovanja vprašanj testirancem (ustno) in zapisovanja odgovorov (zapisoval jih je izvajalec);
- **občutljivost preizkusa znanja** smo skušali zagotoviti s preudarnim izborom nalog, pri čemer smo uporabili izkušnje iz preteklega šolskega leta: izbrali smo nekaj lažjih in tudi težjih nalog in se s tem izognili premajhni občutljivosti preizkusa.

Učiteljica raziskovalka je pri testiranju upoštevala starost otrok in že sama navodila pri nalogah temu prilagodila. Prav tako je bila pozorna na odziv otrok pri testiranju: če je kdo pokazal strah, ga je na primeren način skušala odpraviti. Testirance je pri reševanju nalog spodbujala, vendar ne na način, ki bi lahko vplival na pravilnost odgovora.

Začetni preizkus znanja iz geometrije (v nadaljevanju ZP)

Začetni preizkus znanja je namenjen ugotavljanju homogenosti ES in KS ob začetku šolskega leta. Ugotavljali smo, ali je začetno stanje znanja geometrije odvisno:

- od razreda (učenci eksperimentalne skupine tvorijo 2. a-razred, učenci kontrolne pa 2. b-razred),
- od uporabe računalnika doma (učence smo spraševali o uporabi računalnika doma, zanimala nas je tudi programska oprema, ki jo uporabljajo),
- od spola ter
- od starosti.

Poleg tega smo z začetnim preizkusom dobili vpogled v geometrijsko znanje učencev. Ugotovili smo, na kateri stopnji geometrijskega znanja po van Hielu se nahajajo, katera področja geometrijskega znanja so šibkejša ... Vse to smo upoštevali pri načrtovanju ur geometrije tako za ES kot tudi za KS.

Preizkus vsebuje 12 nalog, od katerih je 10 točkovanih, dve nalogi pa sta odprtega tipa in namenjeni zgolj kvalitativni obdelavi. Naloge se delijo v štiri sklope:

1. **Orientacija** (3 naloge) – naloge preverjajo sposobnost orientiranja po prostoru in ravnini, sposobnost opredeljevanja položaja predmete glede na sebe ter pravilno izražanje pri opisu položajev.
2. **Telesa** (3 naloge) – naloge preverjajo prepoznavanje in poimenovanje osnovnih geometrijskih teles ter njihovih lastnosti.
3. **Liki** (2 nalogi) – nalogi preverjata prepoznavanje in poimenovanje osnovnih geometrijskih likov.
4. **Črte** (2 nalogi) – nalogi preverjata prepoznavanje in risanje ravnih in krivih črt.

Pri nalogah odprtega tipa so morali učenci opisati dani lik in telo, pri čemer so si pomagali z modelom.

Končni preizkus znanja iz geometrije (v nadaljevanju KP)

Končni preizkus znanja je namenjen ugotavljanju napredka v znanju geometrije pri posameznem učencu, ugotavljanju stopnje geometrijskega znanja po van Hielu v obeh skupinah (kvalitativni pristop) ter preverjanju zastavljenih hipotez (kvalitativni in kvantitativni pristop).

Preizkus vsebuje 18 nalog, od katerih je 15 točkovanih, tri naloge pa so odprtega tipa in namenjene zgolj kvalitativni obdelavi. Naloge se delijo v štiri sklope:

1. **Orientacija** (3 naloge) – naloge preverjajo sposobnost orientiranja po prostoru in ravnini, sposobnost opredeljevanja položaja predmete glede na sebe ter pravilno izražanje pri opisu položajev.
2. **Telesa** (3 naloge) – naloge preverjajo prepoznavanje in poimenovanje osnovnih geometrijskih teles ter njihovih lastnosti.
3. **Liki** (3 naloge) – naloge preverjajo prepoznavanje in poimenovanje osnovnih geometrijskih likov.
4. **Črte** (4 naloge) – naloge preverjajo prepoznavanje in risanje ravnih in krivih, sklenjenih in nesklenjenih črt ter presečišč.
5. **Simetrija** (2 nalogi) – nalogi preverjata prepoznavanje simetričnih oblik ter prikaz simetrije s pomočjo mreže.

Pri nalogah odprtega tipa so morali učenci opisati dani lik in telo (pomagali so si z modelom) ter presečišča različnega števila črt.

Učencem smo zastavili še vprašanje o odnosu do učenja geometrije.

3.4.4.1 Podrobnejša predstavitev nalog po sklopih na začetnem in končnem preizkusu

Orientacija

Cilje iz sklopa orientacije smo preverjali s tremi nalogami tako na začetnem kot na končnem preizkusu. Naloge so bile na obeh preizkusih podobne.

Pri 1. nalogi je moral učenec poslušati navodila ter predmete, ki jih je imel pred seboj (knjiga, medved, svinčnik, žogica ...), po navodilih postaviti na mizo. Na ZP je bilo predmetov manj (pet), na KP pa nekoliko več (sedem). Preverjali smo razumevanje pojmov *na*, *pod*, *pred*, *za*, *levo*, *desno*, *v* ...

Pri 2. nalogi smo predmete iz 1. naloge sami postavili na mizo. Učenec je moral opisati, kje ležijo predmeti glede na določen predmet (knjigo).

3. naloga je preverjala zmožnost orientacije na ravnini ter pravilnost izražanja ob tem. Učenec je na nekakšnem zemljevidu oziroma labirintu moral najti pravo pot do cilja ter jo hkrati opisovati. Na ZP je moral do gusarskega zaklada voditi ladjo po ozkih kanalih ter se izogibati oviram na poti, na KP pa je moral po mreži privedi zajčka do sladoleda, zopet pa se je moral izogibati oviram (priloga 1). Oba labirinta smo povečali na format velikosti A3, da so učenci lažje "potovali".

Telesa

Cilje iz sklopa teles smo preverjali s tremi nalogami tako na ZP kot na KP. Učenci so imeli na ZP na voljo 22 različnih teles (6 valjev, 3 kocke, 3 stožce, 5 kvadrov, 2 kroglji, pravilno štiristrano piramido, v nadaljevanju piramido, in 2 pravilni tristrani prizmi, v nadaljevanju prizmi) ter "tipične" modele teles (valj, kocka, stožec, kvader in krogla, na KP še piramida). Med telesi je bilo nekaj takih, ki niso imeli "tipičnih" leg in dimenzij (npr. zelo "sploščeni" ali "ozki in podolgovati" valji in kvadri, kvader s parom nasprotnih vzporednih ploskev v obliki kvadrata ...). Podobna telesa smo uporabili tudi na KP, le da smo dodali še polkroglo in kvadru podobno telo, ki dveh ploskev ni imelo vzporednih in enako velikih, odvzeli pa smo eno od prizem. Fotografija nekaterih uporabljenih teles je v prilogi 2.

1. naloga je preverjala poznavanje lastnosti teles. Učenci so dane predmete razvrščali na tiste, ki se "gladko"⁵⁵ kotalijo, ter na tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Predmet so prijeli v roke ter to lastnost tudi praktično preizkusili, vendar jih k temu nismo nagovarjali.

Pri 2. nalogi so morali poimenovati modele teles.

3. naloga je bilo zopet razvrščanje danih teles, tokrat so morali učenci vsa telesa razvrstiti k ustreznim modelom (kvadre k modelu kvadra, valje k modelu valja ...), imeli pa so tudi možnost telo pustiti nerazvrščeno ("ne spada k nobenemu od modelov").

Liki

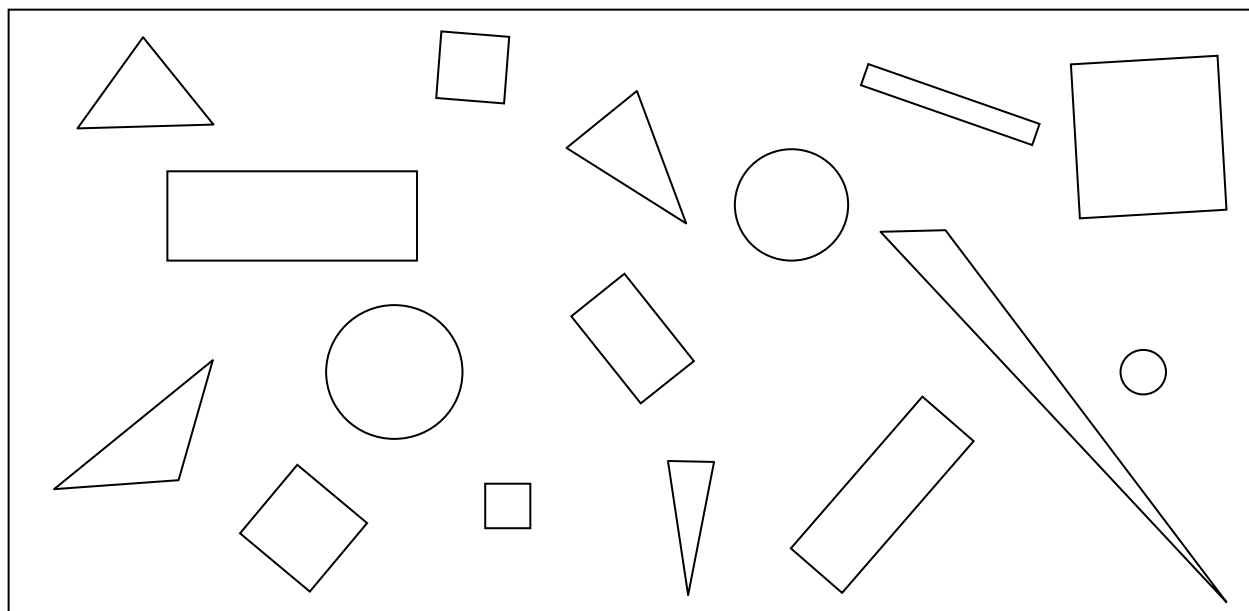
Cilje iz sklopa likov smo preverjali z dvema nalogama na ZP, končnemu preizkusu pa smo dodali še eno nalogo prepoznavanja osnovnih geometrijskih likov.



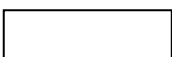
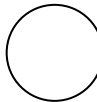
Pri 1. nalogi so učenci poimenovali na listu narisane like (priloga 3). Uporabili smo like "tipičnih" leg in dimenzij.

Z 2. nalogo smo preverjali prepoznavanje osnovnih geometrijskih likov. Učencem smo ponudili sliko s 16 osnovnimi geom. liki (slika 8): polovica likov je bila "tipičnih" leg in dimenzij (stranica je vzporedna z robom zvezka, trikotnik je enakostraničen ...), polovica pa ne. Vsak učenec je najprej pod vodstvom raziskovalke pobarval in poimenoval legendo (namerno smo uporabili like "tipičnih" leg in dimenzij), nato pa je samostojno pobarval like. Če se mu je zdelo, da nek lik ne spada med osnovne geom. like, potem je lahko pustil tudi nepobarvanega. Na obeh preizkusih je bila naloga enaka.

⁵⁵ Za potrebe testiranja in tudi za izražanje pri pouku smo uvedli pojem "gladko" kotaljenje, saj Slovar slovenskega knjižnega jezika (1994, str. 441) pravi, da *kotaliti* pomeni "premikati predmet po površini tako, da se vrtili okoli svoje osi", kar pomeni, da lahko zakotalimo tudi npr. kocko. "Gladko" se kotalijo tista telesa, ki imajo vsaj eno krivo ploskev.

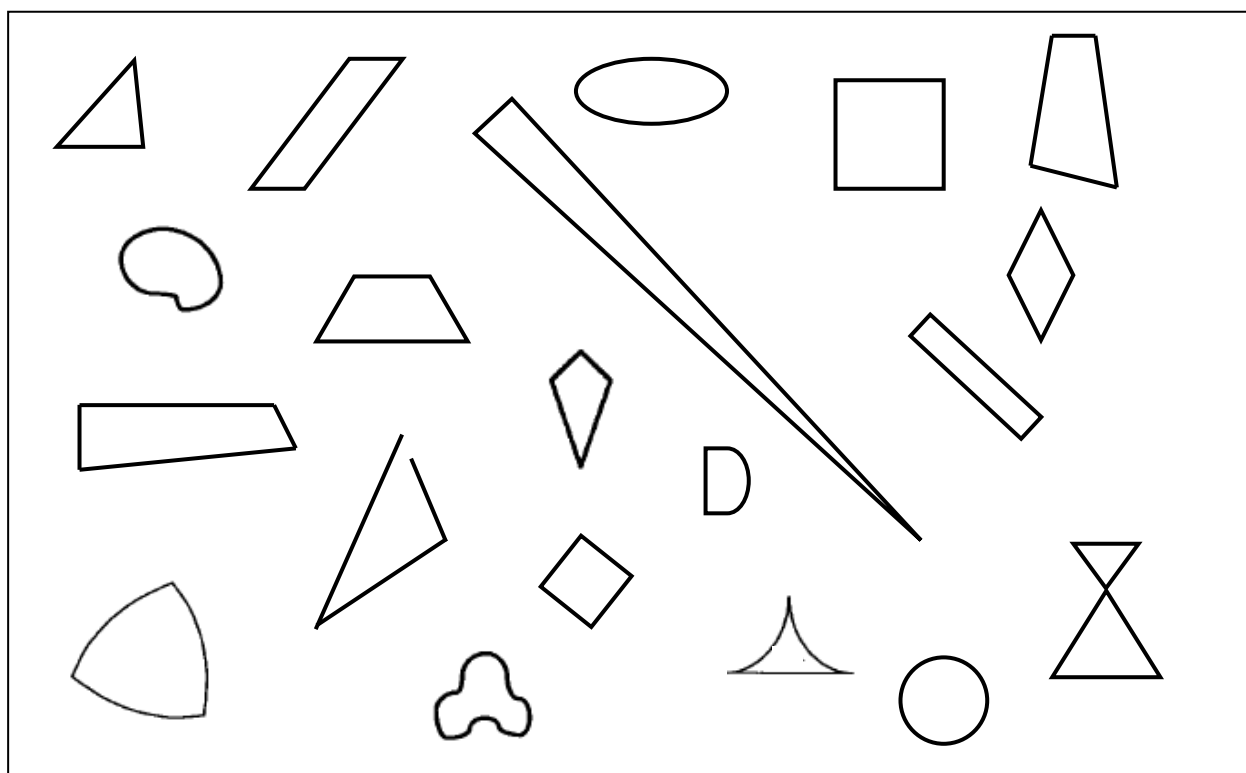
Slika 8: Osnovni geometrijski liki različnih leg in dimenzij



 = rumen  = rdeč  = moder  = zelen

Na KP smo pripravili še eno podobno nalogo, le da smo med pravilne geometrijske like "netipičnih" leg in dimenzij vstavili še druge geometrijske like (paralelogram, trapez, elipso ...), oblike, ki učence lahko spominjajo na osnovne like, ter neskljenjeno lomljeno črto. Vseh dvodimenzionalnih oblik je bilo 21, učenec pa je zopet najprej pobarval legendo (enaka kot pri sliki 8), nato pa v množici oblik skušal najti osnovne geom. oblike. Ostale oblike je pustil nepobarvane.

Slika 9: Dvodimenzionalne oblike različnih leg in dimenzij



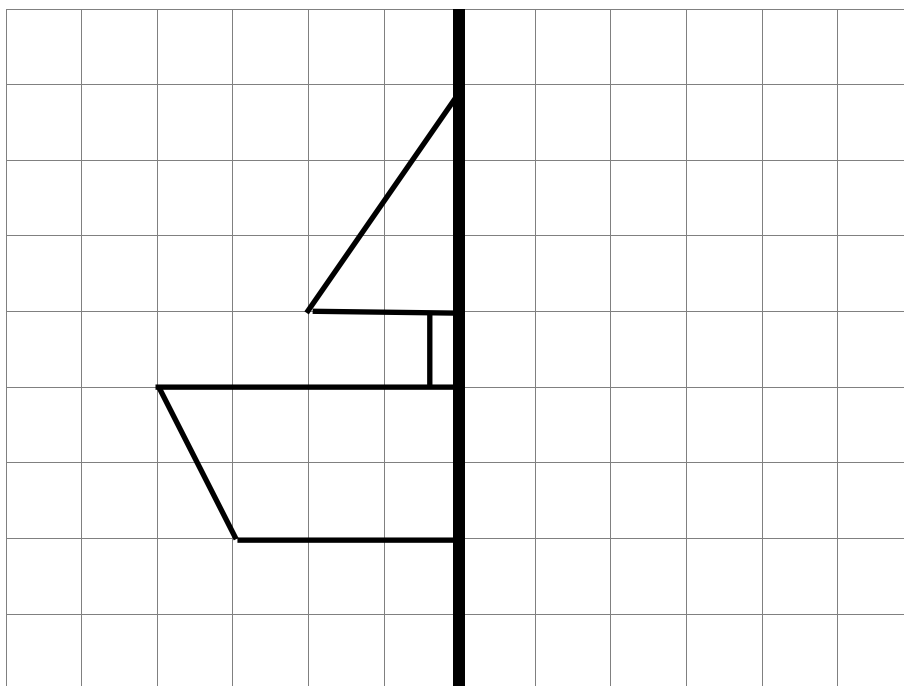
Dodali smo še nalogo, pri kateri je učenec moral narisati 3 črte tako, da je dobil 4 presečišča. Označiti jih je moral s križcem in veliko tiskano črko.

Simetrija

Na KP smo štirim predstavljenim področjem dodali še naloge iz simetrije, saj se po učnem načrtu obravnava v 2. razredu.

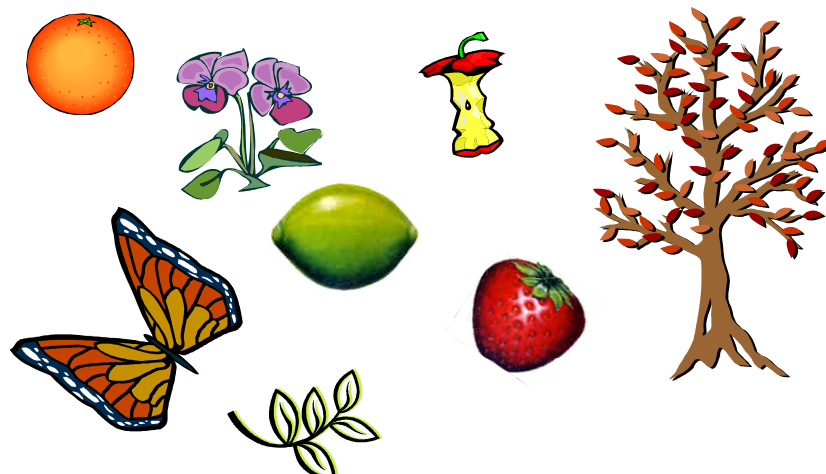
Pri 1. nalogi so morali učenci dopolniti sliko tako, da je nastala simetrična oblika, pri tem pa so morali uporabiti ravnilo.

Slika 12: Simetrično dopolnjevanje slike



2. naloga je učencem ponudila različne oblike iz narave, med katerimi so morali obkrožiti simetrične. Učenci so že med šolskim letom spoznali, da je popolna simetrija v naravi redka, zato malenkostnih razlik med dokaj simetričnima deloma niso upoštevali.

Slika 13: Simetrične in nesimetrične oblike



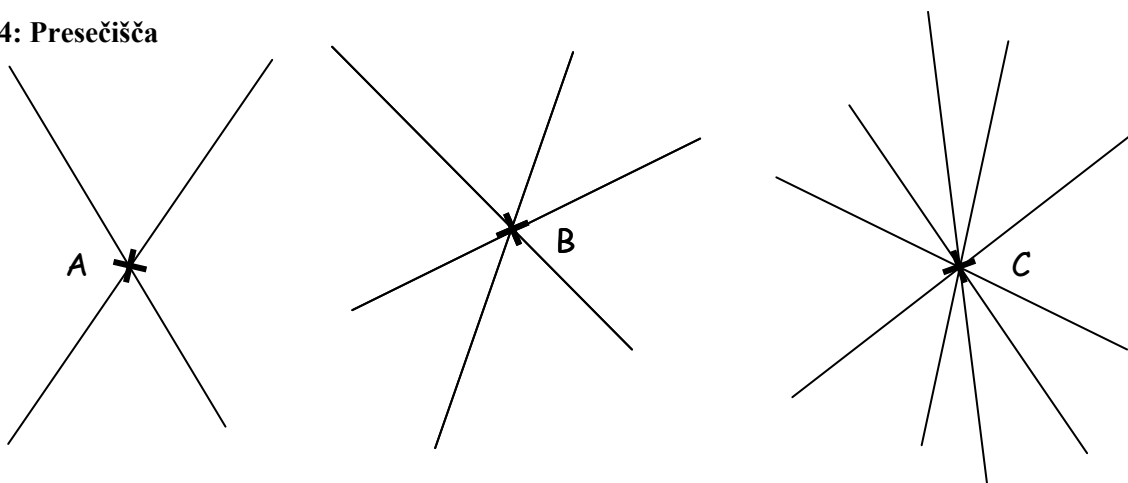
Naloge odprtega tipa

ZP in KP sta vsebovala tudi nekaj vprašanj odprtega tipa, pri katerih so učenci opisovali dani lik in telo (na KP tudi točke). Njihove opise smo kvalitativno analizirali in skušali prikazati, kako se na tej stopnji razvija geometrijsko mišljenje.

Na ZP smo učence spodbudili k opisu kvadra in trikotnika. Za motivacijo smo uporabili vesoljčka Kaja, ki ga učenci poznajo iz učbenika za matematiko⁵⁶. Za opis kvadra je imel učenec pred seboj model kvadra, ki ga je lahko vzel v roke. Trikotnik pa je narisal na list in ga nato opisal. Opise smo sproti zapisovali.

Na KP smo na podoben način⁵⁷ spodbudili učence k opisovanju kvadra in trikotnika. Dodali smo še nalogo s točkami. Učenec je imel pred seboj sliko treh presečišč (A, B in C), mi pa smo ga vprašali, kaj nam lahko pove o njih, kakšna se mu zdijo, ali se med seboj razlikujejo in zakaj.

Slika 14: Presečišča



3.4.5 Predstavitev modela vključevanja računalnika v pouk geometrije v 2. razredu OŠ

Model vključevanja računalnika smo zasnovali z namenom, da bi prikazali in preizkusili čim več možnosti, kako izboljšati pouk geometrije z vključitvijo računalnika, da bi hkrati ugotovili, kako učenci sprejemajo tak način pouka, ter da bi ugotovili, ali dejavnosti na računalniku pripomorejo k boljšemu doseganju ciljev na področju geometrije. Ker smo oblikovali podobne naloge tudi za pouk brez vključevanja računalnika in so jih sočasno izvajali učenci KS, smo primerjali dosežke učencev ES in KS. Ure smo izvedli v treh sklopih, kot smo predvideli v letni učni pripravi. Pet učnih ur smo izvedli novembra 2004, štiri učne ure marca 2005 in eno učno uro aprila 2005.

Primerne računalniške programe smo iskali med tistimi, ki jih imamo na šoli, in na spletnih straneh (predvsem tujih), namenjenih učencem osnovnih šol. Najbolj uporaben za področje matematike se

⁵⁶ Vesoljček Kaj kliče učenca po telefonu (s svojega planeta) ter ga vpraša, kaj dela. Učenec mu pove, da se ravnokar igra s kvadrom. Vesoljček ga vpraša, kaj je to kvader, učenca pa spodbudimo, da ga čim bolj natančno opiše. Uporabi naj tudi matematične izraze, saj jih vesoljček Kaj pozna.

⁵⁷ Učencu smo povedali, da gre njegov prijatelj prihodnje leto v 2. razred in ga zelo zanima matematika, še posebej geometrija. V prvem razredu se še niso učili natančno opisovati teles in likov, zato naj mu učenec čim bolje opiše kvader in trikotnik. Poskusi naj z besedami, ki jih je spoznal med letom.

nam je zdel programski paket Miškin potep (1999), ki je sestavljen iz devetih programov, namenjenih doseganju ciljev na različnih predmetnih področjih. Uporabili smo tudi nadgradnjo matematičnega dela Miškinega potepa, Igrive številke 1 in 2 (2000) ter idejno zasnovali igro SlikoKviz⁵⁸.

Za doseganje ciljev s področja dvodimenzionalne geometrije (liki, črte) se nam je zdela smiselna uporaba programa Slikar (operacijski sistem Windows) in Miška praznuje (Miškin potep, 1999). Oblikovali smo dejavnosti, ki so jih učenci izvajali s pomočjo teh programov.

3.4.5.1 Tehnična opremljenost

Za izvedbo modela potrebujemo računalnik (računalnike) z določeno programsko opremo. Razredi so opremljeni z enim računalnikom, po potrebi lahko vključimo tudi prenosni računalnik. Šola ima računalniško učilnico z 22 računalniki ter možnostjo projekcije in jo lahko po predhodnem dogovoru z računalnikarjem uporabimo za izvedbo pouka.

3.4.5.2 Zagotovitev osnovne računalniške pismenosti

Če želimo določene učne cilje doseči z vključevanjem IKT v pouk, moramo nujno upoštevati sposobnosti in zmožnosti učencev na tem področju.

Pred začetkom načrtovanega vključevanja računalnika v pouk geometrije smo preverili osnovno računalniško pismenost učencev ES (eno leto prej). Ob primernih didaktičnih programih, namenjenih najmlajšim osnovnošolcem, smo preverili njihove sposobnosti manipulacije z miško ter poznavanje osnovnih funkcijskih tipk. Večina učencev s tem ni imela težav, zato so preko izobraževalnih programov utrjevali določeno učno snov⁵⁹. Nekaj učencev pa je ob dodatni pomoči in z ustreznimi vajami postopno osvojilo spretnosti, ki so nujno potrebne za učenje s pomočjo računalnika⁶⁰.

Programi, ki jih izberemo za osnovno računalniško opismenjevanje, morajo biti preprosti, a dovolj privlačni, da bo učenec vztrajal pri njih in ob tem pridobival določene spretnosti in znanja (manipulacija z miško, uporaba tipkovnice, poznavanje osnovnih funkcij). Zelo pomembno je, da učenec dobi sprotno povratno informacijo o uspešnosti reševanja, saj na tem temelji nadaljnja motivacija za delo. Ne smemo pozabiti, da otrok ob vstopu v šolo praviloma ne zna brati, zato je

⁵⁸ V programu Delfi jo je izdelal rač. inženir Sergej Eržen.

⁵⁹ Najbolj uporabna se nam je zdel program Miškina mala šola (eden izmed devetih programov paketa Miškin potep), ki na prijazen način otroke uvaja v svet računalništva. Igrī Sestavljanke in Labirinti razvijata in spodbujata orientacijo na ravnini, sposobnost združevanja in razdruževanja slik s pomočjo miške ter natančnost in vztrajnost. Obe imata več težavnostnih stopenj, tako da so učenci igro lahko prilagajali svojim zmožnostim.

⁶⁰ Učenci so si najprej ogledali opremo (monitor, tipkovnica, miška), nato so poskusili voditi miško po podlagi in spremljati odziv na namizju. Izbrati je bilo potrebno določeno ikono ter narediti dvojni klik. Učencem smo pomagali tako, da smo rahlo položili svojo roko na njihovo ter vodili manipuliranje. Postopno so pridobili občutek za vodenje miške in za klik. S preprostimi računalniškimi programi so postopoma osvojili potrebne spretnosti.

pomembno pri izboru upoštevati tudi tovrstno prilagojenost igre (npr. s klikom na določen znak učenec sproži slušno navodilo).

Pouk, v katerega vključimo računalnik, lahko poteka v različnih prostorih in v različnih oblikah. Naj omenimo nekatere:

- delo v razredu: običajno gre za en računalnik; potrebno je organizirati npr. delo po postajah in v parih ali skupinah, da se lahko vsi zvrstijo pri določeni nalogi na računalniku; delo z računalnikom bo kratkotrajno;
- delo v računalniški učilnici: večje število računalnikov omogoča individualno delo ali delo v parih, kar pomeni, da lahko pripravimo večje število nalog, ki jih bodo učenci reševali; delo z računalnikom bo trajalo dlje časa;
- kombinacija dela v računalniški učilnici in razredu: učence razdelimo v dve skupini – ena je v razredu, druga v računalniški učilnici – vendar pri taki obliki potrebujemo še enega učitelja oziroma pomoč računalnikarja.

Različne oblike dela prinašajo različne prednosti in slabosti: če je učenec za računalnikom sam, je "prisiljen" samostojno izvajati neko nalogo in bo ob morebitnih težavah moral prositi za pomoč. Vendar pa se utegne zgoditi tudi, da zaradi nekega vzroka tega ne bo storil in naloge zato ne bo rešil. Če učenci delajo v parih, je en učenec opazovalec. Možno je, da bo ob nastalih težavah pomagal sošolcu tako, da bo ta nalogo uspešno rešil, lahko pa bo nanj vplival tudi negativno.

Ob načrtovanju ure moramo dobro razmisliti o načinu dela in uro pripraviti tako, da bodo učenci čim bolj aktivni. Uporaba različnih oblik dela zagotavlja izkoriščanje pozitivnih vidikov posameznih oblik, prinaša pestrost v pouk in učence navaja na različne oblike dela.

3.4.5.3 Organizacija dela

Učenci ES so bili ob začetku izvajanja modela vključevanja računalnika v pouk geometrije sposobni delati z računalnikom do te stopnje, da so brez večjih težav sledili navodilom učiteljice raziskovalke. Vajeni so bili dela v parih, skupinskega dela in dela po postajah v razredu kot tudi dela v računalniški učilnici.

Delo v razredu je običajno potekalo v skupinah po postajah⁶¹ na enem ali dveh računalnikih (stacionarni in prenosni). Vsi učenci so lahko opravili pripravljene naloge na računalniku, sprotne težave je reševala učiteljica raziskovalka.

V računalniški učilnici smo se zaradi zadostnega števila računalnikov odločili za individualno delo, saj je imel tako vsak učenec enake možnosti za doseganje ciljev, delo je potekalo hitreje. Po potrebi smo nudili individualno pomoč. Imeli smo tudi možnost demonstracije s pomočjo projektorja.

⁶¹ Delo po skupinah lahko poteka na več načinov: možno je, da kroži posameznik (ko vidi, da je postaja prosta, jo obišče), dva učenca (v paru) ali skupina. To vpliva predvsem na število postaj (kadar krožijo skupine, jih je lahko manj – najmanj toliko, kot je skupin).

3.4.5.4 Predstavitev računalniških didaktičnih iger in dejavnosti, vključenih v model

V tabeli 5 zbrane računalniške didaktične igre in dejavnosti smo vključili v ure geometrije v eksperimentalni skupini. Sledijo podrobnejši opisi. Postopki vključevanja in ostale spremljajoče dejavnosti so podrobneje opisane in analizirane v učnih pripravah.

Tabela 5: Vključene računalniške didaktične igre in dejavnosti

Ime:	Vrsta računalniške aplikacije:	Cilji:	Vsebina (sklop):	Učna oblika:
1. Sestavimo sliko po navodilih	izobraževalni didaktični program	- učenec se zna po navodilih premikati po ravnini in razporejati dane predmete - zna opredeliti položaj predmeta glede na druge predmete	orientacija	skupinska
2. Labirint	izobraževalni didaktični program (izobraževalna igra)	- se zna premikati po ravnini - razvija prostorske predstave	orientacija	individualna
3. Iz česa sem sestavljen	izobraževalni didaktični program (urjenje)	- prepozna in zna poimenovati preprosta geometrijska telesa	telesa	individualna
4. Določi pogled	izobraževalni didaktični program (izobraževalna igra)	- razvija prostorske predstave	telesa	individualna
5. Rišemo like	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- prepozna, zna poimenovati in risati preproste geometrijske like v programu Slikar - prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov	like	individualna
6. Rišemo trikotnike	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- prepozna, zna poimenovati in risati preproste geometrijske like v programu Slikar - prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov	like	individualna
7. Barvamo like	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- prepozna, zna poimenovati in ustrezno pobarvati preproste geometrijske like v programu Slikar - prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov	like	individualna
8. Vesoljček	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- prepozna, zna poimenovati in ustrezno pobarvati preproste geometrijske like v programu Slikar - prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov	like	individualna
9. Tangram	izobraževalni did. program (urjenje)	- razvija ploskovne predstave	like	individualna
10. SlikoKviz	izobraževalni didaktični program (izobraževalna igra)	- prepozna telesa in like	telesa, like	individualna
11. Dopolni sliko	izobraževalni did. program (urjenje)	- zna dani sliki poiskati simetrično polovico	simetrija	individualna
12. Simetrija	izobraževalni did. program (urjenje)	- zna simetrično dopolniti sliko	simetrija	individualna

13. Črte	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- zna v programu Slikar risati ravne, krive, sklenjene in neskenjene črte	črte	individualna
14. Točke	program za risanje, barvanje in urejanje slik Slikar	- zna risati krive in ravne ter sklenjene in neskenjene črte ter zna označiti presečišča v programu Slikar	črte	individualna

1. Sestavimo sliko po navodilih

Cilji:

- učenec se zna po navodilih premikati po ravnini in razporejati dane predmete,
- zna opredeliti položaj predmeta glede na druge predmete
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, didaktični program Miška praznuje (1999), kartice z navodili za postavitvev (priloga 4).

Potek:

Učenci delajo v skupinah. Eden izmed učencev iz skupine sestavlja sliko v programu Miška praznuje, navodila mu daje drug učenec iz skupine. Izbere si eno izmed kartic z navodili⁶² (slika 15) in ob pomoči drugih učencev oblikuje navodila (npr.: *Na sredino postavi mizo. Desno od mize postavi žogo ...*). Uporablja izraze levo, desno, spodaj, zgoraj, na, pod, spredaj, zadaj. Ko učenec za računalnikom konča z oblikovanjem slike, s pomočjo kartice preveri pravilnost svojih postavitvev (pomagajo mu ostali učenci). Vsi učenci se na ta način zvrstijo pri računalniku. Vsako kartico uporabijo le enkrat.

V primeru, da se učenec zmoti, lahko s klikom na ikono s puščico razveljavi zadnjo potezo (postavitev). Žal aplikacija ne omogoča kasnejšega razporejanja predmetov⁶³, kar je gotovo pomanjkljivost. Učenci pa se pri preverjanju pravilnosti postavitve vseeno lahko pogovorijo, kje bi morali stati predmeti, če jih je učenec napačno razporedil.

⁶² Kartice oblikujemo tako, da zaženemo program Miška praznuje, izberemo igro Umetnik ter v spodnji vrstici kliknemo na ikono *vstavi sliko*. Nato izberemo predmet ter ga postavimo na željeno mesto. Oblikujemo sliko, po kateri bodo nato učenci skušali sestaviti podobno, jo natisnemo ter prilepimo na karton. Lahko pripravimo več različnih kartic, vendar najmanj toliko, kot je učencev s eni skupini.

⁶³ Če učenec potem, ko je dodal npr. tri predmete, ugotovi, da je prvega ali drugega postavil napačno, napake ne more več popraviti, saj aplikacija omogoča le razveljavitev zadnje postavitve – predmet, ki ga je postavil, izgine.

Slika 15: Postavitev predmetov v programu Miška praznuje – umetnik



Vir: Miškin potep, 1999.

2. Labirint

Cilji:

- učenec se zna premikati po ravnini,
- razvija prostorske predstave,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

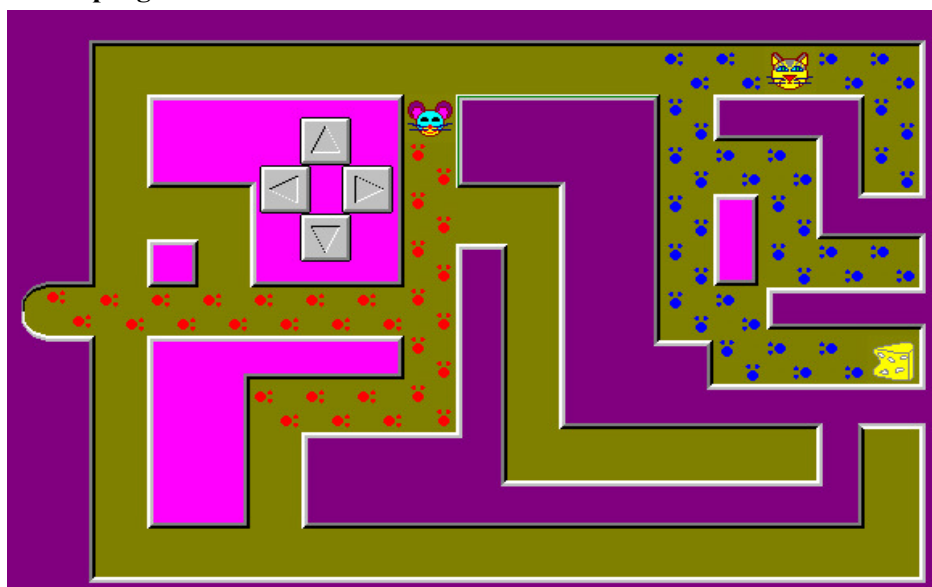
računalnik, didaktični program Miškina mala šola (Miškin potep, 1999).

Potek:

Učenec si izbere enega izmed labirintov v programu Miškina mala šola (najmanj druga težavnostna stopnja), muca lahko spi ali lovi (če lovi, naj bo počasna), in ga reši (naloga je končana, ko miška "poje" vse sire). Če je uspešen (uspe pobrati vse sire, preden ga ujame muca), se izpiše njegov rezultat, ki je seštevek doseženega časa ter dodatnih točk za stopnjo⁶⁴, na sliki je vesela miška. Boljši je nižji rezultat. Svetujemo, da učenci tekmujejo le v okviru labirinta iste težavnostne stopnje, saj le tako lahko primerjajo rezultat. Če miško ulovi muca, še preden pobere vse sire, se igra konča brez rezultata, prikaže se žalostna miška. Učenec lahko igro ponovi s klikom na ustrezno ikono. Ko se zvrstijo vsi učenci, lahko igro ponovijo tako, da izberejo težjo stopnjo.

⁶⁴ Točkovanje stopenj poteka od najlažje, pri kateri se času reševanja prišteje 16 točk, do najtežje, pri kateri ni dodanih točk. Upoštevana je tudi izbira učenca, ali muca spi, ali lovi (za hitrejšo muco dobi manj točk, za počasnejšo več). Primerjanje rezultatov v okviru enega labirinta je možno, če pa učenci izbirajo različne labirinte, točkovanje ni primerljivo, saj npr. lažji labirint učenec lahko reši v nekaj sekundah (kratka pot, pobrati mora le en ali dva sira), medtem ko težjega rešuje bistveno dlje (veliko sirov, dolga pot) – pribitek točk pri lažjem lahko skupaj s časom reševanja da boljši rezultat kot ga doseže boljši učenec, ki reši precej zahtevnejši labirint.

Slika 16: Labirint iz programa Miškina mala šola



Vir: Miškin potep, 1999.

3. Iz česa sem sestavljen

Cilj:

- učenec prepozna in zna poimenovati preprosta geometrijska telesa (kocko, stožec, valj, piramido, kroglo, kvader),
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

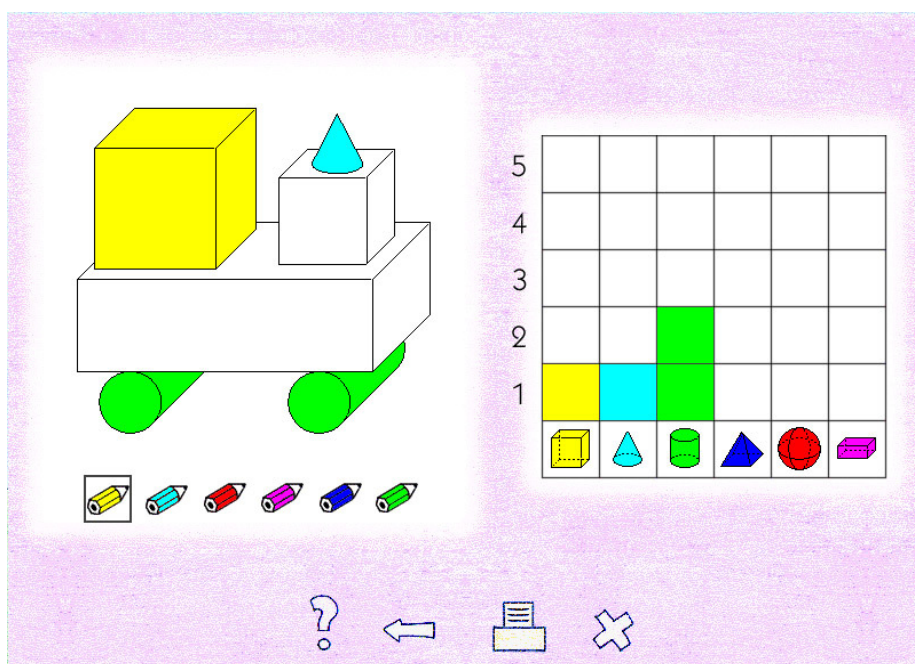
računalnik, didaktični program Igrive številke 1 (Miškin potep, 1999).

Potek:

Učenec zažene program Igrive številke 1 ter izbere didaktični program Telesa. Na stikalu sredi "sobe" ima možnost vklopiti ali izklopiti izpolnjevanje preglednice⁶⁵. Najprej poimenuje vsa telesa v razpredelnici (če ne gre, s klikom nanje aktivira zvočno poimenovanje). Nato izbere sestavljanko iz teles in jo ustrezno pobarva (npr. vse valje pobarva z isto barvo, kot je valj v preglednici). Če z izbrano barvo klikne na napačno telo, se sproži zvok, ki učencu pove, da ni izbral pravega telesa. Končni izdelek lahko tudi natisne, če ima to možnost.

⁶⁵ Za vsako pobarvano telo mora v preglednici klikniti na enega od kvadratov nad danimi telesi. Kvadrat se obarva. Šele nato lahko učenec nadaljuje z barvanjem. S tem utrjuje prepoznavanje teles ter izboljšuje svoje geometrijske predstave (dejavnost vodi v sklep, da so valji lahko različnih dimenzij, prepoznajo jih tudi v zahtevnejših položajih). Če izbere možnost, da ne izpolnjuje preglednice, se ta sproti izpolnjuje avtomatično.

Slika 17: Sestavljanke v programu Telesa



Vir: Miškin potep, 1999.

4. Določi pogled

Cilj:

- učenec razvija prostorske predstave,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

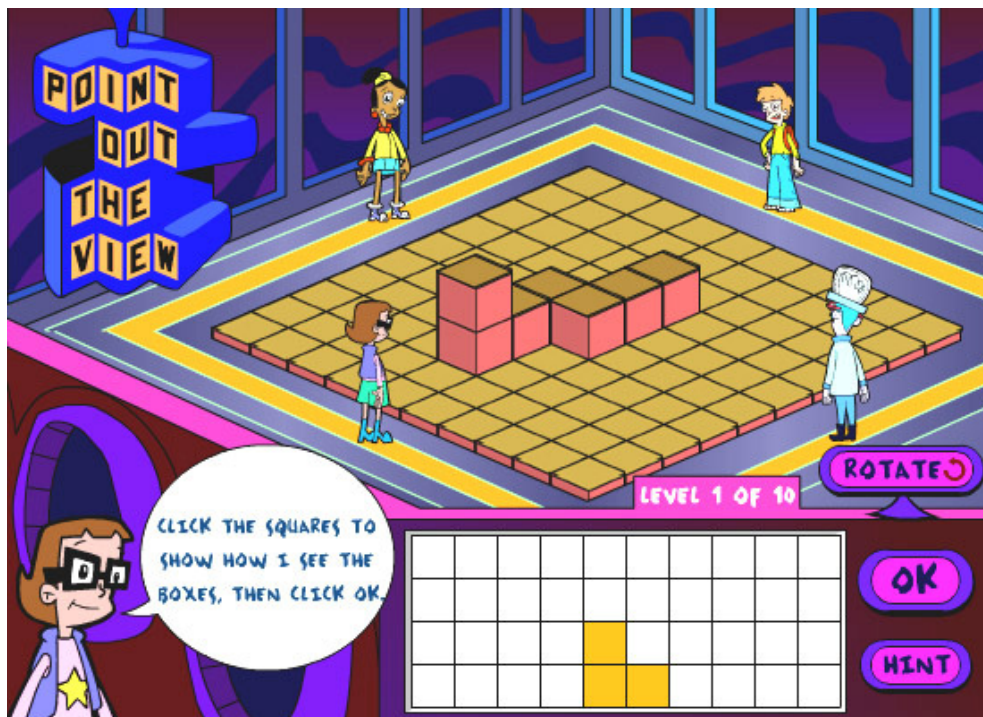
računalnik z dostopom do interneta.

Potek:

Učenec s klikom na bližnjico na namizju, ki smo jo ustvarili že predhodno, dostopi do internetne strani PBSKids⁶⁶, kjer med igrami izbere *Point out the view* (določi pogled). Na mrežastem polju so postavljene kocke (tvorijo neko telo). Učenec mora ugotoviti, kako jih vidijo otroci, ki stojijo okoli mreže, in to označiti na prazni razpredelnici. Ko označi ustrezna polja, klikne gumb *OK*, nato dobi povratno informacijo: če se polje tistega, ki mu določamo pogled, obarva zeleno, potem je učenec pravilno označil polja. Igro nadaljuje tako, da klikne na gumb *rotate* (zavrti) in tako določi poglede vseh štirih otrok. Če se polje obarva oranžno in utripa, je označitev napačna. V tem primeru mora učenec ugotoviti, kje se je zmotil. V pomoč mu je gumb *hint* (namig), ki na telesu barvno osvetli določen del, enaka barva se pojavi tudi v razpredelnici. Tako je učenec bolj orientiran. Igra ima več stopenj, razlikujejo se po razgibanosti telesa iz kock. Učenec gre lahko na naslednjo stopnjo takrat, ko določi vse štiri poglede pri enem telesu.

⁶⁶ PBS Kids: URL="http://pbskids.org/cyberchase/games/pointofview". 6. 3. 2005.

Slika 18: Prva stopnja igre *Določi pogled (Point out the view)*



Vir: PBS Kids. URL="<http://pbskids.org/cyberchase/games/pointofview>". 6. 12. 2007.

5. Rišemo like

Cilj:

- učenec prepozna, zna poimenovati in risati preproste geometrijske like v programu Slikar,
- prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows).

Potek:

Učenec zažene program Slikar v OS Windows. Vodeno riše različne like (kroge, kvadrate, pravokotnike) z orodji, ki omogočajo oblikovanje lika z eno potezo. Poizkusi oblikovati čim bolj raznovrstne like ("široke", "ozke", "pokončne", "ležeče" pravokotnike ter različno velike kroge in kvadrate). Pozoren je na nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov (kvadrat in pravokotnik imata ravne stranice, krog ima le eno krivo stranico, pravokotnik ima po dve nasprotni stranici enako dolgi ...). V primeru, da želijo nek lik zbrisati, izberejo orodje za brisanje (radirka).

6. Rišemo trikotnike

Cilji:

- učenec prepozna, zna poimenovati in risati preproste geometrijske like v programu Slikar,
- prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows)

Potek:

Učenci v aplikaciji Slikar ugotovijo, katerega lika ni v orodni vrstici. Trikotnik moramo oblikovati sami. Potrebujemo tri črte, zato izberemo orodje za risanje črt. Poizkusimo narisati trikotnik. Učenci poskusijo narisati čim bolj raznolike trikotnike (različne velikosti, različne lege). Nekaj primerov pokaže učitelj s pomočjo projekcije na tablo (nariše nekaj ozkih in dolgih trikotnikov v različnih legah). V primeru, da želijo trikotnik zbrisati, izberejo orodje za brisanje (radirka). Najbolj zanimive primere trikotnikov učenci lahko natisnejo.

7. Barvamo like

Cilji:

- učenec prepozna, zna poimenovati in ustrezno pobarvati preproste geometrijske like v programu Slikar,
- prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows), barvni liki iz papirja (kvadrat, pravokotnik, trikotnik, krog), predloga za program Slikar (priloga 9).

Potek:

Učenci odprejo predlogo za program Slikar, v kateri so narisani različni liki (predlogo predhodno pripravimo in shranimo na računalnike). Na tablo nalepimo legendo in si jo ogledamo: trikotniki bodo rumeni, kvadrati modri, pravokotniki rdeči in krogi zeleni. Učenci nato prepoznavajo like, jih poimenujejo ter ustrezno pobarvajo (izberejo orodje za vlivanje barve ter ustrezno barvo). Če se zmotijo in vlijejo napačno barvo, v paleti izberejo ustrezno barvo in jo vlijejo čez napačno. Na koncu preverimo, kako uspešni so bili učenci (lahko frontalno s pomočjo projekcije).

8. Vesoljček

Cilji:

- učenec prepozna, zna poimenovati in ustrezno pobarvati preproste geometrijske like v programu Slikar,
- prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows), barvni liki iz papirja (kvadrat, pravokotnik, trikotnik, krog), predloga za program Slikar (priloga 9).

Potek:

Učenci odprejo predlogo za program Slikar, v kateri je narisana vesoljček iz različnih likov (predlogo predhodno pripravimo in shranimo na računalnike). Po legendi na tabli (liki ustrezne barve) učenci prepoznajo like, jih poimenujejo ter ustrezno pobarvajo (izberejo orodje za vlivanje barve ter ustrezno barvo). Če se zmotijo in vlijejo napačno barvo, v paleti izberejo ustrezno barvo in jo vlijejo čez napačno. Na koncu preverimo, kako uspešni so bili učenci (lahko frontalno s pomočjo projekcije).

Hitrejši učenci odprejo novo prazno stran v programu Slikar ter sami sestavijo vesoljčka in ga ustrezno pobarvajo (po legendi na tabli).

9. Tangram

Cilja:

- učenec razvija ploskovne predstave,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

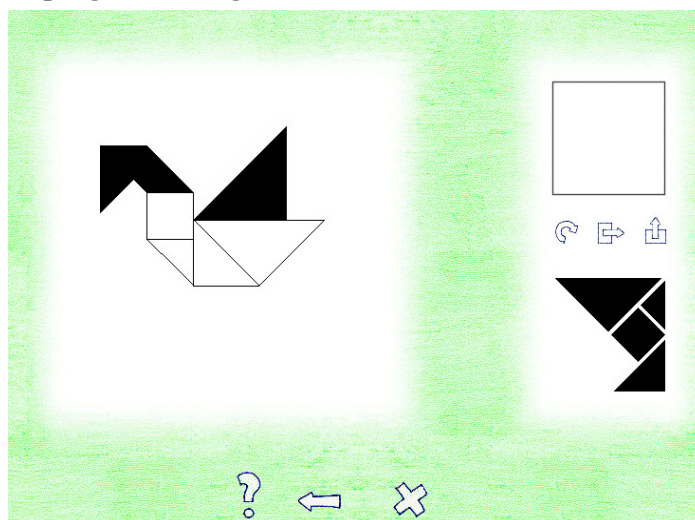
Učna sredstva:

računalnik, didaktični program Igrive številke 1 (Miških potep, 1999).

Potek:

Učenec izbere didaktični program Tangram (Igrive številke 1). Na levi strani je iz praznih likov sestavljena figura, na desni pa različni liki, s katerimi mora učenec figuro zapolniti. Najprej izbere črno obarvan lik, ga s pomočjo funkcije obračanja in zrcaljenja postavi v pravilno lego ter s klikom prenese na ustrezno mesto v figuri. Naloga je končana, ko učenec zapolni vse prazne dele figure. Če napačno obrne lik in klikne na polje, kamor ga želi prenesti, mu zvok pove, da ni pravilno izvedel naloge. Ko pravilno zapolni vse like v figuri, se sproži vesela glasba, ob kateri plešejo številke. Na voljo je več različnih figur.

Slika 19: Primer figure v programu Tangram



Vir: Miškin potep, 1999.

10. SlikoKviz

Cilja:

- učenec prepozna telesa in like,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

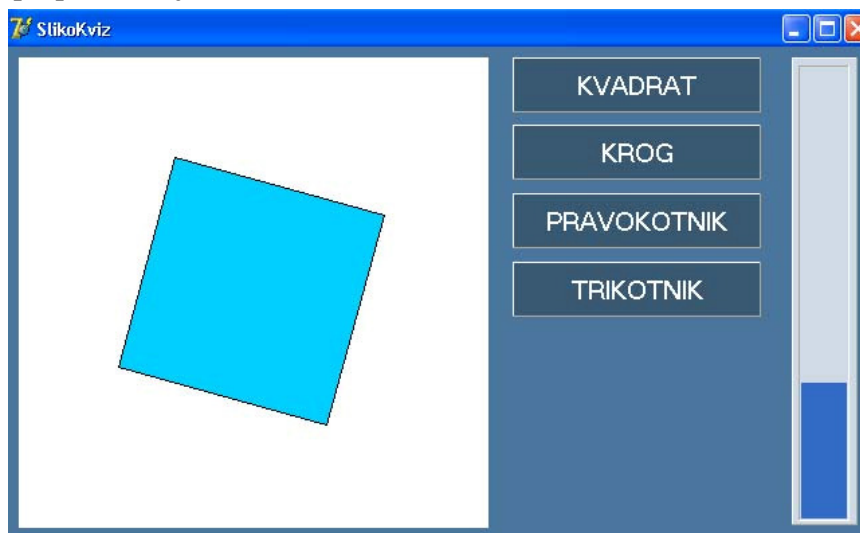
Učna sredstva:

računalnik, didaktična igra SlikoKviz⁶⁷.

Potek:

Učenec zažene didaktično igro *SlikoKviz* in izbere igro (telesa, liki ali liki in telesa). V prikazovalnem prostoru se vrstijo različna telesa (modeli in različni predmeti), liki, ali oboje naključno (odvisno, katero igro je izbral učenec), ki jih mora učenec prepoznati. Na desni strani so ponujena poimenovanja teles in likov (tudi zvočno, če se z miško postavi na napis). S klikom na pravega dobi pohvalo, prikaže se novo telo ali lik, v nasprotnem primeru pa ostane v prikazovalnem prostoru isto telo in mora učenec poskusiti znova. Igra je končana, ko barva do vrha 'napolni' desni stolpec.

Slika 20: Primer prepoznavanja lika v SlikoKvizu



11. Dopolni sliko

Cilja:

- učenec zna dani sliki poiskati simetrično polovico,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, didaktični program Igrive številke 2 (Igrive številke 1 in 2, 2000).

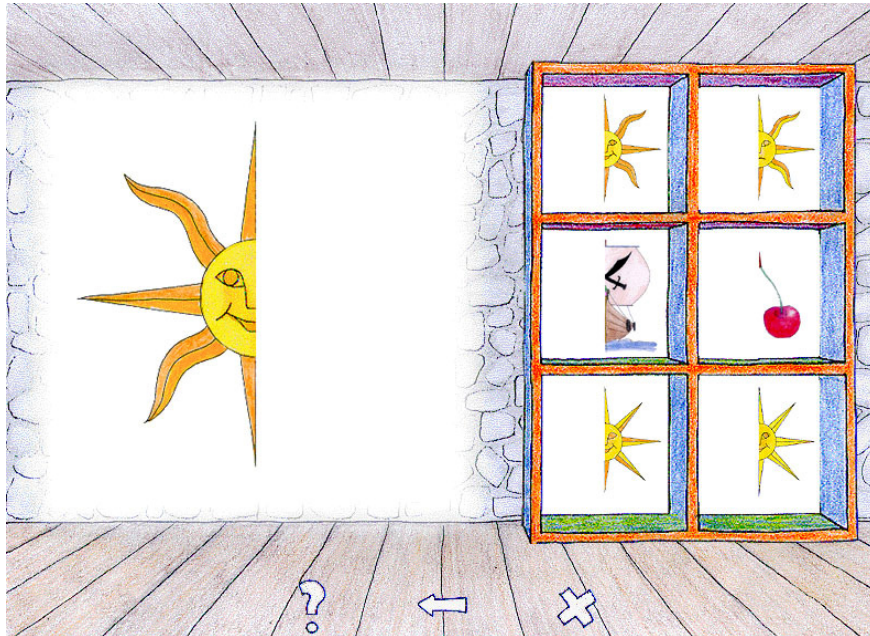
Potek:

Učenec izbere didaktični program *Dopolni sliko*, ki spada v sklop simetrije. Dobi navodilo, da naj dani polovici slike poišče zrcalno simetrični del. Razpredelnica mu ponudi šest možnosti, s klikom

⁶⁷ Igra je nastala po idejni zasnovi Maje Ovsenik, izdelal pa jo je Sergej Eržen.

na pravilno dopolni dano sliko, odpre se nov primer. Če se zmoti, mu kratek zvok pove, da ni izbral pravilno.

Slika 21: Primer iskanja simetričnega dela slike



Vir: Igrive številke 1 in 2, 2000.

12. Simetrija

Cilja:

- učenec zna simetrično dopolniti sliko,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

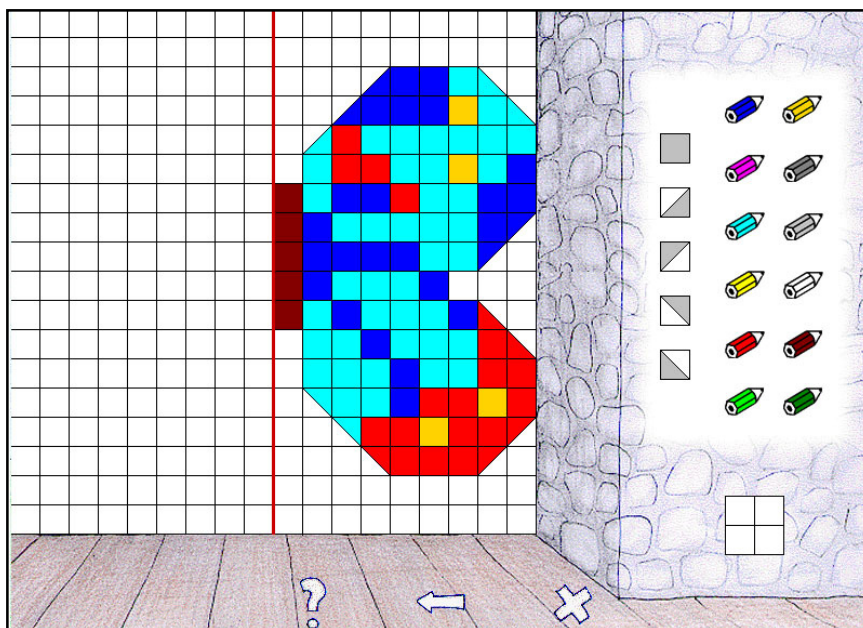
Učna sredstva:

računalnik, didaktična igra Igrive številke 2 (Igrive številke 1 in 2, 2000).

Potek:

Učenec izbere didaktično igro *Simetrija*. Na mreži je polovica neke oblike. Učenec dobi navodilo, da naj izbere ustrezen kvadrat, ga pobarva (izbere določeno barvo) in ga postavi na mrežo. To stori tako, da nastane simetrična oblika dani polovici.

Slika 22: Primer simetričnega dopolnjevanja slike



Vir: Igrive številke 1 in 2, 2000.

13. Črte

Cilja:

- učenec zna v programu Slikar risati ravne, krive, sklenjene in nesklenjene črte,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.

Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows).

Potek:

Učenci zaženejo program *Slikar*. Seznanimo jih s potekom dela: risali bodo različne črte. Najprej preizkusimo, kakšne črte lahko ustvarjamo s pomočjo določenega orodja (ravne, krive, sklenjene, nesklenjene ...). Pri sklenjenih in nesklenjenih lahko naredimo preizkus z vlivanjem barve. Pri sklenjeni črti barva ostane v liku, pri nesklenjeni pa se razlije po celem listu.

Ustvarimo sliko samo z **ravnimi nesklenjenimi črtami**. Ponovimo, katera orodja nam to omogočajo, nato učenci začnejo z risanjem. Najbolj zanimivo risbo natisnemo.

Učenci nato vodeno ustvarjajo še **ravne sklenjene črte, krive nesklenjene črte, krive sklenjene črte**, na koncu pa ustvarijo še risbo z različnimi črtami. Ob risanju učenci črte vedno tudi poimenujejo.

14. Točke

Cilja:

- učenec zna risati krive in ravne ter sklenjene in nesklenjene črte ter zna označiti presečišča v programu Slikar,
- se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike.



Učna sredstva:

računalnik, program Slikar (OS Windows), učni list.

Potek:

Učenci zaženejo program *Slikar*. Seznanimo jih s potekom dela: risali bodo različne črte in iskali presečišča, kjer nastanejo točke. Po navodilih rišejo črte: narišejo dve modri ravni črti tako, da se sekata; presečišče poškropijo z rdečim sprejem; nato narišejo eno zeleno krivo črto tako, da seka obe ravni črti ... Ko usvojijo postopek, nadaljujejo z nalogami na učnem listu: določeno število ravnih in krivih črt morajo narisati tako, da dobijo določeno število presečišč (tabela 6). Naloge so različno zahtevne (celoten učni list se nahaja v prilogi 20).

Tabela 6: Primer naloge z učnega lista

število ravnih črt	število krivih črt	število presečišč $\times A$
		
3	1	7

3.4.5.5 Učne priprave za izvedbo ur z eksperimentalno in kontrolno skupino

Zgoraj predstavljene didaktične računalniške igre in dejavnosti na računalniku same po sebi še ne zagotavljajo uspeha pri doseganju ciljev s področja geometrije. Menimo, da je zelo pomembno, na kakšen način dejavnosti vključimo v učno uro, kako pripravimo učence nanje, kakšna navodila jim posredujemo ...

V nadaljevanju zato predstavljamo učne priprave, ki so nastale v teku raziskave in ki prikazujejo vključevanje zgoraj opisanih iger in dejavnosti v ure geometrije za ES. Da bi lahko ovrednotili napredek učencev v ES, smo načrtovali vzporedne učne ure za pouk geometrije v razredu KS. Pripravili smo dejavnosti, ki so zelo podobne tistim, ki jih je ES izvajala na računalniku – vključili smo konkretni material, učne liste ... Učne ure smo izvajali vzporedno, z učiteljico KS smo se pred posamezno uro podrobno dogovorili o poteku ter ob koncu ure zapisali evalvacijo.

1. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	8. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Labirint – orientacija v prostoru
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none">▪ se po navodilih premika po ravnini in navodila tudi sam oblikuje▪ opredeli položaj predmeta glede na sebe oz. glede na druge predmete▪ se pri opisu položajev pravilno izraža (nad/pod, levo/desno ...)▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo, skupinska
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	računalnik, program Miška praznuje, kartice z navodili za postavitve (priloga 4), svinčniki, radirke, mreža s skritim zakladom (priloga 5), prenosni računalnik,

	program Miškina mala šola, različni predmeti, pisna navodila za sestavljanje (priloga 6), delovni zvezek (štr. 24, 25)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Učenci so bili med uro visoko motivirani. Delo je potekalo tekoče, učiteljica je spremljala dejavnosti po postajah in učence usmerjala, kadar je bilo potrebno. Tudi učenci, ki imajo običajno težave s koncentracijo, so dejavnostim sledili brez težav. Najbolj so jim bile všeč postaje z računalnikom. Učenci so kasneje najbolj priljubljene dejavnosti izvajali samoiniciativno kar med odmori.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del	<p>Učence vprašamo, zakaj mislijo, da potrebujemo zemljevid. Naštevajo. Med drugim ugotovimo tudi, da s pomočjo zemljevida lahko odkrijemo zaklad.</p> <p>Vendar moramo zato, da se na zemljevidu znajdemo, dobro poznati 4 smeri. Učence vprašamo, katere. Naštevajo (<i>gor, dol, levo in desno</i>). Ker bomo danes uporabljali tudi zemljevide, bomo najprej te smeri utrdili.</p> <p>Razgibajmo se Otroci stojijo v treh vrstah, okoli sebe naj imajo dovolj prostora. Postavimo se pred njih in jih dajemo navodila za izvajanje vaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ dvignejo levo roko, ▪ dvignejo desno roko, ▪ poskočijo trikrat z levo nogo, ▪ dvignejo desno nogo, ▪ z rokami se primejo za bok, ▪ obrnejo glavo dvakrat v levo, ▪ obrnejo glavo trikrat v desno, ▪ z levo roko primejo desno koleno, ▪ z desno roko primejo levi gleženj. <p>Zberejo se pred tablo. Naredimo kip po navodilih. Pokličemo enega učenca, ki se postavi dva koraka od table in gleda proti nam. Nato pokličemo drugega in mu rečemo, naj počepne za stoječim. Učenci sami sestavljajo "kip" tako, da pokličejo učenca in mu povedo, kako naj se pridruži kipu (levo, desno, spredaj, pod ...).</p>	
glavni del	<p>Sledi delo po skupinah. Najprej si ogledamo vse postaje in se dogovorimo, kako bo potekalo delo.</p> <p>1. postaja: Sestavimo sliko po navodilih (Miška praznuje na računalniku) En učenec iz skupine sestavlja sliko v programu, navodila mu daje drug učenec iz skupine, ki si izbere eno izmed kartic (na kartici je že nastala slika). Ostali učenci mu pri dajanju navodil pomagajo. Na koncu preverijo, ali ima nastala slika pravilno razporejene predmete. Vsi učenci se razvrstijo pri računalniku. Vsako kartico uporabijo samo enkrat.</p> <p>2. postaja: Iščemo zaklad Učenci delajo v parih. Vsak par dobi list papirja z narisano mrežo, na kateri je "skrit" zaklad. Iskalec mora iz nasprotnega kota priti do zaklada, premikati se sme le levo/desno in gor/dol. Kadar je na poti ovira, jo mora obiti. Učenca naj izdelata načrt, kako bi iskalec prišel do zaklada.</p>	<p>računalnik, program Miška praznuje, kartice z navodili za postavitve (že sestavljene in natisnjene slike)</p> <p>svinčniki, radirke, mreža s skritim zakladom</p>

	<p>3. postaja: Labirint (Miškina mala šola – labirinti) Vsak učenec si izbere enega od labirintov (najmanj druga stopnja težavnosti), muca lahko spi ali lovi (naj bo počasna) in ga reši. Ko se zvrstijo vsi učenci, lahko rešijo še en labirint.</p> <p>4. postaja: Sestavljanje Na mizi je več predmetov. Skupina jih sestavi po navodilih na listu. Prebere jih učenec, ki že zna brati, ali pa prosijo za pomoč učiteljico.</p> <p>5. postaja: Kiparimo Učenci iz skupine stojijo v vrsti, en učenec je kipar, ki daje navodila. Kipar da tri navodila in vsi morajo storiti popolnoma enako (npr. počepnejo, dvignejo desno roko, z levo roko se primejo za nos). Nato zamenjajo kiparja.</p>	<p>prenosni računalnik, program Miškina mala šola</p> <p>različni predmeti, pisna navodila za sestavljanje</p>
zaključni del	Učenci kratko poročajo o delu po postajah, nato rešijo nalogo v delovnem zvezku na str. 25, za domačo nalogo pa str. 24.	delovni zvezek

1. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	8. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Labirint – orientacija v prostoru
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ se po navodilih premika po ravnini in navodila tudi sam oblikuje ▪ opredeli položaj predmeta glede na sebe oz. glede na druge predmete ▪ se pri opisu položajev pravilno izraža (nad/pod, levo/desno ...)
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo, skupinska
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	omara na kartici (priročnik, 2. del, str. 24), navodila z rešitvami na drugi kartici (priročnik, 2. del, str. 24), sličice s posodami (priročnik, 2. del, str. 24), svinčniki, radirke, mreža s skritim zakladom (priloga 5), različni predmeti, pisna navodila za sestavljanje (priloga 6), delovni zvezek str. 24, 25
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Delo po postajah je potekalo tekoče. Učiteljica je delo usmerjala in priskočila na pomoč, kadar je bilo potrebno. Zaradi raznolikosti dejavnosti (med njimi tudi gibalna) učenci niso imeli težav s koncentracijo in so bili celo uro dobro motivirani.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del	<p>Učence vprašamo, zakaj mislijo, da potrebujemo zemljevid. Naštevajo. Med drugim ugotovimo tudi, da s pomočjo zemljevida lahko odkrijemo zaklad.</p> <p>Vendar moramo zato, da se na zemljevidu najdemo, dobro poznati 4 smeri. Učence vprašamo, katere. Naštevajo (<i>gor, dol, levo in desno</i>). Ker bomo danes uporabljali tudi zemljevide, bomo najprej te smeri utrdili.</p> <p>Razgibajmo se Otroci stojijo v treh vrstah, okoli sebe naj imajo dovolj prostora. Postavimo se pred njih in jih dajemo navodila za izvajanje vaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ dvignejo levo roko, ▪ dvignejo desno roko, 	

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ poskočijo trikrat z levo nogo, ▪ dvignejo desno nogo, ▪ z rokami se primejo za bok, ▪ obrnejo glavo dvakrat v levo, ▪ obrnejo glavo trikrat v desno, ▪ z levo roko primejo desno koleno, ▪ z desno roko primejo levi gleženj. <p>Zberejo se pred tablo. Naredimo kip po navodilih. Pokličemo enega učenca, ki se postavi dva koraka od table in gleda proti nam. Nato pokličemo drugega in mu rečemo, naj počepne za stoječim. Učenci sami sestavljajo "kip" tako, da pokličejo učenca in mu povedo, kako naj se pridruži kipu (levo, desno, spredaj, pod...).</p>	
glavni del	<p>Sledi delo po skupinah. Najprej si ogledamo vse postaje in se dogovorimo, kako bo potekalo delo.</p> <p>1. postaja: Pospravimo posodo v kuhinjsko omaro Vsak učenec v skupini dobi na kartici narisano omaro ter kartico z navodilom, kako naj vanjo "pospravi" posodo. Na zadnji strani navodil je že rešitev, tako da lahko preveri, če je prav "zložil". Tisti, ki končajo prej, nadaljujejo v parih: drug drugemu narekujejo, kam naj postavijo določeno posodo.</p> <p>2. postaja: Iščemo zaklad Učenci delajo v parih. Vsak par dobi list papirja z narisano mrežo, na kateri je "skrit" zaklad. Iskalec mora iz nasprotnega kota priti do zaklada, premikati se sme le levo/desno in gor/dol. Kadar je na poti ovira, jo mora obiti. Učenca naj izdelata načrt, kako bi iskalec prišel do zaklada.</p> <p>3. postaja: Premikaj se po navodilih Vsak učenec v skupini reši svoj učni list. Premikati se mora po navodilih, začetni mora pri •.</p> <p>4. postaja: Sestavljanje Na mizi je več predmetov. Skupina jih sestavi po navodilih na listu. Prebere jih učenec, ki že zna brati, ali pa prosijo za pomoč učiteljico.</p> <p>5. postaja: Kiparimo Učenci iz skupine stojijo v vrsti, en učenec je kipar, ki daje navodila. Kipar da tri navodila in vsi morajo storiti popolnoma enako (npr. počepnejo, dvignejo desno roko, z levo roko se primejo za nos). Nato zamenjajo kiparja.</p>	<p>kartica z omaro, kartica z navodili na eni in rešitvami na drugi strani, sličice s posodami</p> <p>svinčniki, radirke, mreža s skritim zakladom</p> <p>svinčniki, radirke</p> <p>različni predmeti, pisna navodila za sestavljanje</p>
zaključni del	Učenci kratko poročajo o delu po postajah, nato rešijo nalogo v delovnem zvezku na str. 25, za domačo nalogo pa str. 24.	delovni zvezek

2. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	9. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Robota – geometrijske oblike
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preprosta geometrijska telesa ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih teles ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje, obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, razvrščanje

UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida), neprozorna vreča z različnimi predmeti, podobnimi modelom, seznamami učencev na postajah, plastelin, papir za podlago, sestavljanke iz teles (slike, priloga 8), razpredelnica s telesi (priloga 8), lističi s številkami, učna lista s telesi (priloga 7), modeli teles, učni list z živaljo iz teles (priročnik, 2. del, str. 26), kartonček z rešitvijo, računalnik, program Miškina mala šola, list s slikami teles, delovni zvezek
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Učenci so bili zaradi pestrega izbora dejavnosti dobro motivirani. Večini učencev je uspelo obiskati vse postaje. Pozorni smo bili na tiste, ki so običajno nekoliko počasnejši, in smo jih dodatno spodbujali ter jih usmerjali. Za izvedbo ure smo potrebovali nekoliko več časa (55 min), saj so za zaključni del (rezanje in lepljenje slik teles ter zapis imen) nekateri učenci potrebovali več časa, kot smo ga predvideli. Učencem sta bili najbolj všeč postaji s plastelinom in računalnikom.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	<p>V uvodnem delu z igro Kaj sem otipal? učenci osvežijo učno snov preteklega šolskega leta.</p> <p>Sedimo v krogu. Na tla postavimo modele teles ter neprozorno vrečo. V vreči je 10 predmetov, ki so po obliki zelo podobni geometrijskim telesom kvadru, kocki, valju in stožcu (lahko dodamo tudi pravilno pokončno štiristrano piramido). Izberemo nekaj učencev, ki s tipanjem skušajo ugotoviti, za katero telo gre. Spodbujamo jih k opisovanju otipanega. Ko predmet izvleče, z ostalimi učenci preverimo, če je pravilno ugotovil. Predmet nato razvrsti k ustreznemu modelu. Ob koncu igre še enkrat ponovimo imena teles ter nekatere njihove lastnosti: krive in ravne površine (zaobljenost ali omejenost z ravnimi ploskvami oziroma okrogla in oglata telesa), robovi, gladko kotaljenje (le to je možno pri telesih, ki imajo vsaj eno zaobljeno ploskev) ...</p>	<p>modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida)</p> <p>neprozorna vreča z različnimi predmeti, podobnimi modelom</p>
glavni del (25 min)	<p>Delo po postajah</p> <p>Učencem razložimo delo na posamezni postaji. Na vsaki postaji je tudi seznam učencev – vsak učenec naredi kljukico, če je na tej postaji rešil nalogo. Potrudi se in obišče čim več postaj.</p> <p>1. postaja: Sestavljamo iz plastelina Učenec vzame kos svojega plastelina. Zamisli si, katera telesa bo izdelal in kaj bo iz njih sestavil ter to stori. Končni izdelek mi pokaže in poimenuje dele (ne več kot 6).</p> <p>2. postaja: Preštej in izpolni preglednico Učenec si izbere eno od sestavljanek iz teles (na zadnjo stran sestavljanke prilepimo razpredelnico z rešitvijo) ter prazno razpredelnico. Prepozna posamezna geometrijska telesa in jih poimenuje. Prešteje jih ter izpolni razpredelnico (uporabi lističe s številkami, ki jih postavlja na prazno razpredelnico). Pravilnost naloge preveri s pomočjo rešitve na zadnji strani sestavljanke.</p> <p>3. postaja: Lastnosti teles Učenec si izbere učni list z narisanimi telesi. Vsa telesa</p>	<p>seznami učencev in svinčniki na postajah</p> <p>plastelin, papir za podlago</p> <p>sestavljanke iz teles, razpredelnica s telesi, lističi s številkami</p> <p>učna lista s telesi,</p>

	<p>poimenuje. Obkroži tista telesa, ki se</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gladko kotalijo (prvi učni list), ▪ imajo vsaj eno krivo (zaobljeno) ploskev (drugi učni list). <p>Če ne ve, katera telesa so to, preizkusi z modeli teles.</p> <p>4. postaja: Iz česa sem sestavljen? Učenci rešijo učni list: ugotovijo, iz katerih teles je sestavljena žival, ter v razpredelnico vpišejo ustrezno število posameznih teles. Rešitev preverijo s pomočjo kartončka s pravilno rešitvijo.</p> <p>5. postaja: Iz česa sem sestavljen? MMS Učenec najprej poimenuje vsa telesa v razpredelnici (če ne gre, klikne nanje). Nato izbere sestavljanko iz teles ter jo ustrezno pobarva.</p>	<p>modeli teles</p> <p>učni list z živaljo iz teles, kartonček z rešitvijo</p> <p>računalnik, program Miškina mala šola</p>
zaključni del (10 min)	<p>Učenci poročajo o tem, katera dejavnost jim je bila najbolj všeč, nato v brezčrtni zvezek nalepijo slike štirih teles (kvader, kocko, valj in kroglo) ter na črto zapišejo njihova imena. Rešijo nalogo v delovnem zvezku na str. 26.</p>	<p>list s slikami teles, delovni zvezek</p>

2. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	9. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Robota – geometrijske oblike
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preprosta geometrijska telesa ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih teles
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje, obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, razvrščanje
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida), neprozorna vreča z različnimi predmeti, podobnimi modelom, seznam učencev na postajah, plastelin, papir za podlago, sestavljanka iz teles (slike, priloga 8), razpredelnica s telesi (priloga 8), lističi s številkami, učna lista s telesi (priloga 7), modeli teles, učni list z živaljo iz teles (priročnik, 2. del, str. 26), kartonček z rešitvijo, računalnik, list s slikami teles, delovni zvezek
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Učenci so bili vso uro dejavni in so zavzeto reševali učne naloge. Učiteljica je spremljala in usmerjala dejavnosti, če je bilo potrebno. Izvedba ure je trajala nekaj minut dlje od načrtovane, saj so učenci za zaključni del potrebovali nekoliko več časa od predvidenega. Nalogo v delovnem zvezku so rešili doma.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	<p>V uvodnem delu z igro Kaj sem otipal? učenci osvežijo učno snov preteklega šolskega leta.</p> <p>Sedimo v krogu. Na tla postavimo modele teles ter neprozorno vrečo. V vreči je 10 predmetov, ki so po obliki zelo podobni geometrijskim telesom kvadru, kocki, valju in stožcu (lahko dodamo tudi pravilno pokončno štiristrano piramido).</p>	<p>modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida)</p>

	Izberemo nekaj učencev, ki s tipanjem skušajo ugotoviti, za katero telo gre. Spodbujam jih k opisovanju otipanega. Ko predmet izvleče, z ostalimi učenci preverimo, če je pravilno ugotovil. Predmet nato razvrsti k ustreznemu modelu. Ob koncu igre še enkrat ponovimo imena teles ter nekatere njihove lastnosti: krive in ravne površine (zaobljenost ali omejenost z ravnimi ploskvami oziroma okrogla in oglata telesa), robovi, gladko kotaljenje (le to je možno pri telesih, ki imajo vsaj eno zaobljeno ploskev) ...	neprozorna vreča z različnimi predmeti, podobnimi modelom
glavni del (25 min)	<p>Delo po postajah</p> <p>Učencem razložimo delo na posamezni postaji. Na vsaki postaji je tudi seznam učencev – vsak učenec naredi kljukico, če je na tej postaji rešil nalogo. Potrudi se in obišče čim več postaj.</p> <p>1.postaja: Sestavljamo iz plastelina Učenec vzame kos svojega plastelina. Zamisli si, katera telesa bo izdelal in kaj bo iz njih sestavil ter to stori. Končni izdelek mi pokaže in poimenuje dele (ne več kot 6).</p> <p>2.postaja: Preštej in izpolni preglednico Učenec si izbere eno od sestavljanek iz teles ter prazno razpredelnico. Prepozna posamezna geometrijska telesa in jih poimenuje. Prešteje jih ter izpolni preglednico (že izdelane številke). Pravilnost naloge preveri s pomočjo rešitve na zadnji strani sestavljanke.</p> <p>3. postaja: Lastnosti teles Učenec si izbere list z narisanimi telesi. Vsa telesa poimenuje. Obkroži tista telesa, ki se</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gladko kotalijo (prvi učni list), ▪ imajo vsaj eno krivo (zaobljeno) ploskev (drugi učni list). <p>Če ne ve, katera telesa so to, preizkusi z modeli teles.</p> <p>4. postaja: Iz česa sem sestavljen? Učenci rešijo učni list: ugotovijo, iz katerih teles je sestavljena žival, ter v razpredelnico vpišejo ustrezno število posameznih teles. Rešitev preverijo s pomočjo kartončka s pravilno rešitvijo.</p>	<p>seznami učencev in svinčniki na postajah</p> <p>plastelin, papir za podlago</p> <p>sestavljanke iz teles, razpredelnica s telesi, lističi s številkami</p> <p>učna lista s telesi, modeli teles</p> <p>učni list z živaljo iz teles, kartonček z rešitvijo</p>
zaključni del (10 min)	Učenci poročajo, katera postaja jim je bila najbolj všeč, nato v brezčrtni zvezek nalepijo slike štirih teles (kvader, kocko, valj in kroglo) ter na črto zapišejo njihova imena. Rešijo nalogo v delovnem zvezku na str. 26.	list s slikami teles, delovni zvezek

3. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	11. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Kaj lahko sestavimo – geometrijske oblike
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna, poimenuje in riše preproste geometrijske like ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, razvrščanje
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo

UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles, list večjega formata z vrisanim gozdom in igriščem, vodene barvice, računalniki, program Slikar, predlogi za delo v programu Slikar (priloga 9), barvni modeli osnovnih likov, program Tangram (Igrive številke 1)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Ura je trajala 15 minut dlje, kot smo predvideli. Kar nekaj časa vzame selitev iz učilnice v računalniško učilnico in nazaj ter priprava učencev za delo z računalnikom (vklop, zagon programa, odpiranje predloge). Učenci so sledili našim navodilom, med delom smo jim po potrebi priskočili na pomoč. Nihče izmed učencev ni imel težav pri rokovanju z računalnikom, kar kaže na to, da so učenci na delo z njim ustrezno pripravljene.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	<p>Ob zgodbici ponovimo imena geometrijskih teles in likov:</p> <p>Družina teles je imela 5 otrok: (otroci najprej sami poimenujejo telo, ki jim ga pokažemo, nato pa poiščejo pomanjševalnico, ki jim ustreza) <i>kvaderčka, valjčka, piramidico, kockico in kroglico</i>. Nekega dne mame in očeta ni bilo doma in otroci so se odločili, da gredo kar sami, brez dovoljenja, na igrišče, do katerega pa vodi dolga pot skozi gozd (narisano na večjem papirju). Odločili so se, da gre vsak po svoji poti, da ne bodo tako opazni. Vendar pa so pozabili, da je tistega dne močno deževalo in da je bilo povsod po gozdu polno blata. Kaj mislite, kako sta jih očka in mamica odkrila? Seveda, za seboj so puščali sledi v blatu. (Ploskve posameznih teles "odtiskujemo" s pomočjo vodenih barvic. Pazimo, da so nastali liki v različnih položajih). Očka in mamica sta sledila odtisom v blatu. Skupaj z učenci ugotovimo, kdo je puščal kvadrate, kdo trikotnike, kdo pravokotnike, kdo kroge in kdo črto. Očka in mamica sta svoje otroke seveda našla in jih malo oštela, ker so se sami sprehajali skozi gozd. Videli so, da sta bila zaradi njih zelo zaskrbljena, zato so se jima opravičili.</p> <p>Odidemo v računalniško učilnico.</p>	<p>modeli teles, list večjega formata z vrisanim gozdom in igriščem</p> <p>vodene barvice</p>
glavni del (30 min)	<p>V računalniški učilnici učenci prižgejo vsak svoj računalnik in zaženejo aplikacijo Slikar. Potek vseh nalog demonstriramo s pomočjo projekcije našega zaslona.</p> <p>1. Rišemo like Učenci vodeno rišejo različne like: kroge, kvadrate in pravokotnike z orodji, ki omogočajo oblikovanje lika z eno potezo. Poizkusijo oblikovati čim bolj raznovrstne velikosti (široke, ozke, pokončne, ležeče pravokotnike, različne velikosti kvadratov in krogov). Pomagamo učencem, ki imajo težave.</p> <p>2. Rišemo trikotnike Učenci ugotovijo, katerega lika ni v orodni vrstici. Trikotnik moramo sestaviti sami. Ugotavljajo, iz česa ga lahko sestavimo. Potrebujemo tri črte, zato izberemo orodje za izdelavo črt. Učence nato spodbudimo k risanju trikotnikov najrazličnejših oblik. Najprej sami narišemo nekaj zelo ozkih trikotnikov v različnih legah. Ugotavljajo, ali to so trikotniki. Nato se v nalogi preizkusijo tudi sami. Nekaj najbolj</p>	<p>računalniki, program Slikar, Miškina mala šola</p> <p>program Slikar</p> <p>program Slikar</p>

	<p>zanimivih natisnemo.</p> <p>3.Barvamo like Učenci na namizju poiščejo predlogo z imenom liki_1 ter jo odprejo. Ogledamo si legendo (barvne modele likov prilepim na tablo): trikotnike bodo obarvali rumeno, kvadrate modro, pravokotnike rdeče in kroge zeleno. Izberejo orodje za vlivanje barve ter ustrezno barvo. Na koncu preverimo, kako uspešni so bili.</p> <p>4.Vesoljček Po enakem postopku kot pri 3. nalogi odpremo novo predlogo liki_2. Upoštevajo navodilo za vlivanje barv, ki je že na tabli.</p>	<p>program Slikar, predloga v Slikarju (liki_1), barvni modeli likov</p> <p>program Slikar, predloga v Slikarju (liki_2), barvni modeli likov</p>
zaključni del (5 min)	<p>V aplikaciji Slikar sami poskušajo z različnimi liki sestaviti sliko. Like pobarvajo z vlivanjem barve. Najbolj zanimive natisnemo.</p> <p>Hitrejši učenci se lahko preizkusijo v igri Tangram.</p> <p>Vrnemo se v učilnico. Za domačo nalogo rešijo nalogi v delovnem zvezku na str. 27.</p>	<p>program Slikar</p> <p>program Tangram (Igrive številke 1)</p>

3. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	11. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Kaj lahko sestavimo – geometrijske oblike
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna, poimenuje in riše preproste geometrijske like ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih likov
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, razvrščanje
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles, list večjega formata z vrisanim gozdom in igriščem, vodene barvice, šablona, učni list (priročnik, 2. del, str. 27), 4 kompleti likov iz papirja (različnih dimenzij in barv)
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Učenci so se pri oblikovanju figure iz različnih likov zabavali, hkrati pa so na prijeten način spoznavali like. Med delom so jih pogosto poimenovali, poleg tega so jih morali tudi obračati v različne položaje, kar je dobro za oblikovanje geometrijskih predstav.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	<p>Ob zgodbici ponovimo imena geometrijskih teles in likov:</p> <p>Družina teles je imela 5 otrok: (otroci najprej sami poimenujejo telo, ki jim ga pokažemo, nato pa poiščejo pomanjševalnico, ki jim ustreza) <i>kvaderčka, valjčka, piramidico, kockico in kroglico</i>. Nekega dne mame in očeta ni bilo doma in otroci so se odločili, da gredo kar sami, brez dovoljenja, na igrišče, do katerega pa vodi dolga pot skozi gozd (narisano na večjem papirju). Odločili so se, da gre vsak</p>	<p>modeli teles, list večjega formata z vrisanim gozdom in igriščem</p>

	po svoji poti, da ne bodo tako opazni. Vendar pa so pozabili, da je tistega dne močno deževalo in da je bilo povsod po gozdu polno blata. Kaj mislite, kako sta jih očka in mamica odkrila? Seveda, za seboj so puščali sledi v blatu. (Ploskve posameznih teles "odtiskujemo" s pomočjo vodenih barvic. Pazim, da so nastali liki v različnih položajih). Očka in mamica sta sledila odtisom v blatu. Skupaj z učenci ugotovimo, kdo je puščal kvadrate, kdo trikotnike, kdo pravokotnike, kdo kroge in kdo črto. Očka in mamica sta svoje otroke seveda našla in jih malo oštela, ker so se sami sprehajali skozi gozd. Videli so, da sta bila zaradi njih zelo zaskrbljena, zato so se jima opravičili.	vodene barvice
glavni del (30 min)	V brezčrtni zvezek napišejo naslov LIKI ter osnovne like narišejo s šablono. Opišejo jih. Spodaj zapišejo (prepišejo s table) njihova imena. V delovnem zvezku rešijo nalogi na str. 27. Delo po skupinah: Učenci se razdelijo v štiri skupine. Vsaka skupina dobi komplet likov iz papirja. Iz njih skušajo sestaviti zanimivo figuro. Na koncu zapišejo, koliko določenih likov so uporabili za izdelavo. Dodatna naloga: ustvarimo vesoljčka Vsaka skupina na prazen list nariše sestavljanke iz različnih likov – vesoljčka, pod njo pa zapiše, iz katerih likov je sestavljena in koliko jih je.	šablona liki iz papirja (različnih barv in dimenzij) prazen list, šablona
zaključni del (5 min)	Učenci predstavijo svoje izdelke. Domača naloga: učni list.	učni list

4. ura – ES in KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a in 2. b
DATUM	12. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna simetrijo na predmetih v svoji okolici
TIP UČNE URE	obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, skupinska
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	risalni list, barve tempera, voda, čopič, zaščitni časopisni papir, list papirja, mapa z modeli iz papirja (10) (priloga 10), škarje, raznobarven papir formata A4
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Učenci so povedali, da so se jim zdele naloge zanimive. Opazili smo, da je nekaj učencev imelo težave z izrezovanjem simetričnih oblik – predvsem tistih, ki imajo slabše razvite prostorske predstave. Pri delu smo jih usmerjali.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN
----------------------------	--------------------------------------	-------------------------

		PRIPOMOČKI
uvodni del	<p>V razredu pripravimo mize za delo petih skupin ter potreben material. Učenci se razdelijo v skupine.</p> <p>Nov pojem <i>simetrija</i> vpeljemo s pomočjo dejavnosti barve na papirju. Vsaka skupina dobi risalni list, barve tempera, lonček z vodo ter več čopičev. List prepognejo na polovico ter ga zopet razprejo. Na eno polovico nanesejo barvo tempera in naslikajo poljuben motiv. List še enkrat prepognejo, ga ponovno razprostrejo in tako dobijo simetričen odtis barvnega vzorca. Otroci opisujejo nastalo sliko in jo primerjajo s sliko na prvi polovici lista. Dogovorimo se, da je nekaj simetrično, če to lahko prepognemo tako, da dobljena dela drug drugega prekrivata.</p>	risalni list, barve tempera, voda, čopič, zaščitni časopisni papir
glavni del	<p>1. Iščemo simetrijo v okolju Vsaka skupina v razredu skuša najti čim več simetričnih predmetov. Zapišejo ali narišejo jih na list papirja in nato poročajo.</p> <p>2. Ali te lahko prepognem? Skupine dobijo mapo s preprostimi modeli iz papirja. Otroci morajo model prepogniti tako, da se oba dela med seboj prekrivata. Nekaj modelov ni simetričnih. Preverimo ugotovitve posameznih skupin.</p> <p>3. Opazujem sebe Učencem postavimo vprašanje: ali lahko prepognemo sami sebe in ali smo simetrični. V skupini se pogovorijo, nato poročajo.</p> <p>4. Škarje in papir Otroci prepognejo papir in izrezujejo simetrične oblike. Najprej vsak izreže poljubno obliko, nato prej napovejo, kaj bo nastalo. Zadnja naloga je izrezovanje simetrične figure po navodilu: režejo naj tako, da bo nastala simetrična hišica, ko bodo razprostrli papir.</p>	<p>list papirja</p> <p>mapa z modeli iz papirja (10)</p> <p>škarje, raznobarven papir formata A4</p>
zaključni del	Rešujejo naloge v delovnem zvezku na str. 28 in 29.	

5. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	15. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna simetrijo na predmetih v svoji okolici ▪ simetrično dopolni sliko ▪ nariše simetralo na predmetu ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	obravnavanje nove učne snovi, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli iz papirja (glej 4. uro), učni listi (priloga 11), računalniki, Igrive številke 2
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>

EVALVACIJA URE	Ura je trajala 55 minut (predvsem zaradi selitve v računalniško učilnico). Učenci so bili predvsem v računalniški učilnici za delo zelo motivirani. Večina učencev ni imela težav pri reševanju nalog, vendar jih nekaj ni uspelo končati druge naloge, pri kateri so morali z barvanjem kvadratkov dopolniti obliko tako, da je postala simetrična. Izbrali so si prezahtevno sliko. Kasneje smo jim svetovali, naj izberejo lažjo, vendar je nekaterim zmanjkalo časa za reševanje.
-----------------------	---

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del	Učence zberemo v krogu. Ob modelih iz papirja ponovimo, katere oblike so simetrične.	modeli iz papirja
glavni del	<p>Učenci rešujejo delovne liste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SIMETRALA ▪ ČRKE ▪ KAJ BO NASTALO? <p>Rešijo čim več nalog.</p> <p>V računalniški učilnici iščejo simetrične oblike v igrici Igrive številke 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ dopolni sliko (iščejo drugo simetrično polovico določene oblike), ▪ simetrija (z barvanjem kvadratkov dopolnijo ustrezno obliko tako, da je simetrična). 	<p>učni listi</p> <p>računalniki, Igrive številke 2</p>
zaključni del	Vračanje iz računalniške učilnice.	

5. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	15. 11. 2004
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna simetrijo na predmetih v svoji okolici ▪ simetrično dopolni sliko ▪ nariše simetralo na predmetu
TIP UČNE URE	obravnavanje nove učne snovi, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli iz papirja, geometrijski liki (ploščice), risalni listi, učni listi (priloga 11), priročnik, 2. del, str. 28), škarje, listi
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Učenci so dobro reševali učne liste. Učiteljica je spremljala njihovo delo in jim po potrebi pomagala. Zelo jih motivirala tudi uvodna naloga, tako da so to dejavnost izvajali še med naslednjim odmorom.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del	<p>Učence zberemo v krogu.</p> <p>Ob modelih iz papirja ponovimo, katere oblike so simetrične.</p>	modeli iz papirja

	Nadaljujemo z dejavnostjo Igra z geometrijskimi liki . Učenci se razdelijo v pare. Na sredino risalnega lista narišemo navpično črto. En učenec iz ploščic sestavi poljubno figuro na levi strani črte, drugi učenec pa jo mora na desni strani dopolniti tako, da bo dobil simetrično obliko. Vlogo nato še nekajkrat zamenjamo.	geometrijski liki (ploščice), risalni listi
glavni del	Učenci rešujejo delovne liste: <ul style="list-style-type: none"> ▪ SIMETRALA ▪ ČRKE ▪ KAJ BO NASTALO? ▪ UČNI LIST IZ PRIROČNIKA <p>Rešijo čim več nalog.</p>	učni listi
zaključni del	Učenec sam nariše ali izreže nekaj simetričnih oblik iz papirja.	škarje, listi

6. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	3. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Darila
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preproste geometrijska telesa ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih teles ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	obravnava nove učne snovi, ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida), vreča z različnimi predmeti, zaviti v aluminijasto folijo, vreča, modeli teles, zaviti v aluminijasto folijo, trije računalniki, didaktična igra <i>SlikaKviz</i> , modeli teles, klančina (strma, položna), učni listi (priloga 12)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Ura je bila zahtevna za izvedbo, saj smo morali koordinirati delo po postajah in hkrati pomagati učencem. Trajala je okoli 60 minut, veliko časa je vzela sama priprava na dejavnosti (branje navodil, prikaz postaj), na koncu pa analiza odgovorov. V zaključnem delu je učencem koncentracija že nekoliko popustila.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. V vreči jim ponudimo različne predmete, zavite v aluminijasto folijo (kuhalnico, lonček, plišastega medvedka, fotoaparata, avtomobilček, lego-kocko, klinček, žogico, etui). Nekdo izvleče predmet, ga pokaže ostalim in pove, kaj naj bi se skrivalo pod folijo. Svojo ugotovitev utemelji (spodbudimo ga z vprašanji po obliki). V drugi vreči so v folijo zaviti modeli teles: stožec, krogla, kvader, kocka, piramida. Učenci modele čim bolj podrobno opišejo.	vreča, predmeti, zaviti v aluminijasto folijo vreča, modeli teles, zaviti v aluminijasto folijo
glavni del	Učenci bodo v tem delu ure raziskovali. Ugotavljali bodo,	trije računalniki,

(35 min)	<p>katero od teles se lažje kotali, kako se kotali na različnih klančinah, po čem se razlikujejo telesa, ki se gladko kotalijo, od tistih, ki se ne kotalijo gladko ... Vsak učenec dobi učni list, na katerem ima vprašanja in navodila za izvedbo nalog. Na več koncih razreda pripravim modele teles in več klančin dveh različnih strmin.</p> <p>Skupaj preberemo naloge, nato gredo po razredu in na podlagi preizkusov rešijo naloge. Odgovorijo na vprašanja in s kljukico označijo nalogo, ki so jo opravili. Opozorimo jih, da so odgovori na vprašanja njihovo lastno mnenje.</p> <p>Med nalogami je tudi igra <i>SlikoKviz</i>. To je računalniška didaktična igra, s pomočjo katere učenec ponavlja in utrjuje prepoznavanje teles. Vsak učenec mora igrati igro, dokler ne "zmaga", torej pravilno prepozna določeno število teles.</p>	didaktična igra <i>SlikoKviz</i> , modeli teles, klančine (strma, položna), učni listi
zaključni del (5 min)	Ko večina učencev reši naloge, skupaj analiziramo odgovore. Ugotavljamo, katero telo se je najlepše kotalilo in zakaj, zakaj se kocka kotali težje kot valj, po čem se telesa razlikujejo med seboj ... Išče tudi podobnost v ploskvah različnih teles (ploskve odtisnemo na papir).	

6. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	3. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Darila
UČNI CILJ	otrok <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preproste geometrijska telesa ▪ prepozna nekatere lastnosti posameznih geometrijskih teles
TIP UČNE URE	obravnavava nove učne snovi, ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles (kocka, kvader, krogla, valj, stožec, piramida), vreča z različnimi predmeti, zaviti v aluminijasto folijo, vreča, modeli teles, zaviti v aluminijasto folijo, karte za igro <i>Prepoznaj telo</i> (na eni strani slika, na drugi strani poimenovanje) (nekaj primerov v prilogi 13), modeli teles, klančina (strma, položna), učni listi (priloga 12)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Ura je bila zahtevna za izvedbo, saj so učenci na posameznih postajah potrebovali pomoč in svetovanje. Trajala je 60 minut, veliko časa je vzela sama priprava na dejavnosti (branje navodil, prikaz postaj), na koncu pa analiza odgovorov. Učenci so se največ časa zadržali pri igri s kartami, nad katero so bili navdušeni in so se jo samoiniciativno igrali tudi med kasnejšimi odmori.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. V vreči jim ponudimo različne predmete, zavite v aluminijasto folijo (kuhalnico, lonček, plišastega medvedka, fotoaparata, avtomobilček, lego-kocko, klinček, žogico, etui). Nekdo izvleče predmet, ga pokaže ostalim in pove, kaj naj bi se skrivalo pod folijo. Svojo ugotovitev tudi utemelji (spodbudimo ga z vprašanji po	vreča, predmeti, zaviti v aluminijasto folijo

	obliki). V drugi vreči so v folijo zaviti modeli teles: stožec, krogla, kvader, kocka, piramida. Učenci modele čim bolj podrobno opišejo.	vreča, modeli teles, zaviti v aluminijasto folijo
glavni del (35 min)	Učenci bodo v tem delu ure raziskovali. Ugotavljali bodo, katero od teles se lažje kotali, kako se kotali na različnih klančinah, po čem se razlikujejo telesa, ki se gladko kotalijo, od tistih, ki se ne kotalijo gladko ... Vsak učenec dobi učni list, na katerem ima vprašanja in navodila za izvedbo nalog. Na več koncih razreda pripravimo modele teles in več klančin dveh različnih strmin. Skupaj preberemo naloge, nato gredo po razredu in na podlagi preizkusov rešijo naloge. Odgovorijo na vprašanja in s kljukico označijo nalogo, ki so jo opravili. Opozorimo jih, da so odgovori na vprašanja njihovo lastno mnenje. Med nalogami je tudi igra <i>Prepoznaj telo</i> . To je igra s kartami, s pomočjo katere učenec ponavlja in utrjuje prepoznavanje in poimenovanje teles. Učenec mora poiskati drugega učenca za igro v paru. Prvi učenec nato kaže karte s telesi, drugi jih poimenuje. Pravilni odgovor je zapisan na hrbtni strani karte. Učenec, ki karte kaže, potrди pravilnost odgovora. Če je igralec pravilno ugotovil, dobi karto, če ne, jo obdrži tisti, ki kaže karte. Igralec zmaga, ko ima v rokah vse karte. Igralca se nato zamenjata.	karte za igro <i>Prepoznaj telo</i> , modeli teles, klančina (strma, položna), učni listi
zaključni del (5 min)	Ko večina učencev reši naloge, skupaj analiziramo odgovore. Ugotavljamo, katero telo se je najlažje kotalilo in zakaj, zakaj se kocka kotali težje kot valj, po čem se telesa razlikujejo med seboj ... Iščemo tudi podobnost v ploskvah različnih teles (ploskve odtisnemo na papir).	

7. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	4. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Darila
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preproste geometrijske like ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del
UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles, risalni listi, večje število raznobarnih likov, lepilo, tabela za dejavnost <i>Najin možic</i> (priloga 14), šablona, barvice, pregrada, tabela, karte z liki na eni in pravilnim odgovorom na drugi strani (nekaj primerov prve strani je v prilogi 15), učni list z liki in navodilom za barvanje (priloga 16), rešen učni list za preverjanje pravilnosti rešitve, računalniška did. program SlikoKviz, dva računalnika
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
OPOMBE	Uro je potrebno časovno dobro orientirati. Opazovati je potrebno postaje in učence napotiti nanje, ko so proste.
EVALVACIJA URE	Ura je dobro uspela, nekaj več časa je bilo potrebno nameniti pripravi učencev na delo. Učencem je bilo najljubše kartanje in igra SlikoKviz na računalniku, radi pa so

	sestavljali tudi možica iz likov (ustvarili so zanimive figure – priloga 17). Dva učenca sta si izmislila novo igro s kartami – vojno: učenca hkrati pokažeta vsak svojo karto (jemljeta jih po vrsti s svojega kupčka), obe pobere tisti, ki ima na sliki lik z več koti.
--	--

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. Ponovimo, kaj je lik in kaj telo. Telo je nekaj, kar lahko primemo, nek predmet, lik pa nek omejen del na ravnini (ploskvi, papirju, tabli). Poimenujemo vsa že poznana telesa (modeli) in like (narišemo jih na tablo).	modeli teles, na tabli narisani liki
glavni del (35 min)	<p>Učenci se razdelijo v pare. Na večji prostor pripravimo naloge, ki so oštevilčene, tako da učenci vedo, katero so že rešili. Najprej jih skupaj pregledamo, nato začnejo z reševanjem.</p> <p>1. Najin možic Učenca na risalni list sestavita čim bolj zanimivega možica iz likov (like najprej nastavita, nato prilepita). V tabeli označita, katere like sta uporabila in koliko je posameznih likov. Na izdelek se podpišeta.</p> <p>2. Zaporedje likov Učenca se usedeta eden nasproti drugega ter vmes postavita pregrado. En učenec narekuje like (določi lik in barvo), nato ga oba narišeta v pripravljeno tabelo. Na koncu preverita, ali se njuno zaporedje likov popolnoma ujema. Tisti, ki ni narekoval, si zapomni število enakih likov. Vlogi nato zamenjata in primerjata rezultat.</p> <p>3. Igra s kartami Par vzame nekaj kart z liki. Prvi v paru kaže drugemu like, ta pa jih mora poimenovati. Če odgovori pravilno, dobi karto, če ne, jo na mizo odloži tisti, ki sprašuje. Vlogi zamenjata. Zmaga učenec, ki je s pravilnimi odgovori pridobil več kart.</p> <p>4. Barvanje likov Učenca vzameta list z liki ter navodila za barvanje. Po navodilih pobarvata vse like. Učitelj ima na posebnem listu rešitev. Učenca sama preverita pravilnost in popravita napake.</p>	<p>risalni listi, večje število raznobarnih likov, lepilo, tabela</p> <p>šablona, barvice, pregrada, tabela</p> <p>karte z liki na eni in pravilnim odgovorom na drugi strani</p> <p>učni list z liki in navodilom za barvanje, rešen učni list za preverjanje pravilnosti rešitve</p>
zaključni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. Oglejmo si nastale možice in jih razstavimo. Povedo, kakšne so se jim zdele naloge, ali so imeli težave ...	

7. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	4. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	Darila
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ prepozna in poimenuje preproste geometrijske like
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del

UČNE OBLIKE	frontalna, samostojno delo, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles, risalni listi, večje število raznobarnih likov, lepilo, tabela za dejavnost <i>Najin možic</i> (priloga 14), šablona, barvice, pregrada, tabela, karte z liki na eni in pravilnim odgovorom na drugi strani (nekaj primerov prve strani je v prilogi 15), učni list z liki in navodilom za barvanje (priloga 16), rešen učni list za preverjanje pravilnosti rešitve
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
OPOMBE	Uro je potrebno časovno dobro orientirati. Opazovati je potrebno postaje in učence napotiti nanje, ko so proste.
EVALVACIJA URE	Učenci so skozi celo uro ohranili dobro motivacijo. Pari so sodelovali med seboj, usklajevali mnenja in sklepali kompromise (npr. pri igri <i>Moj možic</i>). Najbolj priljubljena je bila igra s kartami.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. Ponovimo, kaj je lik in kaj telo. Telo je nekaj, kar lahko primemo, nek predmet, lik pa nek omejen del na ravnini (ploskvi, papirju, tabli). Poimenujemo vsa že poznana telesa (modeli) in like (narišemo jih na tablo).	modeli teles, na tabli narisani liki
glavni del (35 min)	<p>Učenci se razdelijo v pare. Na večji prostor pripravimo naloge, ki so oštevilčene, tako da učenci vedo, katero so že rešili. Najprej jih skupaj pregledamo, nato začnejo z reševanjem.</p> <p>5. Najin možic Učenca na risalni list sestavita čim bolj zanimivega možica iz likov (like najprej nastavita, nato prilepita). V tabeli označita, katere like sta uporabila in koliko je posameznih likov. Na izdelek se podpišeta.</p> <p>6. Zaporedje likov Učenca se usedeta eden nasproti drugega ter vmes postavita pregrado. En učenec narekuje like (določi lik in barvo), nato ga oba narišeta v pripravljeno tabelo. Na koncu preverita, ali se njuno zaporedje likov popolnoma ujema. Tisti, ki ni narekoval, si zapomni število enakih likov. Vlogi nato zamenjata in primerjata rezultat.</p> <p>7. Igra s kartami Par vzame nekaj kart z liki. Prvi v paru kaže drugemu like, ta pa jih mora poimenovati. Če odgovori pravilno, dobi karto, če ne, jo na mizo odloži tisti, ki sprašuje. Vlogi zamenjata. Zmaga učenec, ki je s pravilnimi odgovori pridobil več kart.</p> <p>8. Barvanje likov Učenca vzameta list z liki ter navodila za barvanje. Po navodilih pobarvata vse like. Učitelj ima na posebnem listu rešitev. Učenca sama preverita pravilnost in popravita napake.</p>	<p>risalni listi, večje število raznobarnih likov, lepilo, tabela</p> <p>šablona, barvice, pregrada, tabela</p> <p>karte z liki na eni in pravilnim odgovorom na drugi strani</p> <p>učni list z liki in navodilom za barvanje, rešen učni list za preverjanje pravilnosti rešitve</p>
zaključni del (5 min)	Učenci se zberejo v krogu. Ogledamo si nastale možice in jih razstavimo. Povedo, kakšne so se jim zdele naloge, ali so imeli težave ...	

8. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	7. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija in črte
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ s pomočjo mreže nariše simetrične oblike ▪ riše ravne, krive, sklenjene in nesklenjene črte
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	različni modeli iz papirja (priloga 10), prosojnica z mrežo, grafoskop, učni listi z mrežo (priloga 18), sklenjena in nesklenjena vrvica, papir (format A3), modeli teles (kvader, kocka, valj, stožec)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Ura je minila brez težav, učenci so motivacijo ohranili vse do zadnje naloge. Med seboj so dobro sodelovali.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	<p>Ponovimo pojem simetrije.</p> <p>Učence zberemo v krogu. Ob modelih iz papirja ponovimo, katere oblike so simetrične (tiste, ki jih lahko prepognemo tako, da dobljena dela drug drugega prekrivata).</p> <p>Učenci naštejejo nekaj predmetov v okolici, ki so simetrični.</p>	različni modeli iz papirja
glavni del (35 min)	<p>Dejavnost <i>Dopolnilno mrežo</i></p> <p>Učenci bodo delali v parih. Vsak učenec dobi list, na katerem sta narisani dve mreži, ki ju na polovico deli debelejša črta. Na levi strani prve mreže si bo učenec izbral območje (npr. pravokotnik 6 x 7) in čimbolj raznoliko pobarval vse kvadratke, drugo stran pa bo pustil prazno. Nato bo njegov sošolec dopolnil njegovo barvno kombinacijo tako, da bo nastala simetrična slika.</p> <p>Dejavnost ponovimo, le da tokrat učenec riše v spodnjo mrežo tako, da v obliki polovice neke oblike (drevo, hiša, ladja, omara ...) odebeli črte na levi strani mreže. Sošolec bo nato obliko simetrično dopolnil na desni strani.</p> <p>Pred začetkom dela obe nalogi demonstriram s pomočjo grafoskopa in prosojnice, na kateri s pomočjo dveh učencev prikažem potek dela.</p> <p>Kriva in ravna črta</p> <p>Učenci se zopet zberejo v krogu. Enega izmed učencev prosimo, če lahko na tablo nariše ravno črto. Če ni uporabil ravnila, ga na to opozorimo (ostali učenci pomagajo pri ugotavljanju, kako narišemo ravno črto). Nato izberemo še drugega učenca, ki naj na tablo nariše krivo črto.</p> <p>Sklenjena in nesklenjena črta</p> <p>Na sredino kroga postavimo sklenjeno in nesklenjeno vrvico.</p>	<p>prosojnica z mrežo, listi z mrežo</p> <p>sklenjena in</p>

	<p>Učenci ugotavljajo, kakšna je razlika med njima. Ko ugotovijo, razložimo pojem: črta je sklenjena takrat, kadar se njena konca ujemata, nesklenjena pa takrat, kadar se ne ujemata. Za lažjo predstavo: če narišemo v notranjost sklenjene črte miško, ta ne more uiti, če pa v notranjost nesklenjene črte, miška lahko uide.</p> <p>Dejavnost Telesa in črte Otroci se razdelijo v skupine po štiri. Vsaka skupina dobi modele geometrijskih teles (kocko, kvader, valj in stožec) in nekaj listov formata A3. Vsak otrok vzame eno telo in na listu obriše katero od ploskev. Pogovorijo se, kakšne črte so nastale (ravne oziroma krive sklenjene črte).</p>	<p>nesklenjena vrstica</p> <p>papir (format A3), modeli teles (kvader, kocka, valj, stožec)</p>
zaključni del	Rešijo nalogo v DZ str. 33.	delovni zvezek

8. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	7. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ s pomočjo mreže nariše simetrične oblike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	različni modeli iz papirja (priloga 10), prosojnica z mrežo, grafoskop, učni listi z mrežo (priloga 18), delovni zvezek, učna lista <i>Kaj bo nastalo</i> (priročnik, str. 69) in <i>Poišči simetralo</i> (priloga 19)
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Ura je potekala brez zapletov, učenci so sledili navodilom in zavzeto izvedli naloge.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del	<p>Ob igri ponovimo pojem simetrije.</p> <p>Dejavnost Zrcalna slika Učenci delajo v skupinah po tri. Dva učenca se postavita tako, da gledata tretjega in da je med njima nekaj prostora (naj ne bosta drug ob drugem). Eden izmed njiju naj se postavi v poljuben položaj, ki predstavlja neko figuro (npr. dvigne levo nogo, z desno roko se prime za uho). Drugi se mora postaviti tako, da bo predstavljal zrcalno sliko sošolca. Tretji otrok pa opazuje oba in pove, ali sta res postavljena simetrično. Dejavnost večkrat ponovijo, pri tem zamenjajo vloge.</p> <p>Učence zberemo v krogu. Ob modelih iz papirja ponovimo, katere oblike so simetrične (tiste, ki jih lahko prepognemo tako, da dobljena dela drug drugega prekrivata).</p> <p>Učenci naštejejo nekaj predmetov v okolici, ki so simetrični.</p>	<p>različni modeli iz papirja</p>

glavni del	<p>Dejavnost <i>Dopolnimo mrežo</i></p> <p>Učenci bodo delali v parih. Vsak učenec dobi list, na katerem sta narisani dve mreži, ki ju na polovico deli debelejša črta. Na levi strani prve mreže bo učenec čimbolj raznoliko pobarval kvadratke (večji del), drugo stran pa bo pustil prazno. Nato bo njegov sošolec dopolnil njegovo barvno kombinacijo tako, da bo nastala simetrična slika.</p> <p>Dejavnost ponovimo, le da tokrat učenec riše v spodnjo mrežo tako, da v obliki polovice neke oblike (drevo, hiša, ladja, omara ...) odebeli črte na levi strani mreže. Sošolec bo nato obliko simetrično dopolnil na desni strani.</p> <p>Pred začetkom dela obe nalogi demonstriramo s pomočjo grafoskopa in prosojnice, na kateri s pomočjo dveh učencev prikažemo potek dela.</p>	prosojnica z mrežo, listi z mrežo
zaključni del	Učenci rešijo nalogo v DZ 32, nato učni list <i>Kaj bo nastalo</i> in kot dodatek še učni list <i>Poišči simetralo</i> .	delovni zvezek, učna lista <i>Kaj bo nastalo</i> in <i>Poišči simetralo</i>

9. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	8. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija in črte
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ riše ravne, krive, sklenjene in neskenjene črte ▪ prepozna in riše simetrične oblike s pomočjo mreže ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli sklenjenih in neskenjenih črt v vrečki, večje ravnilo, večja šablona, računalniki, program Slikar, tiskalnik, didaktični program Igrive številke 2, internetna igra Point out the view
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Delo v računalniški učilnici je potekalo brez težav. S potekom dela smo jih seznanili, še preden so zagnali računalnike, saj iz izkušenj vemo, da je ob prižganih računalnikih zmožnost koncentracije bistveno zmanjšana. Preizkušanje risanja različnih črt je vzelo več časa, kot smo predvideli, zato smo za delo v računalniški učilnici potrebovali več kot 30 minut. Kljub temu, da je delo ves čas potekalo vodeno, se učenci niso dolgočasili, saj so lahko hitrejši in spretnjši svojo risbo bolj dodelali.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	Ob konkretnem materialu ponovimo, kakšne so sklenjene in kakšne neskenjene črte. Nekaj učencev iz vrečke izvleče različne modele sklenjenih in neskenjenih črt (prstan, verižica, vezalka, darilni trak, mašna ...). Pokažejo, ali je črta sklenjena ali ne (če ima dva konca, je neskenjena, če konca ne najdejo, je sklenjena).	modeli sklenjenih in neskenjenih črt v vrečki

	Nekaj učencev na tablo riše črte po navodilu: ravno sklenjeno, krivo sklenjeno, ravno nesklenjeno in krivo nesklenjeno. Odidemo v računalniško učilnico.	večje ravnilo, večja šablona
glavni del (30 min)	<p>Računalniška učilnica: Učenci zaženejo program <i>Slikar</i>. Seznanimo jih s potekom dela: risali bodo različne črte. Najprej preizkusimo, kakšne črte lahko ustvarjamo s pomočjo določenega orodja (ravne, krive, sklenjene, nesklenjene ...). Pri sklenjenih in nesklenjenih poizkusimo z vlivanjem barve. Pri sklenjeni barva ostane v liku, pri nesklenjeni pa se razlije po celem prostoru.</p> <p>1. Ustvarimo sliko samo z ravnimi nesklenjenimi črtami. Ponovimo, katera orodja nam to omogočajo, nato začnejo. Najbolj zanimivo risbo natisnemo.</p> <p>2. Ustvarimo sliko samo z ravnimi sklenjenimi črtami. Zopet ponovimo, katera orodja nam to omogočajo ter natisnemo zanimivo risbo.</p> <p>3. Ustvarimo sliko samo s krivimi nesklenjenimi črtami. Pregledamo orodja in natisnemo najbolj zanimivo sliko.</p> <p>4. Ustvarimo sliko samo s krivimi sklenjenimi črtami. Pregledamo orodja in natisnemo najbolj zanimivo sliko.</p> <p>5. Učenci ustvarijo svojo sliko z različnimi črtami, lahko pa se odločijo tudi samo za eno vrsto črt. Na izdelek se podpišejo in ga natisnejo. Ob izdelku vadijo poimenovanje različnih črt.</p> <p>Hitrejši učenci po končanem delu lahko zaženejo program <i>Igrive številke 2</i> ter izberejo <i>Simetrijo</i> (dopolnijo sliko in poiščejo simetričen del slike) ali igrajo internetno igro <i>Point out the view</i>, pri kateri mora učenec ugotoviti, kako vidijo določeno geometrijsko obliko štirje otroci iz svojih zornih kotov.</p>	<p>računalniki, program Slikar, tiskalnik</p> <p>program Igrive številke 2, internetna igra Point out the view</p>
zaključni del (5 min)	Vrnemo se v učilnico. DN: učenci rešijo nalogo v DZ na str. 33.	

9. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	8. 3. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	črte
UČNI CILJ	▪ učenec riše ravne, krive, sklenjene in nesklenjene črte
TIP UČNE URE	ponavljanje, obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	tanke paličice, zoborebci, risalni listi, vrvice, večje ravnilo, dve podobni verižici, štirje kompleti modelov geometrijskih teles (kocka, kvader, valj, stožec), listi A3, učni list <i>Kaj bo nastalo?</i> (priročnik, str. 69)
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA	Ura je bila razgibana, menjali sta se frontalna in skupinska oblika dela, zato učenci

URE	niso imeli težav s koncentracijo. Delo v skupinah je bilo dejavno in dobro motivirano.
------------	--

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (15 min)	<p>Dejavnost V krivi in ravni deželi</p> <p>Učence razdelimo v štiri skupine. Dve skupini dobita večje število tankih paličic (dolžina okoli 20 cm) in zobotrebec, dve pa večje število raznobarnih vrvic. Prvi skupini na listu papirja iz palčk oblikujeta ravni svet, drugi dve pa krivi svet. Na koncu si ogledamo izdelke skupin. Ponovimo, kakšne so ravne in kakšne so krive črte: ravne rišemo ob ravnilu, krive prostoročno.</p> <p>Na tablo narišemo dve točki (damo jima konkretno ime: npr. OŠ Naklo in trgovina) ter med njima narišemo več poti (zelo krive, manj krive, ravno ob ravnilu). Učenci ugotavljajo, katera pot je najkrajša. Najkrajšo pot dobimo z ravno črto, ki jo vedno narišemo ob ravnilu.</p>	<p>tanke paličice, vrvice, zobotrebeci, risalni listi</p> <p>večje ravnilo</p>
glavni del (20 min)	<p>Sklenjena in nesklenjena črta</p> <p>Učenci se zberejo v krogu. Na sredino kroga položim dve podobni verižici, ena je odpeta, druga je zapeta. Učenci ugotavljajo, kakšna je razlika med njima. Ko ugotovijo, na tablo rišejo sklenjene in nesklenjene ravne in krive črte. Pri ugotavljanju, ali je sklenjena ali nesklenjena, si pomagamo z miško: če miško postavimo v notranjost dela, ki ga omejuje sklenjena črta, miška ne more uiti, če pa črta ni sklenjena, potem miška najde luknjico in lahko uide. Ali še drugače: če ima črta dva konca, je nesklenjena, če pa se začne v isti točki kot konča, je sklenjena.</p> <p>Dejavnost Telesa in črte</p> <p>Učenci delajo v skupinah po štiri. Vsaka skupina dobi modele geometrijskih teles (kocko, kvader, valj in stožec) in nekaj listov formata A3. Vsak otrok vzame eno telo in na listu obriše katero od ploskev. Pogovarjajo se, kakšne črte so nastale. Ugotovijo, da so narisali ravne oziroma krive sklenjene črte. Otroci nato skušajo s pomočjo teles narisati še nekaj nesklenjenih črt (rišejo le ob enem robu, obkrožijo le del ploskve (dobijo polkrog).</p>	<p>dve podobni verižici</p> <p>štirje kompleti modelov geometrijskih teles (kocka, kvader, valj, stožec), listi A3</p>
zaključni del (10 min)	<p>V DZ na str. 33 rešijo nalogo.</p> <p>DN: Učni list <i>Kaj bo nastalo?</i> En primer vsake črte prikažem že ob koncu ure.</p>	<p>učni list <i>Kaj bo nastalo?</i></p>

10. ura – ES

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a
DATUM	12. 4. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija in črte
UČNI CILJ	<p>učenec</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ riše krive črte, ob ravnilu pa ravne ter s križci in z velikimi tiskanimi črkami označi presečišča črt ▪ riše krive in ravne ter sklenjene in nesklenjene črte v programu Slikar, označi

	<p>presečišča</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ se navaja na uporabo IKT pri učenju matematike
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	program Slikar, učni list (priloga 20)
VIRI IN LITERATURA	<p>Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS.</p> <p>Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.</p>
EVALVACIJA URE	Učenci so po končani uri povedali, da so bile naloge zanimive, a nekatere tudi težke. Delo v računalniški učilnici je bilo zahtevno, saj smo preverjali pravilnost posameznih rešitev nalog. Pogrešali smo računalniški program, ki bi omogočil pregled dela učencev na enem računalniku, kar smo javili tudi računalnikarju.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	<p>Dejavnost Črte, črte</p> <p>Učenci v veliki brezčrtni zvezek narišejo eno ravno in eno krivo črto od enega roba zvezka do drugega tako, da se ne sekata. Nato z modro barvico narišejo še ravno črto, ki naj seka obe narisani črti. Presečišča označijo s križci in velikimi tiskanimi črkami. Z zeleno barvico narišejo še krivo črto tako, da bo sekala vse narisane črte. Vsa presečišča označijo.</p>	
glavni del v računalniški učilnici (20 + 10 min)	<p>Učenci v računalniški učilnici zaženejo program Slikar in najprej ponovijo, kako se nariše določena črta. Nato rišejo po navodilih: narišejo dve modri ravni črti tako, da se sekata; presečišče poškrbijo z rdečim sprejem; nato narišejo eno zeleno krivo črto tako, da seka obe ravni črti ...</p> <p>Sledi reševanje nalog z učnega lista (naredijo kljukico, če jim uspe). Naloge so različno zahtevne (določajo št. krivih in ravnih črt ter število presečišč, ki jih moramo s sekanjem dobiti). Ko rešijo eno nalogo, pokličejo učiteljico, da preveri pravilnost.</p>	učni list, program Slikar, pisalo
zaključni del v učilnici (5 min)	Rešijo naloge v DZ str. 8 in 9.	

10. ura – KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. b
DATUM	12. 4. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija in črte
UČNI CILJ	<p>otrok</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ riše krive črte, ob ravnilu pa ravne ter s križci in z velikimi tiskanimi črkami označi presečišča črt ▪ riše krive in ravne ter sklenjene in neskenjene črte v programu Slikar, označi presečišča
TIP UČNE URE	ponavljanje, utrjevanje
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	učni list (priloga 20 – pod vsako nalogo smo dodali prostor za rešitev)

VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Učenci so bili med delom zavzeti in motivirani. Nekateri so na začetku reševanja učnega lista potrebovali nekaj pomoči. Ob nepravilni razporeditvi črt je bilo potrebno veliko brisanja z radirko, kar je delo oteževalo.

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (5 min)	Dejavnost Črte, črte Učenci v veliki brezčrtni zvezek narišejo eno ravno in eno krivo črto od enega roba zvezka do drugega tako, da se ne sekata. Nato z modro barvico narišejo še ravno črto, ki naj seka obe narisani črti. Presečišča označijo s križci in velikimi tiskanimi črkami. Z zeleno barvico narišejo še krivo črto tako, da bo sekala vse narisane črte. Vsa presečišča označijo.	
glavni del (20 + 10 min)	Učenci rešujejo naloge z učnega lista. Naloge so različno zahtevne (določajo št. krivih in ravnih črt ter število presečišč, ki jih moramo s sekanjem dobiti). Rešijo naloge v DZ str. 8 in 9.	učni list
zaključni del (5 min)	V brezčrtni zvezek narišejo poljubno risbo ter označijo vsa presečišča.	

11. ura – ES in KS

PREDMET	matematika
RAZRED	2. a in b.
DATUM	11. 4. 2005
UČNA TEMA	geometrija
UČNA ENOTA	simetrija in črte
UČNI CILJ	učenec <ul style="list-style-type: none"> ▪ riše krive črte, ob ravnilu pa ravne ter s križci in z velikimi tiskanimi črkami označi presečišča črt
TIP UČNE URE	ponavljanje, obravnavanje nove učne snovi
UČNE METODE	pogovor, razlaga, praktično delo, metoda pisanja in grafičnih del, slikovni prikaz
UČNE OBLIKE	frontalna, individualna, v parih
UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI	modeli teles, velika šablona in ravnilo za risanje likov in črt na tablo, modeli sklenjenih in nesklenjenih črt (vrvice, kartonasti ozki trakovi), plastelin, 10 dolgih vrvic, risalni listi, učni list
VIRI IN LITERATURA	Cotič, M., Felda D, Hodnik Čadež, T. (2003): Svet matematičnih čudes 2, priročnik. Ljubljana: DZS. Cotič, M. idr. (2002): Prvo srečanje z geometrijo, priročnik. Ljubljana: DZS.
EVALVACIJA URE	Učenci so pri izvedbi dejavnosti bili visoko motivirani. Delo v parih je potekalo brez težav, učenci so med seboj dobro sodelovali. Najbolj zanimiva jim je bila zadnja dejavnost (slepo risanje).

FAZA UČNEGA PROCESA	DEJAVNOST UČITELJA IN UČENCEV	UČNA SREDSTVA IN PRIPOMOČKI
uvodni del (10 min)	Ob modelih teles ponovimo njihova imena in nekatere lastnosti (kotaljenje, oblike ploskev). Izberemo posamezne učence, ki na tablo z veliko šablono narišejo izbrani lik. Nato ostali učenci lik poimenujejo, preštejemo stranice in kote ter ugotovimo, ali ga sestavljajo	modeli teles velika šablona

	<p>ravne ali krive črte.</p> <p>Izberemo učenca, ki na tablo nariše ravno/krivo črto (ravno obvezno z ravnalom in krivo prostoročno), nato še sklenjeno in nesklenjeno.</p>	veliko ravnilo
glavni del (30 min)	<p>Igra z vrvicami Učenci se razdelijo v pare. Na določenem delu razreda umaknemo stole in mizice. Vsak par dobi vrvico, vsak učenec jo prime na enem koncu, raztegneta jo in počepneta ob svojih koncih vrvice. Ko vsi pari naredijo enako, si ogledamo nastali splet vrvic. Učenci ugotavljajo, kaj se dogaja z vrvicami. Ko ugotovijo, da se sekajo, en učenec na vsa presečišča pritrdi delček plastelina. Mesta poimenujem presečišča.</p> <p>Sestavi sliko Učenci ostanejo v parih. Vsak par dobi nekaj vrvic in kartonastih paličic (modeli ravnih in krivih črt). Na list papirja sestavi risbo iz modelov krivih in ravnih črt, črte se med seboj lahko sekajo. Mesta, kjer se sekajo, označijo s plastelinom. V tabeli (učni list) označijo število krivih in ravnih črt ter odgovorijo na vprašnji (Ali se črte kje sekajo? Če se, kolikokrat.).</p> <p>Slepo risanje Par dobi risalni list. Prvi v paru vzame v roke svinčnik in nariše na list papirja 5 črt. Drugi v paru mu zatiska oči, tako da ne more videti, kaj riše. Nato se zamenjata – drugi v paru na isti list nariše pet novih črt. Na koncu si ogledata, kaj je nastalo. Vsa presečišča označita s križcem in črko.</p>	<p>10 daljših vrvic (2–4 m), plastelin</p> <p>10x nekaj volnenih vrvic in kartonastih paličic, prazen list papirja, učni list za zapis števila črt in odgovorov, plastelin</p> <p>risalni listi (10), pisala</p>
zaključni del (5 min)	<p>Učenci se zberejo v krogu, ogledamo si črte, ki so nastale z zatisnjenimi očmi, ugotavljamo, kateremu paru je uspelo narisati največ presečišč.</p> <p>Učenci pospravijo material, ki so ga potrebovali za delo.</p>	

Če povzamemo evalvacije vseh izvedenih učnih ur, lahko rečemo, da so bile tako dejavnosti za ES kot za KS dobro pripravljene, saj so bili učenci ves čas visoko motivirani in so uspeli obdržati koncentracijo skozi celo učno uro. Delo po postajah in skupinsko delo je potekalo tekoče, učence je bilo občasno potrebno usmerjati pri delu (predvsem tiste, ki imajo še težave z branjem). Tako učiteljica raziskovalka kot učiteljica kontrolne skupine učencev se strinjata, da je priprava takšnih ur bolj zahtevna predvsem z organizacijskega vidika in priprave za delo, vendar pa aktivno delo in uspehi učencev kažejo na smiselnost izvajanja. Ravno zaradi same organizacije dela se je v obeh skupinah pogosto zgodilo, da je učna ura trajala več kot 45 minut (običajno 5 do 10 minut več).

V ES smo opazili, da učenci v računalniški učilnici zelo dolgo lahko ohranijo visoko koncentracijo in da so za delo vedno motivirani. Podobno se je zgodilo tudi v razredu, ko smo vključili delo na računalniku. Še posebej je bila priljubljenost dela na računalniku vidna ob določanju skupin za skupinsko delo – večina učencev je takoj izrazila željo, da bi bili prvi pri računalniku. Učenci so pogosto še med odmori samoiniciativno posegli po novih dejavnostih na računalniku.

V KS je učiteljica opazila, da učenci ob zanimivih dejavnostih lahko dolgo ohranijo koncentracijo in so dobro motivirani za delo. Med dejavnostmi, ki so jih učenci samoiniciativno izvajali tudi med odmori, je bila igra s kartami (liki, telesa).

3.4.6 Postopki obdelave podatkov

3.4.6.1 Kvalitativna analiza

Kvalitativna analiza temelji na nalogah odprtega tipa, zajema pa tudi odgovore pri ostalih nalogah. Osnova klasifikacije odgovorov so van Hieleve stopnje geometrijskega znanja, prirejene po Clementsu idr. (1999), s pomočjo katerih smo ugotavljali geometrijsko znanje učencev obeh skupin ter ga skušali primerjati. Omenjene stopnje so nam bile v pomoč tudi pri spremljanju enoletnega napredka vsakega učenca posebej.

3.4.6.2 Kvantitativna analiza

S testiranjem vzorca smo preverili, ali je možno ugotavljati tudi statistično značilne razlike. Uporabili smo najbolj primerne teste, s katerimi smo preverjali dane hipoteze. Pogoje za uporabo t-testa smo preverjali sproti in vsak objavljen rezultat testiranja pomeni, da so bili pogoji testa izpolnjeni.

Za stopnjo tveganja smo uporabili $\alpha = 0,05$.

3.4.7 Opis spremenljivk

Kontrolne spremenljivke:

- starost učencev ob začetku raziskave, izražena v letih in mesecih,
- spol,
- uporaba računalnika doma,
- razred (eksperimentalni / kontrolni).

Kriterijska spremenljivka:

- prisotnost pri rednih učnih urah geometrije z vključevanjem računalnika (spremenljivka ločuje učence ES, ki bodo prisotni pri urah geometrije po predstavljenem modelu, od učencev, ki bodo deležni rednega – predpisanega – vzgojno-izobraževalnega programa na tem področju, a brez vključevanja računalnika).

Eksperimentalne spremenljivke:

- A. Eksperimentalne spremenljivke za ugotavljanje geometrijskega znanja učencev ES in KS po nalogah na začetku šolskega leta – pred uvedbo modela (globalni rezultat začetnega preizkusa – 99 možnih točk)
 - postavljanje predmetov po navodilih – nal. 1 (možnih 5 točk),
 - opis postavljenih predmetov – nal. 2 (možnih 5 točk),
 - razvrščanje teles glede na gladkost kotaljenja – nal. 3 (možnih 22 točk),
 - orientacija z usmerjanjem – nal. 4 (možnih 5 točk),

- poimenovanje teles – nal. 5 (možnih 5 točk),
 - razvrščanje teles k modelom – nal. 6 (možnih 22 točk),
 - poimenovanje likov – nal. 7 (možne 4 točke),
 - prepoznavanje in barvanje likov glede na legendo (lažja stopnja) – nal. 8 (možnih 16 točk),
 - risanje različnih črt po navodilih – nal. 11 (možne 4 točke),
 - prepoznavanje črt in barvanje po navodilih – nal. 12 (možnih 11 točk).
- B. Eksperimentalne spremenljivke za ugotavljanje geometrijskega znanja učencev ES in KS po področjih na začetnem preverjanju (združene naloge):
- orientacija (naloge 1, 2 in 4; Σ točk: 15),
 - telesa (naloge 3, 5 in 6; Σ točk: 49),
 - liki (nalogi 7 in 8; Σ točk: 20),
 - črte (nalogi 11 in 12; Σ točk: 15).
- C. Eksperimentalne spremenljivke za ugotavljanje geometrijskega znanja učencev ES in KS po nalogah ob koncu šolskega leta – po izvedbi opisanega modela (globalni rezultat končnega preizkusa – 158 možnih točk):
- postavljanje predmetov po navodilih – nal. 1 (možnih 7 točk),
 - opis postavljenih predmetov – nal. 2 (možnih 7 točk),
 - razvrščanje teles glede na gladkost kotaljenja – nal. 3 (možnih 23 točk),
 - orientacija z usmerjanjem – nal. 4 (možnih 5 točk),
 - poimenovanje teles – nal. 5 (možnih 6 točk),
 - razvrščanje teles k modelom – nal. 6 (možnih 23 točk),
 - poimenovanje likov – nal. 7 (možne 4 točke),
 - prepoznavanje in barvanje likov glede na legendo (lažja stopnja) – nal. 10 (možnih 16 točk),
 - prepoznavanje in barvanje likov glede na legendo (težja stopnja) – nal. 11 (možnih 21 točk),
 - risanje različnih črt po navodilih – nal. 12 (možne 4 točke),
 - prepoznavanje črt in barvanje po navodilih – nal. 13 (možnih 11 točk),
 - označevanje presečišč črt – nal. 14 (možnih 10 točk),
 - risanje določenega števila sekajočih črt z namenom dobiti določeno število presečišč – nal. 15 (možnih 7 točk),
 - dopolnjevanje simetrične oblike – nal. 16 (možnih 6 točk),
 - prepoznavanje simetričnih oblik – nal. 17 (možnih 8 točk).
- D. Eksperimentalne spremenljivke za ugotavljanje geometrijskega znanja učencev ES in KS po področjih na končnem preverjanju (združene naloge):
- orientacija (naloge 1, 2 in 4; Σ točk: 19),
 - telesa (naloge 3, 5 in 6; Σ točk: 52),
 - liki (naloge 7, 10 in 11; Σ točk: 41),
 - črte (naloge 12, 13, 14 in 15; Σ točk: 32),
 - simetrija (nalogi 16 in 17; Σ točk: 14).

4 REZULTATI Z INTERPRETACIJO

Analiza dosežkov učencev na preizkusih geometrijskega znanja ter spremljanja njihovega napredka skozi celo šolsko leto je potekala kvalitativno in kvantitativno.

V prvem delu predstavljamo kvalitativno analizo in interpretacijo napredka posameznega učenca glede na reševanje preizkusov in opažanj med letom (portfolio) ter analizo opisov geometrijskih oblik.

V drugem delu predstavljamo kvantitativno analizo na podlagi rezultatov testiranja. Rezultati preverjanja kvalitete vzorca dopuščajo nadaljnje preverjanje raziskovalnih hipotez.

4.1 Rezultati, analiza in interpretacija napredka vključenih učencev v geometrijskem znanju

Učence, ki so sodelovali v raziskavi, smo poimenovali z velikimi (eksperimentalna skupina) in malimi tiskanimi črkami abecede (kontrolna skupina), saj smo staršem zagotovili anonimnost ob objavi rezultatov testiranja.

Najpomembnejši vir informacij o napredku posameznega učenca predstavlja začetni (ZP) in končni preizkus (KP) znanja. Odgovore učencev je učiteljica raziskovalka zapisovala v preizkuse, pri določenih nalogah pa so učenci sami podali rešitev (barvanje, risanje ...). Zapisovala si je komentarje učencev, kar je pripomoglo k boljšemu vpogledu v geometrijske predstave. Napredek učencev eksperimentalne skupine smo spremljali tudi s pomočjo opisnih ocen med obema testiranjema. Analize napredkov učencev nam omogočajo kvalitativno primerjavo ES in KS, hkrati pa podajajo boljši pregled nad doseganjem ciljev ter splošnim napredkom vseh učencev pri geometriji v 2. razredu OŠ.

4.1.1 Napredek v geometrijskem znanju pri posameznih vključenih učencih

Izpostavili bomo predvsem rešitve tistih nalog, pri katerih je pomembna vsebina odgovorov in ki so posameznim učenem povzročale težave. Nalog odprtega tipa, pri katerih so učenci opisovali like in telesa (na KP tudi presečišča), ne bomo izpostavili, saj jih bomo analizirali v posebnem poglavju in nam bodo v pomoč pri določanju stopnje geometrijskega znanja po van Hielu.

Učenka A

Orientacija: na ZP je imela težave pri opisovanju položajev teles, predvsem s pojmi spredaj, zadaj ter levo in desno, medtem ko s postavljanjem predmetov po navodilih ni bilo težav. Na KP je poleg brezhibne postavitve predmetov po navodilih tudi dobro opisala njihov položaj. Velik napredek je viden pri orientaciji na ravnini, kjer na ZP ni dosegla nobene točke, na KP pa vse možne. Ta naloga je povezana z besednim izražanjem in poznavanjem smeri, kar kaže na to, da je te pojme med letom dobro osvojila.

Telesa: na ZP je imela nekaj težav s prepoznavanjem lastnosti pri telesih ("gladko" kotaljenje pri stožcih), na KP je pravilno ugotovila, da se tudi stožci "gladko" kotalijo. Napredovala je pri poimenovanju teles, saj je na ZP pravilno poimenovala le enega od petih (kroglo), na končnem preizkusu pa štiri od šestih (enega je zamenjala z likom, namesto stožec je uporabila besedo "storžec"). Pri razvrščanju teles k modelom ni imela večjih težav. Na ZP so težave povzročala predvsem telesa "netipičnih" dimenzij (zelo "tanek" valj, "sploščen" kvader), kar je bilo na KP brezhibno.

Liki: na ZP je za dva od štirih likov pravilno ugotovila, da sta štirikotnika, vendar ni poznala njunih imen. Na KP je znala pravilno poimenovati dva od štirih. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je imela na ZP precej težav predvsem z osnovnimi geometrijskimi liki "netipičnih" leg in dimenzij, kar je na KP popravila (vse možne točke). Zanimivo pa je, da je imela na KP kljub temu veliko težav pri iskanju osnovnih geometrijskih likov med množico drugih oblik. Kot osnovne like je označila tudi nekaj drugih geom. likov⁶⁸ (paralelogram, elipsa).

Črte: na ZP je ravne črte risala prostoročno. Ravne vodoravne črte so predstavljale ravne črte, poševne ravne črte pa krive črte. Na KP je brez napak rešila vse naloge s črtami in iskanjem njihovih presečišč.

Simetrija: obe nalogi je rešila brez večjih težav.

Učenec B

Orientacija: na ZP je imel težave pri opisovanju položajev teles (pojmi levo, desno in pod) medtem ko s postavljanjem predmetov po navodilih ni bilo težav. Na KP je zopet pravilno postavil predmete, medtem ko je imel z opisovanjem lege še vedno težave. Pri nalogi usmerjanja po zemljevidu tako na ZP kot na KP ni imel težav z izražanjem smeri.

Telesa: pri razvrščanju teles na ZP je napačno razvrstil le eno telo (netipično za svojo skupino), vsa telesa je pravilno poimenoval. Na KP je ponovil isto napako, vse ostale naloge s področja teles so bile brezhibno rešene.

Liki: na ZP je učenec za dva od štirih likov poimenoval pravilno, dva pa z imeni za telesa. Na KP je vse like pravilno poimenoval. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like (tri like "netipičnih" oblik od osmih je izpustil), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like je štel še dva štirikotnika, pozabil pa je na dva trikotnika, ki sta se v eni točki dotikala.

Črte: na ZP je ravne črte risal prostoročno. Krive navpične črte so predstavljale ravne črte, poševne črte pa krive črte. Na KP je brez večjih težav rešil vse naloge s črtami in iskanjem njihovih presečišč.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni upošteval navodila, naj uporabi ravnilo, prav tako ni bil natančen v dolžini črt. S prepoznavanjem simetričnih oblik ni imel težav.

⁶⁸ Ko govorimo o dvodimenzionalnih oblikah, mislimo na črte in like (vse sklenjene črte, vendar znotraj teh ločimo še geometrijske like in osnovne geom. like, to so krog, pravokotnik, kvadrat in trikotnik, s katerimi so se učenci že spoznali).

Učenka C

Orientacija: na ZP je imela težave pri opisovanju položajev teles (pojma levo, desno), enako tudi pri postavljanju teles po navodilih. Na KP je obe nalogi rešila brezhibno. Napredek je viden tudi pri nalogi usmerjanja po ravnini (na ZP meša vse, na KP le občasno levo in desno).

Telesa: na ZP je imela nekaj težav s poimenovanjem teles, na KP je vse poimenovala pravilno. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s telesi "netipičnih" dimenzij (zelo "sploščena" valja in kvader), kar je pri KP izboljšala.

Liki: na ZP učenka ni znala poimenovati likov (razen kvadrata, ki ga je poimenovala "kradvat"). Na KP je pravilno poimenovala vse like.

Črte: tako na KP kot na ZP je pravilno rešila vse naloge.

Simetrija: obe nalogi je rešila brezhibno.

Učenka Č

Orientacija: na ZP je imela težave pri opisovanju položajev teles (pojma levo, desno), kar je na KP uspešno popravila. Velik napredek je viden tudi pri nalogi usmerjanja po ravnini (na KP meša vse, na ZP brezhibno).

Telesa: na ZP je imela težave s poimenovanjem teles (pravilno je poimenovala le stožec), na KP je vse poimenovala pravilno. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s telesi "netipičnih" dimenzij (zelo "sploščeni" valji in kvader), kar je pri KP izboljšala.

Liki: na ZP učenka ni znala poimenovati likov, na KP je pravilno poimenovala skoraj vse like razen pravokotnika (poimenuje ga z imenom za telo – kvader). Pri nalogi prepoznavanja geom. likov je na ZP prepoznala le geom. like "tipičnih" leg in dimenzij, na KP pa vse, tudi "netipične". Zelo uspešna je bila pri prepoznavanju osnovnih geom. likov med množico črt in likov.

Črte: na ZP je ravne črte risala prostoročno. Krive navpične črte so predstavljale ravne črte, poševne črte pa krive črte. Na KP je brez napak rešila vse naloge s črtami in iskanjem njihovih presečišč.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri dolžini črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec D

Orientacija: učenec je brezhibno rešil vse naloge tako na ZP kot na KP.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je napačno poimenoval eno samo telo (kocko s kvadratom), na KP je to napako popravil. Pri razvrščanju teles je imel tako na ZP kot na KP težave s kvadroma, ki sta imela dve ploskvi v obliki kvadrata (en zelo "sploščen", drugi nekoliko bolj "podolgovat").

Liki: Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like (dva "netipična" od osmih je izpustil), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. **Črte:** na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenka E

Orientacija: vse naloge na ZP in KP je rešila brezhibno.

Telesa: na ZP je napačno poimenovala le stožec ("storž"), na KP je napako popravila. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s telesi "netipičnih" dimenzij ("sploščena" kvadra) – pustila je nerazvrščena. Podobno napako je ponovila na KP.

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala tri like od štirih (pri tem je kvadrat poimenovala štirikotnik, kar štejemo kot pravilno). Na KP je pravilno poimenovala vse like. Uspešna je bila pri nalogi iskanja osnovnih geom. oblik med nesklenjenimi črtami in liki na KP. Kot pravokotnika je pobarvala paralelogram in nepravilni štirikotnik.

Črte: na ZP pri risanju ravnih črt ni uporabila ravnila. Na KP je napako popravila in brežhibno rešila vse naloge.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec F

Orientacija: večino nalog na ZP in KP je rešil brez težav, pri usmerjanju ladje po ravnini pa je imel tako na ZP kot na KP nekaj težav s pojmom gor in dol.

Telesa: na ZP je pravilno poimenoval dve telesi, enega ni prepoznal, preostali dve pa je poimenoval z imeni za like (kvader kot pravokotnik in kroglo kot krog). Na KP je pravilno poimenoval vse razen kvadra, ki ga je še vedno poimenoval kot pravokotnik. Pri razvrščanju teles na "gladko" kotaleče in na tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je imel na ZP precej težav – sedem teles od enajstih "gladko" kotalečih je kljub preizkusu razvrstil k nekotalečim (stožci in valji). Na KP je nalogo opravil brežhibno. Težave je imel tudi pri razvrščanju teles k modelom – nerazvrščenih je ostalo pet "sploščenih" valjev in kvadrov. Na KP je izboljšal rezultat, saj sta nerazvrščena ostala le še "sploščena" kvadra.

Liki: na ZP je pravilno poimenovala tri like od štirih (pri tem je kvadrat poimenovala kot kocka). Na KP je pravilno poimenoval vse like. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like (tri "netipične" od osmih je izpustil), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like je med drugim štel še nepravilna štirikotnika in paralelogram, ni pa prepoznal pod kotom 45° orientiranega kvadrata.

Črte: na ZP je ravne črte risal prostoročno. Krive vodoravne črte so predstavljale ravne črte, poševne črte pa krive črte. Na KP še vedno ni ločil ravne in krive črte, vendar le pri samostojnem risanju. Pri nalogi prepoznavanja ravnih in krivih črt ni imel težav.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bil natančen pri določanju dolžine črt, prepoznal pa je vse simetrične oblike.

Učenka G

Orientacija: na ZP je imela težave pri opisovanju položajev teles, predvsem s pojmi pod ter levo in desno, medtem ko s postavljanjem predmetov po navodilih ni bilo težav. Na KP je poleg brežhibne postavitve predmetov po navodilih tudi dobro opisala njihov položaj. Tako na ZP kot na KP je imela težave pri usmerjanju ladje po ravnini.

Telesa: na ZP je imela nekaj težav s prepoznavanjem lastnosti pri telesih ("gladko" kotaljenje pri stožcih), na KP je pravilno ugotovila, da se tudi stožci "gladko" kotalijo. Pri razvrščanju teles k modelom ni imela večjih težav. Na ZP so težave povzročala predvsem telesa "netipičnih" dimenzij (trije "sploščeni" valji) – pustila je nerazvrščene, na KP pa le še en valj, pridružil pa se mu je "sploščeni" kvader.

Liki: na ZP je učenka tri like od štirih poimenovala z imeni teles. Na KP je bilo poimenovanje še vedno napačno – zopet z imeni teles. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je imela na ZP precej težav predvsem z osnovnimi geometrijskimi liki "netipičnih" leg in dimenzij, kar je na KP popravila (vse možne točke). Brez napak je pobarvala vse osnovne geometrijske like v množici različnih likov in črt.

Črte: na ZP je ravne črte risala prostoročno. Vodoravne črte so predstavljale ravne črte, poševne črte pa krive črte. Na KP je brez napak rešila vse naloge s črtami, našla je skoraj vsa presečišča, ki so jih tvorile črte.

Simetrija: obe nalogi je rešila brez večjih težav.

Učenka H

Orientacija: vse naloge na ZP in KP je rešila brezhibno.

Telesa: na ZP ni poznala imen dveh od petih teles, na KP je napačno – kot pravokotnik – poimenovala le kvader. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s kvadrom "netipičnih" dimenzij – pustila je nerazvrščenega, ter s piramido, ki jo je razvrstila k stožcem. Na KP ni razvrstila le "sploščenega" kvadra.

Liki: na ZP je učenka znala poimenovala tri like od štirih, na KP je pravilno poimenovala vse. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse like (izpustila je le dva "netipična" od osmih), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešila tudi nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like ni štela le dveh trikotnikov, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: pri nobeni nalogi na ZP in KP ni imela težav.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenka I

Orientacija: na ZP je imela težave pri opisovanju položajev teles (zamenjava pojmov levo in desno), enaka težava se je pojavila pri postavljanju predmetov po navodilih. Zamenjava pojmov levo in desno se je pojavila tudi na KP – tako pri nalogi opisovanja položajev kot pri postavljanju predmetov. Tako na ZP kot na KP je imela malo težav pri usmerjanju ladje (zajčka) po ravnini (zopet pojma levo in desno).

Telesa: na ZP je imela nekaj težav s prepoznavanjem lastnosti pri telesih ("gladko" kotaljenje pri stožcih), na KP je pravilno ugotovila, da se tudi stožci "gladko" kotalijo. Pri poimenovanju teles je pri dveh uporabila napačno ime – namesto kvader kvadrat, namesto stožec storž. Na KP je pravilno poimenovala vsa telesa. Pri razvrščanju teles k modelom ni imela večjih težav. Na ZP sta težave povzročali telesi "netipičnih" dimenzij ("sploščeni" valj in kvader) – pustila je nerazvrščena, na KP pa le "sploščeni" kvader.

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala le krog, na KP pa vsa osnovna geom. telesa. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je imela na ZP nekaj težav predvsem z osnovnimi geometrijskimi liki "netipičnih" leg in dimenzij (prepoznala jih je polovico), kar je na KP popravila (vse možne točke). Na KP je dokaj uspešno rešila tudi nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like ni štela le dveh trikotnikov, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: pri nobeni nalogi na ZP in KP ni imela težav.

Simetrija: obe nalogi je rešila brez večjih težav.

Učenka J

Orientacija: vse naloge na ZP in KP je rešila brezhibno.

Telesa: na ZP ni poznala imen dveh od petih teles, na KP je napačno – kot pravokotnik – poimenovala le kvader. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s kvadrom "netipičnih" dimenzij – razvrstila ga je h kockam (dve ploskvi ima v obliki kvadrata). Na KP je prav tako pustila nerazvrščen "sploščen" kvader.

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala trikotnik, kvadrat je poimenovala kot štirikotnik, krog pa z imenom za telo – kroglja. na KP je pravilno poimenovala vse like. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse like (izpustila je le dva "netipična" od osmih), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešila tudi nalogo z različnimi liki – med pravokotnike je štela paralelogram, romb, ter še dva nepravilna štirikotnika.

Črte: na ZP je ravne črte risala prostoročno. Vse naloge na ZP in KP je rešila pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec K

Orientacija: učenec je brezhibno rešil vse naloge tako na ZP kot na KP.

Telesa: Pri razvrščanju teles je na ZP nepravilno razvrstil tri telesa ("sploščen" valj, kocko in piramido), na KP pa je vsa telesa razvrstil pravilno.

Liki: Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like (dva "netipična" od osmih je izpustil), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke.

Črte: na ZP je tako ravne kot krive črte risal z ravnilom. Ravne so bile vodoravne, kot krive pa je narisal ravne poševne črte. Na KP je vse naloge rešil pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec L

Orientacija: učenec je brezhibno rešil vse naloge tako na ZP kot na KP.

Telesa: na ZP je kvader poimenoval z imenom za lik (pravokotnik), na KP je napako popravil.

Liki: Na KP je pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov med pravokotnike štel en nepravilni štirikotnik.

Črte: vse naloge na ZP in KP je rešil brezhibno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec M

Orientacija: na ZP in KP je imel težave s pojmom pred in za. Napačno ga je interpretiral tako pri nalogah opisovanja kot pri postavljanju predmetov po navodilih.

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med "gladko" kotaleče je štel vse kocke, prizmo in kvader. Na KP je to lastnost razumel bolje, saj je med "gladko" kotaleče razvrstil le polkroglo. Pri poimenovanju teles na ZP je nekaj teles poimenoval z imeni za like, na KP je to napako popravil. Pri razvrščanju teles k modelom je imel na ZP težave z razvrstitvijo dveh valjev "tipičnih" dimenzij ter dveh kvadrov (prvi "tipičnih" dimenzij, drugi "sploščen") – vsa ta telesa je pustil nerazvrščena. Na KP je nalogo rešil brezhibno.

Liki: Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like (izpustil je najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov med pravokotnike štel en nepravilni štirikotnik.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bil natančen pri določanju dolžine črt, prepoznal pa je vse simetrične oblike.

Učenec N

Orientacija: na ZP je imel težave pri opisovanju položajev teles (pojma levo in desno), medtem ko s postavljanjem predmetov po navodilih ni bilo težav. Na KP je smeri poznal.

Telesa: Pri razvrščanju teles je na ZP nepravilno razvrstil pet teles ("sploščena" kvadra z dvema ploskvama v obliki kvadrata – razvrstil ju je med kocke, piramido in prizmi pa je razvrstil k stožcem), na KP je h kockam razvrstil najbolj "sploščen" kvader z dvema ploskvama v obliki kvadrata.

Liki: Na KP je dokaj uspešno rešil nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like ni štel le dveh trikotnikov, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: na ZP je ravne črte risal prostoročno. Krive navpične črte so predstavljale ravne črte, krive poševne črte pa krive črte. Na KP je pravilno risal krive in ravne ter sklenjene in nesklenjene črte. Pri nalogi prepoznavanja ravnih in krivih črt ja na ZP kot krivi črti določil dve ravni poševni črti, na KP pa je nalogo rešil popolnoma pravilno.

Simetrija: pri obeh nalogah na KP ni imel težav.

Učenka O

Orientacija: vse naloge na ZP in KP je rešila brez težav.

Telesa: na ZP ni poznala imen dveh od petih teles (kvader je poimenovala kot kvadrat, stožec pa kot storž), na KP je pravilno poimenovala vsa telesa. Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave le s kvadroma "netipičnih" dimenzij – razvrstila ju je h kockam (dve ploskvi imata v obliki kvadrata), ter s piramido (razvrstila jo je k stožcem). Na KP je h kvadrom razvrstila telo, podobno kvadru, ki pa en par mejnih ploskev nima skladnih in vzporednih.

Liki: na ZP je učenka vse like poimenovala napačno – uporabljala je imena za telesa. Na KP je pravilno poimenovala vse like razen pravokotnika, ki ga je poimenovala kot kvader. Pri

prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse like (izpustila je le najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešila tudi nalogo z različnimi liki – med kvadrate je štela romb, med pravokotnike pa paralelogram.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec P

Orientacija: na ZP je imel težave pri opisovanju položajev teles (pojma levo in desno), medtem ko s postavljanjem predmetov po navodilih ni bilo težav. Na KP je smeri poznal. Velik napredek je viden pri nalogi usmerjanja po ravnini (na ZP meša vse, na KP nalogo reši brezhibno).

Telesa: pri razvrščanju teles je na ZP nepravilno razvrstil piramido (k stožcem), na KP pa mu je težave povzročal "sploščen" kvader, ki ga je pustil nerazvrščenega.

Liki: na ZP je pravilno poimenoval le trikotnik, za dva lika pa je uporabil imeni za poimenovanje teles. Na KP vse like poimenuje pravilno. Na KP je dokaj uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki – med osnovne geom. like ni štel le dveh trikotnikov, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: vse naloge na ZP in KP je rešil pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec R

Orientacija: učenec je brezhibno rešil vse naloge tako na ZP kot na KP.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP ni znal poimenovati kvadra, stožec pa je poimenoval kot storžec. Zanimivo je, da je imel na KP enako težavo. Pri razvrščanju teles je na ZP nepravilno razvrstil piramido (k stožcem), na KP pa je nalogo rešil brezhibno.

Liki: Nekaj težav je imel le s poimenovanjem – na ZP ni znal poimenovati pravokotnika, na KP pa kvadrata.

Črte: na ZP pri risanju ravnih črt ni uporabil ravnila, kar je na KP popravil. Na ZP med danimi krivimi in ravnimi črtami ni prepoznal vseh, kar je na KP popravil.

Simetrija: nalogi je rešil brez večjih težav.

Učenec S

Orientacija: učenec je brezhibno rešil vse naloge tako na ZP kot na KP.

Telesa: na ZP je imel težave s prepoznavanjem lastnosti pri telesih ("gladko" kotaljenje) – kot telesi, ki se "gladko" kotalita, je razvrstil le krogli. Na KP je pravilno ugotovil, da se "gladko" kotalijo vsa telesa, ki imajo vsaj eno krivo ploskev. Pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval dve telesi, na KP je vsa telesa pravilno poimenoval. Pri razvrščanju teles je imel na ZP težave s tremi telesi "netipičnih" dimenzij ("sploščena" valja in "sploščen" kvader), ki jih ni razvrstil, na KP pa je "sploščen" kvader z dvema ploskvama v obliki kvadrata razvrstil med kocke.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal večino osnovnih geometrijskih likov (izpustil je vse "netipične" trikotnike), na KP je pri tej nalogi dosegel vse

možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki – med kvadrato je štel še romb in med pravokotnike paralelogram.

Črte: na ZP pri risanju ravnih črt ni uporabil ravnila, kar je na KP popravil.

Simetrija: nalogi je rešil brez težav.

Učenka Š

Orientacija: vse naloge na ZP in KP je rešila brezhibno.

Telesa: med "gladko" kotaleča telesa je na ZP razvrstila piramido, kar je na KP popravila. Na ZP ni poznala le imena za kvader, na KP je pravilno poimenovala vsa telesa. Pri razvrščanju teles k modelom je na ZP napačno razvrstila piramido in obe prizmi (k stožcem) ter dva "ploščata" valja – pustila je nerazvrščena. Na KP je vsa telesa razvrstila pravilno.

Liki: na ZP ni vedela imena za pravokotnik, kar je na KP popravila. Na KP je uspešno rešila tudi nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi črtami, med katerimi je bilo treba poiskati osnovne geom. like – prepoznala ni le kvadrata, obrnjene za 45° na horizontalo.

Črte: na ZP pri risanju ravnih črt ni uporabila ravnila, kar je na KP popravila. Ravne črte je narisala vodoravno, krive pa poševno.

Simetrija: nalogi je rešila brezhibno.

Učenka a

Orientacija: na ZP ji je delal težave le pojem "pod", kar je na KP popravila.

Telesa: na ZP je pravilno poimenovala le kroglo (kvader je poimenovala kot kvadrat, stožec pa kot storž), na KP je pravilno poimenovala vsa telesa razen piramide (trikotnik). Pri razvrščanju teles k modelom je imela na ZP težave s telesi "netipičnih" dimenzij (dva "ploščata" valja in "sploščen" kvader) ter enim valjem "tipičnih" dimenzij – vse je pustila nerazvrščene - ter s piramido (razvrstila jo je k stožcem). Na KP je nalogo rešila brezhibno.

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala skoraj vse like (le pravokotnika ni znala poimenovati). Na KP pa poleg pravokotnika ni znala poimenovati še kvadrata. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznala skoraj vse like (izpustila je le dva "netipična" trikotnik), na KP je pri tej nalogi dosegel vse možne točke. Na KP je dokaj uspešno rešila tudi nalogo iskanja osnovnih geom. likov med različnimi liki in nesklenjenimi črtami – med osnovne geom. like ni štela le dveh trikotnikov, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešila skoraj vse naloge. Le pri nalogi prepoznavanja ravnih in krivih črt na ZP je rekla, da krog ni črta, kar je na KP popravila.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec b

Orientacija: na ZP in KP je imel težave s pojmom pred – vendar le pri nalogi, kjer je moral položaj opisati.

Telesa: na KP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse tri stožce. Zanimivo je, da je na ZP nalogo rešil popolnoma pravilno. Pri poimenovanju teles na ZP je nekaj teles poimenoval z imeni za like,

na KP je to napako popravil, vendar je piramido poimenoval s stožcem. Pri razvrščanju teles k modelom je imel na ZP težave z razvrstitvijo kvadra ("sploščen" kvader s parom ploskev v obliki kvadrata je razvrstil h kockam), piramido in eno od prizem je razvrstil k stožcem, drugo prizmo pa h kvadrom. Na KP so mu težave delali "podolgovati" in "sploščeni" kvadri – pustil je nerazvrščene, ter piramida, ki jo je zopet razvrstil k stožcem.

Liki: Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal vse osnovne geom. like, na KP pa je izpustil najbolj "zašiljen" trikotnik. Na KP je pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov med pravokotnike štel paralelogram, med trikotnike pa pozabil šteti dva trikotnika, ki sta se stikala v eni točki.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenka c

Orientacija: na ZP ji je delal težave le pojem "pod" pri nalogi, kjer je morala opisati položaj, na KP pa je imela pri tej nalogi še več težav (pojmi pod, pred, za in desno).

Telesa: na ZP je pravilno poimenovala le valj in kroglo, enak uspeh je dosegla na KP (kocko in kvader je poimenovala s kvadratom). Na ZP je imela težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štela vse tri stožce ter valj "netipičnih" dimenzij (zelo "sploščen"). Na KP je nalogo rešila popolnoma pravilno. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP so ji težave povzročali kvader, piramida ter prizmi (slednje tri je razvrstila k stožcem). Na KP je napačno razvrstila "sploščen" kvader s parom ploskev v obliki kvadrata (h kockam) ter prizmo, piramido (obe zopet k stožcem) in polkroglo (h kroglam).

Liki: na ZP učenka ni pravilno poimenovala nobenega lika. Na KP je pravilno poimenovala le kvadrat (trikotniku je rekla storž, krogu pa krogla). Na KP je imela veliko težav pri prepoznavanju osnovnih geom. likov v množici likov in neskljenjenih črt. Med trikotnike je štela vse like in neskljenjene črte, ki so jim vsaj malo podobni, tudi deltoid, med kroge je štela elipso, ni pa prepoznala pravokotnika.

Črte: na ZP je za ravno črto narisala krog s šablono, za krivo pa sklenjeno črto s prosto roko, pri prepoznavanju ravnih in krivih črt ni imela težav. Na KP je pokazala razumevanj obeh pojmov, vendar ni razumela pojma sklenjena črta.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je skoraj vse simetrične oblike.

Učenec č

Orientacija: na ZP je skoraj vse naloge iz sklopa rešil pravilno, težave je imel z usmerjanjem ladje po ravnini, na KP pa je imel težave s pojmi levo, desno ter pod pri opisovanju lege predmetov, prav tako pa so se enake težave kot na ZP pojavile pri usmerjanju zajčka po ravnini (predvsem levo in desno).

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse tri stožce. Na KP je nalogo rešil popolnoma pravilno. Pri poimenovanju teles na ZP je tri telesa poimenoval pravilno, dveh pa ni

znal poimenovati, kar je na KP delno popravil, vendar je piramido poimenoval s trikotnikom. Pri razvrščanju teles k modelom je na ZP vse razvrstil pravilno, na KP pa sta mu težave povzročala piramida (razvrstil jo je k stožcem) in kvader (pustil nerazporejenega).

Liki: na ZP je pravilno poimenoval dva lika od štirih, na KP pa tri (pravokotniku je rekel kvader). Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geom. like, izpustil je le najbolj "zašiljen" trikotnik, na KP je prepoznal tudi tega. Na KP je pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov med pravokotnike štel paralelogram in še en nepravilni štirikotnik

Črte: na ZP pri risanju ravnih črt ni uporabil ravnila, kar je na KP popravil. Na KP je imel težave s pojmom sklenjena črta, ostale naloge pa je rešil pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec d

Orientacija: brez težav je rešil vse naloge na ZP in KP.

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse tri stožce. Na KP je nalogo rešil popolnoma pravilno. Pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval tri telesa od petih, na KP pa je imel težave le še s poimenovanjem piramide (stožec). Pri razvrščanju teles je imel na ZP težave z vsemi valji (pustil je nerazporejene), s "sploščenim" kvadrom s parom ploskev v obliki kvadrata (med kocke) ter s piramido (med stožce). Na KP pa je imel težave le še s "sploščenim" kvadrom, ki ga je zopet razvrstil med kocke, in s piramido (med stožci), valje pa je razvrstil pravilno.

Liki: pri poimenovanju likov na ZP je uporabljal imena za telesa, kar je na KP večinoma popravil (le še kvadratu je rekel kocka). Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal vse, na KP pa večino osnovnih geometrijskih likov (izpustil je najbolj "zašiljen" trikotnik). Na KP je dokaj uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi črtami – med trikotnike je štel še lomljeno ravno, a nesklenjeno črto, ni pa našel dveh trikotnikov, ki se stikata v eni točki.

Črte: vse naloge na ZP in KP je rešil brezhibno.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bil natančen pri določanju dolžine črt, prepoznal pa je vse simetrične oblike.

Učenka e

Orientacija: na ZP je imela težave pri razumevanju pojmov levo, desno ter "za" – tako pri nalogi opisovanja kot tudi postavljanja po navodilih. Na KP težav ni bilo več.

Telesa: na ZP je pravilno poimenovala le kocko in kroglo, na KP pa poleg teh še valj. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP so ji težave povzročali "sploščen" valj in dva kvadra (prvi "tipičnih" dimenzij, drugi "sploščen") – pustila je nerazvrščene. Na KP je napačno razvrstila le piramido (k stožcem).

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala en lik (krog), pri drugih je uporabila imena za telesa (trikotnik je storž, kvadrat je kocka). Na KP je pravilno poimenovala le pravokotnik, druge je zopet

poimenovala z imeni za telesa. Na ZP je pravilno določila vse geom. like, na KP je izpustila najbolj "zašiljen" trikotnik. Zanimivo je, da ga je pri naslednji nalogi prepoznala v množici likov in nesklenjenih črt. Med trikotnike je štela še lomljeno nesklenjeno ravno črto, ne pa dveh trikotnikov, ki se stikata v eni točki. Med Pravokotnike je štela paralelogram in en nepravilni štirikotnik. Ni prepoznala kroga.

Črte: na ZP ravne črte riše prostoročno, kar na KP popravi. Ostale naloge na ZP in KP reši brezhibno.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec f

Orientacija: na ZP je imel tako pri nalogi postavljanja predmetov po navodilih kot tudi pri opisovanju lege težave s pojmom za in pred. Tudi na KP je imel težave tako pri opisovanju lege kot pri postavljanju in sicer s pojmi levo, desno ter pod.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je tri telesa poimenoval pravilno, dve pa z imeni za like, kar je na KP delno popravil, vendar je piramido poimenoval kot trikotnik. Pri razvrščanju teles k modelom je na ZP napačno razvrstil "sploščen" kvader s parom nasprotnih ploskev v obliki kvadrata, težave so mu povzročali še piramida in obe prizmi, razvrstil jih je k stožcem. Na KP je napačno razvrstil le "sploščen" kvader – zopet h kockam.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse, izpustil je le najbolj "zašiljen" trikotnik, enako na KP. Na KP je zelo dobro rešil nalogo iskanja osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt - med pravokotnike je štela en nepravilni štirikotnik

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec g

Orientacija: na ZP je imel pri opisovanju lege predmetov težave s pojmom levo in desno, kar se je kazalo tudi pri nalogi usmerjanja ladje po ravnini. Na KP je vse naloge rešil pravilno.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je tri telesa poimenoval pravilno, dveh ni prepoznal, kar je na KP delno popravil, vendar je piramido poimenoval stožec. Na ZP je imel težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štela vse stožce in valje. Povedal je, da se valji "valijo" in ne kotalijo. Na KP je nalogo rešil pravilno – le piramido je štela med kotaleče. Pri razvrščanju teles k ustreznim modelom na ZP je kot nerazvrščena pustil dva "sploščena" valja, na KP pa poleg enakih valjev še "sploščen" kvader (pustil je nerazvrščenega), ki ga je sicer na ZP razvrstil pravilno.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov na ZP je bil neuspešen (krog je poimenoval krogla, ostalih ni prepoznal), na KP je nalogo rešil brezhibno. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal večino osnovnih geometrijskih likov (izpustil je najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP pa je prepoznal tudi tega. Na KP je imel pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt nekaj težav: med pravokotnike je štela en

nepravilni štirikotnik ter paralelogram, med trikotnike je štel sklenjeno lomljeno krivo črto, ne pa dveh trikotnikov, ki se stikata v skupni točki, prav tako ni prepoznal kroga.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenka h

Orientacija: na ZP je imela težave pri razumevanju pojmov levo, desno ter "za" – tako pri nalogi opisovanja kot tudi postavljanja po navodilih. Tudi pri nalogi usmerjanja ladje je imela veliko težav z opisovanjem smeri. Na KP je še vedno nalogi opisovanja lege predmetov in postavljanja predmetov po navodilih menjala smeri levo in desno ter pojem "na", nalogo usmerjanja zajčka po ravnini pa je rešila uspešno.

Telesa: na ZP je pravilno poimenoval tri telesa od petih, na KP pa tri od šestih (kroglo in piramido je poimenovala z imeni za like: krog in trikotnik). Na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se kotalijo "gladko", je štela vse kocke in piramido. Na KP je nalogo rešila pravilno. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP ji je težave povzročala večina valjev in kvadrov (pustila je nerazvrščene). Na KP je napačno razvrstila le še "sploščen" kvader s parom nasprotnih ploskev v oblik kvadrata (h kockam) ter dva "ploščata" valja (nerazvrščena).

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala en lik (trikotnik), pri pravokotniku je rekla, da je štirikotnik, preostala osnovna geom. lika pa je poimenovala z imeni za telesa (kvadrat s kocko in krog s kroglo). Na KP je pravilno poimenovala zopet le trikotnik, druge je poimenovala z imeni za telesa. Na ZP imela težave z določanjem geometrijskih likov "netipičnih" leg in dimenzij, večine ni prepoznala. Na KP je prepoznala vse like. Na KP je imela težave z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt: elipso je štela h krogom, k trikotnikom je štela nesklenjeno ravno lomljeno črto ter nepravilen lik, podoben trikotniku (vendar je prepoznala trikotnika, ki se stikata v eni točki), med pravokotnike pa je štela paralelogram in še en nepravilni štirikotnik.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše z ravnalom, ravne poimenuje tiste, ki so navpične, krive pa tiste, ki so poševne. Med danimi črtami zna določiti krive in ravne. Na KP ravne črte riše prostoročno, ostale naloge pa reši pravilno.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec i

Orientacija: na ZP je imel pri opisovanja lege predmetov težave s pojmom levo in desno, kar se je kazalo tudi pri nalogi usmerjanja ladje po ravnini. Na KP je vse naloge rešil pravilno.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je dve telesi poimenoval pravilno, preostale pa je poimenoval z imeni za like. Enako uspešen je bil tudi na KP. Na ZP je imel težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse stožce. Na KP je nalogo rešil pravilno. Pri razvrščanju teles k ustreznim modelom na ZP je kot nerazvrščena pustil dva "sploščena" valja, piramido je razvrstil k stožcem, na KP pa je naredil več

napak: valje "tipičnih" dimenzij je razvrstil h kroglam, "sploščena" valja je zopet pustil nerazvrščena, "sploščen" kvader s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata je razvrstil h kockam, piramido pa zopet k stožcem.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov na ZP je bil neuspešen (like je poimenoval z imeni za telesa), enako je bilo tudi na KP. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal večino osnovnih geometrijskih likov (izpustil je dva "netipična" trikotnika), na KP pa je prepoznal tudi tega. Na KP je imel pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt precej težav: za trikotnike je določil vse like in nesklenjene črte, ki so bili vsaj nekoliko podobni pravemu trikotniku, enako velja za pravokotniku podobne štirikotnike.

Črte: na ZP je imel težave le pri prepoznavanju krivih in ravnih črt (kot ravne ni prepoznal dve ravni poševni črti in kot krivo črto ni prepoznal kroga). Na KP ni imel večjih težav.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bil natančen pri določanju dolžine črt, prepoznal pa je vse simetrične oblike.

Učenec j

Orientacija: brez težav je rešil vse naloge na ZP in KP.

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse tri stožce. Na KP je nalogo rešil popolnoma pravilno. Pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval dve telesi od petih, na KP pa je imel težave le še s poimenovanjem piramide (stožec). Pri razvrščanju teles je imel na ZP težave le s piramido in prizmama, razvrstil jih je k stožcem. Na KP pa je imel težave s "sploščenim" kvadrom s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata, ki ga je razvrstil med kocke, ter s piramido in prizmo, ki ju je zopet razvrstil k stožcem.

Liki: na ZP je pravilno poimenoval le trikotnik in kvadrat (kot štirikotnik), na KP pa je pravilno poimenoval trikotnik in krog, kvadrat in pravokotnik pa je poimenoval z imeni za telesa (kocka, kvader). Na KP je imel pri nalogi iskanja osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt precej težav: za trikotnike je določil več likov in nesklenjenih črt, ki so bili vsaj nekoliko podobni pravemu trikotniku, kot krog je pobarval elipso in še en podoben nepravilen lik. Ni prepoznal pravokotnika.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše z ravnalom, ravne poimenuje tiste, ki so navpične, krive pa tiste, ki so poševne. Med danimi črtami zna določiti krive in ravne (razen kroga). Na KP vse naloge reši pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec k

Orientacija: brez težav je rešil vse naloge na ZP in KP.

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanje teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je štel vse tri stožce. Na KP je nalogo rešil popolnoma pravilno. Pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval le kroglo, nekatere je poimenoval z imeni za like, na KP je pravilno poimenoval le kocko in stožec, ostalih ni znal poimenovati. Pri razvrščanju teles je imel na ZP težave s "sploščenim" kvadrom s parom ploskev v

obliki kvadrata (med kocke), ter s piramido (med stožce). Na KP pa je imel težave le še s "sploščenim" kvadrom, ki ga je zopet razvrstil med kocke.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal večino osnovnih geometrijskih likov (izpustil je najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP pa je prepoznal tudi tega. Na KP je dokaj uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi črtami – ni prepoznal le dveh trikotnikov, ki se stikata v eni točki.

Črte: vse naloge na ZP je rešil brez težav, na KP mu je težave povzročal pojem sklenjene ravne črte.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži je izpustil eno črto, prepoznal pa je vse simetrične oblike.

Učenka l

Orientacija: na ZP je vse naloge rešila brez težav, na KP pa je pri opisovanju lege predmetov namesto leve in desne uporabila pojma za in pred.

Telesa: na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se kotalijo "gladko", je štela vse kocke, med nekotalače pa stožce. Na KP je za kocke pravilno ugotovila, da se ne kotalijo "gladko", medtem ko je stožce še vedno uvrščala med nekotalače. Na ZP ni pravilno poimenovala nobenega telesa, tri je poimenovala z imeni za like, na KP pa je pravilno poimenovala tri od šestih, za preostale tri pa je zopet uporabila imena za like. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP ji je težave povzročalo nekaj valjev in kvadrov "netipičnih" dimenzij (pustila je nerazvrščene), podobno je bilo na KP.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznala večino osnovnih geometrijskih likov (izpustila je najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP pa je prepoznala tudi tega. Zelo uspešna je bila pri prepoznavanju osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt na KP: ni prepoznala le kvadrata, ki je bil rotiran za 45° na horizontalo.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše z ravnilom, ravne poimenuje tiste, ki so navpične, krive pa tiste, ki so poševne. Na KP vse naloge reši pravilno.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži je ravne črte risala prostoročno, prepoznala je vse simetrične oblike.

Učenka m

Orientacija: na ZP je imela tako pri nalogi postavljanja predmetov po navodilih kot tudi pri opisovanju lege težave s pojmom za in pred. Tudi na KP je zamešala ista pojma.

Telesa: pri razvrščanju teles k modelom na ZP so ji težave povzročali kvader (razvrstila ga je h kockam), piramida in prizmi (pustila je nerazvrščene). Na KP je napačno razvrstila le piramido (k stožcem) in "sploščen" kvader s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata (nerazvrščen).

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala dva lika (trikotnik in pravokotnik), dva pa z imeni za telesa. Na KP je pravilno poimenovala vse like. Na KP je imela težave z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt: elipso je štela h krogom, med pravokotnike je štela paralelogram in še dva nepravilna štirikotnika.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše z ravnalom, ravne poimenuje tiste, ki so navpične, krive pa tiste, ki so poševne. Na KP vse naloge reši pravilno.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenec n

Orientacija: brez težav je rešil vse naloge na ZP in KP.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval tri telesa, dve pa je poimenoval z imeni za like, na KP je pravilno poimenoval vsa telesa. Pri razvrščanju teles je imel na ZP težave s "sploščenim" kvadrom s parom ploskev v obliki kvadrata (med kocke), s "sploščenima" valjema (med krogle), s stožcem (med valje) ter s piramido (med stožce). Na KP je nalogo rešil brezhibno.

Liki: pri poimenovanju likov na ZP ni prepoznal kvadrata, kar je na KP popravil. Na KP je uspešno rešil tudi nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi črtami – ni prepoznal le kvadrata, ki je bil rotiran za 45° na horizontalo.

Črte: na ZP in KP je pravilno rešil vse naloge.

Simetrija: nalogi je rešil brezhibno.

Učenka o

Orientacija: na ZP je imela tako pri nalogi postavljanja predmetov po navodilih kot tudi pri opisovanju lege težave s pojmom za in pred. Na KP ni imela več težav.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval tri telesa, na KP je ravno tako pravilno poimenoval tri telesa, ostala pa je poimenovala z imeni za like. Na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je razvrstila dva stožca. Na KP je še več teles razvrstila napačno: vse stožce in dva "sploščena" valja je razvrstila k nekotalečim. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP so ji težave povzročali valja in kvadra "netipičnih" dimenzij (ni jih razvrstila). Na KP je napačno razvrstila "sploščen" kvader s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata (h kockam) ter telo, podobno kvadru, ki pa en par mejnih ploskev nima skladnih in vzporednih (h kvadrom).

Liki: na KP je dokaj uspešno rešila nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi: med pravokotnike je štela še paralelogram in en nepravilni štirikotnik, k trikotnikom pa lik, podoben trikotniku, a z dvema krivima črtama.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše prostoročno, kar na KP popravi.

Simetrija: nalogi je rešila brezhibno.

Učenka p

Orientacija: na ZP ji je delal težave le pojem "pod", kar je na KP popravila.

Telesa: na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je razvrstila vse tri stožce. Na KP je obe koci in polkroglo razvrstila h "gladko" kotalečim. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP je nerazvrščena pustila "sploščena" valja, h kockam je razvrstila "sploščen" kvader s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata, k stožcem pa piramido. Na KP je napačno razvrstila vsa telesa, ki niso imela

modela in bi morala pustiti nerazvrščena: piramido, prizmo, polkroglo ter telo, podobno kvadru, ki pa en par mejnih ploskev nima skladnih in vzporednih.

Liki: na ZP je učenka pravilno poimenovala le en lik (krog), dva je poimenovala z imeni za telesa, ravno tako na KP (tokrat je pravilno poimenovala trikotnik). Na ZP je imela težave z določanjem geometrijskih likov "netipičnih" leg in dimenzij, večine ni prepoznala. Na KP je prepoznala vse like. Na KP je imela veliko težav z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in neskljenjenih črt: elipso je štela h krogom, prav tako elipsi podoben nepravilen lik, k trikotnikom je štela neskljenjeno ravno lomljeno črto ter nepravilen lik, podoben trikotniku (vendar je prepoznala trikotnika, ki se stikata v eni točki), med pravokotnike pa je štela paralelogram, enakokraki trapez in vse druge štirikotnike.

Črte: na ZP je pravilno rešila vse naloge, na KP pa ni poznala pojma sklenjena črta.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenka r

Orientacija: brez večjih težav je rešila vse naloge na ZP in KP.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval tri telesa, dve je poimenovala z imeni za like, na KP je pravilno poimenovala skoraj vsa telesa (stožec je bil storžec). Na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je razvrstila vse tri stožce kljub poskušanju. Na KP je ravno tako vse tri stožce razvrstila k nekotalečim telesom. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP je napačno razvrstila le prizmi in piramido (k stožcem), na KP je nalogo rešila brezhibno.

Liki: pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznala večino osnovnih geometrijskih likov (izpustila je najbolj "zašiljen" trikotnik), na KP pa je prepoznala tudi tega. Več težav pa je imela na KP z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in neskljenjenih črt: elipso je štela h krogom, k trikotnikom je štela nepravilen lik, podoben trikotniku (vendar je prepoznala trikotnika, ki se stikata v eni točki), med pravokotnike pa je štela paralelogram in še dva nepravilna štirikotnika.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše prostoročno, kar na KP popravi.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec s

Orientacija: na ZP je imel težave s pojmom "pred" pri nalogi opisovanja lege, na KP pa s pojmom levo in desno tako pri nalogi opisovanja kot pri postavljanju predmetov po navodilih.

Telesa: na ZP je imel težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je razvrstil vse tri stožce. Na KP je poleg stožcev k nekotalečim razvrstil še dva "sploščena" valja.

Liki: pri poimenovanju likov na ZP je prepoznal le trikotnik, ostale je poimenoval z imeni za telesa, kar je na KP uspešno popravil. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je imel na ZP precej težav predvsem z osnovnimi geometrijskimi liki "netipičnih" leg in dimenzij, kar je na KP popravil

(vse možne točke). Na KP je imel težave z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in nesklenjenih črt: h kvadratom je štel romb, k pravokotnikom paralelogram ter še dva nepravilna štirikotnika, k trikotnikom pa nepravilen lik, podoben trikotniku.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše z ravnalom, ravne poimenuje tiste, ki so navpične, krive pa tiste, ki so poševne. Na KP to popravi, ne razume pa dobro pojma sklenjena črta.

Simetrija: pri prepoznavanju simetričnih oblik je napačno določil dve obliki.

Učenka š

Orientacija: na ZP je imela tako pri nalogi postavljanja predmetov po navodilih kot tudi pri opisovanju lege predmetov težave s pojmi desno, levo ter pod. Enaka težava se je pokazala pri nalogi usmerjanja ladje po ravnini. Na KP je vse naloge rešila brezhibno.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenovala dve telesi, pri dveh je uporabila imena za poimenovanje likov. Na KP ni imela težav s poimenovanjem. Na ZP je imela težave z razvrščanjem teles med "gladko" kotaleče in tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Med tiste, ki se ne kotalijo "gladko", je razvrstila vse tri stožce. Na KP ni imela več težav. Pri razvrščanju teles k modelom na ZP je napačno razvrstila "sploščena" valja (h kroglam), "sploščen" kvader s parom paralelnih ploskev v obliki kvadrata (h kockam) ter obe prizmi in piramido (k stožcem). Na KP je zopet napačno razvrstila "sploščena valja" (nerazvrščena), "sploščen" kvader (h kockam), stožec (nerazvrščen) ter telo, podobno kvadru, ki pa en par mejnih ploskev nima skladnih in vzporednih (nerazvrščeno).

Liki: na ZP je pravilno poimenovala dva od štirih likov, na KP pa vse. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznala večino osnovnih geometrijskih likov (izpustila je najbolj "zašiljen" trikotnik in "ozek" pravokotnik), na KP pa je prepoznala vse like. Dokaj uspešno je na KP rešila nalogo z različnimi liki in nesklenjenimi črtami: med pravokotnike je štela še paralelogram in dva nepravilna štirikotnika, k trikotnikom lik, podoben trikotniku, a z dvema krivima črtama, ter med kroge še elipso.

Črte: na ZP in KP vse naloge reši brez težav.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bila natančna pri določanju dolžine črt, prepoznala pa je vse simetrične oblike.

Učenec t

Orientacija: na ZP je imel težave s pojmom za in pred teko pri nalogi opisovanja lege kot pri postavljanju predmetov po navodilih, na KP sta se tema pojma pridružila še pojma levo in desno pri nalogi opisovanja lege.

Telesa: pri poimenovanju teles na ZP je pravilno poimenoval le dve telesi, na KP je to popravil. Piramido je poimenoval s "stožcem, ki ni okrogel". Na ZP pri razvrščanju teles k ustreznim modelom napačno razvrstil le piramido (k stožcem), enako je storil tudi na KP.

Liki: pri poimenovanju likov na ZP je prepoznal le trikotnik, ostale je poimenoval z imeni za telesa (krog z žogo), na KP je poleg trikotnika pravilno poimenoval še krog, kvadrat je poimenoval s kocko, pravokotnik pa kot štirikotnik. Pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov je na ZP pravilno prepoznal skoraj vse osnovne geometrijske like (izpustil je le en kvadrat), na KP pa je

prepoznala tudi tega. Več težav pa je imel na KP z določanjem osnovnih geom. likov v množici likov in neskljenjenih črt: med pravokotnike je štel paralelogram in en nepravilni štirikotnik, k trikotnikom je štel dva nepravilna lika, podobna trikotniku, ter neskljenjeno lomljeno črto.

Črte: na ZP tako ravne kot krive črte riše prostoročno. Na KP pravilno reši vse naloge.

Simetrija: pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži ni bil natančen pri določanju dolžine črt, pri prepoznavanju simetričnih oblik je napačno določil dve obliki.

4.1.2 Analiza in interpretacija napredka vključenih učencev v geometrijskem znanju

Napredek v geometrijskem znanju smo analizirali na podlagi odgovorov učencev pri posameznih nalogah. Osredotočili smo se na odgovore, ki niso bili pravilni, in tako primerjali napredek obeh skupin na posameznih področjih. Hkrati nam je analiza odgovorov dala jasno sliko o težavah učencev na posameznih področjih, kar lahko izkoristimo pri nadaljnjem poučevanju geometrije.

Tabela 7 prikazuje, kakšne napake so učenci delali pri nalogah na posameznih področjih na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju. Številke v tabeli pomenijo število napak pri prvem in drugem testiranju. Odgovore učencev smo po podobnosti združili v opisne ocene, nato pa zapisali, koliko učencev posamezne skupine je imelo opisano težavo. Število opisnih ocen seveda ne sovпада s številom testirancev, saj pravih odgovorov nismo kodirali (uspešnost smo prikazali s kvantitativno analizo).

Tabela 7: Opisni prikaz napak, ki so jih učenci delali pri posameznih nalogah

Področje	Opisna ocena	Prvo preverjanje			Drugo preverjanje			
		ES	KS	Σ	ES	KS	Σ	
orientacija	O1	Težave pri opisovanju položajev danih predmetov (levo, desno, spredaj, zadaj ...).	8	6	14	3	6	9
	O2	Meša smeri pri usmerjanju ladje/zajčka po ravnini (3 točke ali manj).	7	5	12	3	1	4
	O3	Težave pri postavljanju predmetov po navodilih (levo, desno, na, pod ...).	2	2	4	2	5	7
	Σ		17	13	30	8	12	20
telesa	T1	"Gladko" kotaleča telesa razvrsti k tistim, ki se ne kotalijo "gladko".	6	13	19	/	6	6
	T2	Telesa poimenuje z imeni za like.	3	9	12	/	5	5
	T3	K ustreznim modelom nepravilno razvrsti več teles "netipičnih" dimenzij (2 ali več).	9	9	18	/	9	9
	T4	Ne zna poimenovati teles (2 ali več).	10	18	28	2	10	12
	T5	K ustreznim modelom napačno razvrsti nekaj teles "tipičnih" dimenzij (3 ali več).	6	9	15	/	6	6
	T6	Telesa, ki se ne kotalijo "gladko", razvrsti h tistim, ki se kotalijo "gladko".	1	2	3	/	1	1
Σ		35	60	95	2	37	39	
liki	L1	Ne zna poimenovati likov (2 ali več).	7	13	20	2	8	10
	L2	V množici osn. geom. likov ne prepozna osn. geom. likov "netipičnih" leg in dimenzij.	3	2	5	/	/	/
	L3	Like poimenuje z imeni za telesa (2 ali več).	4	8	12	1	6	7
	L4*	Med osn. geom. like šteje tudi druge like ali/in neskljenjene črte (3 ali več).				3	13	16
	L5*	V množici likov in neskljenjenih črt ne prepozna osn. geom. likov (2 ali več).				6	6	12
Σ		14	23	37	12	33	45	
črte	Č1	Pri risanju ravnih črt ne uporablja ravnila.	10	4	14	/	/	
	Č2	Ravne črte so vodoravne/navpične, krive so poševne.	10	8	18	/	/	
	Č3	Med danimi črtami ne prepozna vseh krivih/ravnih črt (najmanj 2).	5	3	8	/	/	
	Č4	Krive črte riše z ravnilom.	1	5	6	/	/	
	Č5*	Ne razume pojmov sklenjena/nesklenjena črta.				/	8	8
Σ		26	20			8	8	
simetrija	S1*	Ni natančen pri oblikovanju simetričnih oblik na mreži.				4	8	12
	S2*	Simetrična oblika ni popolna.				/	1	1
	S3*	Napačno določi več kot 2 simetrični obliki.				/	2	2
Σ					5	11	16	

* naloga je bila le na KP

4.1.2.1 Orientacija

Kako dobro se učenci orientirajo po prostoru in ravnini ter pravilnost izražanja pri tem, smo preverjali s tremi nalogami: učenci so po navodilih raziskovalke razporedili dane predmete v prostoru, nato opisali novo razporeditev, ki jo je pripravila raziskovalka, pri zadnji nalogi pa so prikazali orientacijo na ravnini, ravno tako z opisovanjem smeri "potovanja".

Postavljanje danih predmetov po prostoru učencem ni predstavljajo večjih težav (O3). Le 2 učenca ES in 2 iz KS sta na ZP od 5 možnih točk dosegla 3 točke ali manj. Na KP se št. učencev v ES ni spremenilo, v KP pa se je povečalo na 5 učencev, od tega so trije mešali pojma levo in desno (vendar ne isti učenci kot na ZP), dva pa pojma pred in za.

Težave pri opisovanju položajev danih predmetov (O1) je imelo na ZP 14 učencev, od tega 8 iz ES in 6 iz KS. Najpogosteje se je pojavljalo mešanje pojmov levo in desno (v ES vseh 8 učencev, v KS 5 od 6). Na končnem preizkusu so imeli težave z opisovanjem le še 3 učenci ES (od tega 2 tudi s pojmom levo in desno), medtem ko je število učencev s težavami v KS ostalo nespremenjeno – vsi so tudi mešali pojma levo in desno. Poleg pojmov levo in desno so pogosto menjali tudi pojma za in pred.

Glede na zgornjo analizo odgovorov lahko sklepamo, da je izražanje smeri oziroma lege težje kot samo razumevanje, kar napeljuje na pomembnost izražanja pri urah geometrije tako pri učitelju kot tudi pri učencih. Smiselno je pripraviti čim več aktivnosti, ki otrokom omogočajo, da izražajo smer, lego, pot ... Seveda pa orientacija ne sme ostati omejena le na ure geometrije. Izkoristiti velja priložnosti pri športni vzgoji (levo in desno pri ogrevanju, naprej, nazaj pri poskokih ...), likovni vzgoji (npr. risanje po navodilih), spoznavanju okolja (npr. opazovanje okolice: kaj vidimo pred gozdom, levo od drevesa, v jami) ...

Učencev, ki so imeli težave z usmerjanjem ladje po ravnini (O2) na ZP (pojmi levo, desno, gor in dol), je bilo manj kot pri drugi nalogi (7 iz ES in 5 iz KS), čeprav je šlo za podobno dejavnost. Menimo, da je pri tej nalogi motivacija za pravilno rešitev večja, saj je igra glede na odzive učencev bolj zanimiva kot prva. Učence privlači "pustolovščine", radi rešujejo labirinte, zanimivi so jim tudi na računalniku⁶⁹. Žal labirinti in podobne igre, ki so pri otrocih sicer priljubljene, običajno niso zasnovane tako, da bi učenec moral uporabljati pojme za orientacijo (levo, desno, spredaj, zadaj, naprej, nazaj ...) oziroma se odzivati na njih. Smiselno bi bilo oblikovati igro, ki to vsebuje, saj tuje spletne strani, ki ponujajo takšne igre, zaradi navodil v tujem jeziku niso uporabne. Na KP so imeli težave pri opisovanju premikanja po ravnini le še 4 učenci (3 iz ES in 1 iz KS).

⁶⁹ Labirint iz Miškine male šole (Miškin potep, 1999) je po naših izkušnjah najbolj priljubljena računalniška igrice ob začetku prvega razreda, ko otroku ponudimo programski sklop Miškin potep, posebej oblikovan za to starostno obdobje. Vendar kljub temu, da razvija orientacijo na ravnini, učencu ni potrebno opisati smeri gibanja z ustreznimi pojmi, zato s to igro ne pridobivajo na sposobnosti izražanja.

4.1.2.2 Telesa

Prepoznavanje in poimenovanje osnovnih geometrijskih teles ter njihovih lastnosti smo preverjali s tremi nalogami: pri prvi smo učencem ponudili 22 teles (na KP 23), ki so jih morali razvrstiti na "gladko" kotaleče ter tiste, ki se ne kotalijo "gladko". Pri drugi nalogi so morali poimenovati modele teles: valj, kocko, stožec, kvader in kroglo (na KP še piramido), pri tretji pa ista telesa razvrstiti k ustreznim modelom oziroma pustiti nerazvrščena (ponudili smo jim model valja, kocke, stožca, kvadra in krogle).

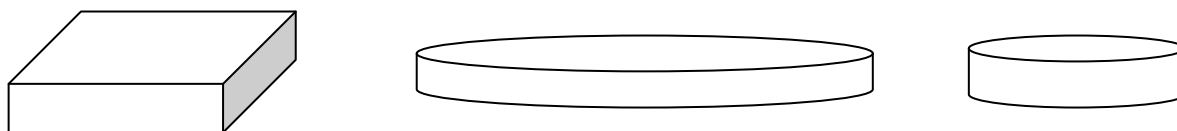
Na ZP je 22 učencev imelo težave z razvrščanjem teles glede na kotaljenje (2 napaki in več), od tega je 19 učencev "gladko" kotaleča telesa razvrstilo k tistim, ki se ne kotalijo "gladko" (6 iz ES in 13 iz KS), le 3 pa obratno (1 iz ES in 2 iz KS). Najpogosteje so napačno razvrščali stožce. Zanimivo je, da so nekateri kljub preizkusu kotaljenja bili mnenja, da se stožci ne kotalijo "gladko". Glede na komentarje nekaterih učencev sklepamo, da jih je "zmotilo" to, da se stožec ni odkotalil dlje, tako kot se je npr. valj, ampak se je zakotalil "v krogu". Na KP so učenci veliko bolje razvrščali telesa. Le 6 učencev KS je še razvrstilo nekaj "gladko" kotalečih teles k nekotalečim (T1) in 1 učenec KS nekotaleča h "gladko" kotalečim. To kaže na izboljšanje poznavanja te lastnosti. Gotovo je k temu pripomogla konkretna manipulacija z različnimi telesi (igra, preizkušanje, opazovanje ...), ki je računalnik ne more nadomestiti.

Poimenovanje teles je v KS povzročalo precej več težav kot v ES. Na ZP je 12 učencev telesa (vsaj dve od šestih) poimenovalo z imeni za like (T2), od tega 3 učenci iz ES in 9 učencev iz KS. Na KP se med učenci ES napaka ni več ponovila, med učenci KS pa je bilo takih še 5. Najpogosteje se je zgodilo, da so za neko telo uporabili ime lika, ki predstavlja eno izmed mejnih ploskev. Na prvem mestu zamenjav je kocka - kvadrat, sledijo krogla – krog, kvader – pravokotnik, piramida – trikotnik, stožec – trikotnik, pojavlja se tudi menjava kvader – kvadrat (najverjetneje zaradi podobnosti besed). Kar 28 pa je bilo na ZP takih učencev, ki niso znali poimenovati dveh ali več teles, od tega 10 iz ES in 18 iz KS. Na KP samo še 2 učenca iz ES nista znala poimenovati dveh ali več teles, medtem ko je bilo takih učencev v KS več – 10. Uspešnost ES pri tej nalogi verjetno lahko pripišemo računalniški igri SlikoKviz, pri kateri so učenci morali poimenovati predmet, ki se je prikazal na sliki. KS je uporabila karte, na katerih so bili isti predmeti kot v SlikoKvizu (te so bile sicer na voljo tudi v ES), vendar je računalniška igra bila motivacijsko bolj zanimiva. Učenci so se pogosto vračali k njej tudi v prostem času (med odmori), saj jih je pritegnilo tekmovanje⁷⁰. Menimo, da je eden od razlogov, zakaj so učenci ES v manjši meri zamenjevali imena likov in teles, tudi omenjena igra. Učenec ob začetku igre lahko izbere igro *telesa*, *liki* ali *telesa in liki*, kar pomeni, da bo v določeni igri določal imena le telesom, le likom, ali obojim. Med možnimi odgovori se pojavlja le nabor teles/likov in učenec se postopno bolj zaveda imen, ki spadajo v skupino teles/likov. Težja stopnja je kombinacija teles in likov (*telesa in liki*).

⁷⁰ Že pri igri Labirint v Miškini mali šoli (Miškin potep, 1999) smo opazili, da je vpisovanje na lestvico najuspešnejših učencev velika motivacija, zato smo pri igri SlikoKviz vključili to možnost. Prav tako so učenci pogosto tekmovali v paru drug proti drugemu.

Pri zadnji nalogi so učenci razvrščali dana telesa k ustreznim modelom oziroma pustili nerazvrščena. Učenci so imeli največ težav s telesi "netipičnih" dimenzij (T3). Na ZP je bilo v obeh skupinah enako število učencev, ki so napačno razvrstili 2 ali več takšnih teles (9 iz ES in 9 iz KS). Najpogosteje so napačno razvrščali kvader "netipičnih" dimenzij (zelo "sploščen", eden od parov vzporednih ploskev je v obliki kvadrata (slika 23)). Na ZP ga je napačno razvrstilo 11 učencev ES in 15 učencev KS, na KP pa 12 učencev ES in 13 učencev KS, zato lahko rečemo, da med urami geometrije ti učenci (večinoma je šlo za iste učence) niso lastnosti teles spoznali do te mere, da jih ne bi zavedel par ploskev v obliki kvadrata. Zaradi tega so večinoma kvader razvrstili h kockam, redko so pustili nerazvrščenega. Na drugem mestu po napačnem razvrščanju teles "netipičnih" dimenzij sta bila "sploščena" valja (slika 23). Na ZP je vsaj enega izmed njiju napačno razvrstilo 10 učencev iz ES in 11 učencev iz KS, medtem ko je bil rezultat na KP precej boljši – samo še 1 učenec iz ES in 5 učencev iz KS je napačno razvrstilo vsaj enega od valjev. Menimo, da so k izboljšanju pripomogle naloge, pri katerih so učenci konkretno manipulirali z valji (npr. dejavnosti, pri katerih so morali tipati predmete, preizkušati gladko kotaljenje, razvrščati telesa po določenih kriterijih ...).

Slika 23: Telesa "netipičnih" dimenzij (kvader in valja)



Med telesi, ki so jih učenci pogosteje napačno razvrščali, so še piramida (pogosto so jo razvrstili k stožcem – 2 učenca ES in 12 učencev KS, nekaj učencev je omenilo, da je "kot stožec, le da ni okrogla"), prizma (pogosto so jo razvrstili h kvadrom) in polkrogla (h kroglam). Redko se je zgodilo, da so napačno razvrstili kvadru podobno telo, ki dveh ploskev ni imelo vzporednih in enakih. S temi telesi so se učenci manj pogosto srečevali in jih spoznavali, zato je predvsem podobnost z nekim drugim telesom pripomogla k napačni razvrstitvi.

Na šoli imamo premalo modelov teles "netipičnih" dimenzij, ki bi omogočili učencem manipulacijo z njimi. Menimo, da bi večje število kompletov teles, med katerimi bi bilo več takih, ki nimajo "tipičnih" dimenzij, pripomoglo k hitrejšemu razumevanju lastnosti posamezne skupine teles. Ena od možnosti pa je seveda računalnik, ki nam pomaga pri oblikovanju slik takšnih teles; pomagamo si lahko že v programu Word, kjer s pomočjo orodja narišemo valje in kvadre najrazličnejših leg in dimenzij. Obstajajo pa tudi drugi programi, ki omogočajo oblikovanje različnih teles. Tako KS kot ES smo ponudili tudi večje število slik predmetov različnih dimenzij – obe skupini sta imeli možnost uporabe igre s kartami, na katerih so bili predmeti različnih leg in dimenzij, ES pa poleg tega še računalniško didaktično igro SlikoKviz, ki je ravno tako vsebovala slike predmetov.

4.1.2.3 Liki

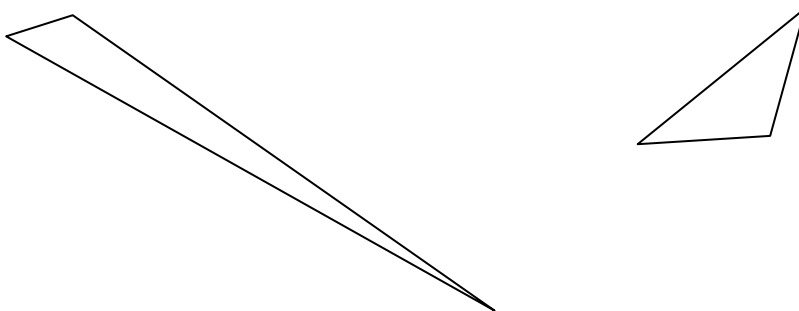
Cilje iz sklopa likov smo preverjali z dvema nalogama na ZP (poimenovanje "tipičnih" likov, iskanje osnovnih geom. likov v množici osnovnih geom. likov različnih leg in dimenzij), končnemu

preizkusu pa smo dodali še eno nalogo (iskanje osnovnih geom. likov v množici različnih likov in nesklenjenih črt).

Poimenovanje likov (učencem smo pokazali osnovne geometrijske like "tipičnih" leg in dimenzij) je na ZP težave povzročalo 20 učencem (od štirih likov niso znali poimenovati dveh ali več) – 7 iz ES in 13 iz KS (L1). Na končnem preizkusu je imelo težave le še 10 učencev (2 iz ES in 8 iz KS). Menimo, da je k izboljšanju pripomogla igra SlikoKviz, kjer so učenci poimenovali dane like različnih leg in dimenzij (tudi igra s kartami je imela podobno vlogo). Like so pogosto poimenovali tudi z imeni za telesa (L3) – na ZP 12 učencev (4 iz ES in 8 iz KS), na KP pa 7 učencev (1 iz ES in 6 iz KS). Število teh učencev je zelo podobno številu učencev, ki so telesa poimenovali z imeni za like.

Večina učencev ni imela težav pri prepoznavanju osnovnih geometrijskih likov različnih leg in dimenzij (L2). Tako na ZP kot na KP so like "tipičnih" leg in dimenzij prepoznali brez težav, nekaj učencev pa je imelo težave pri prepoznavanju likov "netipičnih" leg in dimenzij (L2 – za neuspeh smo šteli 5 ali več neprepoznanih likov "netipičnih" leg in dimenzij): na ZP je bilo takih učencev 5 (3 iz ES in 2 iz KS), na KP pa so vsi učenci prepoznali vsaj 4 takšne like. Med liki, ki so učencem povzročali največ težav, je bil na prvem mestu zelo "zašiljen" trikotnik, sledil mu je trikotnik "netipične" (slika 24).

Slika 24: Trikotnika "netipične" lege in dimenzije



Zanimivo je, da je šele zadnja naloga na KP pokazala, da nekateri učenci nimajo izoblikovanega pojma *geometrijski lik*, saj so med osnovne geometrijske like šteli tudi druge oblike, ki spominjajo na like oziroma nesklenjeno črto, ki pa so bili osnovnim geom. likom dokaj podobni (L4). Učenci ES so bili pri tem boljši od učencev KS, saj so le 3 učenci ES med osnovne geom. like šteli 3 ali več drugih oblik, drugih geom. likov oz. nesklenjeno črto, medtem ko je bilo takšnih učencev v KS 13. Menimo, da je k takšnemu rezultatu pripomogla tudi dejavnost v aplikaciji Slikar, kjer so učenci ES sami ustvarjali najrazličnejše like tudi tako, da so "lomili" ravno črto in jo na koncu sklenili. Med učenci ES nihče ni nesklenjene lomljene črte označil kot trikotnik, medtem ko je bilo v KS takšnih učencev kar 8.

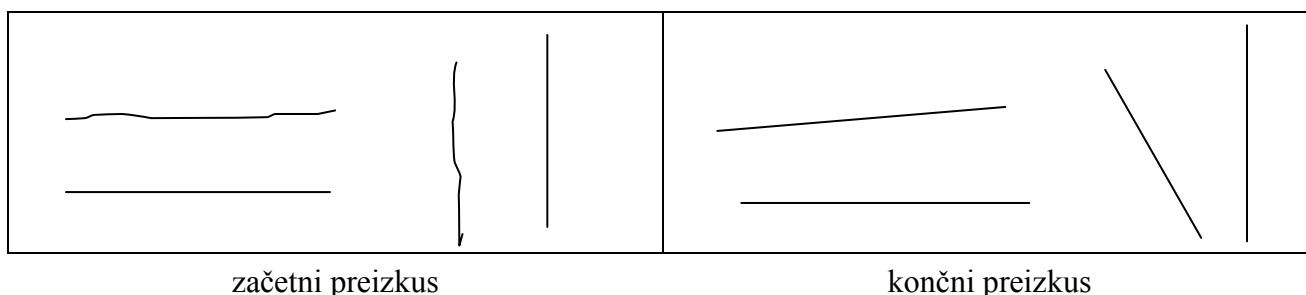
Pogosto so med pravokotnike šteli še druge štirikotnike: paralelogram, romb, trapez in druge nepravilne štirikotnike. Rezultat kaže na to, da še nimajo jasne predstave o lastnostih, ki določajo pravokotnik in so za njih torej vsi liki, ki imajo štiri kote in spominjajo na pravokotnik, pravokotniki.

12 učencev (6 iz ES in 6 iz KS) pa v množici danih likov in neskljenjene črte ni prepoznalo dveh ali več osnovnih geometrijskih likov (L5). Najpogosteje so spregledali dva trikotnika sicer "tipičnih" dimenzij, vendar z eno skupno točko (vrhova se stikata), sledil je majhen kvadrat, orientiran 45° glede na horizontalo, nato še "ozek" pravokotnik.

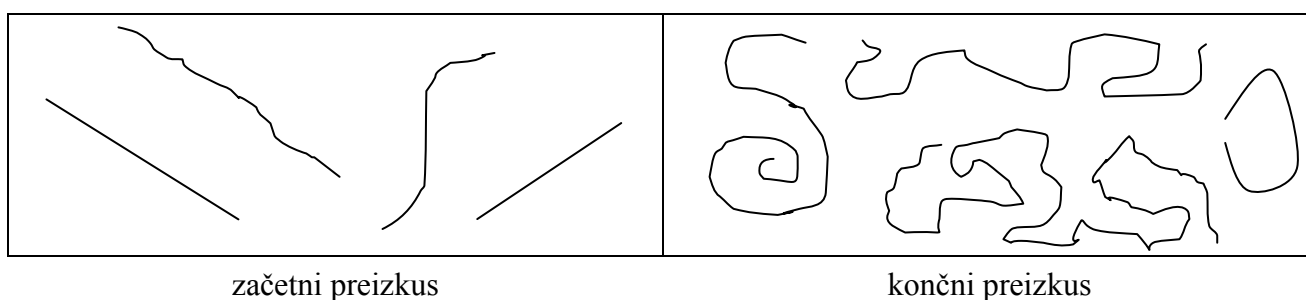
4.1.2.4 Črte

Tako na ZP kot na KP so učenci morali narisati krive in ravne črte, pri čemer smo jih opozorili, naj uporabijo ravnilo, kjer je potrebno. Na ZP kar 14 učencev (10 iz ES in 4 iz KS) pri risanju ravnih črt ni uporabilo ravnila (Č1), na KP te napake ni ponovil nihče. Zanimivo je, da se je v KS pojavila obratna napaka – risanje krivih črt z ravnilom (Č4 – 5 učencev iz KS in 1 iz ES) – ravno tako so vsi učenci na KP napako popravili. V obeh primerih pa se je na ZP pokazalo stereotipno mišljenje, da so ravne črte navpične ali vodoravne lege, krive pa poševne lege (Č2) – v takih položajih je črte narisalo 10 učencev ES in 8 učencev KS. Če primerjamo ravne in krive črte na ZP in KP, lahko opazimo, da je večina učencev precej izoblikovala omenjena pojma: ravne črte na KP rišejo z ravnilom in v različnih legah – tako vodoravnih, navpičnih kot tudi poševnih, medtem ko krive črte rišejo prostoročno in izrazito krive (na ZP večinoma niso bile izrazito krive). Podajamo nekaj pogostih primerov ravnih in krivih črt na ZP in KP (sliki 25 in 26). Na KP stereotipnega risanja črt ni bilo več opaziti.

Slika 25: Ravne črte na začetnem in končnem preizkusu



Slika 26: Krive črte na začetnem in končnem preizkusu



Predvsem tisti učenci, ki so ravne črte risali vodoravno in navpično, krive pa poševno, so imeli težave tudi pri nalogi, kjer so v množici črt morali določiti, katere so ravne oziroma krive. Na ZP je imelo pri tem težave 5 učencev ES in 3 učenci KS (Č3), saj niso prepoznali oziroma so napačno določili najmanj dve črti. Največkrat je šlo za napačno določanje ravnih črt v poševni legi (te so označili za krive), težave pa je povzročal tudi krog, ki so ga označili kot ravno črto. Možno je, da zaradi pogostega poudarjanja, da ravne črte vedno rišemo z ravnilom, učenci sklepajo, da sta elipsa

in krog tudi ravni črti, saj ju narišemo s pomočjo šablone na ravnilu. Na KP so nalogo vsi učenci rešili brez večjih težav.

S presečišči učenci večinoma niso imeli težav. Nekaj učencev iz KS in ES ni uspelo najti vseh desetih presečišč, ki so jih tvorile že narisane črte, nekaj pa je bilo takih, ki so imeli težave z nalogo, pri kateri so morali iz določenega števila črt ustvariti določeno število presečišč.

4.1.2.5 Simetrija

To področje učencem ni povzročalo večjih težav. Preverjali smo prepoznavanje simetričnih oblik ter prikaz simetrije s pomočjo mreže.

Učencem smo ponudili nekaj slik simetričnih in nesimetričnih predmetov. Le 2 učenca iz KS sta napačno določila več kot dve obliki (S3). Pri simetričnem dopolnjevanju slike na mreži nekaj učencev ni bilo dovolj natančnih (4 iz ES in 8 iz KS), en učenec iz KS pa je pri risanju izpustil del oblike.

Sklepamo, da so učenci preko dejavnosti, ki smo jih izvajali v obeh skupinah, dobro osvojili zastavljena cilja.

4.2 Analiza opisov geometrijskih oblik

Na osnovi van Hielove teorije in kodiranja iz predhodnih raziskav (Clements, Battista, 1992a; Lehrer idr., 1993, v: Clements idr., 1999) smo odgovore učencev na spodbudo, naj opišejo telo oziroma lik, uvrstili v enega od 12 posplošenih odzivov. Kadar učenčev opis ni ustrezal nobenemu že dodanemu odzivu, smo dodali novega ali dopolnili že obstoječega (tabela 8).

Odzive smo glede na van Hielove stopnje geometrijskega mišljenja razdelili v dve kategoriji: vizualno in opisno. Za vizualno stopnjo so značilni opisi zgolj na podlagi videza, pogosto s primerjanjem z že znanim prototipom (trikotnik je "*kot streha*"), ni pa še opisov geometrijskih lastnosti oblik. Pri opisni stopnji pa se že pojavljajo geometrijski opisi (npr. "*ima tri stranice*").

Tabela 8: Kodiranje opisov geometrijskih likov in teles⁷¹

Kategorija	Odziv (opis)
vizualna	"Izgleda kot (nek predmet)".
	"Izgleda, je (ne izgleda, ni) kot (ime lika, telesa)."
	Vizualne lastnosti stranic, robov, ploskev
	"Oster" ali "ima kote".
	Suh/debel/dolg/kratek
	Velik/majhen
	Več kot en vizualen odziv

⁷¹ Pri oblikovanju kod nam je bilo v pomoč kodiranje Clementsa in Battiste (1992, v: Clements idr., 1999) ter Lehrerja in drugih (1993, v: Clements idr., 1999). Kode, ki jih nismo zapisali, se niso pojavljale.

opisna	Število/oblika/dolžina stranic/ploskev
	Število/dolžina robov
	Število kotov/oglišč
	Več kot en opisni odziv

Učenci so večinoma telo in lik opisovali z več lastnostmi. Če je ena lastnost prevladovala (npr., učenec je opisoval velikost kvadra), smo opis uvrstili v vizualno kategorijo pod "*Velik/majhen*". Kadar je učenec lik ali telo opisal z več različnimi lastnostmi in nismo mogli določiti prevladujoče, smo opis uvrstili pod "*Več kot en vizualen/opisen odziv*". Tudi pri odločanju za kategorijo smo se držali enakega postopka in opis uvrstili v prevladujočo kategorijo.

Tabela 9 prikazuje, kako so učenci opisovali kvader na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju. Črne številke prikazujejo opise eksperimentalne skupine (ES), rdeče pa opise kontrolne skupine (KS). Prvih osem opisov (V1–V8) spada v vizualno kategorijo, zadnji štirje pa v opisno kategorijo (O1–O4).

Tabela 9: Prikaz učenčevih opisov kvadra na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju znanja

Kategorija	Odziv (opis)	Prvo preverjanje			Drugo preverjanje		
		ES (N=20)	KS (N=21)	Σ	ES (N=20)	KS (N=21)	Σ
vizualna	V1 "Izgleda kot (nek predmet)".	/	1	1	/	/	/
	V2 "Izgleda, je (ne izgleda, ni) kot (ime lika, telesa)."	5	3	8	/	/	/
	V3 Vizualne lastnosti stranic, robov, ploskev	1	2	3	1	1	2
	V4 "Oster" ali "ima kote".	/	/	/	/	/	/
	V5 Suh/debel/dolg/kratek	5	3	8	/	1	1
	V6 Velik/majhen	1	2	3	/	/	/
	V7 Več kot en vizualen odziv	2	7	9	/	/	/
	Σ	14	18	32	1	2	3
opisna	O1 Število/oblika/dolžina stranic/ploskev	4	2	6	5	2	7
	O2 Število/dolžina robov	2	/	2	1	/	1
	O3 Število kotov/oglišč	/	/	/	/	/	/
	O4 Več kot en opisni odziv	/	1	1	13 (46%*)	17 (29%*)	30
	Σ	6	3	9	19	19	38

* število v oklepaju pojasnjuje odstotek pravih opisov

Tabela 10 prikazuje, kako so učenci opisovali trikotnik na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju. Črne številke prikazujejo opise eksperimentalne skupine (ES), rdeče pa opise kontrolne skupine (KS). Prvih osem opisov (V1–V8) spada v vizualno kategorijo, zadnji štirje pa v opisno kategorijo (O1–O4).

Tabela 10: Prikaz učenčevih opisov trikotnika na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju znanja

Kategorija	Odziv (opis)	Prvo preverjanje			Drugo preverjanje		
		ES (N=20)	KS (N=21)	Σ	ES (N=20)	KS (N=21)	Σ
vizualna	V1 "Izgleda kot (nek predmet)".	2	1	3	/	/	/
	V2 "Izgleda, je (ne izgleda, ni) kot (ime lika, telesa)."	1	/	1	/	/	/
	V3 Vizualne lastnosti stranic, robov, ploskev	2	1	3	1	1	2
	V4 "Oster" ali "ima kote".	1	4	5	/	1	1
	V5 Suh/debel/dolg/kratek	/	4	4	/	1	1
	V6 Velik/majhen	/	/	/	/	/	/
	V7 Več kot en vizualen odziv	5	4	9	3	3	6
	Σ	11	14	25	4	6	10
opisna	O1 Število/oblika/dolžina stranic/ploskev	3	1	4	/	3	3
	O2 Število/dolžina robov	/	/	/	/	/	/
	O3 Število kotov/oglišč	2	3	5	4	3	7
	O4 Več kot en opisni odziv	4	3	7	12 (92%*)	9 (33%*)	21
	Σ	9	7	16	16	15	31

* število v oklepaju pojasnjuje odstotek pravih opisov

4.2.1 Opisi kvadra

Učenci KS in ES so kvader opisovali na dveh ravneh: vizualni in opisni.

Na ZP je 32 učencev (14 iz ES in 18 iz KS) podalo opis, v katerem so prevladovali značilnosti vizualne stopnje: kvader so primerjali z določenim predmetom, likom, naštevili so vizualne lastnosti stranic, robov in ploskev, uporabljali izraze velik, majhen, suh, debel, oster, dolg, kratek ... 9 učencev je v opisu združilo več zgoraj omenjenih odzivov. Samo 9 učencev (6 iz ES in 3 iz KS) je kvader opisalo z besedami, značilnimi za opisno stopnjo: podali so število in/ali obliko ploskev, robov, oglišč, oziroma združili več podatkov.

Na KP so samo 3 učenci obeh skupin podali opise, značilne za vizualno stopnjo (1 učenec iz ES in 2 iz KS), 30 učencev pa je kvader opisalo na opisni stopnji (13 iz ES in 17 iz KS). Pri tem je treba

poudariti, da je v ES 46 % vseh učencev podalo pravilne opise, medtem ko je bil odstotek pravilnih opisov v KS nekoliko nižji – 29 %.

Med vizualnimi odzivi na ZP se je najpogosteje pojavljala primerjava z nekim telesom ali likom (V2) ter opis z izrazi suh/debel/dolg/kratek (V5). Nekaj primerov, ki smo jih uvrstili pod V5:

- *"Je dolg, je debel, pri kraju ima zelo majhno velikost, ima 4 robove, je precej tanek."*
- *"Je iz lesa, je debel in dolg."*
- *"Spodaj ima debel prostor in robove, zgoraj je bolj suh in bolj velik."*
- *"Je suh, dolg, nekje bolj kratek. Ima 8 robov, nekje je po dolgem suh, torej debelo-suh."*

Pod V2 pa so se pojavljali naslednji odgovori:

- *"Podoben je kvadratu, samo da je daljši. Ima špičaste kote in je bolj ozek kakor kvadrat."*
- *"Podoben je kocki, ampak je bolj podolgovat."*
- *"Je tak kot kocka, samo da nima vseh kotov enakih."*
- *"Kvadratast je."*

Učenci imajo pogosto v mislih telo, govorijo pa o liku, ki predstavlja eno od ploskev telesa (kocka – kvadrat). Imena likov uporabljajo pogosteje kot imena teles, kar je pokazala tudi analiza preizkusov. Zanimivo je, da se redko (samo 1 učenec iz KS) pojavlja opis pod V1, da je telo podobno (izgleda) kot nek predmet: *"Paličen je – kot palica."* Glede na to, da je v prvem razredu poudarek na primerjanju modelov teles s predmeti v bližnji okolici, bi pričakovali, da bodo učenci večkrat izbrali primerjavo telesa z nekim znanim predmetom. V literaturi (Clements, Battista, 1992; Van de Wall, 2001) zasledimo, da učenci na tej stopnji pogosto prepoznajo oblike s primerjanjem z že znanim prototipom, zato lahko vzroke, zakaj temu ni tako, iščemo v sami naravi naloge: učence smo spodbudili, naj čim bolj natančno opišejo dani predmet, zaradi česar so se mogoče izognili takemu primerjanju.

Na KP je bilo vizualnih odzivov zelo malo, samo trije učenci (1 iz ES in 2 iz KS) so telo opisali z besedami *podolgovat, debel, špičast, kratek, širok* (V3 in V5).

Opisnih odzivov je bilo na ZP malo, samo 6 učencev ES in 3 učeni KP so kvader opisali z določenimi geometrijskimi lastnostmi, kar nakazuje prehod s prve – vizualne stopnje na drugo, opisno stopnjo geometrijskega znanja po Van Hielu. Največ, 6 učencev (4 iz ES in 2 iz KS), je kvader večinoma opisalo s številom/obliko/dolžino stranic/ploskev (O1):

- *"2 strani ima zelo veliki, druge 4 ima pa manjše."*
- *"Ima 2 zelo veliki plošči, 2 ima majhni in 2 podolgovati."*
- *"Stranice ima naravnost, niso isto velike."*

2 učenca ES sta opisovala robove (O2):

- *"Ima robove – 6 robov."*
- *"2 robova sta kratka, 2 dolga, 2 sta srednja."*

1 učenec iz KS je kvader opisal z več geometrijskimi lastnostmi (O4): *"Podoben je kvadratu, samo da ima bolj podolgovate robove: dva ima dolga, dva kratka in še dva kratka. Nima 4 kotov, jih ima več. Ima na eni strani 4 in na drugi strani 4 kote, skupaj jih ima 8."*

Na KP se je število opisnih odzivov močno povečalo, kar napeljuje na misel, da je večina učencev začela s preходом na drugo stopnjo⁷² geometrijskega mišljenja po Van Hielu. Kar 38 učencev (19 iz ES in 19 iz KS) je v svojih opažanjih kvadru pripisalo eno ali več geometrijskih lastnosti, zato smo jih uvrstili na opisno stopnjo. Prevladovala sta opisa O1 (število/oblika/dolžina stranic/ploskev) in O4 (več kot en opisni odziv). 7 učencev (5 iz ES in 2 iz KS) je v opisu kvadra podalo večinoma opise v zvezi s stranicami (O1):

- *"Nima vseh stranic enakih, ima le po 2 stranici enaki, nima nobene krive stranice in se ne more kotaliti."*
- *"Ima 2 enaki ploskvi in še 2 enaki, samo da sta malo ožji; in še 2 enaki, samo da sta malo širši. Ima 8 kotov."*
- *"Ima 2 veliki ploskvi, 2 podolgovati in 2 kratki podolgovati."*
- *"Ima 6 ravnih plat."*

30 učencev (13 iz ES in 17 iz KS) pa je v svojem opisu navedlo več geometrijskih lastnosti, zato smo jih uvrstili v O4 (več kot en opisni odziv). Poudarimo naj, da smo bili pozorni tudi na pravilnost opisov, ki je bila v ES v primerjavi s KS višja (ES: 46 % večinoma pravilnih opisov, KS: 29 % večinoma pravilnih opisov). Nekaj zanimivih večinoma pravilnih opisov:

- *"Ima 6 ravnih ploskev. Ima 2 ploskvi bolj podolgovati, 2 bolj veliki, 2 bolj majhni. Ima 8 kotov."*
- *"Ima 8 kotov. Ima 6 ravnih platnic, na vsaki strani ima 2 enaki. Z njim lahko rišeš ravne črte."*
- *"Ima po 2 enako dolgi stranici, široke in velike; ima 8 kotov; 6 ploskev ima; 8 robov ima."*
- *"Ima 8 oglišč, 6 ravnih ploskev, 4 robove."*

Nekaj zanimivih večinoma nepravilnih opisov:

- *"Ima 5 ravnih ploskev, ima vse stranice enake, tukaj ima ravno (kaže na ravno ploskev)."*
- *"Ima 8 kotov, 3 različne ploskve, vseh ploskev skupaj je 5, ima štiri stranice (kaže robove)."*
- *"Ima 4 kote, nima nobene krive stranice, ima 4 stranice."*
- *"8 robov ima in 2 ravni ploskvi."*
- *"Ima 2 ravni ploskvi, po dve in dve, se pravi 4 ravne ploskve. Ima 8 robov, 8 oglišč ali špic."*

Iz zgoraj navedenih podatkov lahko sklepamo, da je ob začetnem preverjanju večina učencev bila na prvi – vizualni stopnji geometrijskega znanja po Van Hielu. Na to nakazuje veliko število vizualnih odzivov (32 od 41 učencev), le 9 učencev pa se je odzvalo s podajanjem geometrijskih lastnosti, kar jih uvršča na drugo – deskriptivno analitično stopnjo geometrijskega mišljenja po Van Hielu. Besedišče na začetnem preverjanju je v primerjavi s končnim bolj omejeno, učenci se težje izražajo. Pogosto se je zgodilo, da so hoteli povzeti neko geometrijsko lastnost, vendar niso našli pravih izrazov. Uporabili so besede, ki so bile podobne tistim, ki smo jih uporabljali pri pouku, ali pa so samo pokazali na del predmeta, ki so ga opisovali. Na končnem preverjanju se je število opisnih odzivov močno povečalo, kar nakazuje na to, da je večina učencev začela s preходом na drugo, opisno stopnjo. V eksperimentalni skupini je bilo takih učencev malo manj kot v kontrolni, vendar je bilo med njihovimi opisi več strokovno pravilnih.

⁷² Za prehod z vizualne na opisno stopnjo je značilno, da učenci skupinam vizualnih objektov začnejo pripisovati določene geometrijske lastnosti (Clemetns, Battista, 1992; Van de Walle, 2001).

4.2.2 Opisi trikotnika

Učenci so trikotnik opisovali na dveh ravneh: vizualni in opisni.

Na ZP je 25 učencev (11 iz ES in 14 iz KS) trikotnik opisalo na podlagi videza, kar je značilno za vizualno stopnjo: primerjali so ga s podobnimi predmeti iz bližnje okolice ter z liki in telesi, naštevati so lastnosti stranic, opisovali kote, velikost ... 9 učencev (5 iz ES in 4 iz KS) je v svojem opisu združilo več odzivov. 16 učencev (9 iz ES in 7 iz KS) je trikotnik opisalo z geometrijskimi lastnostmi, kar jih uvršča na opisno stopnjo. Trikotnik so opisovali s številom/obliko/dolžino stranic, robov in kotov, ali pa so združili več opisov.

Na KP je 10 učencev (4 iz ES in 6 iz KS) trikotnik še vedno opisovalo na podlagi videza, tj. na prvi – vizualni stopnji, 31 (16 iz ES in 15 iz KS) pa jih je trikotniku pripisalo določene geometrijske lastnosti, kar jih uvršča na drugo – opisno stopnjo. Največ je bilo obsežnejših opisov, ki smo jih uvrstili pod O4 (več kot en opisni odziv). Tako se je odzvalo 12 učencev ES in 9 učencev KS, vendar pa je bila med njimi velika razlika v pravilnosti opisov: kar 92 % učencev iz ES je podalo večinoma pravilen opis, medtem ko je bilo takšnih učencev v KS le 33 %.

Med učenci, ki so z opisom trikotnika na ZP bili razvrščeni na vizualno stopnjo (25 učencev), je bilo največ takih, ki so podali bogat opis (V7):

- *"Ima 3 kote, 2 poševni špici in eno ravno, robove ima bolj valjaste."*
- *"Lahko je streha, lahko je iz lesa, lahko je velik."*
- *"Na robovih je oster, se ne kotali, je v obliki strehe, nikjer nima lukenj, je trd."*
- *"Trd je, rjave barve, je debel, zgoraj ima špico, velik je."*
- *"3 kote ima, kot puščica je, širok je, ima špico."*

5 učencev je opisovalo kote (V4). Nekaj primerov:

- *"Zgoraj ima špico, kote ima."*
- *"Je špičast."*

Z besedami suh, debel, dolg in kratek ter z drugimi vizualnimi lastnostmi stranic (V5 in V3) je trikotnik opisalo 7 učencev:

- *"Ima 2 črti, pa še ravno črto."*
- *"Je špičast, vodoraven, ravne črte so bolj spodaj."*
- *"Je špičast, spodaj je bolj debel, zgoraj je suh."*

En učenec iz ES je stranice opisal z likom (V2):

- *"Ima 3 kvadrate."*

Vizualni opisi so se pojavljali tudi na KP, le manj pogosto: 10 učencev (4 iz ES in 6 iz KS) je trikotnik opisalo z vizualnimi lastnostmi stranic, robov, ploskev (V3), koti (V4) in besedami *suh/debel/dolg/kratek* (V5). Opisi so bili v primerjavi s tistimi na ZP besedno bogatejši.

Na ZP je bilo opisnih odzivov 7 – 4 učenci iz ES in 3 iz KS so opisovali stranice (O1), kote (O3), oziroma več lastnosti hkrati (O4):

- *"Ima dve poševni stranici, spodaj ima eno vodoravno."*

- *"3 kote ima in špičast vrh."*
- *"Ima 3 kote. Narišeš 3 pike in jih povežeš."*
- *"Ima 3 kote. Spodaj je raven, ima dve poševni črti, zgoraj ima en kot."*
- *"3 kote imajo, špičasti so, spodaj so vodoravni, ob strani imajo dve črti poševni."*

Na KP je bilo opisnih odzivov 31: 16 učencev iz ES in 15 učencev iz KS. Med njimi je bilo največ takšnih, ki so opisali več kot eno lastnost (21 od 31 učencev na tej stopnji⁷³) (O4):

- *"Ima 3 kote. Ima 3 stranice."*
- *"Ima 3 kote, 3 stranice in eno ploskev."*
- *"Ima 3 kote, 1 ploskev in 3 ravne črte. Je lik in ni telo."*
- *"Ima 2 kota in 2 stranici."*
- *"Ima 4 stranice."*

7 učencev (4 iz ES in 3 iz KS) je opisovalo le kote (O3):

- *"Ima 3 kote in eno špico."*
- *"Ima 3 kote, ne more se kotaliti."*
- *"Ima 3 kote. Koti so špičasti."*

3 učenci iz KS so opisovali stranice (O1):

- *"Ima 1 ravno stranico in 2 krivi."*
- *"Ima 3 robe."*
- *"Je špičast, ima ravne črte, ima 3 črte."*

4.2.3 Analiza in interpretacija opisov kvadra in trikotnika

Tako opisi kvadra kot tudi trikotnika na ZP in KP kažejo na to, da učenci v 2. razredu osnovne šole naredijo velik korak na področju geometrijskega znanja: večina učencev, ki je na ZP geometrijske oblike opisovala še na podlagi videza, torej na vizualni stopnji, je na KP le-tem že pripisovala določene geometrijske lastnosti, kar potrjuje začetek prehoda na drugo, deskriptivno analitično oziroma opisno stopnjo.

Na obeh preizkusih so bili opisi kvadra večinoma bolj obsežni kot opisi trikotnika. To napeljuje na misel, da so telesa učencem bližje kot liki (o njih lahko več povedo, lažje jih opisujejo), kar potrjuje pravilnost izbire spoznavanja geometrijskih oblik od teles preko likov k točkam. Na ZP je kar 32 učencev (78 %) kvader opisalo na vizualni stopnji, le 9 učencev je pri opisu podalo geometrijske lastnosti, kar jih uvršča na opisno stopnjo. Pri opisu trikotnika je bilo odzivov na opisni stopnji manj, le 25 učencev (61 %) je trikotnik opisalo na tej stopnji, 16 (39%) učencev pa je v opis že vključilo določene geometrijske lastnosti. Tudi ta podatek napeljuje na misel, da je za opis bolj abstraktnih geometrijskih oblik potrebno imeti več znanja s področja geometrije, predvsem pa se je potrebno znati izražati. Učenci so o kvadru lažje povedali več, ker jim je telo bližje kot lik. Tudi, če niso našli besed za izražanje geometrijskih lastnosti, so o njem lahko povedali veliko stvari (da je

⁷³ Učenci ES so večinoma (92 % pravih) podajali pravilne opise, medtem ko so bili opisi učencev KS večinoma nepravilni (33 % pravih).

lesen, da je podoben kvadratu, da je suh/debel, podolgovat ...). Pri trikotniku, ki je bolj abstraktna oblika, so bili opisi na obeh stopnjah krajši.

Učenci so skozi ure geometrije med šolskim letom opazovali, merili, risali, modelirali, opisovali geometrijske oblike, kar je spodbudilo njihovo razmišljanje o tem, zakaj je neko telo kvader, zakaj je nek lik trikotnik ... Hkrati so ob teh dejavnostih razvijali tudi zmožnost izražanja, zato so bili njihovi opisi na KP bolj jasni, uporabljali so več geometrijskih izrazov. Pri opisih kvadra je bil opazen velik napredek, saj se je na ZP večina učencev odzvala na vizualni stopnji, na KP pa na opisni (kljub temu, da je bilo veliko opisov še nepravilnih). Pri opisih trikotnika je bila razlika manjša: že na ZP se je tretjina učencev odzvala na opisni stopnji, vendar pa jih z vizualne na opisno ni napredovalo toliko kot pri opisih kvadra (15 od 25 učencev, ki so se na ZP na trikotnik odzvali na vizualni stopnji, je na KP napredovalo na opisno stopnjo, medtem ko je pri opisih kvadra kar 29 učencev napredovalo z vizualne na opisno stopnjo).

Zanimivo je dejstvo, da so učenci že na ZP tako kvader kot trikotnik redko primerjali z nekim znanim predmetom, kar je zelo značilno za vizualno stopnjo. Pogosto pa so uporabljali primerjavo z liki in telesi. Menimo, da so hoteli vključiti čim več izrazov, s katerimi so se seznanili že v prvem razredu, čeprav so jih pogosto uporabili napačno (npr. kazali so stranico kvadra, ki je bila pravokotne oblike, in so jo opisali kot "kvadratasto").

Med ES in KS ni bilo opaziti večjih razlik glede izražanja in dosežene stopnje. Velja pa omeniti, da je bilo na končnem preverjanju pri odzivu O4 (več kot en opisni odziv) v ES več pravih opisov oblik (na ZP je bilo pravih 46 % odgovorov učencev ES in 29 % odgovorov učencev KS), na KP pa je bila razlika še večja: večinoma pravilne opise je podalo 92 % učencev ES in le 33 % učencev KS).

4.2.4 Analiza in interpretacija opisov točk

Učenci so točke opisovali le na končnem preizkusu, saj pred začetnim o njih nismo govorili (v 1. razredu jih še ne omenjamo). Zanimalo nas je, kakšne predstave imajo učenci o točki, ki je bolj abstraktna narave v primerjavi s telesi in liki. Primerjave med eksperimentalno in kontrolno skupino nismo delali, v tabeli pa smo rezultate zbrali ločeno.

Učencem smo pokazali tri presečišča črt (v točki A sta se sekali dve ravni črti, v točki B tri in v točki C pet ravnih črt). Označena so bila z enako velikim križem in črkami A, B in C. Vprašali smo jih, kaj lahko povedo o točkah (kakšne se jim zdijo) (vprašanje A) in nato še, ali se med seboj razlikujejo in zakaj⁷⁴ (vprašanje B). Njihove odzive smo zbrali v spodnjih tabelah.

⁷⁴ Že pri prvem vprašanju so nekateri govorili o razlikah med točkami (večinoma glede na velikost), vendar jih nismo hoteli takoj usmeriti na to, zato smo jih po razlikah vprašali šele potem, ko so s svojega vidika opisali točke.

Tabela 11: Prikaz odzivov učencev na vprašanje, kaj lahko povedo o točkah in kakšne se jim zdijo

A		ES (N=20)	KS (N=21)	Σ	
Kaj lahko poveš o točkah? Kakšne se ti zdijo?	A1	So presečišča, v njih se križa (seka) različno število črt.	14	9	23
	A2	So v obliki križev.	1	3	4
	A3	Različno so označene (črke v abecedi).	3	3	6
	A4	Ni odgovora.	4	7	11
	A5	Črte so ravne (poševne ...).	/	1	1
	Σ		22	23	45

Tabela 12: Prikaz odzivov učencev na vprašanje, ali se točke med seboj razlikujejo

B		ES (N=20)	KS (N=21)	Σ	
Ali se točke med seboj razlikujejo? Zakaj?	B1	So različno velike, ker je v njih različno število črt (večje je št. črt, večja je točka – A je najmanjša, C je največja).	9	16	25
	B2	Vse so enako velike.	9	3	12
	B3	Različno so velike, ker so različno označene (različne črke abecede).	2	2	4
	Σ		20	21	41

Nekaj učencev na prvo vprašanje ni našlo odgovora, vendar so odgovorili na drugega, saj jih je usmerilo na primerjavo točk. Skupno število odgovorov na prvo vprašanje je večje od števila vprašanih učencev, ker so nekateri opisovali točke z več različnih vidikov hkrati in njihovih odgovorov nismo mogli uvrstiti le v eno kategorijo.

Na prvo vprašanje (kaj lahko povedo o točkah, kakšne se jim zdijo – A) so učenci najpogosteje (14 učencev ES in 9 učencev KS) odgovorili, da gre za presečišča in da se v njih seka (križa) različno število črt (A1):

- "Tam se sekajo črte."
- "Vse točke imajo eno presečišče: ena ima največ črt (pokaže točko C), druga manj, tretja najmanj (pokaže točko A)."
- "Označujejo, kje je presečišče; so križi."
- "Nastala so presečišča. Nekje je manj črt, nekje jih je veliko, označene so s križci."
- "So presečišča. Tam se sekajo črte."

Odgovarjali so še, da so točke v obliki križev (1 učenec ES in 3 učenci KS) (A2), da so različno označene (različne črke abecede) (3 učenci iz ES in 3 učenci iz KS) (A3), 11 učencev (4 iz ES in 7 iz KS) na to vprašanje kljub spodbudi ni podalo odgovora (A4), 1 učenec KS pa je odgovoril še, da so črte ravne (A5). Nekaj odgovorov od A2 do A5:

- "So v obliki križcev." (A 2)
- "Zato se pišejo A, B in C, ker moraš po abecedi. Tako smo se učili označevati v šoli." (A3)

- *"Vse so ravne črte."* (A5)

Že pri prvem vprašanju je največ učencev podajalo število črt, ki potekajo skozi posamezno točko. Ko smo jih še dodatno vprašali o razlikah med točkami, so večinoma le še dodali, da je C največja ravno zaradi največjega števila črt, ki se sekajo v njej (B1). Takih učencev je bilo kar 25 (9 iz ES in 16 iz KS). Primer:

- *"Niso enako velike, največja je C, ker ima največ črt. Najmanjša je A, ker ima samo 2 črti."*
- *"C je največja točka, A je najmanjša, ker je najmanjše križanje."*

Le 12 učencev (9 iz ES in 3 iz KS) je bilo mnenja, da so točke enako velike (B2), vendar pa večinoma niso znali razložiti, zakaj. Pojavljal se je odgovor, da zaradi tega, ker "imajo" vse točke "iste črte" (mislili so na enako debelino) oziroma ker so križci, ki označujejo vse tri točke, enako veliki:

- *"Enako so velike, ker imajo vse iste črte."*
- *"Enako so velike, ker so narisane z računalnikom. Če ne bi bile, bi bila C največja."*

4 učenci (2 iz ES in 2 iz KS) so menili, da so točke različno velike, ker so različno označene (z različnimi črkami abecede) (B3):

- *"So različno velike, ker gredo po vrsti: A, B, C. Če ne bi šle po vrsti, bi bile enako velike."*
- *"A je najmanjša, ker je prva črka v abecedi."*

Menimo, da si večina učencev ob prvem srečanju s pojmom točka ustvari predstave o njej na popolnoma konkretni ravni. Točka jim predstavlja neko fizično obliko, ki ima različne dimenzije. Pojem točke uvajamo kot presečišče črt in ko ga učenci označujejo, se jim zdi točka večja v primeru, da se v njej seka večje število črt, in manjša, kadar poteka skozi njo malo črt. Oblikovanje predstav o točki na tej stopnji je torej zelo povezano s konkretnim nivojem spoznavanja pojma. Zdi se, da je večina otrok na začetku srečanja s tem pojmom na vizualni stopnji po Van Hielu, čeprav so nekateri na področju likov in teles že na drugi, deskriptivno analitični oziroma opisni stopnji. Pri svojih opisih so namreč pogosto govorili o "debelini" črt, ki gredo skozi točko, o obliki oznake za točko (križec, različne črke abecede).

Pri obravnavanju pojma točke kot presečišča črt je pomembno, da učence že od vsega začetka navajamo na risanje črt z ošiljenim svinčnikom in na označevanje presečišč s križci⁷⁵ (Cotič idr., 2003b), saj debelejšje črte hitreje ustvarijo videz "debelejših" točk, kar pa ni v skladu z matematično definicijo, da je to geometrijski objekt brez razsežnosti. Z izogibanjem manj primernih reprezentacijam⁷⁶ točke (presečišča) bomo učencem pomagali k hitrejšemu napredovanju na drugo stopnjo geometrijskega znanja, ko bodo sposobni govoriti o geometrijskih lastnostih točke.

⁷⁵ Označevanje s piko se nam zdi manj primerno, saj učenci namesto pike običajno začnejo risati majhne kroge, kar pa je korak dlje od razumevanja pojma točka.

⁷⁶ Med slaba ponazorila za točko in premico spadajo npr. sekajoče se paličice in označevanje presečišč s kepico plastelina (Cotič, Hodnik Čadež, 2002), katere velikost je odvisna od števila sekajočih se paličic.

4.3 Osnovne statistike in kvaliteta vzorca

Začetni preizkus (priloga 21) nam je služil za ugotavljanje homogenosti eksperimentalne in kontrolne skupine na področju geometrijskega znanja, z njim pa smo preverili tudi kvaliteto vzorca glede na uporabo računalnika doma, spol in starost učencev.

Pri vseh statističnih testiranjih smo uporabili stopnjo tveganja $\alpha = 0,05$.

4.3.1 Odvisnost rezultatov testiranja od uporabe računalnika doma

Za vsakega od odgovorov (rezultatov posameznih nalog) smo testirali hipotezo $H_0 =$ [rezultati so neodvisni od uporabe računalnika doma]. Hipotezo smo testirali tudi za kompozitne spremenljivke. S tem smo ugotavljali morebitna odstopanja v vzorcu, ki bi jih prinesla odvisnost pridobljenih rezultatov od uporabe računalnika doma.

Uporabili smo t-test. Velikosti skupin sta zelo različni, pogoji testiranja so mejno izpolnjeni. Pri dani stopnji tveganja je hipoteza H_0 zavržena pri nalogi 11 ($p=0,038 < \alpha$). Ker pa je ta naloga zajeta tudi v kompozitni spremenljivki *Črte*, kjer je $p=0,693 > \alpha$, lahko rečemo, da hipotezo H_0 sprejmemo, torej rezultati niso odvisni od uporabe računalnika doma.

Tabela 13: Ali je začetno stanje odvisno od uporabe računalnika doma?

Naloga	Doma uporablja računalnik (N = 34) M	Doma ne uporablja računalnika (N = 7) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 1	4,68	4,43	0,81	0,422
Naloga 2	3,94	3,71	0,50	0,622
Naloga 3	19,47	21,00	-1,39	0,173
Naloga 4	3,56	3,86	-0,41	0,686
Naloga 5	2,71	3,43	-1,50	0,142
Naloga 6	18,41	19,57	-1,38	0,176
Naloga 7	2,47	1,57	1,74	0,089
Naloga 8	14,21	14,71	-0,61	0,542
Naloga 11	2,82	1,71	2,15	0,038
Naloga 12	10,12	10,86	-1,10	0,278
Orientacija	4,06	4,00	0,15	0,882
Telesa	13,53	14,67	-2,01	0,051
Liki	8,34	8,14	0,38	0,705
Črte	6,47	6,29	0,40	0,693

M – aritmetična sredina

4.3.2 Odvisnost rezultatov testiranja od spola

Za vsakega od odgovorov (rezultatov posameznih nalog) smo testirali hipotezo $H_0 =$ [rezultati so neodvisni od spola]. Hipotezo smo testirali tudi za kompozitne spremenljivke.

Uporabili smo t-test. Pri dani stopnji tveganja je hipoteza H_0 zavržena pri nalogi 1 in 6. Ker pa je naloga 1 zajeta tudi v kompozitni spremenljivki *Orientacija*, kjer je $p=0,077 > \alpha$, naloga 6 pa v kompozitni spremenljivki *Telesa*, kjer je $p=0,494 > \alpha$, lahko rečemo, da hipotezo H_0 sprejmemo, torej rezultati niso odvisni od spola.

Tabela 14: Ali je začetno stanje odvisno od spola?

Naloga	Deklice (N = 20) M	Dečki (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 1	4,40	4,86	-2,08	0,045
Naloga 2	3,60	4,19	-1,78	0,083
Naloga 3	20,20	19,29	1,09	0,281
Naloga 4	3,35	3,86	-0,93	0,359
Naloga 5	2,55	3,10	-1,50	0,142
Naloga 6	17,95	19,24	-2,10	0,043
Naloga 7	2,05	2,57	-1,32	0,194
Naloga 8	13,85	14,71	-1,42	0,165
Naloga 11	2,50	2,76	-0,64	0,526
Naloga 12	10,45	10,05	0,79	0,435
Orientacija	3,78	4,30	-1,82	0,077
Telesa	13,57	13,87	-0,69	0,494
Liki	7,95	8,64	-1,88	0,068
Črte	6,48	6,40	0,20	0,842

M – aritmetična sredina

4.3.3 Odvisnost rezultatov testiranja od starosti

Izračunali smo korelacijo med starostjo testiranca in številom doseženih točk. Zanimalo nas je, ali je starost vplivala na število doseženih točk. Testirali smo hipotezo $H_0 =$ [korelacija med starostjo in doseženimi točkami je različna od 0]. Pri dani stopnji tveganja je značilno odvisna od 0 le korelacija starosti in prve naloge, kar po naše bistveno ne zmanjša kvalitete vzorca, saj cilj, ki ga preverja ta naloga, preverjamo še z dvema nalogama, pri katerih starost ne vpliva na število doseženih točk.

Tabela 15: Ali je začetno stanje odvisno od starosti?

Naloga	Korelacija s starostjo
Naloga 1	0,37
Naloga 2	0,14
Naloga 3	-0,28
Naloga 4	0,15
Naloga 5	-0,06
Naloga 6	-0,02
Naloga 7	-0,04
Naloga 8	-0,03
Naloga 11	0,23
Naloga 12	-0,11
Orientacija	0,24
Telesa	-0,20
Liki	-0,04
Črte	0,06

4.3.4 Odvisnost rezultatov testiranja od razreda

Za vsakega od odgovorov (rezultatov posameznih nalog) smo testirali hipotezo H_0 = [rezultati so neodvisni od razreda]. Hipotezo smo testirali tudi za kompozitne spremenljivke. V razredu 2. a je bila eksperimentalna skupina učencev, ki so cilje iz geometrije dosegali tudi s pomočjo računalnika, v 2. b-razredu pa je bila kontrolna skupina učencev, ki pri pouku niso uporabljali računalnika.

Uporabili smo t-test. Pri dani stopnji tveganja je hipoteza H_0 zavržena pri nalogi 5 ($p=0,048 < \alpha$). Pri tej nalogi so rezultati pomembno odvisni od razreda, zato smo jo izločili iz zaključkov.

Tabela 16: Ali je začetno stanje odvisno od razreda?

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 1	4,75	4,52	0,99	0,330
Naloga 2	4,00	3,81	0,55	0,583
Naloga 3	19,95	19,52	0,50	0,617
Naloga 4	3,50	3,71	-0,39	0,699
Naloga 5	3,20	2,48	2,04	0,048
Naloga 6	19,05	18,19	1,36	0,182
Naloga 7	2,65	2,00	1,67	0,103

Naloga 8	13,85	14,71	-1,42	0,165
Naloga 11	2,60	2,67	-0,16	0,872
Naloga 12	10,00	10,48	-0,94	0,355
Orientacija	4,08	4,02	0,23	0,821
Telesa	14,07	13,40	1,54	0,131
Liki	8,25	8,36	-0,28	0,782
Črte	6,30	6,57	-0,78	0,440

M – aritmetična sredina

V vzorcu nismo odkrili večjih odstopanj. Začetno stanje je v obeh razredih enako za vse naloge, razen za nalogo 5. Tako sklepe povzemamo po rezultatih vseh nalog, razen naloge 5.

Poleg navedenih testiranj vzorca glede odstopanj nam niso poznani drugi razlogi, ki bi zmanjševali njegovo kvaliteto, kot na primer razlike v dosedanjem poučevanju matematike ali razlike med uspehi obeh skupin na drugih, z geometrijo morda povezanih področjih.

4.4 Preverjanje hipotez

Testiranje kvalitete vzorca dopušča preverjanje hipotez⁷⁷ na podlagi končnega preizkusa (priloga 22), s katerim smo preverjali geometrijsko znanje.

Za preverjanje statistične pomembnosti razlik med povprečnimi vrednostmi učencev 2. a-razreda (eksperimentalne skupine) ter učencev 2. b-razreda (kontrolne skupine) na preizkusu geometrijskega znanja smo uporabili t-test. V spodnji tabeli predstavljamo rezultate, ki jih bomo kasneje razčlenili glede na dane hipoteze.

Tabela 17: Prikaz razlik v znanju geometrije med razredoma

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 1	6,80	6,52	1,17	0,251
Naloga 2	6,65	5,95	2,07	0,045
Naloga 3	22,85	21,67	2,97	0,005
Naloga 4	4,50	4,62	-0,51	0,614
Naloga 5	5,60	4,24	4,27	0,000
Naloga 6	22,05	20,33	3,44	0,001

⁷⁷ S t-testom smo primerjali znanje geometrije pred uvedbo modela med eksperimentalnim in kontrolnim razredom. Ugotovili smo, da se znanje statistično pomembno ne razlikuje (z izjemo 5. naloge), torej sta skupini dovolj homogeni za nadaljnje raziskovanje.

Naloga 7	3,60	2,86	2,31	0,026
Naloga 10	16,00	15,81	2,12	0,041
Naloga 11	19,10	16,71	3,41	0,002
Naloga 12	3,90	3,38	2,40	0,021
Naloga 13	11,00	10,90	1,42	0,165
Naloga 14	9,40	9,48	-0,29	0,775
Naloga 15	6,70	6,67	0,16	0,872
Naloga 16	5,20	4,67	1,40	0,169
Naloga 17	7,70	7,76	-0,36	0,723
Orientacija	2,55	2,24	1,25	0,218
Telesa	17,95	17,10	1,45	0,155
Liki	50,50	46,24	5,84	0,000
Črte	38,70	35,38	3,84	0,000
Simetrija	31,00	30,43	1,20	0,239

M – aritmetična sredina

4.4.1 Hipoteza 1

Hipoteza 1 predpostavlja, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk na področju orientacije, likov, črt in simetrije.

Tabela 18: Prikaz razlik na geometrijskih področjih med razredoma

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Orientacija	2,55	2,24	1,25	0,218
Liki	50,50	46,24	5,84	0,000
Črte	38,70	35,38	3,84	0,000
Simetrija	31,00	30,43	1,20	0,239

Za vsako področje posebej smo testirali hipotezo $H_0 =$ [rezultati so neodvisni od razreda]. Pri izbrani stopnji tveganja je H_0 sprejeta za področji *orientacija* in *simetrija*, zavrnjena pa za področji *liki* in *črte*. Lahko trdimo, da so pri dani stopnji tveganja dosežki na področju *likov* in *črt* pomembno različni v primeru vključevanja računalnika v pouk geometrije (2. a-razred), medtem ko na področjih *orientacije* in *simetrije* ni statistično pomembnih razlik.

4.4.2 Hipoteza 2

Hipoteza 2 predpostavlja, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk pri nalogah poimenovanja likov in teles.

Hipotezo preverimo s t-testom, ugotavljamo razlike v aritmetični sredini med a- in b-razredom pri nalogah 5 in 7. Ker pa upoštevamo rezultate testiranja vzorca na začetku leta, pri čemer se je izkazalo, da so rezultati 5. naloge med razredoma značilno različni, le-to izločimo in ugotavljamo le razlike pri 7. nalogi (poimenovanje likov).

Tabela 19: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 5 in 7

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 7	3,60	2,86	2,31	0,026

Za 7. nalogo smo testirali hipotezo $H_0 =$ [rezultati so neodvisni od razreda]. Pri dani stopnji tveganja H_0 zavržemo. Lahko trdimo, da so učenci eksperimentalne skupine (2. a-razred) v primerjavi z učenci kontrolne skupine (2. b-razreda) značilno boljše poimenovali like.

4.4.3 Hipoteza 3

Hipoteza 3 predpostavlja, da bodo učenci eksperimentalne skupine (2. a-razreda) v primerjavi z učenci kontrolne skupine (2. b-razreda) pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk pri prepoznavanju likov v različnih legah.

Hipotezo preverimo s t-testom, ugotavljamo razlike v aritmetični sredini med a- in b-razredom pri nalogah 10 in 11.

Tabela 20: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 10 in 11

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 10	16,00	15,81	2,12	0,041
Naloga 11	19,10	16,71	3,41	0,002

Za vsako nalogo posebej smo testirali hipotezo $H_0 =$ [rezultati so neodvisni od razreda]. Pri dani stopnji zavržemo H_0 za obe nalogi. Lahko trdimo, da so pri dani stopnji tveganja učenci eksperimentalne skupine (2. a-razred) v primerjavi z učenci kontrolne skupine (2. b-razreda) značilno boljše prepoznavali like v različnih legah.

4.4.4 Hipoteza 4

Hipoteza 4 predpostavlja, da bodo učenci eksperimentalne skupine (2. a-razreda) v primerjavi z učenci kontrolne skupine (2. b-razreda) pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk pri prepoznavanju in risanju različnih črt.

Hipotezo preverimo s t-testom, ugotavljamo razlike v aritmetični sredini med a- in b-razredom pri nalogah 12 in 13.

Tabela 21: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 12 in 13

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 12	3,90	3,38	2,40	0,021
Naloga 13	11,00	10,90	1,42	0,165

Za vsako nalogo posebej smo testirali hipotezo $H_0 = [\text{rezultati so neodvisni od razreda}]$. Pri dani stopnji tveganja H_0 sprejmemo za nalogo 13, pri kateri so učenci prepoznavali črte in jih barvali po navodilih, zavržemo pa jo za nalogo 12, kjer so morali samostojno narisati dane črte.

Hipoteza 4 se je potrdila le delno. Učenci eksperimentalne skupine (2. a-razred) so bili značilno boljši pri samostojnem risanju črt, pri 13. nalogi, kjer so bile črte že dane in je šlo za prepoznavanje krivih in ravnih črt, pa značilno pomembnih razlik med učenci eksperimentalne in kontrolne skupine ni bilo.

4.4.5 Hipoteza 5

Hipoteza 5 predpostavlja, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju dosegli statistično pomembno višje število točk pri določanju presečišč.

Hipotezo preverimo s t-testom, ugotavljamo razlike v aritmetični sredini med a- in b-razredom pri nalogah 14 in 15.

Tabela 22: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 14 in 15

Naloga	2. a-razred (N = 20) M	2. b-razred (N = 21) M	Vrednost t-testa	p
Naloga 14	9,40	9,48	-0,29	0,775
Naloga 15	6,70	6,67	0,16	0,872

Za vsako nalogo posebej smo testirali hipotezo $H_0 = [\text{rezultati so neodvisni od razreda}]$. Pri dani stopnji tveganja sprejmemo H_0 za obe nalogi. Lahko trdimo, da pri določanju presečišč med učenci eksperimentalne (2. a-razred) in kontrolne skupine (2. b-razred) ni statistično značilnih razlik.

4.5 Interpretacija rezultatov testiranja hipotez

4.5.1 Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 1

Hipoteza 1 je predpostavljala, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk na področju orientacije, likov, črt in simetrije. Pri dani stopnji tveganja so bili dosežki eksperimentalne skupine pomembno različni na področju likov in črt, na področjih orientacije in simetrije pa ni bilo statistično pomembnih razlik.

Glede na to, da črte in liki spadajo na področje ravninske geometrije in da je risanje in ustvarjanje na računalniškem ekranu ravno tako dvodimenzionalno, smo pričakovali potrditev tega dela hipoteze. Menimo, da je ustvarjanje različnih črt in likov v programu Slikar dobra vaja za pridobivanje geometrijskega znanja o tem⁷⁸.

Orientacija je področje, ki je še posebej konkretne narave, saj jo uporabljamo praktično ves čas pouka (pri športni vzgoji, raznih igrah, plesu ...), zato ugotovitev, da ni razlik na tem področju, ne preseneča. Poleg tega moramo upoštevati dejstvo, da z orientacijo na računalniškem zaslonu učenci redko pridobivajo tudi pojme za izražanje pri orientaciji, kar smo tudi preverjali pri testiranju (pri raznih labirintih in podobnih igricalah učenci le s pomočjo smernih tipk usmerjajo figuro, ni pa jim treba poimenovati smeri).

Testiranje kaže, da na področju simetrije ni statistično pomembnih razlik med ES in KS, vendar ga moramo obravnavati z zadržkom, saj tega področja na začetnem preverjanju ni bilo (učenci se s pojmom simetrija seznanijo šele v 2. razredu) in zato nismo mogli ugotavljati homogenosti med skupinama.

4.5.2 Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 2

Hipoteza 2 je predpostavljala, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk pri nalogah poimenovanja likov in teles. Ker so bili rezultati naloge, pri kateri so učenci poimenovali telesa, značilno različni že pri prvem testiranju, smo to nalogo izločili in ugotavljali le razlike med skupinama v poimenovanju likov. Pri dani stopnji tveganja je eksperimentalna skupina v primerjavi z učenci kontrolne skupine na končnem preverjanju značilno boljše poimenovala like.

Računalniška igra, ki smo jo zasnovali za učenje prepoznavanja in poimenovanja teles, je bila pri učencih zelo pozitivno sprejeta. Samoiniciativno so posegali po njej tudi v prostem času (med odmori), zato smo menili, da se bodo na tem področju med kontrolno in eksperimentalno skupino pokazale razlike. T-test je našo hipotezo potrdil.

⁷⁸ Učenci lahko prostoročno rišejo krive črte, medtem ko za ravne obstaja posebno orodje. Prav tako lahko ustvarjajo like različnih dimenzij in orientacij.

4.5.3 Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 3

Hipoteza 3 je predpostavljala, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk pri prepoznavanju likov v različnih legah. Pri dani stopnji tveganja so učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine značilno boljše prepoznavali like v različnih legah.

Potrditev hipoteze pripisujemo dejstvu, da so učenci zelo aktivno sledili navodilom pri delu s programom Slikar, v katerem so večkrat ustvarjali različne like. Poudarek je bil najprej na prepoznavanju likov najrazličnejših dimenzij (zelo "zašiljeni in podolgovati" trikotniki, "ozki in dolgi" pravokotniki ...) in nato na opisovanju njihovih geometrijskih lastnosti. Pri risanju trikotnika smo večkrat poudarili, da ga sestavljajo tri ravne črte, da moramo začetek in konec "skleniti" (torej da mora biti črta sklenjena ...).

Zopet lahko poudarimo, da se nam zdi za ravninsko geometrijo računalniški zaslon zelo primeren. Verjetno bi bili rezultati še boljši, če bi obstajala ustrezna programska oprema, namenjena prav najmlajšim, ki še ne znajo brati (nekateri angleški programi⁷⁹, namenjeni najmlajšim, ponujajo preprosto orodje, s katerim ustvarjajo like podobno kot v programu Slikar, le da jih nato lahko na preprost način tudi rotirajo in premikajo po površini ter s tem ustvarjajo različne figure).

Poleg dela v programu Slikar pa mislimo, da je pomembno vlogo za tako razliko med skupinama imela tudi dokaj zahtevna igra *tangram* v sklopu Miškine male šole. Pri tej nalogi še posebej pridejo do izraza rotacije likov, s tem pa se učenci postopno začnejo zavedati, da zaradi rotacije lik ne izgubi svojih geometrijskih lastnosti.

4.5.4 Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 4

Hipoteza 4 je predpostavljala, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk pri prepoznavanju in risanju različnih črt. Pri dani stopnji tveganja se je hipoteza potrdila le delno. Učenci eksperimentalne skupine so bili značilno boljši pri risanju črt, pri prepoznavanju krivih in ravnih črt pa značilno pomembnih razlik med učenci obeh skupin ni bilo.

Dejstvo, da statistično značilne razlike pri prepoznavanju črt med skupinama ni, nas nekoliko preseneča, saj smo pri preverjanju prve hipoteze ugotovili, da je ravno področje črt tisto, na katerem obstajajo pomembne razlike med skupinama. Seveda pa moramo upoštevati, da to področje zajema več nalog, med njimi tudi naloge z določanjem presečišč različnih črt.

Menimo, da se je risanje črt v Slikarju odražalo pri 12. nalogi, kjer so učenci ES dosegli značilno boljše rezultate od KS. Kot smo že omenili, so dejavnosti na računalniku za to področje geometrije zelo primerne. Gre za bolj abstraktne pojme, kot so npr. telesa, zato je težje najti primerna

⁷⁹ Primer: program *Building Blocks*, ki sta ga zasnovala Douglas H. Clements in Julie Sarama (Clements, 2002).

konkretna ponazorila. Risanje sekajočih se črt v programu Slikar je v primerjavi s postavljanjem slamic eno čez drugo bolj primerno ponazorilo, prav tako marsikateri učenec s pomočjo računalnika črte riše lažje kot na papir, saj je pri zadnjem potrebnih kar precej grafomotoričnih spretnosti (še posebej pri risanju ravnih črt ob ravnilu).

4.5.5 Interpretacija rezultatov testiranja hipoteze 5

Hipoteza 5 je predpostavljala, da bodo učenci eksperimentalne skupine v primerjavi z učenci kontrolne skupine pri končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk pri določanju presečišč. Pri dani stopnji tveganja se skupini nista statistično značilno razlikovali, zato smo hipotezo ovrgli.

Rezultat nas nekoliko preseneča iz podobnih razlogov kot risanje črt, vendar mislimo, da je risanje sekajočih se črt v programu Slikar bolj primerno od konkretnega ponazarjanja, čeprav je otrokovo prvo srečanje s črtami gotovo na konkretnem nivoju. Menimo, da dejavnost na računalniku učence bolj motivira kot pa npr. risanje črt na papir (čeprav je treba poudariti, da so učenci KS ves čas izvajanja dejavnosti po besedah učiteljice bili zelo motivirani – to pripisujemo tudi primerno in zanimivo zastavljenim nalogam). Glede na to, da statistično pomembnih razlik ni, bomo v prihodnje uporabljali oba načina izvajanja nalog, tako s pomočjo računalnika kot tudi na konkreten način in z risanjem.

5 ZAKLJUČEK

V času, ko informacijsko komunikacijska tehnologija prodira v prav vse kotičke našega življenja, smo skušali v magistrskem delu prikazati, kako le-to lahko vključimo v pouk geometrije v 2. razredu osnovne šole.

V teoretičnem delu smo kratko povzeli razvoj geometrije od njenih prvih pojavnih oblik iz obdobja starega Egipta do današnjega časa. Opisali smo razvoj geometrijskih predstav in pojmov z vidika treh prevladujočih teorij: Piageta in Inhelderja, van Hielea ter kognitivnih psihologov. Skupno vsem omenjenim teorijam je, da zgodnje učenje geometrije poteka preko dejavnosti, s tem pa si otrok aktivno gradi znanje. Najbolj vplivna in uveljavljena je van Hielova teorija, ki predstavlja osnovo našemu učnemu načrtu. Prinaša geometrijo "od telesa k točki" in s tem otroku prijaznejši način spoznavanja geometrije. Poudarja učenje na različnih stopnjah, nakazuje strategije in dejavnosti, ki zaznamujejo posamezne stopnje ter podaja usmeritve za poučevanje na posameznih stopnjah in za spodbujanje prehoda na višjo stopnjo. V zaključku poglavja *Geometrija v šoli* navajamo nekaj smernic za poučevanje geometrije v 1. triletju. Njihov skupni imenovalac je aktivni pristop k učenju, posebno pozornost pa velja nameniti prostorski igri, pomenu jezika in odpravljanju napačnih predstav pri pouku geometrije.

V teoretičnem delu smo se dotaknili tudi informacijsko komunikacijske tehnologije v vzgoji in izobraževanju. Njena uporaba v šolstvu neprestano narašča in postaja pogost in učinkovit del poučevanja in učenja. Učenčeve sposobnosti na področju IKT se skozi celotno osnovnošolsko izobraževanje izboljšujejo in, kot dokazujejo mnoge raziskave, vplivajo na učno uspešnost in dosežke na različnih učnih področjih, tudi na matematičnem. V Sloveniji z nekajletnim časovnim zamikom sledimo državam, ki uspešno integrirajo IKT v učne načrte in s tem zagotavljajo njeno uporabo pri pouku. IKT v različnih oblikah najdemo na vseh področjih našega šolstva – od predšolske vzgoje do univerzitetnega izobraževanja, vendar pravega mesta v učnih načrtih trenutno še nima. Uporaba je prepuščena posameznemu učitelju in zmožnostim šole. V 1. triletju pride najbolj do izraza programska oprema za urjenje, saj omogoča avtomatizacijo nekaterih sposobnosti, ki so nujno potrebne za kasnejši razvoj višjih miselnih procesov. Takrat pa v ospredje prihaja programska oprema za vodeno učenje, reševanje problemov, tudi računalniške simulacije ... Posamezna učna področja se zaradi svoje narave razlikujejo po načinu in obsegu uporabe IKT. Najpogosteje jo uporabljajo pri pouku matematike, naravoslovnih predmetov in jezika.

V nadaljevanju smo predstavili model vključevanja računalnika v redni pouk geometrije v 2. razredu osnovne šole. Obsega 14 različnih dejavnosti, ki jih izvajamo s pomočjo računalnika. Vključili smo jih v učne ure geometrije 2. razredov na OŠ Naklo (10 ur) ter jih izvedli v razredu dvajsetih učencev, ki so predstavljali eksperimentalno skupino. Model smo ob koncu učnih ur

kvalitativno ovrednotili. Vzporedno so potekale učne ure geometrije v razredu enaindvajsetih učencev, ki so predstavljali kontrolno skupino. Pripravili smo dejavnosti, katerih cilji so bili enaki ciljem pouka v eksperimentalni skupini, vendar nismo vključili računalnika.

S spremljanjem napredka učencev eksperimentalne in kontrolne skupine skozi šolsko leto smo pridobili podatke o stopnji njihovega geometričnega znanja. Za ugotavljanje začetnega in končnega doseganja ciljev pri geometriji smo uporabili preizkus znanja z nalogami iz geometrije ter ga izvedli na začetku (pred uvedbo modela) in na koncu šolskega leta (po izvedbi modela).

Z analizo napredka posameznega učenca v geometrijskem znanju smo ugotavljali, katera področja geometrije učencem povzročajo več težav in kako so jih skozi šolsko leto premostili. Ugotovili smo, da z orientacijo v prostoru večina učencev nima težav, te se pojavijo šele takrat, ko morajo uporabiti pojme za orientacijo. Na končnem preizkusu je bil viden napredek na tem področju: učenci so znali bolje uporabljati ustrezne izraze. Na področju teles nekaj težav povzroča poimenovanje le-teh, saj pogosto prihaja do zamenjave imena telesa s podobnimi besedami oziroma z likom, ki predstavlja eno izmed mejnih ploskev telesa. Večina učencev je ob koncu leta izraze osvojila. Razvrščanje danih teles različnih dimenzij k ustreznim lesenim modelom teles pa je tako na začetnem kot na končnem preverjanju pokazalo, da teles "netipičnih" dimenzij učenci pogosto ne prepoznajo oziroma jih zamenjujejo z drugimi, podobnimi telesi. Do podobnih ugotovitev kot na področju teles smo prišli tudi na področju likov, kjer so učenci ravno tako mešali imena oziroma like poimenovali z imeni za telesa. Na končnem preizkusu je bilo učencev s to težavo manj. Pokazalo pa se je, da kar nekaj učencev ob koncu 2. razreda še nima izoblikovanega pojma *geometrijski lik*, saj so med osnovne geometrijske like šteli tudi takšne, ki so nepravilnih oblik oziroma gre za neskljenjeno črto. Pri risanju črt so imeli učenci na začetku leta težave predvsem z uporabo ravnila (ravne črte so risali prostoročno), pokazalo se je stereotipno mišljenje, da so ravne črte vedno navpične ali vodoravne lege, krive pa poševne lege. Na koncu leta je bilo stanje bistveno boljše, saj so učenci risali ravne in krive črte v vseh legah. Podobno mišljenje se je pokazalo tudi v nalogi poimenovanja črt. Z določanjem presečišč težav ni bilo, prav tako s prepoznavanjem in risanjem simetričnih oblik.

Z analizo opisov geometrijskih oblik (kvader, trikotnik, točke⁸⁰), ki so jih podali učenci na začetnem in končnem preverjanju, smo ugotavljali, na kakšni stopnji geometrijskega mišljenja po van Hielu so učenci, primerjali pa smo tudi eksperimentalno in kontrolno skupino med seboj. Ugotovili smo, da so učenci na dveh stopnjah geometrijskega mišljenja, in sicer na vizualni in opisni. Tako opisi kvadra kot trikotnika kažejo na to, da učenci v 2. razredu OŠ naredijo velik korak na področju geometrijskega znanja, saj je večina učencev, ki je na začetnem preverjanju

⁸⁰ Točke so opisovali le na končnem preverjanju, saj so pojem spoznali šele med šolskim letom.

geometrijske oblike opisovala na vizualni stopnji, na končnem preverjanju le-tem že pripisovala določene geometrijske lastnosti (prehod na opisno stopnjo). Opisi kvadra so bili obsežnejši, kar kaže, da so učencem na tej stopnji telesa bližja kot liki (manj abstraktna) in je torej nova pot obravnave pravilna izbira. Med eksperimentalno in kontrolno skupino večjih razlik pri odgovorih v smislu doseganja stopenj nismo zaznali. Učenci obeh skupin so na končnem preizkusu kvader in trikotnik večinoma opisovali na opisni stopnji, velja pa omeniti, da so bili opisi ES strokovno bolj pravilni kot opisi KS. Poleg kvadra in trikotnika so učenci opisovali tudi točke, vendar le na končnem preverjanju. Analiza opisov je pokazala, da je pojem točke zahtevnejši (bolj abstrakten) od pojma telesa ali lika, saj je večina učencev točke opisovala na vizualni stopnji.

Za kvantitativno analizo odgovorov smo se odločili na podlagi testiranja vzorca. Uporabili smo statistični t-test, kar je narekovala tudi narava in kvaliteta vzorca. Začetni preizkus znanja nam je služil za ugotavljanje homogenosti eksperimentalne in kontrolne skupine na področju geometrijskega znanja, z njim pa smo preverili tudi kvaliteto vzorca glede na uporabo računalnika doma, spol in starost učencev. Ugotovili smo, da v vzorcu ni odstopanj, ki bi bistveno zmanjšala njegovo kvaliteto (eno nalogo smo iz testiranj izločili). Testiranje hipotez je nekatere hipoteze potrdilo, nekatere pa zavrglo.

Ugotovili smo, da so učenci ES na končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk v primerjavi z učenci KS na naslednjih področjih: liki in črte, poimenovanje likov, prepoznavanje likov v različnih legah in risanje črt. Menimo, da gre pretežno za področje ravninske geometrije, kjer se nam zdi računalniški zaslon zelo primeren učni pripomoček (še posebej dejavnosti v predstavljenem modelu, kot so *Rišemo like*, *Rišemo trikotnike*, *Barvamo like*, *Vesoljček*, *Tangram* in *Črte*). Prav tako se nam zdi, da je računalniški didaktični program SlikoKviz imel pomembno vlogo pri usvajanju imen likov.

Na naslednjih področjih statistično pomembnih razlik med ES in KS ni bilo: orientacija, simetrija, prepoznavanje krivih in ravnih črt ter določanje presečišč. To kaže na dejstvo, da je spoznavanje geometrije na določenih področjih lahko enako kvalitetno tudi brez vključevanja računalnika in je pomembna predvsem aktivnost učencev ter kvalitetno in zanimivo pripravljeno okolje, ki jim omogoča raziskovanje na konkretnem nivoju ter s tem oblikovanje geometrijskih predstav in pojmov preko lastnih izkušenj.

Kljub temu, da se nekaj hipotez delno ali v celoti ni potrdilo, menimo, da je pri obravnavanju tem o geometriji pomembno, da učence motiviramo in jih pripravimo k aktivnemu raziskovanju geometrijskih oblik in njihovih lastnosti ter da je eden od primernih načinov zagotovo tudi računalnik, ki je še posebej primeren za obravnavo ravninske geometrije. Predstavljeni model

prikazuje, kako med konkretne dejavnosti vpletemo računalnik, na katerih področjih je še posebej primeren, kako učence motiviramo in pripravimo na delo ... Lahko rečemo, da je raziskava pokazala pozitiven vpliv predstavljenega modela na doseganje ciljev geometrije pri učencih v 2. razredu, menimo pa, da je področje geometrije ravno zaradi novega pristopa zelo odprto za nadaljnje raziskovanje, možno tudi v smeri vključevanja IKT. Vključili bi lahko večje število učencev, saj ugotavljamo, da so osnovne šole vedno bolj opremljene z IKT in se posledično tudi njena uporaba povečuje.

Za konec naj še enkrat poudarimo, da IKT lahko izboljša učenje in poučevanje, vendar zgolj njena prisotnost še ne pomeni, da bo do izboljšav tudi prišlo. Veliko je odvisno od tega, kakšno programsko opremo izberemo, kaj učenci počno z njo, kako IKT vključimo v pouk, nenazadnje pa tudi od opremljenosti (število računalnikov, strojna oprema ...) in naše usposobljenosti za delo z opremo. Učinkovito vključevanje IKT v pouk zahteva trud, čas, predanost in včasih tudi spremembe v posameznikovem mišljenju.

6 LITERATURA

Temeljna literatura:

- Bočkor Starc, B. idr.** (1999). Prva čarovniška matematika: 1. razred. Ljubljana: DZS.
- Bočkor Starc, B. idr.** (2000). Druga čarovniška matematika: 2. razred. Ljubljana: DZS.
- Borota, B., Brodnik, A.** (2006). Učenje glasbe podprto z IKT tehnologijo. V: Organizacija, let. 39, št. 8, str. 532–538.
- Borota, B.** (2007). Vpliv sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije na pouk glasbene vzgoje: doktorska disertacija. Ljubljana.
- Clements, D. H. idr.** (1999). Young children's concepts of shape. V: Journal for research in mathematics education, let. 30, št. 2, str. 192–212.
- Clements, D. H.** (2000). Computers in Early Childhood Mathematics. V: Contemporary Issue in Early Childhood, let. 3, št. 2, str. 160–174.
- Clements, D. H., Battista, M. T.** (1992). Geometry and spatial reasoning. V: Grouws, D. A. (ur.). Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York: Macmillan, str. 420–464.
- Clements, D. H., Sarama, J.** (2000). Young children's ideas about geometric shapes. V: Teaching children mathematics, let. 6, št. 2, str. 482–488.
- Cotič, M. idr.** (1999). Svet matematičnih čudes 1: delovni zvezek za matematiko v 2. razredu. Ljubljana: DZS.
- Cotič, M. idr.** (2000). Svet matematičnih čudes 2: učbenik za matematiko v 2. razredu. Ljubljana: DZS.
- Cotič, M. idr.** (2002). Prvo srečanje z geometrijo. Priročnik. Ljubljana: DZS.
- Cotič, M. idr.** (2003a). Igraje in zares v svet matematičnih čudes. Kako poučevati matematiko v 1. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana: DZS.
- Cotič, M. idr.** (2003b). Svet matematičnih čudes 2. Kako poučevati matematiko v 2. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana: DZS.
- Cotič, M., Hodnik Čadež, T.** (2002). Teoretična zasnova modela sprememb začetnega pouka matematike v devetletni osnovni šoli. V: Sodobna pedagogika, let. 53, št. 2, str. 8–24.
- Dey, I.** (1998). Qualitative data analysis. London, New York: Routledge.
- Dickson, L. idr.** (1984). Children Learning mathematics: A Teacher's Guide to Recent Research. London: Cassell.
- Fuys, D. idr.** (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. V: Journal for Research in Mathematics Education, Monograph Number 3. Reston, VA: National Council of teachers of Mathematics.
- Hannibal, M. A.** (1999). Young children's developing understanding of geometric shapes. V: Teaching children mathematics, let. 5, št. 6, str. 353–357.
- Hernja, S., Lovše L.** (2005). Matematika 1: matematika v 1. razredu osnovne šole. Učbenik. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Hodnik Čadež, T. idr.** (1999). Pisanje učnih priprav za matematiko na razredni stopnji: priročnik za študente. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Hodnik Čadež, T.** (2002). Cicibanova matematika. Priročnik za vzgojitelja. Ljubljana: DZS.

- Hodnik Čadež, T.** (2004). Vloga konstruktivizma pri oblikovanju matematičnih pojmov na razredni stopnji. V: Marentič Požarnik, B. (ur.) *Konstruktivizem v šoli in izobraževanju učiteljev*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, str. 321–336.
- Hodnik Čadež, T.** (2006). *Matematični izzivi za prvo triletje osnovne šole*. Delovni zvezek. Ljubljana: DZS.
- Hoyle, C., Sutherland, R.** (1989). *Logo mathematics in the classroom*. London, New York: Routledge.
- Manfreda Kolar, V., Urbančič Jelovšek, M.** (2006a). *Matematika 2: učbenik za matematiko v 2. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Manfreda Kolar, V., Urbančič Jelovšek, M.** (2006b). *Matematika 2. Priročnik k učbeniku in delovnemu zvezku drugem razredu osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Manfreda Kolar, V., Urbančič Jelovšek, M.** (2006c). *Matematika 2: delovni zvezek za matematiko v 2. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Mesec, B.** (1998). *Uvod v kvalitativno raziskovanje v socialnem delu*. Ljubljana: Visoka šola za socialno delo.
- Mlinar, P., Rugelj, J.** (2003). Uporaba računalnika pri pouku v OŠ. V: *Didakta*, let. 13, št. 74/75, str. 59–62.
- Močnik, B., Rugelj, J.** (2006). Web application and GIS resources. V: Johansson, T. (ur.). *Geographical information systems applications for schools – GISAS (Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisu, A 141)*. Helsinki: University of Helsinki, str. 39–43.
- Mori, I.** (2007). Učenje in poučevanje z računalnikov v prvem triletju osnovne šole. Priročnik [elektronski vir]. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Mužič, V.** (1994). Atributi kvalitativne in kvantitativne paradigme pedagoškega raziskovanja. V: *Sodobna pedagogika*, let. 45, št. 1/2, str. 39–51.
- Newby, T. J. idr.** (2000). *Instructional technology for teaching and learning*. Upper Saddle River: Merrill.
- Oldknow, A. J., Taylor, R.** (2003). *Teaching mathematics using ICT*. New York, London: Continuum.
- Pagon, D.** (1995). *Osnove evklidske geometrije*. Ljubljana: DZS.
- Rajšp, M., Šafarič, J.** (1999). *Prvi koraki v matematiko*. Priročnik za matematiko v 1. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
- Rajšp, M., Šafarič, J.** (2000a). *Prvi koraki v matematiko*. Matematične igre 1. Delovna mapa za matematiko v 1. razredu osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
- Rajšp, M., Šafarič, J.** (2000b). *Drugi koraki v matematiko*. Priročnik za matematiko v 2. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
- Rajšp, M., Šafarič, J.** (2000c). *Drugi koraki v matematiko*. Matematične igre 2. Delovna mapa za matematiko v 2. razredu osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
- Reid, M., Szendroi, B.** (ur.) (2005). *Geometry and topology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roblyer, M. D.** (2003). *Integrating educational technology into teaching (3rd ed.)*. Columbus, Ohio: Prentice-Hall, Merrill College Publishing Company.
- Rugelj, J.** (2007). Nove strategije pri uvajanju IKT v izobraževanje [elektronski vir]. V: *Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2007*, Kranjska Gora, 19.–21. april 2007, str. 112–115.
- Rugelj, J., Šlenc, T.** (2007). *Računalništvo: učbenik za izbirne predmete urejanje besedil, računalniška omrežja in multimedija za 7. ali 8. ali 9. razred osnovne šole*. Ljubljana: DZS.
- Sagadin, J.** (1987). *Osnovne statistične metode za pedagoge*. Ljubljana: Filozofska fakulteta v Ljubljani.

- Silvester, J. R.** (2001). *Geometry: Ancient and Modern*. New York: Oxford.
- Van de Walle, John A.** (2001). *Geometric Thinking and Geometric Concepts. Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Boston: Allyn and Bacon.
- Williams, E., Shuard, H.** (1994). *Primary mathematics today*. London: Longman for the School Curriculum Development Committee.

Viri:

- Audin, M.** (2003). *Geometry*. London: Springer.
- Baker, W., Czarnocha, B.** (2002). Written metacognition and procedural knowledge. *Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics*. University of Crete, Hersonissos, Crete.
URL = "<http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap391.pdf>". 5. 1. 2005.
- Boeree, C. G.** (2006). Jean Piaget 1896–1980. URL = "<http://webpace.ship.edu/cgboer/piaget.html>". 15. 3. 2005.
- Clip Art.** URL = "<http://office.microsoft.com/en-us/clipart/default.aspx>". 4. 4. 2005.
- Conway, J.** (1997). Educational technology's effect on models of instruction.
URL = "<http://copland.udel.edu/~jconway/EDST666.htm>". 27. 5. 2005.
- Crowley, M. L.** (1987). The van Hiele model of the development of geometric thought. V: Lindquist, M.M. (ur.). *Learning and teaching geometry, K–12*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, str. 1–16.
URL = "<http://www.csmate.colostate.edu/mathactivities/june2007/The%20van%20Hiele%20Model%20of%20the%20Development%20of%20Geometric%20Thought.pdf>". 3. 3. 2005.
- Encyclopedia Britannica.** URL = "<http://www.britannica.com>". 5. 4. 2005.
- Fuertes, C.** Music education by computer.
URL = "<http://www.xtec.es/rtee/eng/tutorial/index.htm>". 28. 10. 2007.
- Geographical Information Systems (GIS) Applications for Schools** (European Commission Socrates / Minerva project 2003–2006). URL = "<http://www.edu.fi/english/page.asp?path=500,5372,30670>". 7. 4. 2008.
- Grimus, M.** (2000). ICT and multimedia in the primary school.
URL = "<http://www.ifip.or.at/con2000/iceut2000/iceut11-01.pdf>". 20. 4. 2005.
- Hartshorne, R.** (2000). *Geometry: Euclid and beyond*. New York: Springer.
- HighBeam encyclopedia.** URL = "<http://www.encyclopedia.com>". 12. 7. 2005.
- Igrive številke 1 in 2** (2000) [elektronski vir]. Ljubljana: Računalniški center Miška.
- Kirriemuir, J., McFarlane, A.** (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Bristol, UK: NESTA Futurelab.
URL = "http://www.nestafuterlab.org/research/reviewa/08_01.htm". 25. 2. 2005.
- Logar, K.** (prir.) (1999). *Moja prva matematična pustolovščina. 1, Štejem in razvrščam* [elektronski vir]. Ljubljana: DZS.
- Mavrikis, M. P.** (2001). *Towards More Intelligent and Educational Dynamic Geometry Environments*.

URL: = " <http://www.maths.ed.ac.uk/~manolis/MScProject/thesis.pdf>". 10. 12. 2004

Miškin potep (1999) [elektronski vir]. Ljubljana: Računalniški center Miška.

Moseley, D., Higgins, S. (1999). Ways forward with ICT: Effective pedagogy using information and communications technology for literacy and numeracy in primary schools.

URL = "http://www.ncl.ac.uk/ecls/research/project_ttaict/TTA_ICT.pdf". 13. 12. 2004.

MSN Encarta. URL = "<http://encarta.msn.com>". 22. 6. 2006.

Murray, J. C. (1997). The van Hiele theory.

URL = "<http://www.wcape.school.za/malati/vanHiele.pdf>". 17. 3. 2005.

Nakin, J. N. (2003). Creativity and divergent thinking in geometry education. University of South Africa.

URL = "<http://etd.unisa.ac.za/ETD-db/theses/available/etd-04292005-151805/unrestricted/00thesis.pdf>".

17. 1. 2006.

Osnutek posodobljenega učnega načrta: matematika (2007).

URL = " <http://info.edus.si/studijske/course/view.php?id=66>". 30. 10. 2007.

Owens, K. idr. (1999). Framework for elementary school space mathematics. The Mathematical Association of New South Wales, Inc. URL =

"http://www.mansw.nsw.edu.au/members/reflections/vol24no1_99owens.htm". 13. 9. 2006

PBS Kids. URL = "<http://pbskids.org/cyberchase/games/pointofview>". 6. 3. 2005.

Pittard, V. idr. (2003). The big picture: The impact of ICT on attainment, motivation and learning.

URL = "<http://www.dfes.gov.uk/research/data/uploadfiles/ThebigICTURE.pdf>". 2. 7. 2006.

Rahim, M. H. (2001). A plenary session: New research results, ideas, and techniques in teaching and learning mathematics. Proceedings of the International Conference of the Mathematics Education into the 21st Century Project. Cairns, Australia, August 19–24, 217–222.

URL =

"<http://66.249.93.104/search?q=cache:rZ3dq5YWrGoJ:math.unipa.it/~grim/ARahim.PDF+%22new+research+findings,+ideas,+and%22+rahim&hl=en>". 17. 12. 2004.

Slovar slovenskega knjižnega jezika (SSKJ) (1994). Ljubljana: ZRC SAZU.

Učni načrt: matematika (1998).

URL = "http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Matematika_obvezni.pdf". 17. 11. 2008.

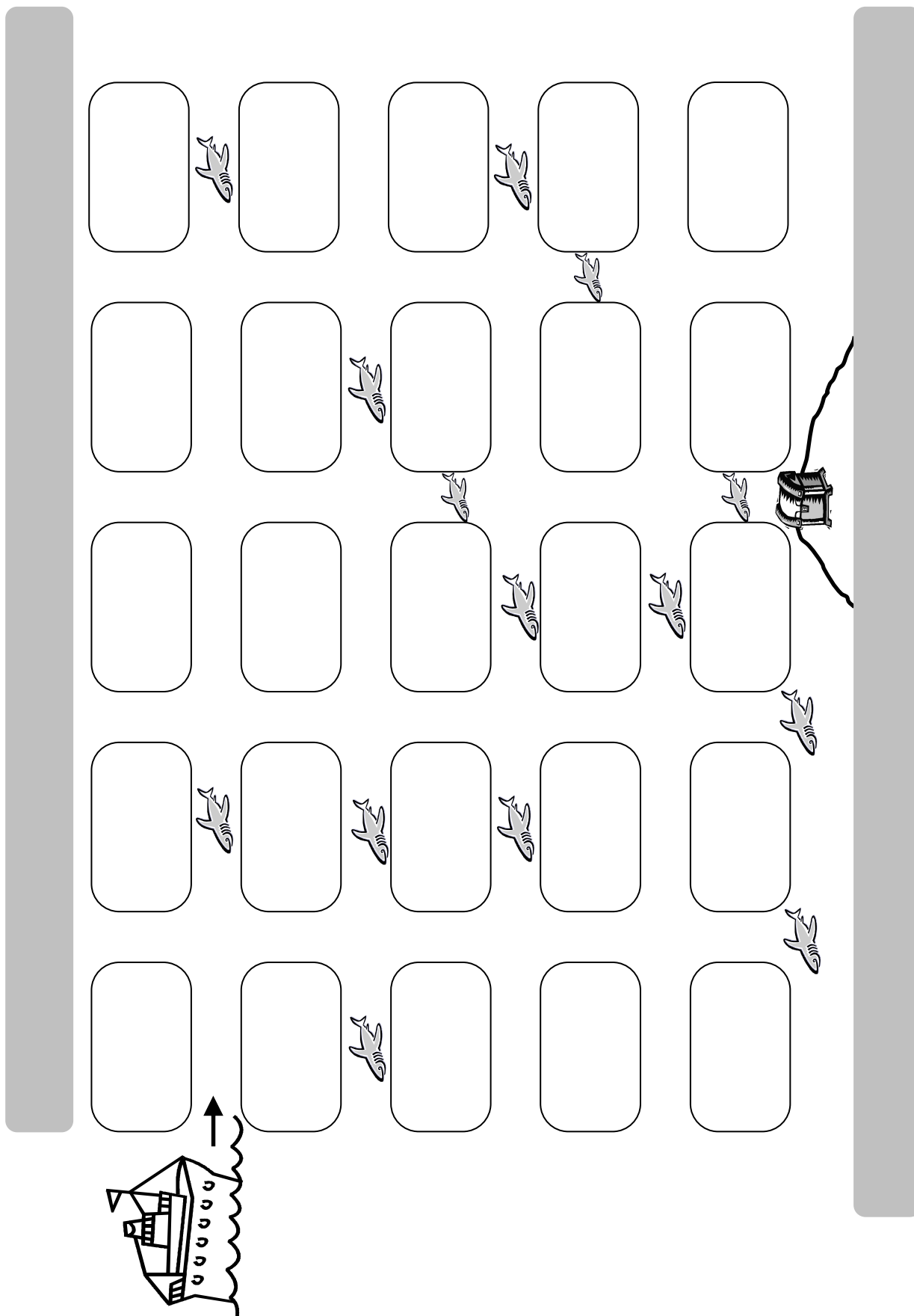
Van der Meer, R. idr. (1995). Bližnjica do matematike: lepota, moč in zabavnost matematike. Ljubljana: Mladinska knjiga.

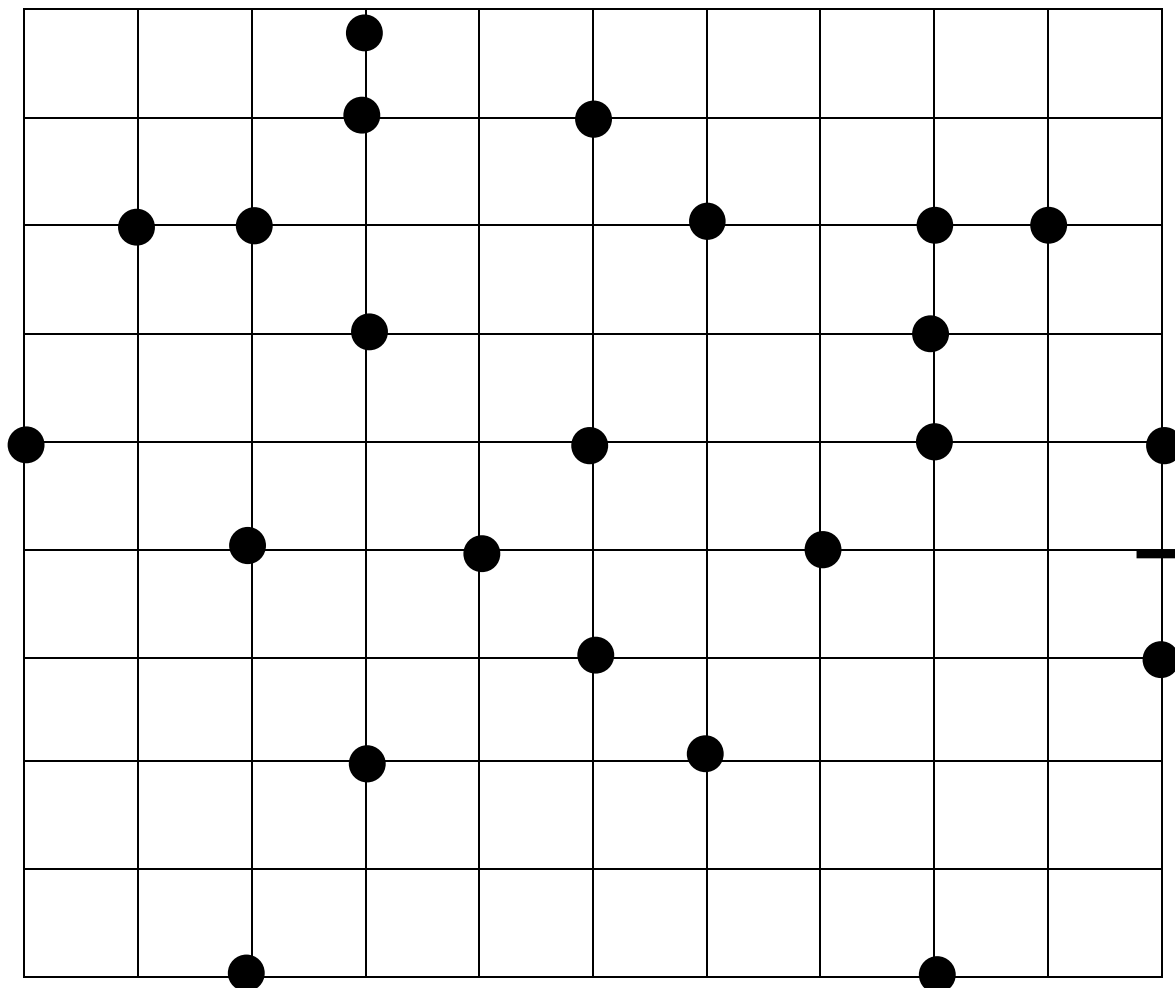
Yahoo! education. URL = "<http://education.yahoo.com>". 12. 7. 2005.

Wikipedia. URL = "http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page". 18. 9. 2007.

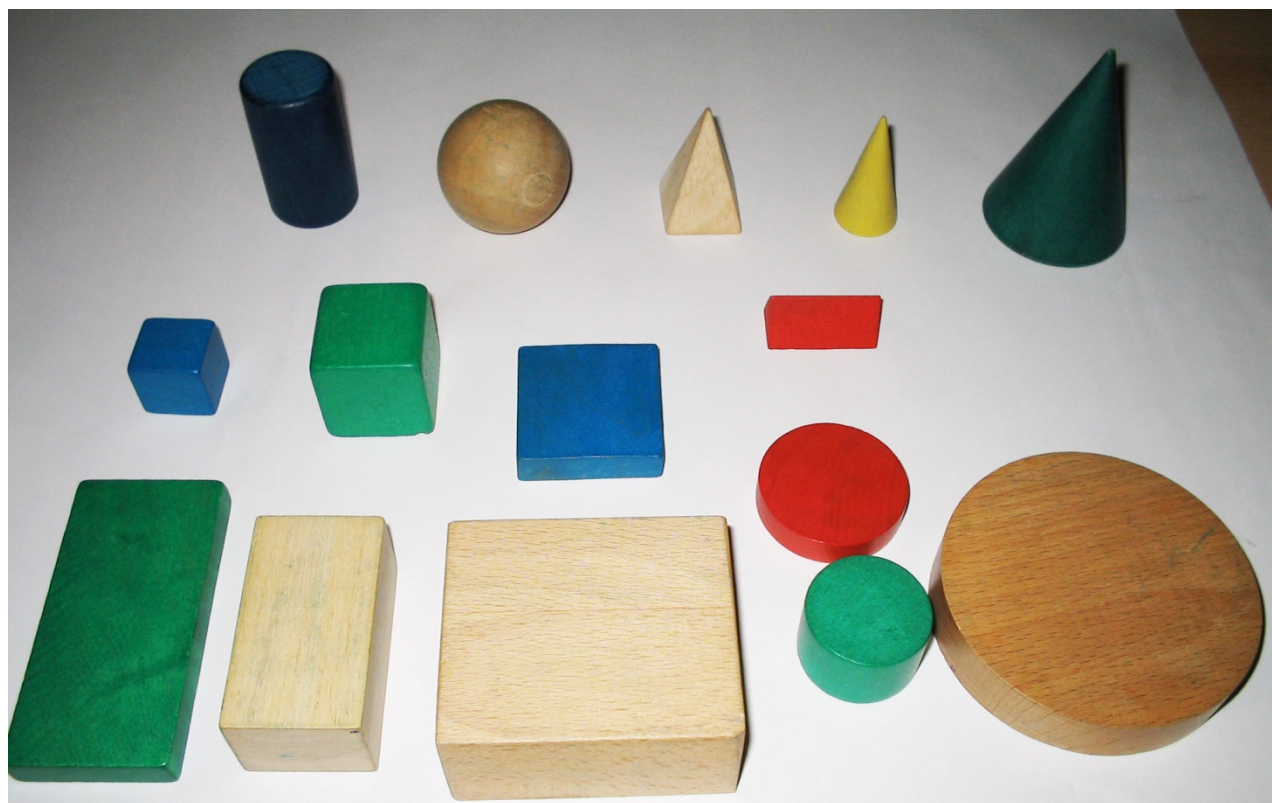
7 PRILOGE

Priloga 1: Orientacija

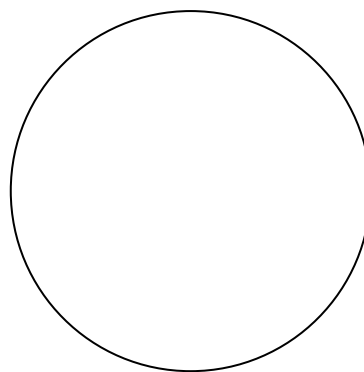
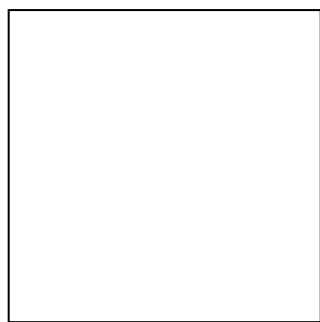
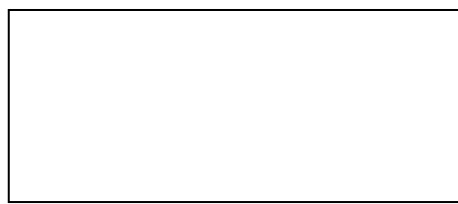
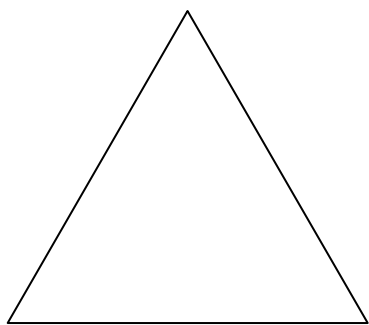




Priloga 2: Telesa

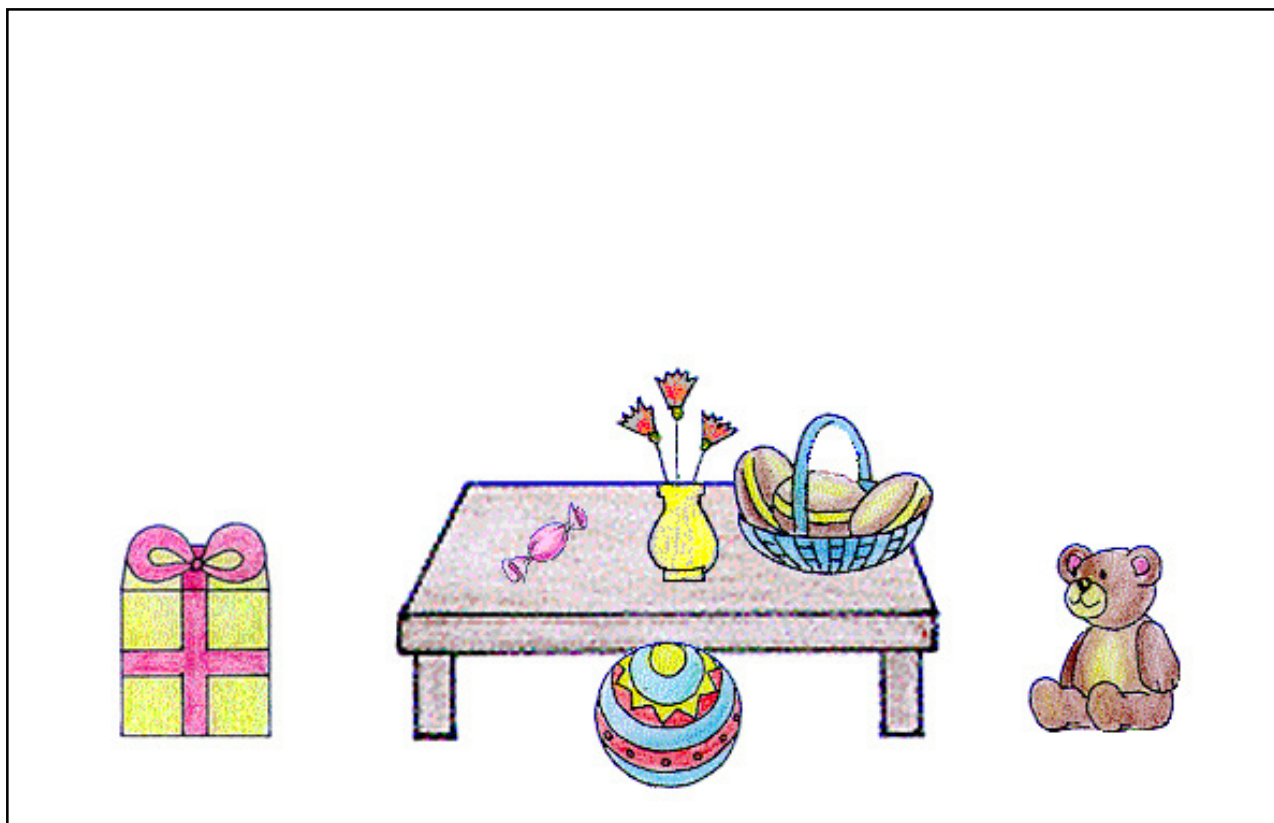


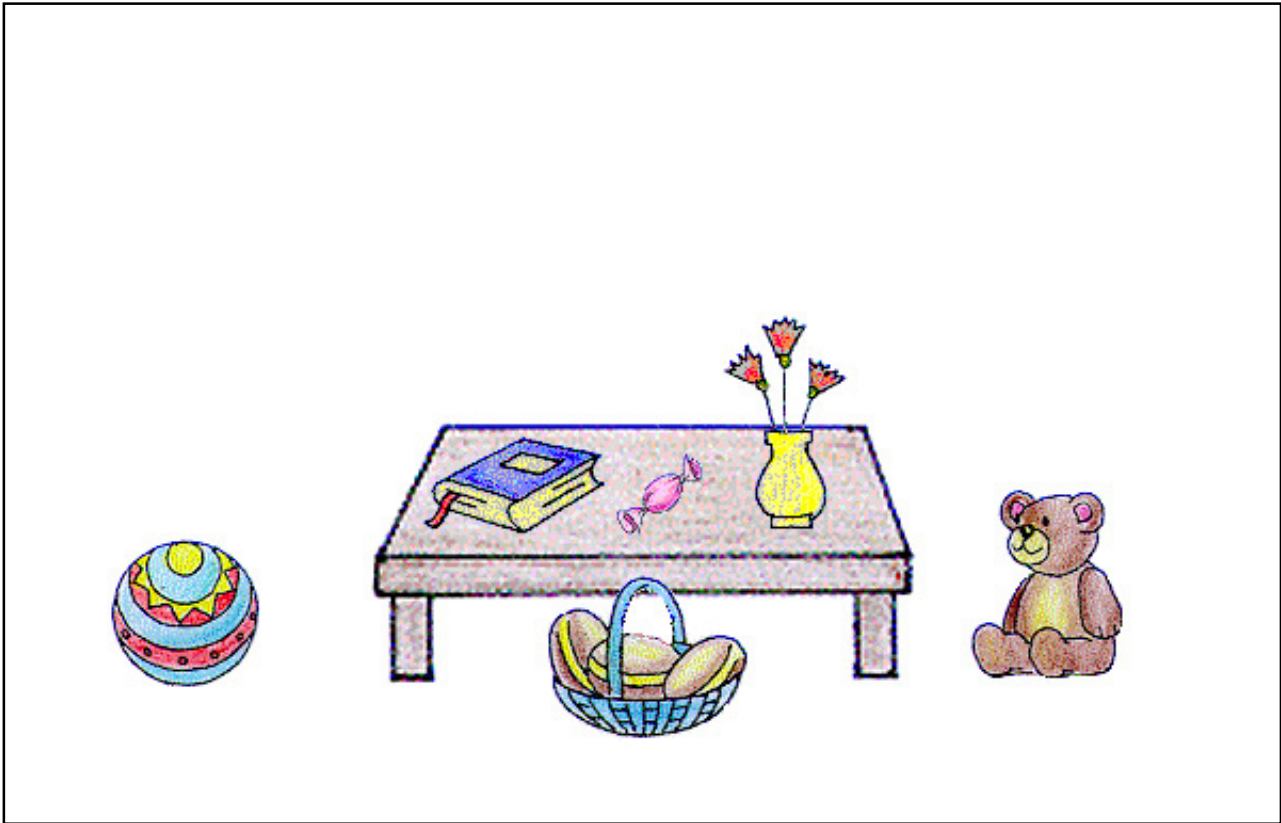
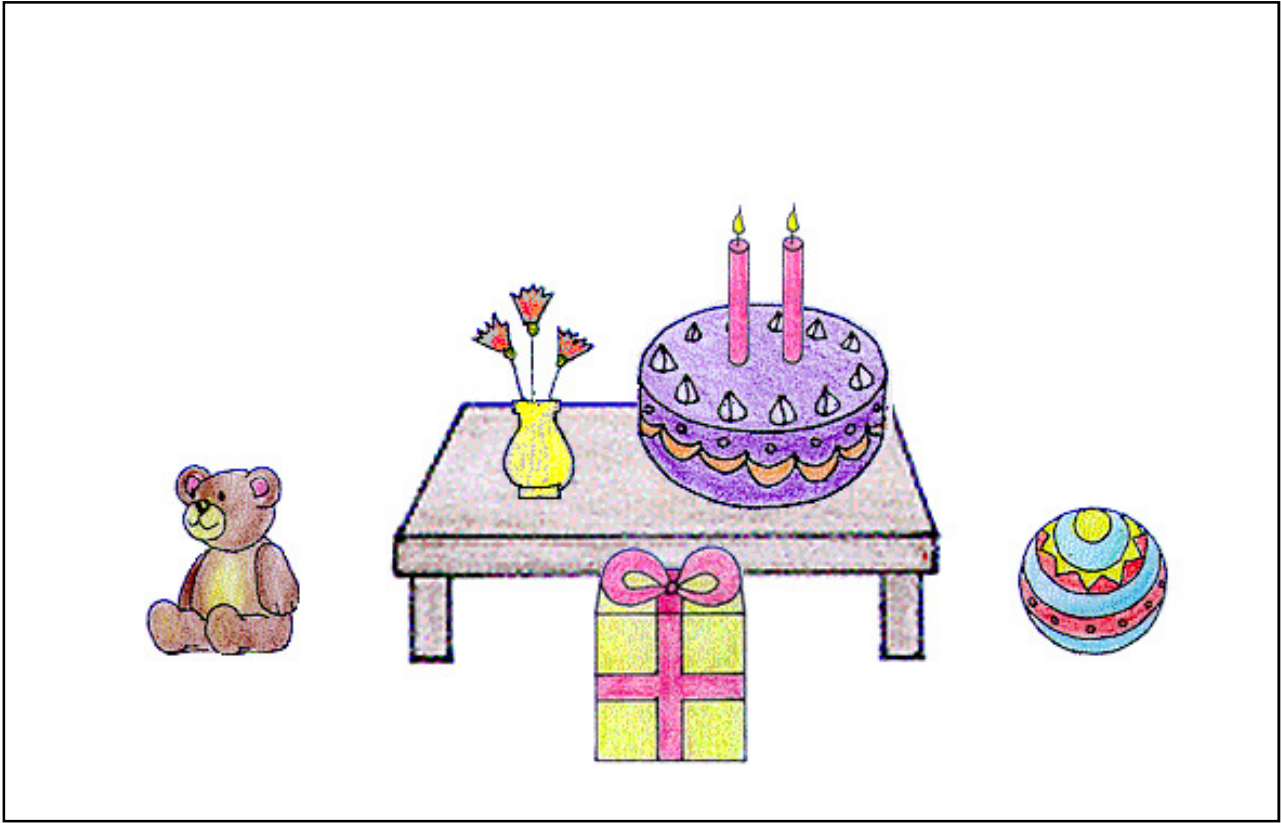
Priloga 3: Poimenovanje likov



Priloga 4: Kartice z navodili za postavitev predmetov

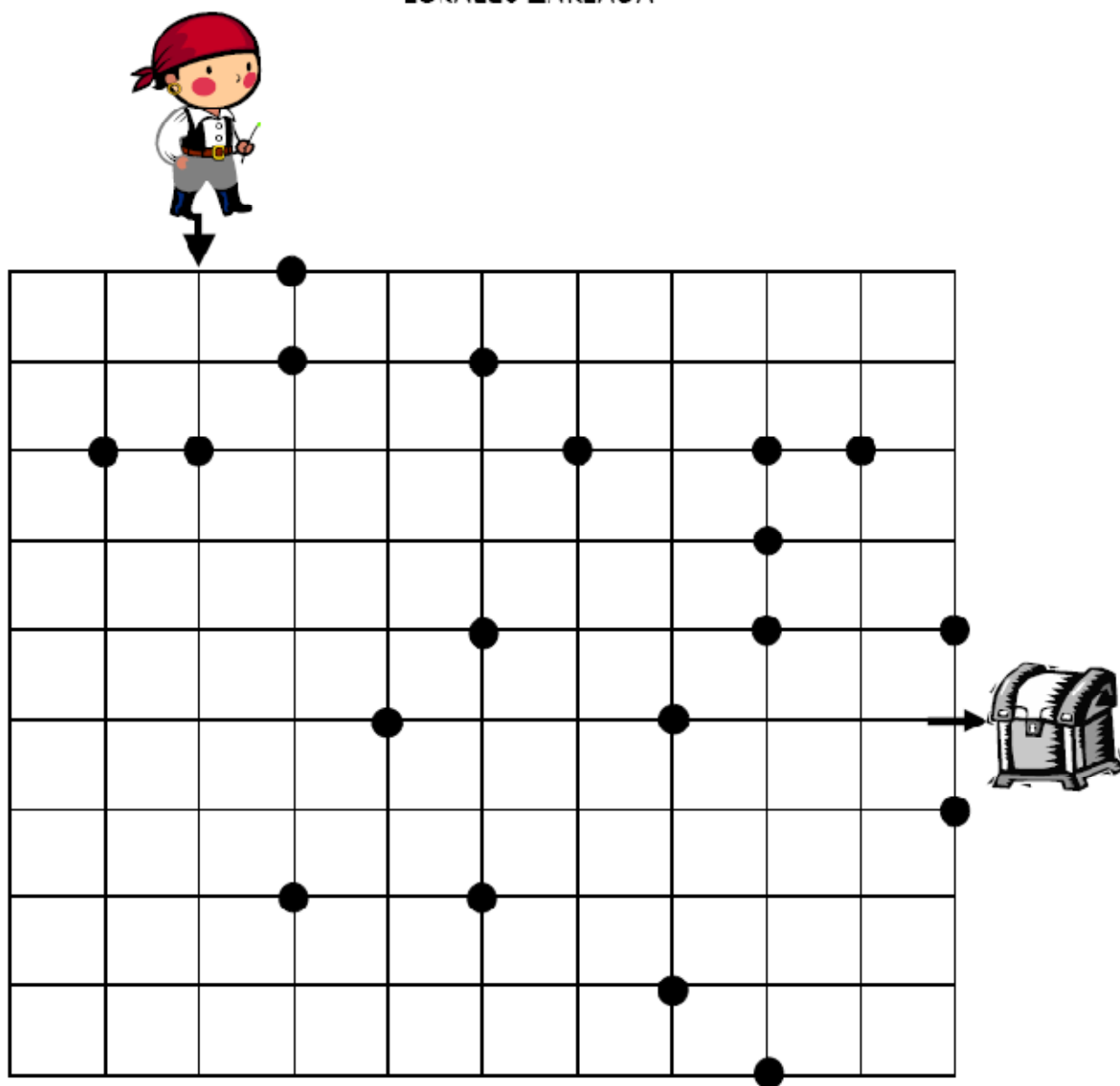
Vir: Miška Praznuje (1999).





Priloga 5: Mreža s skritim zakladom (orientacija)

ISKALEC ZAKLADA



NAČRT:

Priloga 6: Navodila za postavljanje predmetov

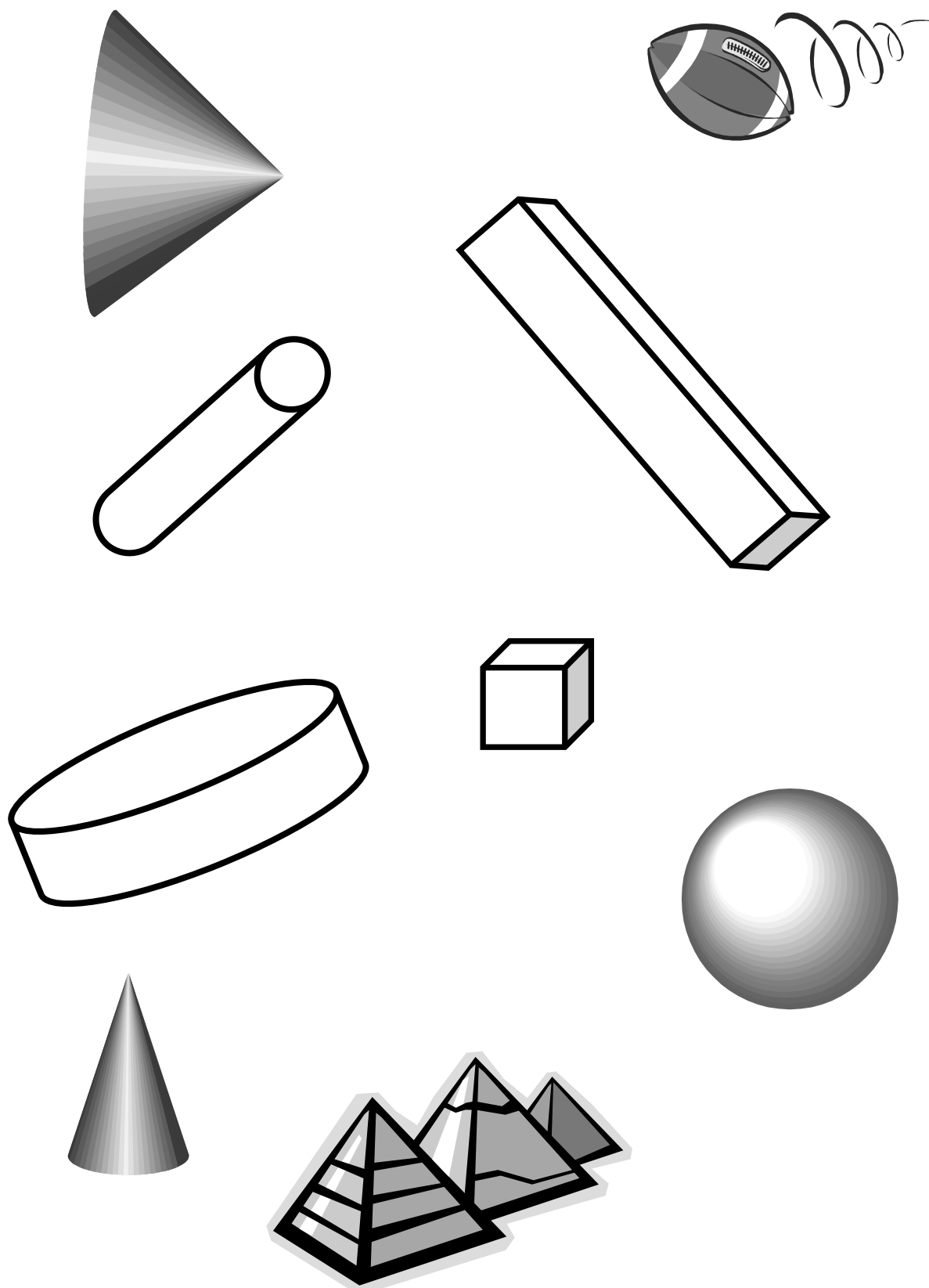
ZGRADIMO ŽIVALSKI VRT

- ▶ ZDRUŽI DVE PLOŠČI LEGO.
- ▶ NA ROBOVE PLOŠČE POSTAVI OGRAJO.

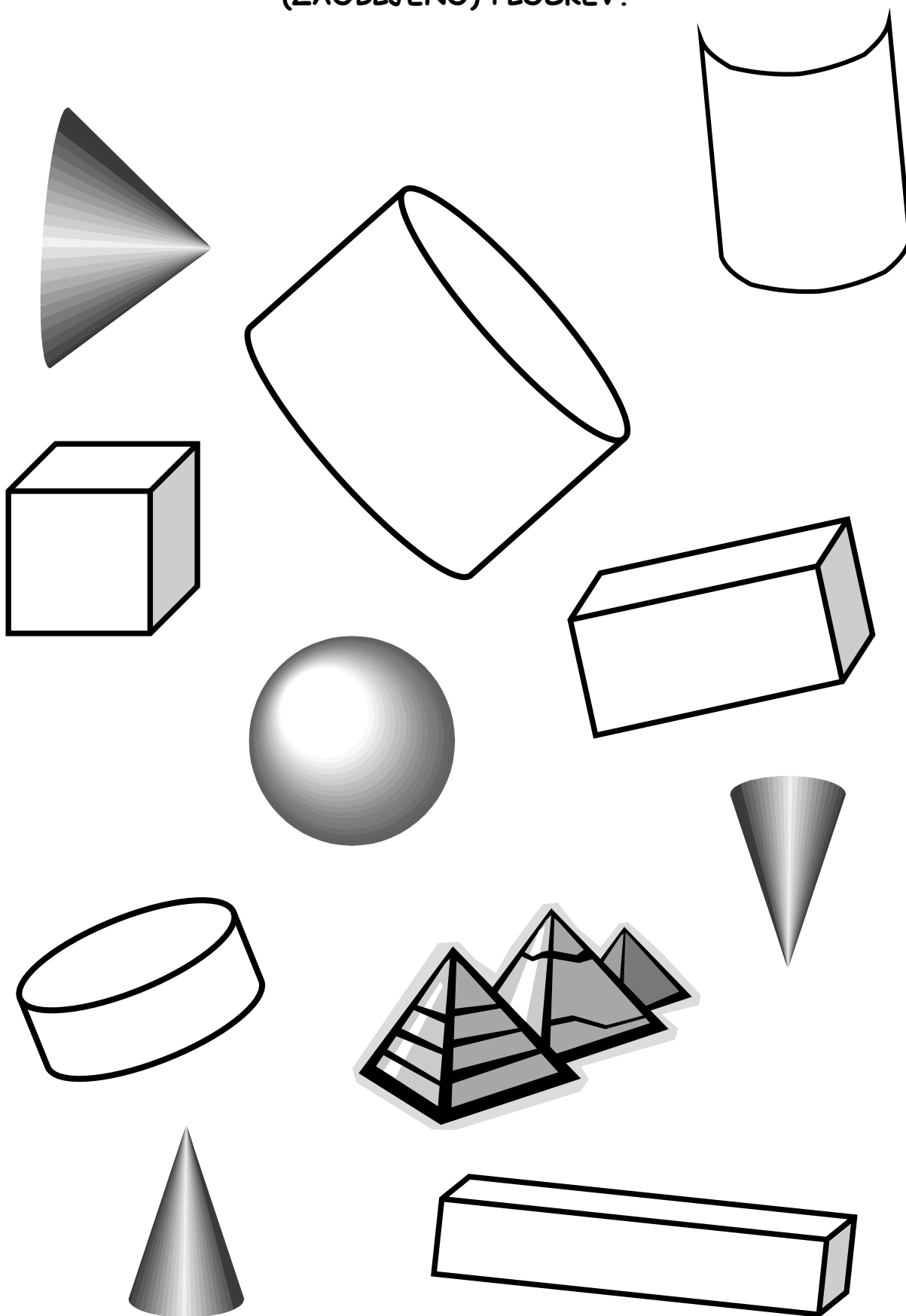
- ▶ NA SREDINO POSTAVI DREVO.
- ▶ PRED DREVO POSTAVI KONJA.
- ▶ ZA DREVO POSTAVI MUFLONA.
- ▶ DESNO OD OVCE POSTAVI GRM.

- ▶ LEVO OD OVCE POSTAVI KRAVO.
- ▶ DESNO OD KONJA POSTAVI PUJSKA.
- ▶ LEVO OD KONJA POSTAVI TELIČKA.

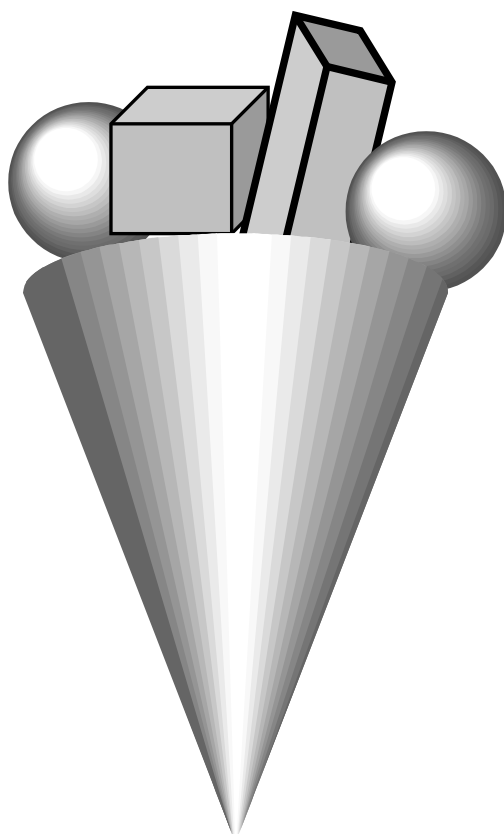
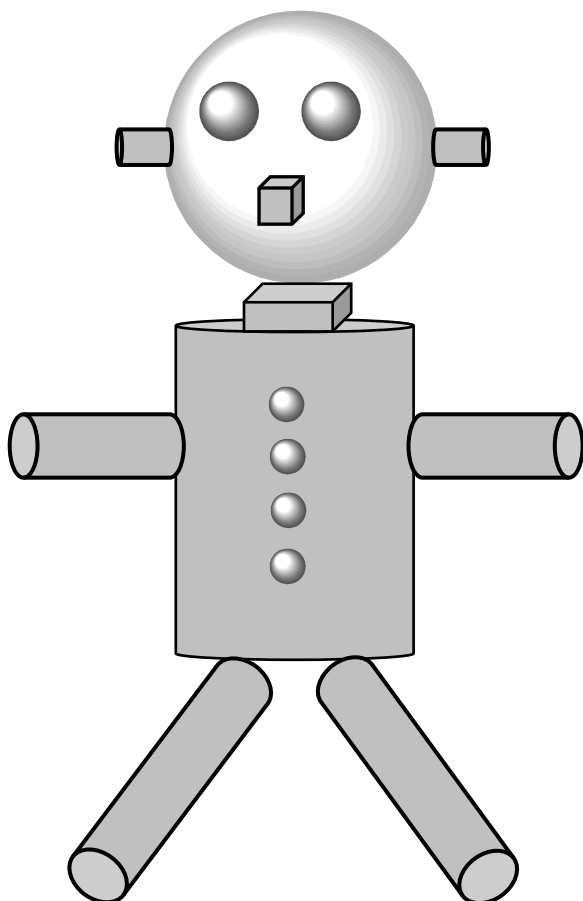
OBKROŽI TELESA, KI SE GLADKO KOTALIJO.

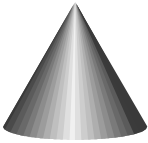
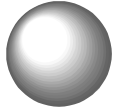
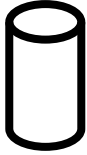
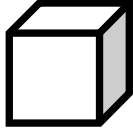
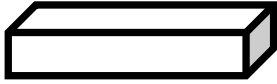


OBKROŽI TELESA, KI IMAJO VSAJ ENO KRIVO
(ZAOBLJENO) PLOSKEV.

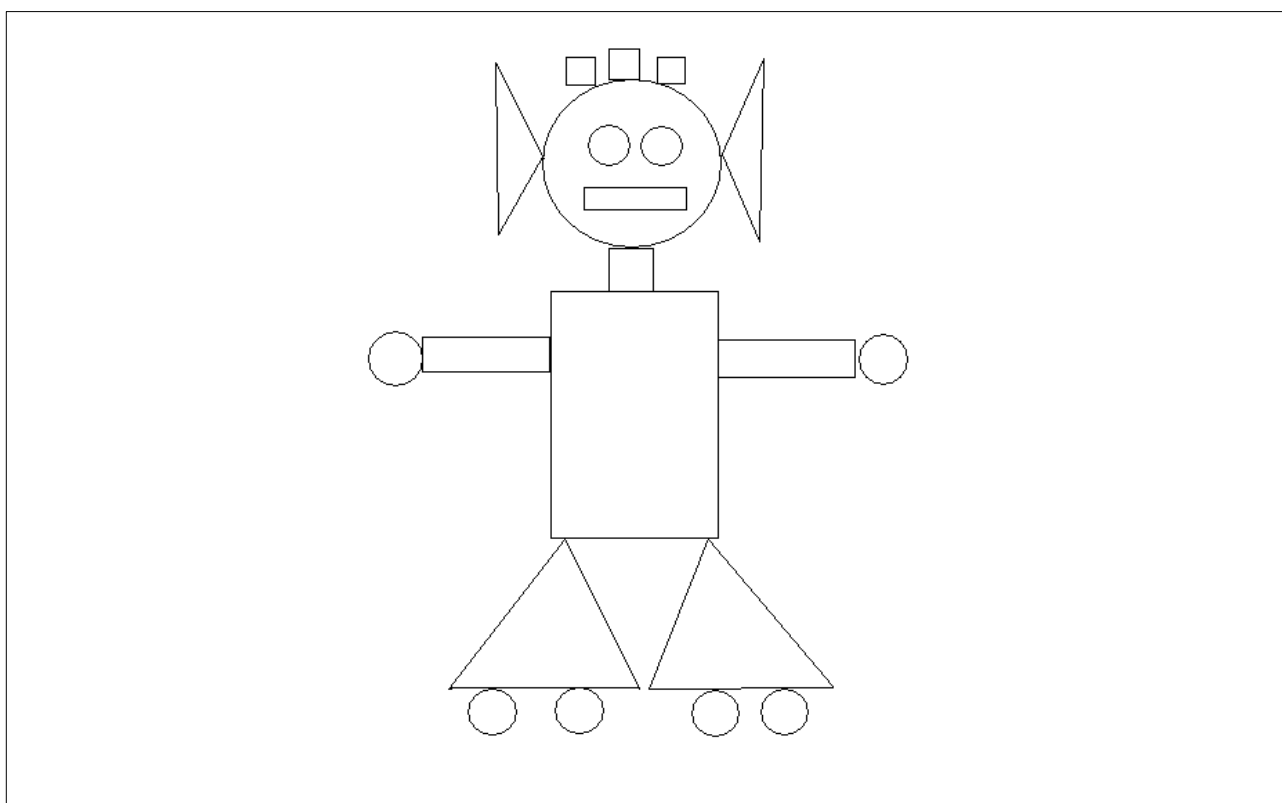
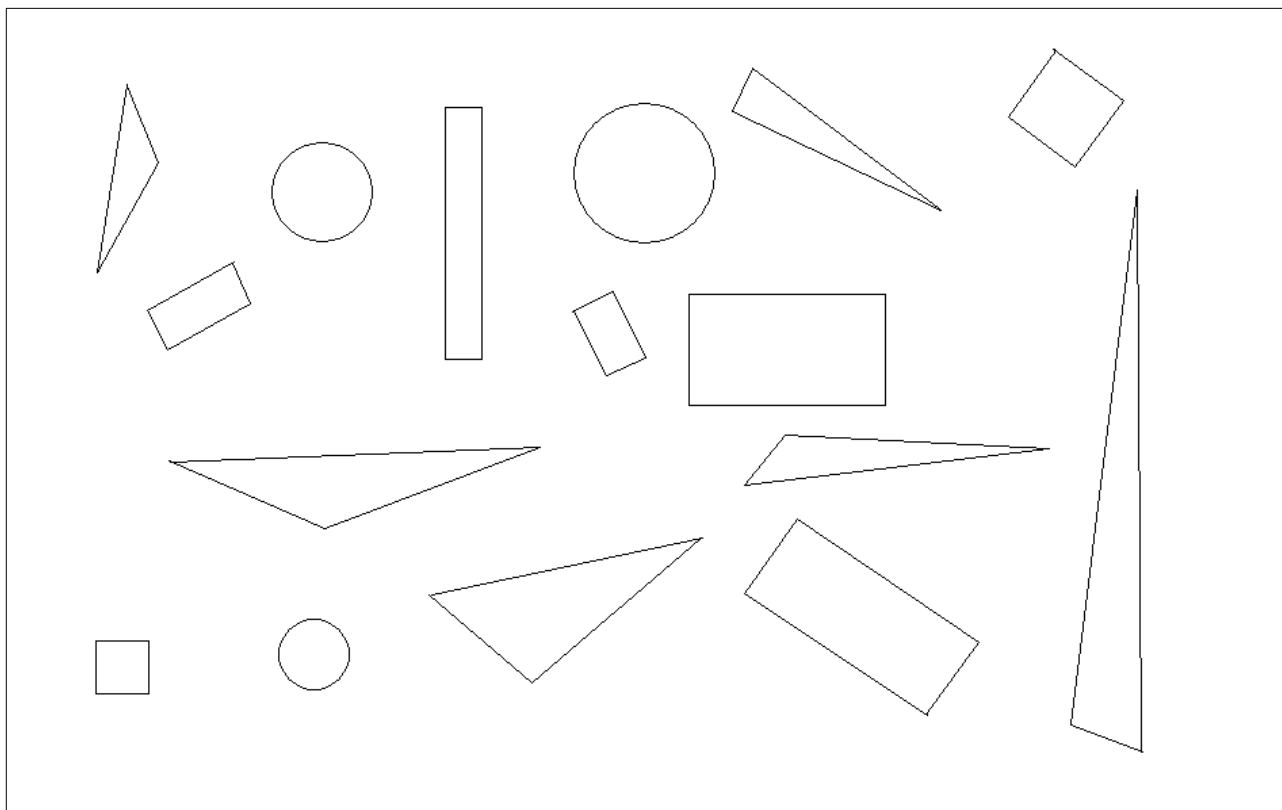


Priloga 8: Primeri sestavljanek iz teles in razpredelnica za izpolnjevanje

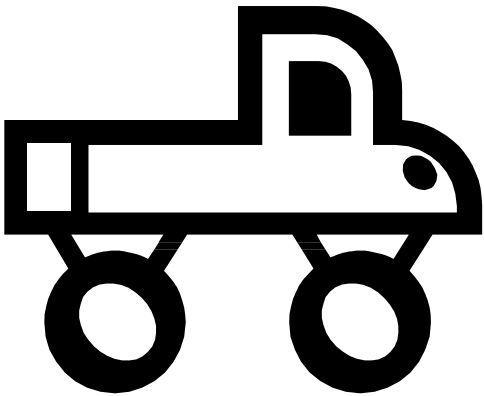
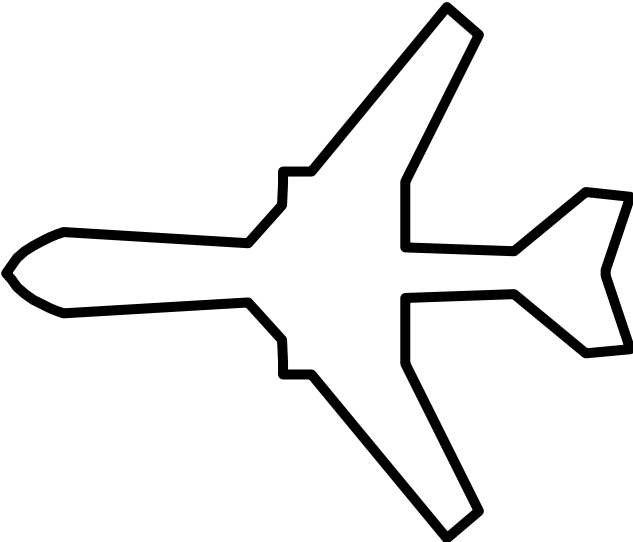
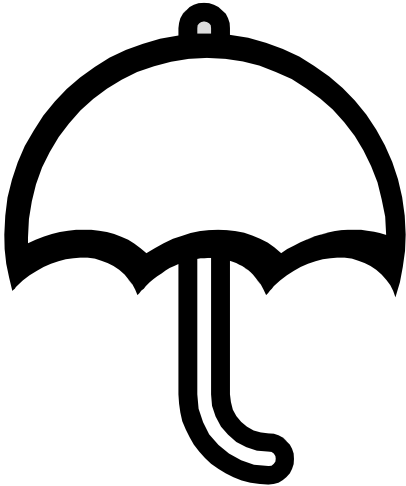
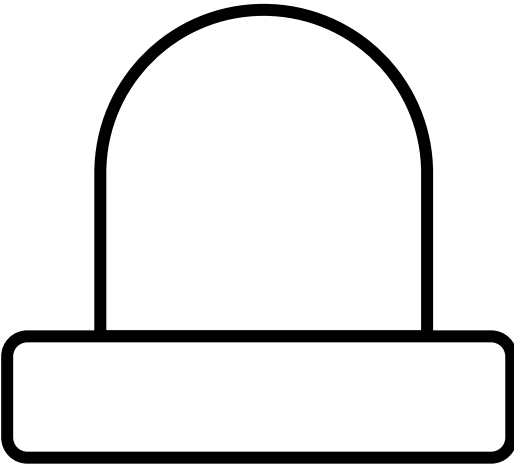
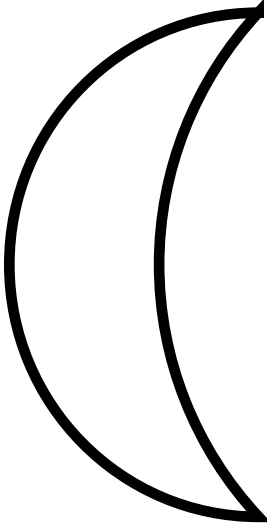
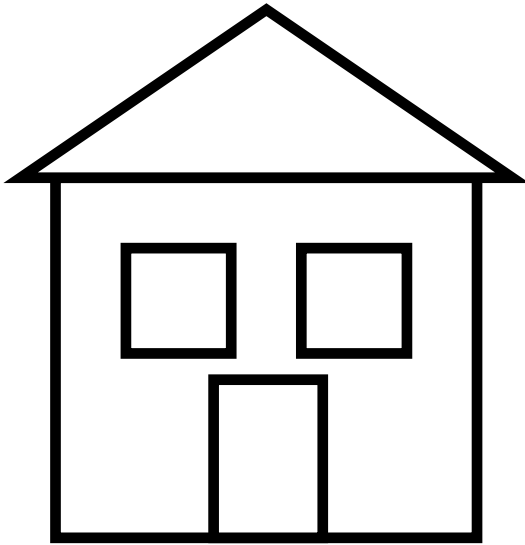




Priloga 9: Predlogi za aplikacijo Slikar

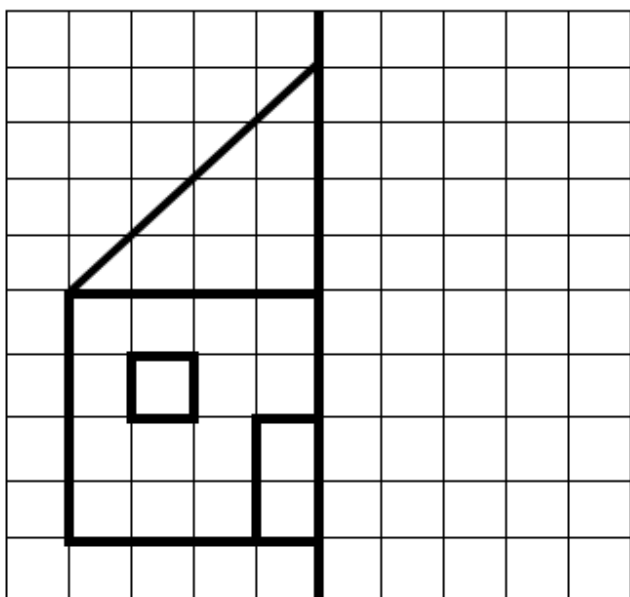
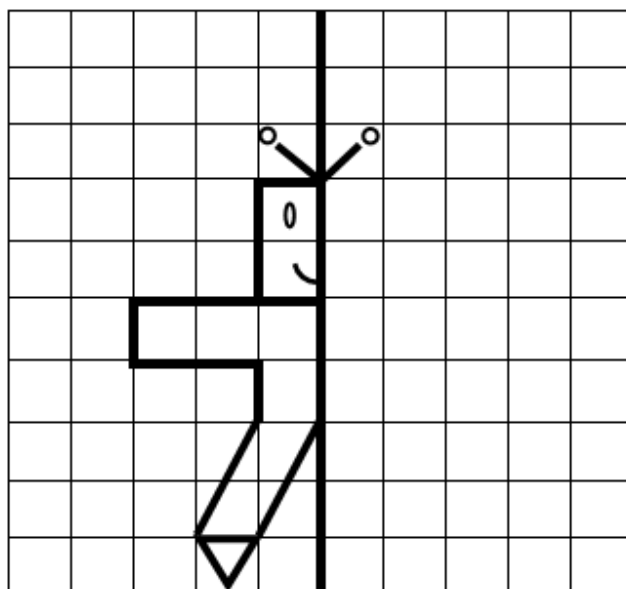
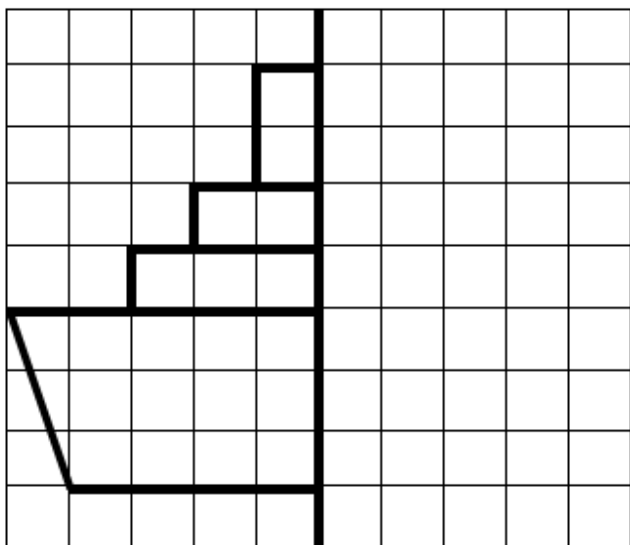


Priloga 10: Nekaj primerov pomanjšanih modelov (ugotavljanje simetrije)



Priloga 11: Simetrija

KAJ BO NASTALO?
SESTAVI SIMETRIČNE OBLIKE. ČE ŽELIŠ, SIMETRIČNO POBARVAJ.



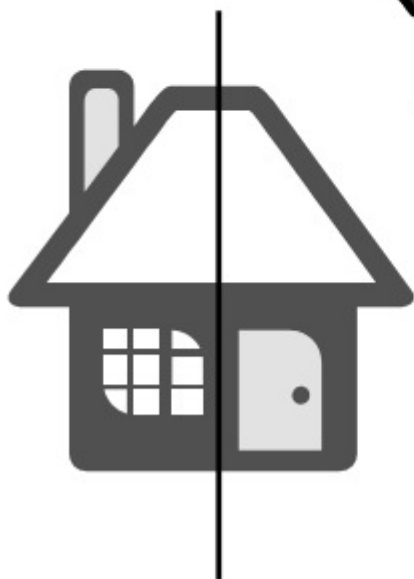
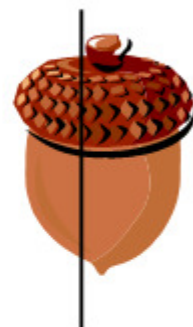
NEKATERE ČRKE SO SIMETRIČNE. POIŠČI JIH IN DOLOČI
SIMETRALO.



SIMETRALA

ALI JE ČRTA, KI JE NARISANA ČEZ PREDMETE, NJIHOVA SIMETRALA?

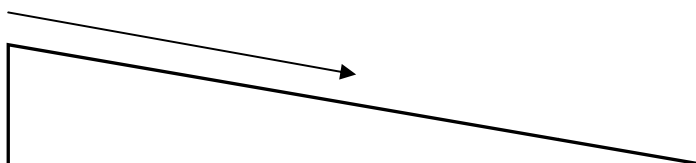
NARIŠI ✓, ČE JE, ALI //, ČE NI.




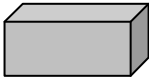



MOJE IME: _____

1. PREIZKUSI, KAKO SE KOTALIJO RAZLIČNA TELESA.

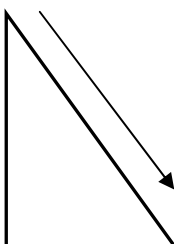
◆ POLOŽEN KLANEC




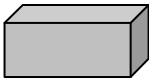



KAKO SE KOTALIJO?

	KOCKA 	KVADER 	VALJ 	KROGLA 	STOŽEC 
GLADKO					
NE GLADKO					

◆ STRM KLANEC



KAKO SE KOTALIJO?

	KOCKA 	KVADER 	VALJ 	KROGLA 	STOŽEC 
GLADKO					
NE GLADKO					



2. KATERO TELO SE NAJLAŽJE KOTALI? _____

ZAKAJ? _____

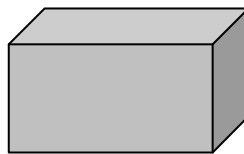
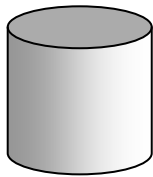


3. KATERO TELO SE KOTALI NAJTEŽJE? _____

ZAKAJ? _____



4. OGLEJ SI IN OTIPAJ VALJ IN KVADER. V ČEM SE RAZLIKUJETA?
ALI IMATA KAJ SKUPNEGA?





5. EKSPERIMENTALNA SKUPINA:

ZAIGRAJ IGRICO SlikoKviz NA RAČUNALNIKU (IGRA TELESA).
ALI TI JE USPELO ZMAGATI? OBKROŽI.

DA NE


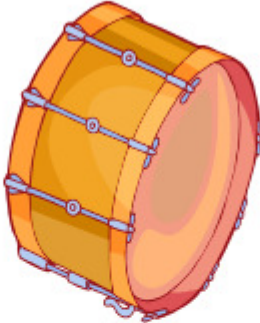

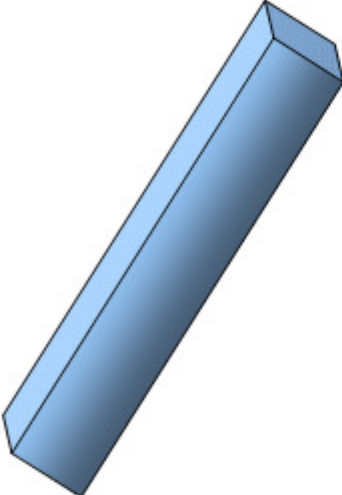





5. KONTROLNA SKUPINA:

POIŠČI SOŠOLCA ZA IGRO PREPOZNAJ TELO.
ALI TI JE USPELO DOBITI VSE KARTE? OBKROŽI.

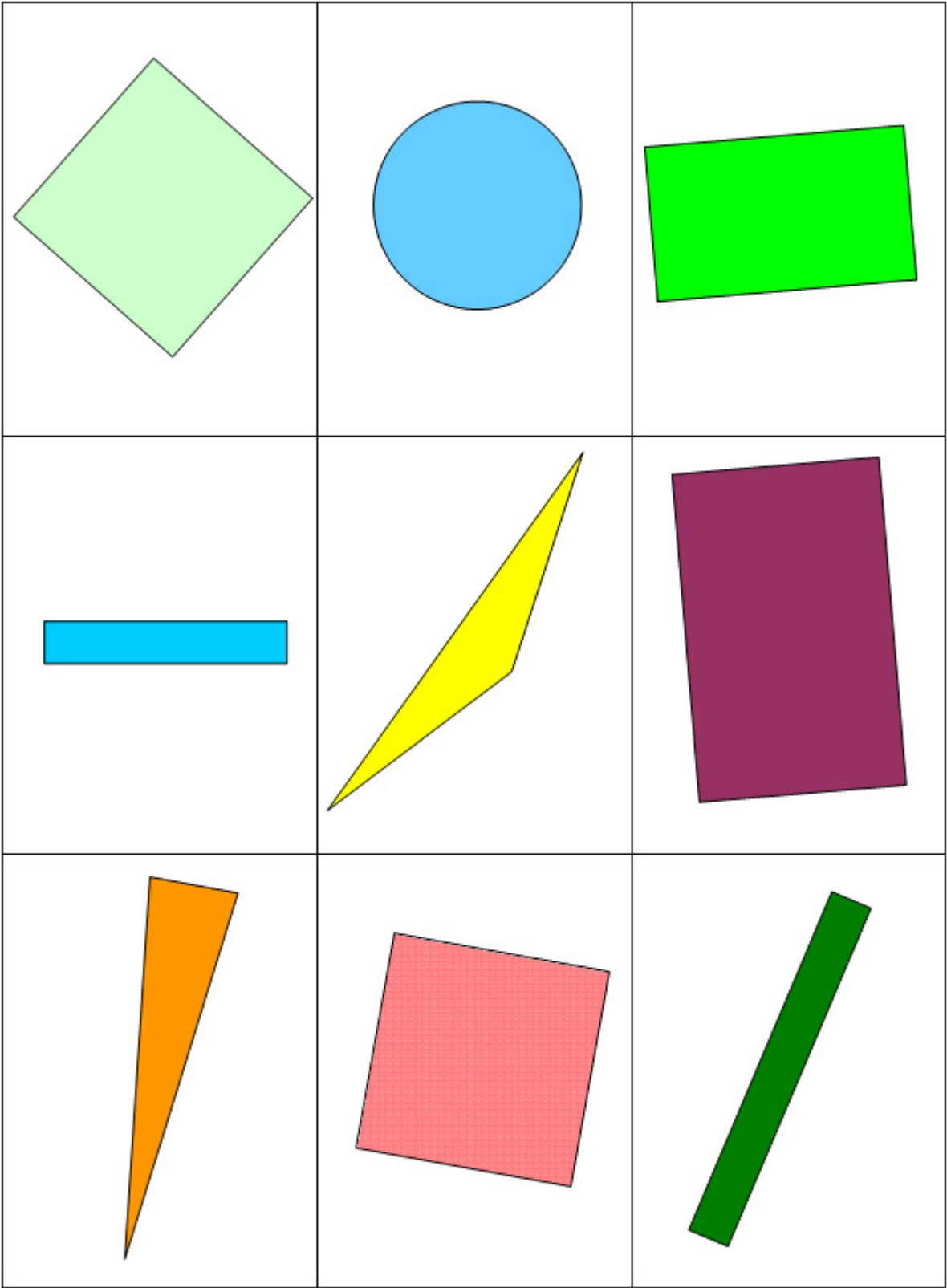
DA NE



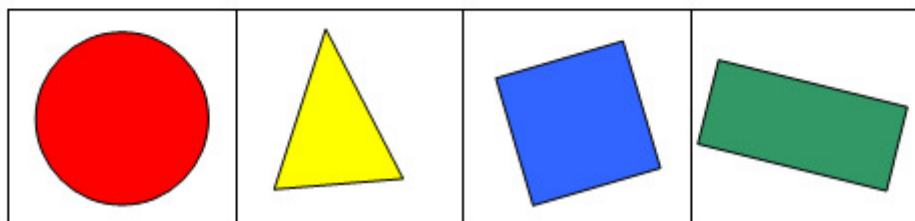
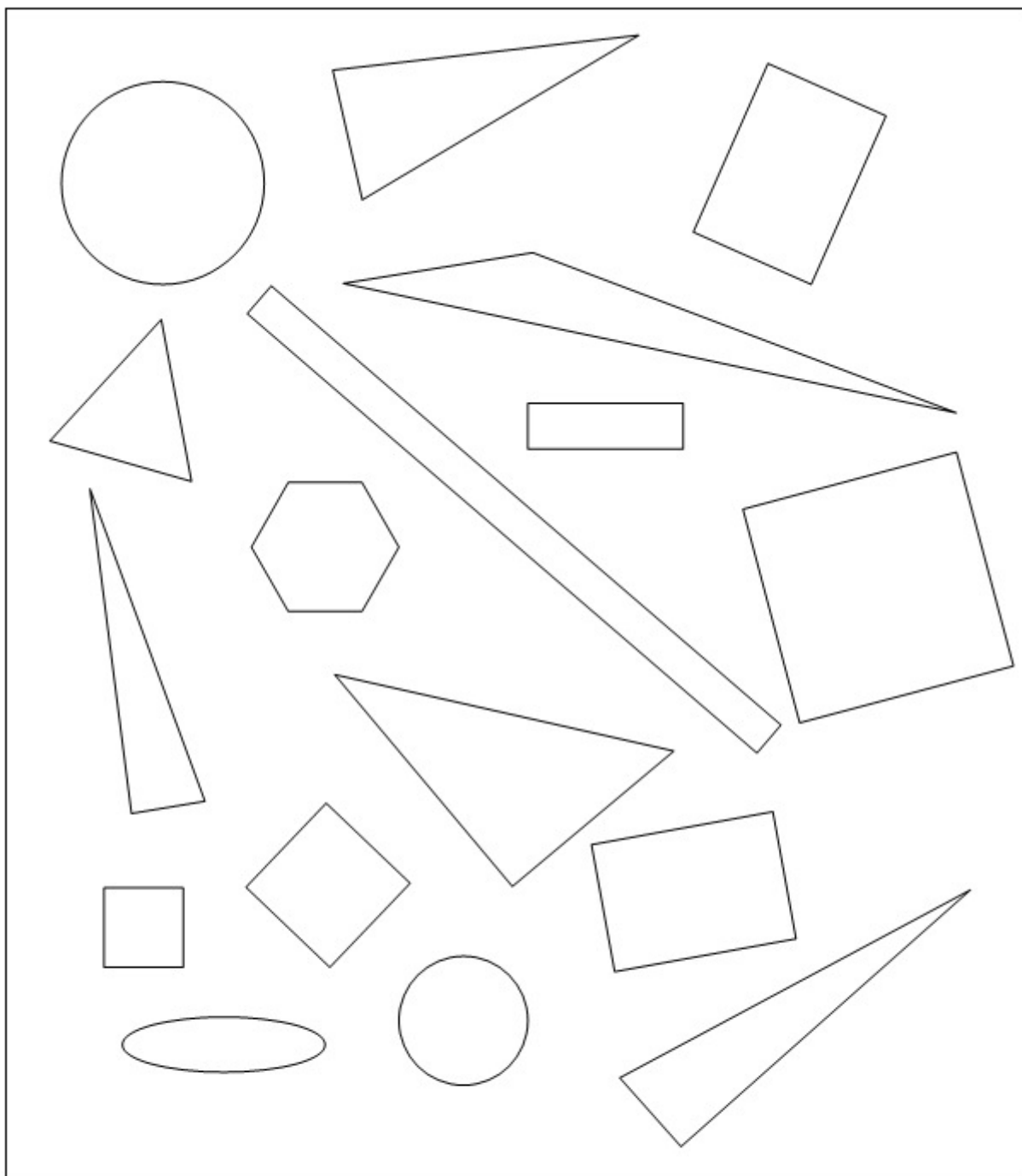
Priloga 13: Kartice s slikami teles

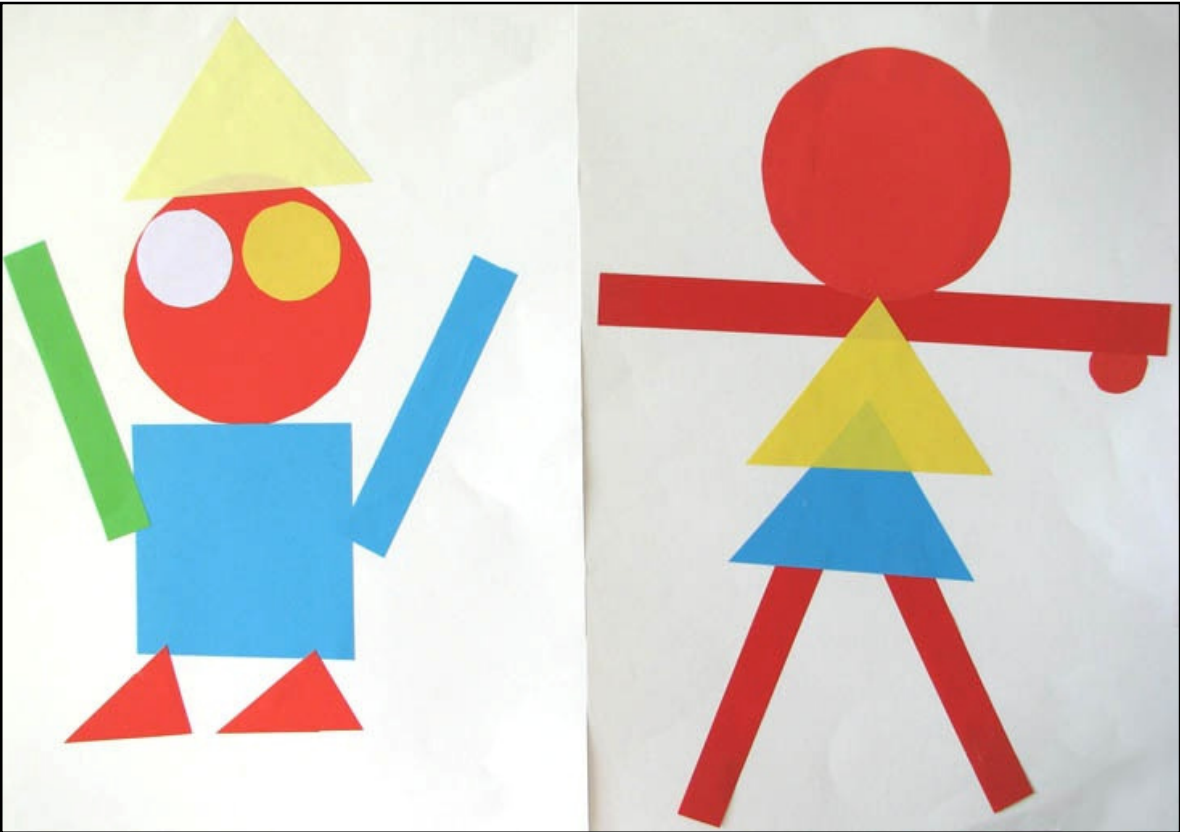
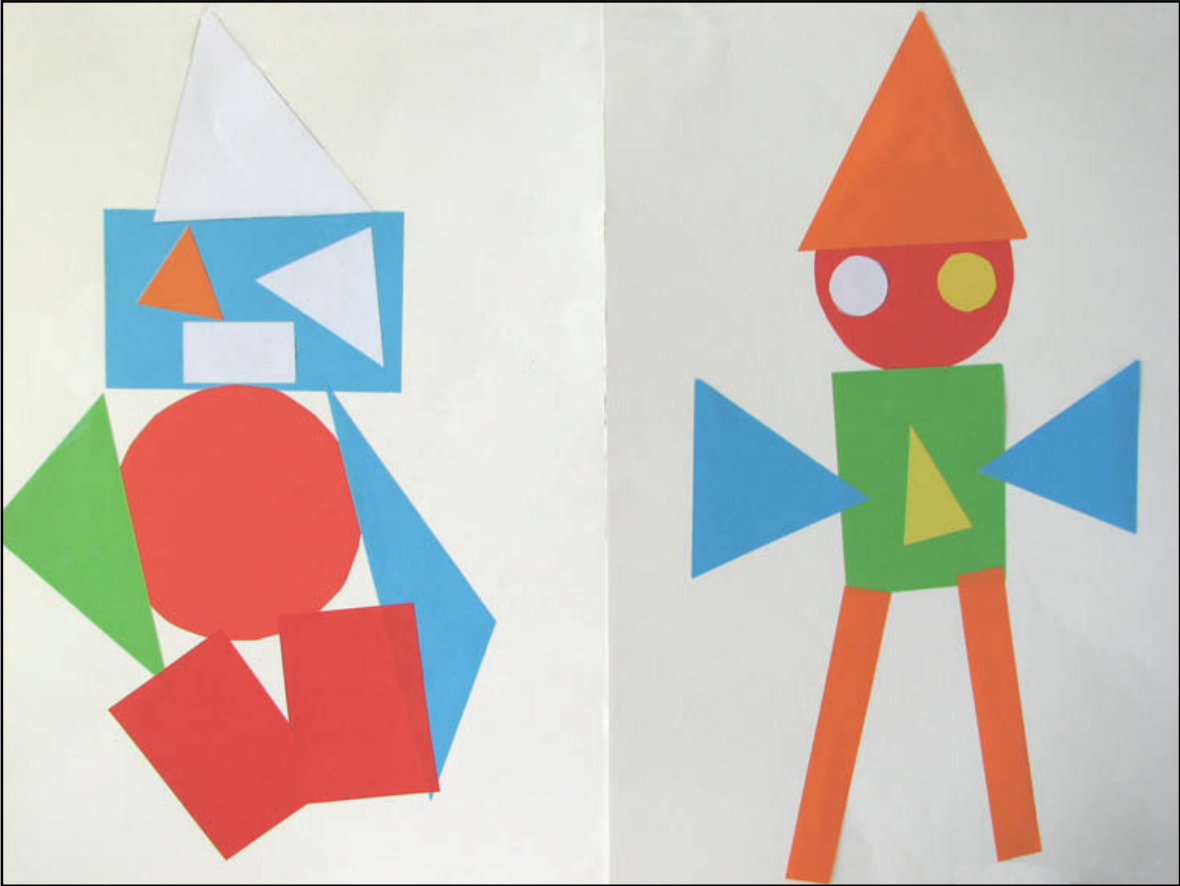
Priloga 15: Kartice z liki



Priloga 16: Barvanje likov



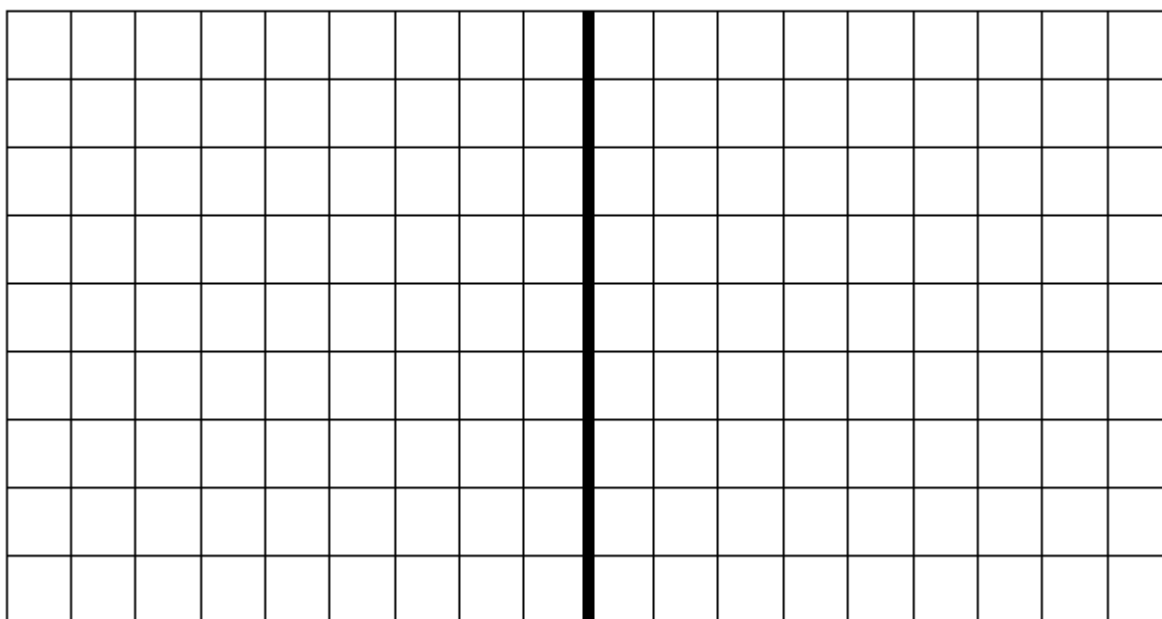
Priloga 17: Fotografije nastalih možicev (izbor)



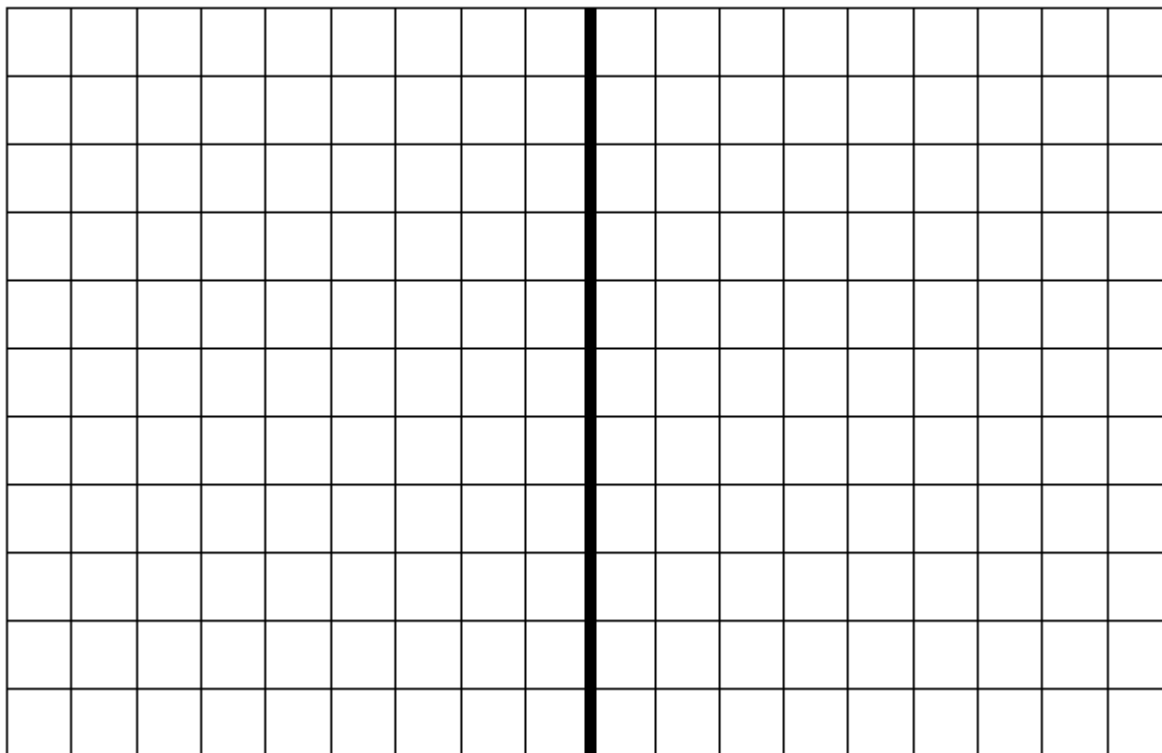


DOPOLNIMO MREŽO

POBARVAJ KVADRATKE.



NARIŠI SIMETRIČNO OBLIKO.

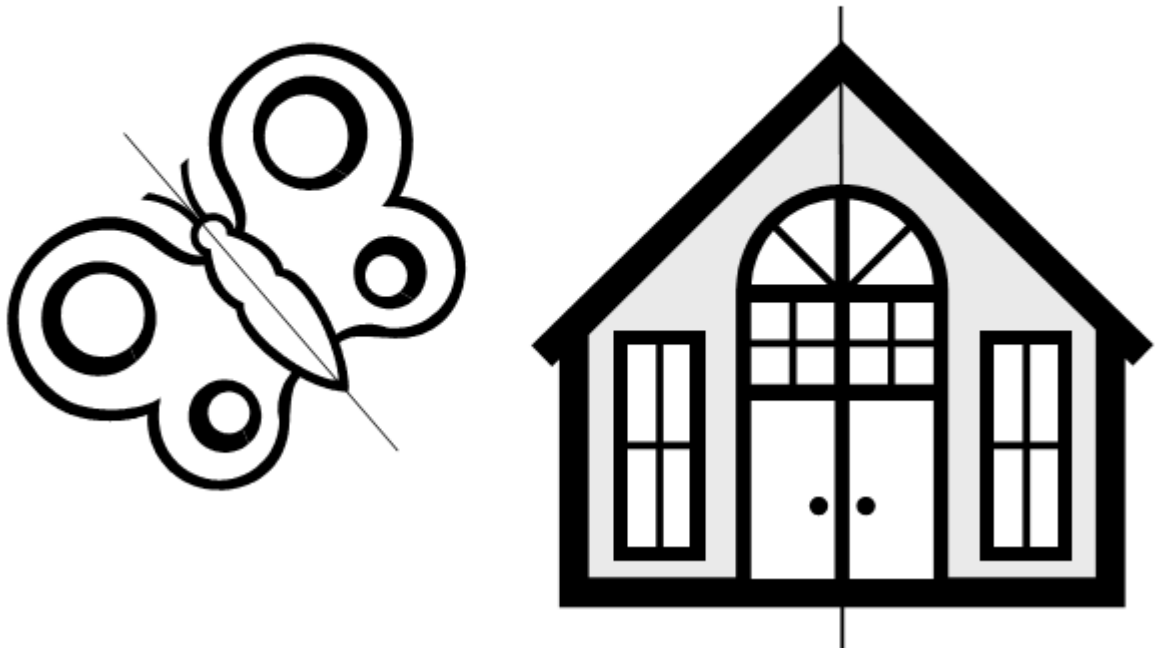


Priloga 19: Simetrija


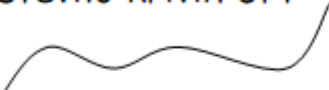
SPODNJIM PREDMETOM NARIŠI SIMETRALO (SIMETRALE).



POBARVAJ RISBI TAKO, DA BOSTA BARVNO SIMETRIČNI.


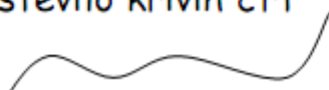


1.

število ravnih črt	število krivih črt	število presečišč
		×A
2	1	2


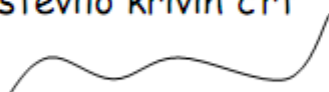


2.

število ravnih črt	število krivih črt	število presečišč
		×A
2	3	5


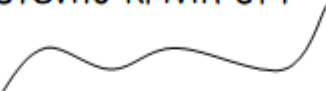


3.

število ravnih črt	število krivih črt	število presečišč
		×A
3	2	7



4.

število ravnih črt	število krivih črt	število presečišč
		$\times A$
3	1	7



5.

število ravnih črt	število krivih sklenjenih črt	število presečišč
		$\times A$
3	4	8



6.

število ravnih sklenjenih črt	število krivih črt	število presečišč
		$\times A$
3	2	6



Priloga 21: Začetni preizkus znanja (slikovno okrnjena verzija s komentarjem)

Ime in priimek:		Razred:		Datum:	
Datum rojstva:		Čas testiranja:			
Ali imaš doma računalnik?	DA	NE			
Ali ga uporabljaš?	DA	NE			
Katere dejavnosti najpogosteje izvajaš na njem?					

1. Pripravim nekaj predmetov (knjiga, medvedek, svinčnik, žogica, lizika); učencu dajem navodila, kako naj predmete postavi.

Navodilo: "Postavi predmete na mizo po mojih navodilih."

navodilo	ŠMT*	ŠDT*
▶ na sredino mize postavi knjigo	1	
▶ na knjigo postavi medveda	1	
▶ desno od knjige postavi svinčnik	1	
▶ levo od knjige postavi žogico	1	
▶ za knjigo postavi liziko	1	

ŠMT = število možnih točk

ŠDT = število doseženih točk

2. Zgoraj omenjene predmete postavim drugače (knjigo na mizo, medveda za knjigo, žogico desno od knjige, svinčnik levo od knjige ter liziko na knjigo). Učenec naj pove, kje se nahajajo predmeti glede na knjigo (začnem stavek, učenec ga konča).

Navodilo: "Sedaj so predmeti postavljeni drugače. Pomagaj mi opisati, kje ležijo glede na knjigo."

položaj	ŠMT	ŠDT
▶ Medved je _____.	1	
▶ Žogica je _____.	1	
▶ Svinčnik je _____.	1	
▶ Lizika je _____.	1	
▶ Miza je _____.	1	

3. Učencu ponudim 22 teles.

Navodilo: "Razvrsti telesa glede na to, ali se kotalijo ali se ne kotalijo. V eno škatlo daj tiste, ki se kotalijo, in v drugo tiste, ki se ne. Če nisi prepričan, lahko poskusiš."

lastnost	številke teles, ki jih je izbral učenec	ŠMT	ŠDT
▶ se kotali		11	
▶ se ne kotali		11	

4. Ladja mora po ozkih kanalih pripluti do otoka z gusarskim zakladom, vendar se mora izogniti morskim psom, ki so jih gusarji postavili na pot (priloga 1 – **zemljevid**). Najprej si sam oglej pot, nato pa boš kot kapitan vodil mene. Usmerjaš me tako, da mi govoriš, kam naj grem: levo, desno, gor ali dol.
(vsaka napaka – 1 T)

ŠMT	ŠDT
5	

5. Imam 5 škatel, v vsako dam velik lesen model telesa.

Navodilo: "Poimenuj vse modele teles v škatlah. Lahko jih primeš v roko."

model	poimenovanje učenca	ŠMT	ŠDT
valj		1	
kocka		1	
stožec		1	
kvader		1	
krogla		1	

6. Učencu ponudim 22 različnih geometrijskih teles. Učenec jih mora prepoznati in jih postaviti k ustreznemu modelu v škatlo. V zbirno tabelo zapišem številko, s katero je označeno uvrščeno telo, točkujem kasneje (za vsako pravilno razvrščeno telo 1T, za vsako napačno razvrščeno telo – 1T).

Navodilo: "V vrečki so telesa. Vsakega posebej si oglej in ga postavi v škatlo k modelu podobne oblike. Če ne spada nikamor, ga pusti na mizi."

model	uvrščena telesa (številke)	ŠMT	ŠDT
valj		6	
kocka		3	
stožec		3	
kvader		5	
krogla		2	
nič od tega		3	

7. Poimenuj na listu narisane like (priloga: list z liki).

lik	poimenovanje učenca	ŠMT	ŠDT
trikotnik		1	
kvadrat		1	
krog		1	
pravokotnik		1	

8. Pobarvaj like z ustrezno barvo (skupaj prebereva legendo).

Glej sliko 8.

lik	ŠMT	ŠDT
trikotnik	5	
kvadrat	4	
krog	3	
pravokotnik	4	

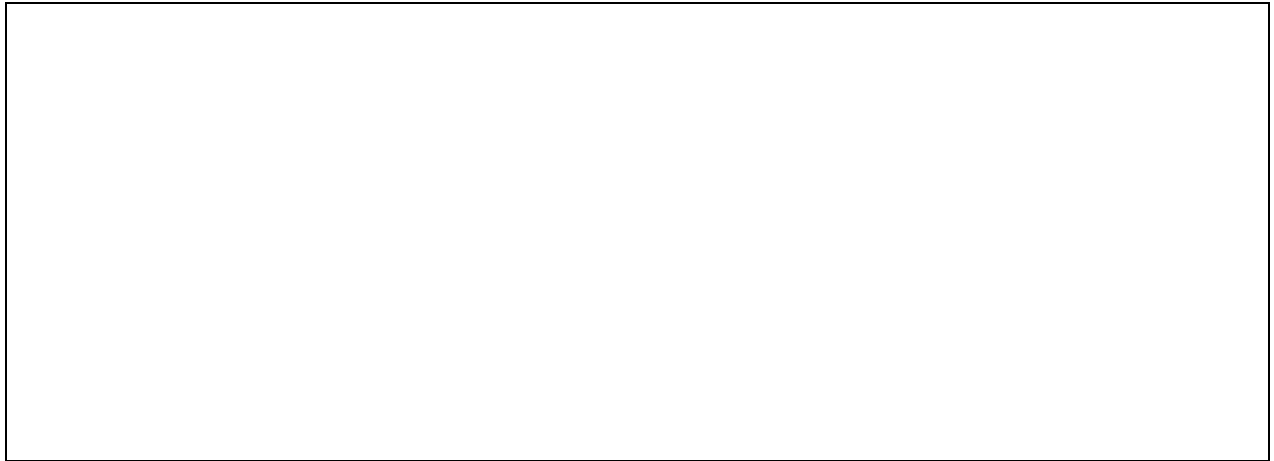
9. Vesoljček Kaj te kliče po telefonu in te vpraša, kaj delaš. Poveš mu, da se igraš s kvadrom (učencu ga dam v roko). Vesoljček te vpraša, kaj je to kvader. Ali mu ga lahko čim bolj opišeš?

Opis:

10. Vesoljčku Kaju poskusi opisati še trikotnik. Nariši si ga na list, da bo lažje.

Opis:

11. Nariši dve krivi in dve ravni črti. Ko jih narišeš, jih še enkrat glasno poimenuj. Kjer je potrebno, uporabi ravnilo.



lastnost črte	ŠMT	ŠDT
▶ ravna	2	
▶ kriva	2	

12. Ravne črte prevleci z modro barvo, krive z rdečo barvo. Kjer je potrebno, uporabi ravnilo.

Glej sliko 10.

▶ ravna	5	
▶ kriva	6	

Priloga 22: Končni preizkus znanja (slikovno okrnjena verzija s komentarjem)

Ime in priimek:

Razred:

Datum:

1. Pripravim nekaj predmetov (knjiga, medvedek, svinčnik, žogica, lizika, škatla, škarje); učencu dajem navodila, kako naj predmete postavi.

Navodilo: "Postavi predmete na mizo po mojih navodilih."

navodilo	ŠMT*	ŠDT*
▶ na sredino mize postavi škatlo	1	
▶ v škatlo postavi žogico	1	
▶ na škatlo postavi knjigo	1	
▶ desno od škatle postavi medvedka	1	
▶ levo od škatle postavi liziko	1	
▶ za škatlo postavi svinčnik	1	
▶ pred škatlo postavi škarje	1	

ŠMT = število možnih točk

ŠDT = število doseženih točk

2. Zgoraj omenjene predmete postavim drugače (na sredino mize postavim škatlo, v škatlo dam liziko, na škatlo dam medvedka, za škatlo dam škarje, pred škatlo dam svinčnik, desno od škatle dam knjigo, levo od škatle pa žogico). Učenec naj pove, kje se nahajajo predmeti glede na škatlo (začnem stavek, učenec ga konča):

Navodilo: "Sedaj so predmeti postavljeni drugače. Pomagaj mi opisati, kje ležijo glede na škatlo."

položaj	ŠMT	ŠDT
▶ Medved je _____ .	1	
▶ Žogica je _____ .	1	
▶ Svinčnik je _____ .	1	
▶ Lizika je _____ .	1	
▶ Knjiga je _____ .	1	
▶ Škarje so _____ .	1	
▶ Miza je _____ .	1	

3. Učencu ponudim 23 teles. Razvrstijo jih glede na kotaljenje, vendar ne smejo poizkušati (telo lahko primejo v roke, ne smejo preizkusiti kotaljenja).

Navodilo: "Razvrsti telesa glede na to, ali se gladko kotalijo ali se ne kotalijo gladko. V eno škatlo daj tiste, ki se kotalijo gladko, in v drugo tiste, ki se ne."

lastnost	številke teles, ki jih je izbral učenec	ŠMT	ŠDT
▶ se kotali		11	
▶ se ne kotali		12	

Komentar:

4. Zajček želi priti do sladoleda. Hodi lahko le po poti, kjer ni ovir (pik). Najprej si sam ogledaj pot, nato pa bom jaz zajček in me boš vodil/a do sladoleda. Usmerjaš me tako, da govoriš levo, desno, gor ali dol.
(vsaka napaka - 1 T)

Glej prilogo 1.

ŠMT	ŠDT
5	

5. Imam 6 škatel, v vsako dam velik lesen model telesa.

Navodilo: "Poimenuj vse modele teles v škatlah. Lahko jih primeš v roko."

model	poimenovanje učenca (zapišem)	ŠMT	ŠDT
valj		1	
kocka		1	
stožec		1	
kvader		1	
krogla		1	
piramida		1	

6. Učencu ponudim 23 različnih geometrijskih teles. Učenec jih mora prepoznati in jih postaviti k ustreznemu modelu v škatlo. V zbirno tabelo zapišem številko, s katero je označeno uvrščeno telo, točkujem kasneje (za vsako pravilno razvrščeno telo 1T).

Navodilo: "V vrečki so telesa. Vsakega posebej si ogledaj in ga postavi v škatlo k modelu podobne oblike. Če ne spada nikamor, ga pusti na mizi."

model	uvrščena telesa (številke)	ŠMT	ŠDT
valj		6	
kocka		2	
stožec		3	
kvader		6	
krogla		2	
nič od tega		4	

7. Poimenuj na listu narisane like (priloga: list z liki).

lik	poimenovanje učenca (zapišem)	ŠMT	ŠDT
trikotnik		1	
kvadrat		1	
krog		1	
pravokotnik		1	

8. Tvoj prijatelj gre drugo leto v 2. razred. Zelo ga zanima matematika, še posebej pa telesa in liki. V prvem razredu se še niso učili natančno opisovati teles in likov. Ali mu lahko čim boljše opišeš kvader? Poskusi z besedami, ki si jih spoznal letos.

Opis:

9. Prijatelju opiši še trikotnik. Lahko ga narišeš na list papirja.

Opis:

10. Pobarvaj like z ustrežno barvo (skupaj prebereva legendo).

Glej sliko 8.

lik	ŠMT	ŠDT
trikotnik	5	
kvadrat	4	
krog	3	
pravokotnik	4	

11. Pobarvaj like z ustrežno barvo (skupaj prebereva legendo).

Glej sliko 9.

	ŠMT	ŠDT
število pravilno pobarvanih likov	21	

12. V spodnjo tabelo (komentar: v preizkusu je bilo več prostora) nariši štiri različne črte. Kjer je potrebno, uporabi ravnilo.

ravna sklenjena črta	kriva sklenjena črta

ravna nesklenjena črta	kriva nesklenjena črta

lastnost črte	ŠMT	ŠDT
▶ ravna sklenjena	1	
▶ ravna nesklenjena	1	
▶ kriva sklenjena	1	
▶ kriva nesklenjena	1	

13. Ravne črte prevleci z modro barvo, krive z rdečo barvo. Kjer je potrebno, uporabi ravnilo.

Glej sliko 10.

lastnost črte	ŠMT	ŠDT
▶ ravna	5	
▶ kriva	6	

14. Na zgornji sliki (slika 10) označi presečišča črt. Uporabi križec in veliko tiskano črko.

število presečišč	ŠMT	ŠDT
▶ 10	10	

15. Nariši 3 črte tako, da dobiš 4 presečišča (komentar: na preizkusu je bilo več prostora). Označi jih s križcem in veliko tiskano črko.

	ŠMT	ŠDT
▶ črte	3	
▶ presečišča	4	

16. Dopolni sliko tako, da nastane simetrična oblika. Uporabi ravnilo.

Glej sliko 12.

	ŠMT	ŠDT
število pravih črt	6	

17. Obkroži simetrične oblike.

Glej sliko 13.

18. Kaj lahko poveš o točkah A, B in C?

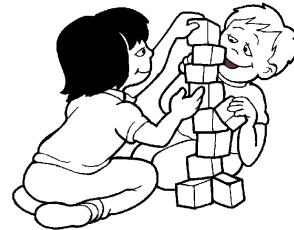
Dodatno vprašanje: Katera točka se ti zdi največja? Zakaj?

oblike	ŠMT	ŠDT
▶ simetrične	4	
▶ nesimetrične	4	

Glej sliko 14.

19. Kako najraje spoznaš telesa, like in črte?

a. tako, da se igram z njimi (slamice, škatlice ...)



b. tako, da rešujem naloge na listu in jih rišem



c. na računalniku (slikar, igrice)



7.1 Seznam prilog

Priloga 1: Orientacija	153
Priloga 2: Telesa	155
Priloga 3: Poimenovanje likov	155
Priloga 4: Kartice z navodili za postavitve predmetov	156
Priloga 5: Mreža s skritim zakladom (orientacija)	158
Priloga 6: Navodila za postavljanje predmetov	159
Priloga 7: Lastnosti teles	160
Priloga 8: Primeri sestavljanj iz teles in razpredelnica za izpolnjevanje	162
Priloga 9: Predlogi za aplikacijo Slikar	164
Priloga 10: Nekaj primerov pomanjšanih modelov (ugotavljanje simetrije)	165
Priloga 11: Simetrija	166
Priloga 12: Učni list za raziskovanje lastnosti teles	169
Priloga 13: Kartice s slikami teles	171
Priloga 14: Tabela za dejavnost <i>Najin možic</i>	172
Priloga 15: Kartice z liki	173
Priloga 16: Barvanje likov	174
Priloga 17: Fotografije nastalih možicev (izbor)	175
Priloga 18: Mreža za simetrično risanje	176
Priloga 19: Simetrija	177
Priloga 20: Črte	178
Priloga 21: Začetni preizkus znanja (slikovno okrnjena verzija s komentarjem)	180
Priloga 22: Končni preizkus znanja (slikovno okrnjena verzija s komentarjem)	184

7.2 Seznam tabel

Tabela 1: Cilji pouka geometrije v 1. triletju osnovne šole	18
Tabela 2: Struktura vzorca po spolu	48
Tabela 3: Struktura vzorca po starosti	49
Tabela 4: Struktura vzorca po uporabi računalnika	50
Tabela 5: Vključene računalniške didaktične igre in dejavnosti	62
Tabela 6: Primer naloge z učnega lista	73
Tabela 7: Opisni prikaz napak, ki so jih učenci delali pri posameznih nalogah	119
Tabela 8: Kodiranje opisov geometrijskih likov in teles	125
Tabela 9: Prikaz učenčevih opisov kvadra na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju znanja	126
Tabela 10: Prikaz učenčevih opisov trikotnika na začetnem (prvem) in končnem (drugem) preverjanju znanja	127
Tabela 11: Prikaz odzivov učencev na vprašanje, kaj lahko povedo o točkah in kakšne se jim zdijo	133

Tabela 12: Prikaz odzivov učencev na vprašanje, ali se točke med seboj razlikujejo	133
Tabela 13: Ali je začetno stanje odvisno od uporabe računalnika doma?	135
Tabela 14: Ali je začetno stanje odvisno od spola?	136
Tabela 15: Ali je začetno stanje odvisno od starosti?	137
Tabela 16: Ali je začetno stanje odvisno od razreda?	137
Tabela 17: Prikaz razlik v znanju geometrije med razredoma	138
Tabela 18: Prikaz razlik na geometrijskih področjih med razredoma	139
Tabela 19: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 5 in 7	140
Tabela 20: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 10 in 11	140
Tabela 21: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 12 in 13	141
Tabela 22: Prikaz razlik med razredoma pri nalogah 14 in 15	141

7.3 Seznam slik

Slika 1: Piagetov preizkus <i>Tri gore</i>	5
Slika 2: Primer topološke enakosti	7
Slika 3: Van Hielova teorija geometrijskega znanja	10
Slika 4: Tipični načini predstavljanja geometrijskih oblik	21
Slika 5: Netipični načini predstavljanja geometrijskih oblik	21
Slika 6: Urjenje v okviru programskega paketa Miškin potep	34
Slika 7: Grafični prikaz strukture vzorca po starosti	49
Slika 8: Osnovni geometrijski liki različnih leg in dimenzij	56
Slika 9: Dvodimenzionalne oblike različnih leg in dimenzij	56
Slika 10: Krive in ravne črte na začetnem preizkusu	57
Slika 11: Krive in ravne črte na končnem preizkusu	57
Slika 12: Simetrično dopolnjevanje slike	58
Slika 13: Simetrične in nesimetrične oblike	58
Slika 14: Presečišča	59
Slika 15: Postavitev predmetov v programu Miška praznuje – umetnik	64
Slika 16: Labirint iz programa Miškina mala šola	65
Slika 17: Sestavljanje v programu Telesa	66
Slika 18: Prva stopnja igre <i>Določi pogled (Point out the view)</i>	67
Slika 19: Primer figure v programu Tangram	69
Slika 20: Primer prepoznavanja lika v SlikoKvizu	70
Slika 21: Primer iskanja simetričnega dela slike	71
Slika 22: Primer simetričnega dopolnjevanja slike	72
Slika 23: Telesa "netipičnih" dimenzij (kvader in valja)	122
Slika 24: Trikotnika "netipične" lege in dimenzije	123
Slika 25: Ravne črte na začetnem in končnem preizkusu	124
Slika 26: Krive črte na začetnem in končnem preizkusu	124