

OSNOVNA ŠOLA ORMOŽ
Znanje | Varnost | Odgovornost | Ustvarjalnost

PROSTORSKE PREDSTAVLJIVOSTI UČENCEV NA OSNOVNI ŠOLI ORMOŽ

PODROČJE: Matematika in likovna umetnost

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorici:

Nuša Cigler, 9. a

Taja Husel, 9. a

Mentorici:

Janja Rudolf, prof.

Renata Pučko, prof.

Ormož, 2016

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjava najinima mentoricama Janji Rudolf in Renati Pučko, ki sta si vzeli čas in nama pomagali, da sva uspešno dokončali raziskovalno nalogo. Navdušili sta naju za raziskovanje, s katerim sva pridobili nova znanja na področju raziskovanja in hkrati poglobili prostorsko predstavljalivosti v likovni umetnosti in v geometriji. Zahvalili bi se radi tudi najinim staršem za potrpežljivost in podporo, ko sva imeli težave.

Zahvaljujeva se tudi ravnateljici Osnovne šole Ormož, Majdi Podplatnik Kurpes, ki nama je dovolila izvesti raziskavo med vsemi učenci naše šole.

Zahvalili bi se še učiteljici Slavici Šajnović za lektoriranje raziskovalne naloge in učiteljici Mirjani Meško za prevod povzetka.

Iskrena hvala za vso pomoč in vzpodbudo.

KAZALO

1	UVOD	5
2	HIPOTEZE IN METODE DELA.....	7
2.1	Hipoteze	7
2.2	Metode dela	7
2.2.1	Preučevanje literature.....	7
2.2.2	Analiza izdelkov	7
2.2.3	Didaktični eksperiment	7
3	TEORETIČNI DEL	8
3.1	Kaj je prostor?	8
3.2	Razvoj otrokovega dožemanja prostora	8
3.3	Prostorska inteligenca	9
3.4	Likovni prostor.....	9
3.4.1	Prostorski ključni	9
3.5	Prostor v geometriji.....	13
3.5.1	Zgodovina geometrije	13
3.5.2	Osnovni geometrijski pojmi.....	14
3.5.3	Risanje teles.....	14
3.5.4	Časovnica spoznavanja prostora v geometriji pri pouku matematike	15
4	REZULTATI	16
4.1	Analiza izdelkov po razredih.....	16
4.1.1	1. razred.....	17
4.1.2	2. razred.....	19
4.1.3	3. razred.....	21
4.1.4	4. razred.....	23
4.1.5	5. razred.....	25
4.1.6	6. razred.....	27
4.1.7	7. razred.....	29
4.1.8	8. razred.....	31
4.1.9	9. razred.....	33
4.2	Učinek didaktičnega eksperimenta	35
4.2.1	Analiza izdelkov učencev 4. razreda po didaktičnem eksperimentu	35
4.2.2	Primerjava izdelkov	36
5	DISKUSIJA	37
6	ZAKLJUČEK	39
7	LITERATURA	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Nizanje figur v vertikali	10
Slika 2: Zmanjševanje	10
Slika 3: Prekrivanje	11
Slika 4: Linearna perspektiva.....	11
Slika 5: Intenzivnost obrisov	12
Slika 6: Svetloba in senca	12
Slika 7: Evklid.....	13
Slika 8: Kos iz Evklidovih Elementov.....	13
Slika 9: Risanje sobe dveh učencev 4. razreda	16
Slika 10: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 1. razreda.....	17
Slika 11: Prvi primer risbe učenca 1. razreda	18
Slika 12: Drugi primer risbe učenca 1. razreda.....	18
Slika 13: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 2. razreda.....	19
Slika 14: Prvi primer risbe učenca 2. razreda	20
Slika 15: Drugi primer risbe učenca 2. razreda.....	20
Slika 16: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 3. razreda.....	21
Slika 17: Prvi primer risbe učenca 3. razreda	22
Slika 18: Drugi primer risbe učenca 3. razreda.....	22
Slika 19: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 4. razreda.....	23
Slika 20: Prvi primer risbe učenca 4. razreda	24
Slika 21: Drugi primer risbe učenca 4. razreda.....	24
Slika 22: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 5. razreda.....	25
Slika 23: Prvi primer risbe učenca 5. razreda	26
Slika 24: Drugi primer risbe učenca 5. razreda.....	26
Slika 25: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 6. razreda.....	27
Slika 26: Prvi primer risbe učenca 6. razreda	28
Slika 27: Drugi primer risbe učenca 6. razreda.....	28
Slika 28: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 7. razreda.....	29
Slika 29: Prvi primer risbe učenca 7. razreda	30
Slika 30: Drugi primer risbe učenca 7. razreda.....	30
Slika 31: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 8. razreda.....	31
Slika 32: Prvi primer risbe učenca 8. razreda	32
Slika 33: Drugi primer risbe učenca 8. razreda.....	32
Slika 34: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 9. razreda.....	33
Slika 35: Prvi primer risbe učenca 9. razreda	34
Slika 36: Drugi primer risbe učenca 9. razreda.....	34
Slika 37: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 4. razreda po didaktičnem eksperimentu	35
Slika 38: Primer risbe učenca 4. razreda po didaktičnem eksperimentu	36

POVZETEK

Prostor je vse, kar nas obkroža. Smo del njega, lahko ga opazujemo, spreminjamo in na koncu tudi upodobimo. Kako ga dojemamo, je odvisno od razvojnega obdobja, v katerem smo. V posameznem razvojnem obdobju se med otroki pojavljajo velike razlike zaradi miselnega razvoja, socialnega okolja, motoričnih spretnosti in razlik med spoloma.

V raziskovalni nalogi sva primerjali upodobitev elementov v prostoru pri likovni umetnosti in upodobitev elementov v prostoru pri matematiki. Za likovni prostor je značilno, da ga zaznavamo s pomočjo čutov, med katerimi je najpomembnejši vid. Ker je del likovnega ustvarjanja vezan na ploskev, ki ima dve dimenziji, se tretja dimenzija ustvari kot iluzija. Iluzijo prostora v likovni umetnosti ponazorimo z uporabo prostorskih ključev. Pri upodabljanju elementov v prostoru pri geometriji pa se poslužujemo poševne projekcije in uporabe pravil za risanje v poševni projekciji.

V empiričnem delu raziskovalne naloge sva raziskali prostorske predstave učencev na Osnovni šoli Ormož. S pomočjo analize izdelkov učencev v vseh razredih sva opredelili obstoječe prikazovanje prostora na ploskvi glede na spol, starost, oceno pri matematiki, uporabo poševne projekcije pri likovnih izdelkih ter predznanje, kaj so prostorski ključji.

Kot pomembnejši rezultat sva ugotovili, da je najpogosteje uporabljeni prostorski ključ nizanje v vertikalo. Zanimivo je tudi, da učenci, ki imajo pri matematiki v povprečju višje ocene, uporabljajo več prostorskih ključev, prav tako pa ti učenci tudi pogosteje na risbah uporabijo poševno projekcijo, ki jo poznajo iz matematike. Kot zadnje sva ugotovili, da je uporaba prostorskih ključev odvisna tudi od predznanja.

Ključne besede: prostor, likovni prostor, prostorski ključji, prostor v geometriji, poševna projekcija

ABSTRACT

Space is everything that surrounds us. We are a part of it; we can observe it, monitor it and at the end portray it. How we perceive it depends on the development phase we are in. There are differences among children that are in the same development phase due to cognitive development, social environment, motor skills and gender differences.

In the research assignment we compared the portrayal of elements in space during Arts and the portrayal of elements in space during Maths. It is characteristic that we perceive art space with senses, sight being the most important one. A part of artistic creativity is also connected with plot, which has two dimensions; the third dimension is formed as an illusion. The illusion of space is portrayed with the use of spatial keys. For portraying elements in space in geometry we use oblique projection and rules for drawing in oblique projection.

In the empirical part of the research assignment we researched spatial representations of students in Primary school Ormož. Through the analysis of students' work of students in all classes, we identified the existing display of space on the plot according to gender, age and grade at Maths, using oblique projection in art work and pre-knowledge on spatial keys.

The most important result was, that the most frequently used spatial key is drawing vertically.

It is also interesting that the students who have in average higher grades at Math, used more spatial keys. These students also used oblique projections in their drawings more frequently, which they know from Math classes. Finally, we found that the use of spatial keys also depends on pre-knowledge.

Key words: space, art space, spatial keys, space in geometry, oblique projection

1 UVOD

Vsak dan, vsak naš trenutek je vezan na nek prostor. Z besedo prostor pogosto razumemo nek zaprt prostor in ne razmišljamo, da je prostor pravzaprav vse, kar nas obdaja. Spoznavamo ga od trenutka, ko prvič odpremo oči. Spoznavamo ga preko naših čutil, zaznavamo pa ga v treh dimenzijah.

Za raziskovalno nalogo sva se odločili, ker naju je razvoj likovnega in matematičnega dojetanja prostora vedno zanimal. Ker se ena izmed naju zanima za matematiko in ena za likovno umetnost, se nama je raziskovalna naloga zdela popoln način, da najine interese združiva in to temo podrobneje raziščeva. Že v nižjih razredih sva začeli spoznavati matematične prostorske pojme kot so kocka, kvader in krogla. Spomniva se, da je učiteljica v šolo prinesla razna geometrijska telesa iz vsakdanjega življenja, npr. žogo, škatlo od čevljev in podobno. Skupaj smo nato spoznavali razlike med krogom in kroglo. V naslednjih razredih je pojem geometrijski prostor postal bolj zahteven in morava priznati, da si je včasih težko predstavljati razna telesa in preračunavati razne podatke. Geometrijske naloge zahtevajo namreč ogromno prostorskih predstavljalivosti.

V lanskem šolskem letu pa smo o skrivnosti prostora spregovorili tudi pri likovni umetnosti. V spominu nama je ostalo, kako je učiteljica razložila upodabljanje trirazsežnostnega prostora na dvodimenzionalni ploskvi, torej risalnem listu. Uporabila je vsakdanji problem, kako učenci na risalni list narišemo krog in potem rečemo, da smo narisali žogo. Tako smo spoznali prve skrivnosti, kako s pomočjo prostorskih ključev prikazati iluzijo prostora. Pri matematiki pa smo tekom let znanje o prostoru v geometriji zelo poglobili in dobivali vedno nova in nova znanja. Takoj sva opazili, da je matematična predstava drugačna od likovne, saj je bilo pri načrtovanju najpomembnejše opazovanje vzporednosti, pravokotnosti ter ohranjanje razdalj skoraj povsod.

Zaradi najinih interesov si je bilo tudi lažje razdeliti delo, potem pa ga združiti v celoto. Kot devetošolki naju je zanimalo, kdaj sva začeli prostor dojemati, in če je tisto, kar smo se o prostoru naučili pri matematiki, vplivalo na to, kako smo ustvarjali pri likovni vzgoji. Ker se dojetanje in razumevanje prostora najbolj očitno kaže v likovnih izdelkih, se nama je zdelo, da je to najboljši način, kako raziskati razvoj prostorskih predstavljalivosti na naši šoli. Skupaj z mentoricama sva tako prišli na idejo, da bi za najbolj pregleden razvoj prostorskih predstavljalivosti bilo smiselno, da risbe narišejo vsi učenci naše šole. Za motiv sva izbrali temo Moja soba, ker so tako učenci že v osnovi usmerjeni v risanje prostora. Da bi raziskali povezanost znanja iz matematike in upodabljanje prostora na ploskvi ter razlike med spoloma, sva vključili tudi ta dva podatka.

2 HIPOTEZE IN METODE DELA

2.1 Hipoteze

V najini raziskavi sva najprej določili širše zastavljena raziskovalna vprašanja:

1. *Kateri prostorski ključ učenci pri risanju prostora najpogosteje uporabljajo?*
2. *Kateri prostorski ključ je prevladujoč v posamezni starostni stopnji?*
3. *Kdaj učenci prenehajo z risanjem prostora tako, da ga vežejo na spodnji rob risalnega lista?*
4. *Ali več kot polovica učencev devetega razreda uporablja pri risanju linearno perspektivo?*
5. *Ali imajo učenci, ki imajo višjo povprečno oceno pri matematiki, bolj razvite tudi prostorske predstave, ki se kažejo v pestrosti izbire prostorskih ključev?*
6. *Ali učenci nižjih razredov, ki še niso spoznali načinov risanja prostora na ploskvi, rišejo prostor drugače, potem ko te načine spoznajo?*
7. *Ali obstaja povezava med risanjem prostora na ploskvi in znanjem matematike?*

Zgornja raziskovalna vprašanja so nama služila kot podlaga, na kateri sva postavili sledeče hipoteze:

H1: Več kot polovica učencev, do vključno 3. razreda, riše prostor, vezan na spodnji rob risalnega lista.

H2: Najpogosteje uporabljeni prostorski ključ pri risanju bo nizanje v vertikalno.

H3: Učenci z višjo oceno iz matematike pri risanju uporabljajo več prostorskih ključev.

H4: Učenci, ki pri risanju uporabljajo poševno projekcijo, imajo pri matematiki v povprečju višje ocene.

H5: Vsaj polovica učencev devetega razreda pri risanju prostora uporablja linearno perspektivo.

H6: Ko učenci četrtega razreda spoznajo prostorske ključne, jih pri risanju večinoma uporabljajo.

2.2 Metode dela

2.2.1 Preučevanje literature

Preučevanje literature sva pričeli s pripravo likovne naloge za učence naše šole. Ko sva bili prepričani, kaj pričakujemo od risb učencev, sva pričeli zbirati podatke o temi, ki sva si jo izbrali za raziskavo. Tako sva se lotili raziskovanja po knjižnem materialu in spletnih dokumentih. Najin izbor citirane literature predstavlja osredotočen zapis, vezan izključno na tematiko najine raziskovalne naloge.

2.2.2 Analiza izdelkov

Da bi pridobili izdelke učencev naše šole, sva se odpravili v vse oddelke. Mentorica nama je v enem izmed oddelkov demonstrirala, kako učencem podati navodila in na katere stvari jih morava posebej opozoriti. Ko so bile risbe narisane, sva jih pregledali in analizirali glede na uporabo prostorskih ključev za upodobitev motiva. Analizo sva naredili za vsak razred posebej, nato pa sva posamezne ugotovitve povzeli v skupno ugotovitev.

2.2.3 Didaktični eksperiment

Potem ko so vsi oddelki zaključili z risanjem sobe, sva se ponovo odpravili v 4. razred. Učencem sva predstavili prostorske ključne in načine njihove uporabe v praktičnih izdelkih. Ko so učenci spoznali načine risanja prostora na ploskvi, sva jim ponovno podali enaka navodila kot prvič. Učenci so ponovno narisali svojo sobo. Končane izdelke sva ponovno analizirali in naredili primerjavo.

3 TEORETIČNI DEL

3.1 Kaj je prostor?

Prostor je vse, kar nas obkroža. Zavzemajo ali omejujejo ga vse stvari, ki jih najdemo na našem planetu. Slednji zavzema svoj del prostora v vesolju. Prostor nas obdaja in se širi v vse smeri. Vanj lahko vstopamo, iz njega izstopamo ali prehajamo iz enega v drug prostor. Hkrati pa se vedno nahajamo v nekem prostoru. Lahko bi rekli, da je prostor prav posebna nesnovna, omejena ali neomejena razsežnost obstajanja. (Simonič, 2013)

3.2 Razvoj otrokovega dojemanja prostora

Razvoj in razumevanje prostora pri otrocih je preučeval Piaget. Prostorsko inteligenco je opredelil kot neločljiv del splošnega logičnega razvoja. V zgodnjem otroštvu se pojavi senzomotorično razumevanje prostora, pri katerem je bistveno dojemanje premikanja predmetov in sposobnost najti pravo pot med dvema različnima mestoma. Na koncu senzomotorične stopnje so mladi sposobni tvoriti miselne predstave, ki so po Piagetovem mnenju povezane z zgodnjimi izkušnjami (Gardner, 1995)

Piaget razdeli otrokovo predstavo prostora v 4 faze:

- Zaznavnogibalna stopnja

S prostorskimi razmerji in razumevanjem le-teh se otrok sreča že zelo zgodaj. Najprej s pogledom sledi potem oseb, predmetov, nato se po prostoru giblje, plazi in caplja ter tako išče poti z ene na drugo stran prostora. Ko otrok shodi, se je sposoben orientirati v svojem okolju ter usklajevati svoje gibe ob prihajanju in odhajanju. S pomočjo reverzibilnosti v akciji se nauči, kako se vrniti na točko odhoda, kasneje pa tudi, kako priti na točko odhoda po različnih obvozi. Teh sprememb je fizično zmožen, ni pa si jih zmožen predstavljati (Labinowicz, 2010).

- Predoperacionalna stopnja

Predšolski otrok začne natančneje določati prostorske odnose. Njegova orientacija v prostoru se začne na podlagi raziskovanja prostorskih odnosov lastnega telesa. Na začetku loči desno in levo roko, nato druge parne dele telesa in šele nato predmete v prostoru. Tej stopnji sledi predoperativna stopnja mišljenja, kjer otroci uporabljajo zunanje predmete oziroma prostorska znamenja kot pomembne oporne točke za orientacijo v prostoru (Marjanovič Umek, 2009).

Štiri do pet let stari otroci znajo sami prehoditi pot od doma do vrtca in nazaj. Šest let stari otroci imajo z razvrstitvijo predmetov še zmeraj težave, vendar je njihov rezultat še bolj podoben originalu (Labinowicz, 2010).

Temeljno razumevanje prostorskih razmerij predšolski otroci razvijajo s polnjenjem in praznjenjem posodic ter rezanjem in lepljenjem. Naštete dejavnosti izpolnjujejo njihovo željo po združevanju in ločevanju. Prav tako se s tem, ko rešujejo prostorske probleme, začnejo zavedati prostorskih razmerij v svoji bližnji okolici.

- Stopnja konkretnih operacij

Ob vstopu v šolo se pojavijo konkretne operacije, ki predstavljajo pomembno prelomnico v otrokovem duševnem razvoju. Otrok na prostorskem področju postane bolj dejaven s predmeti in predstavami. S pomočjo reverzibilnih miselnih operacij na osnovi konkretne situacije si je otrok sposoben predstavljati premet tako, kot ga vidi nekdo z drugega zornega kota (Gardner, 1995). Pri risanju imajo težave z nenatančnostjo razdalj med predmeti, usklajevanjem razdalj in velikostjo predmetov (četudi otrok riše v merilu, ostanejo velikosti predmetov nespremenjene, predmete pa

nariše bliže skupaj) ter upoštevanjem več odnosov hkrati (če mora narisati novo risbo glede na spremembo reliefa, bo ta risba nenatančna) (Labinowicz, 2010).

- Stopnja formalnih informacij

Mladostnik je že sposoben narisati preprost načrt v merilu, ki je abstraktna predstava realnosti. Simboli, ki jih uporablja pri risanju, so zelo malo podobni pravim predmetom, s kakšnega drugega reliefa je tudi sposoben razbrati njihov pomen. Šele v fazi formalnih miselnih operacij mladostniki razumejo pojem abstraktnih prostorov in pravila, ki obvladujejo prostor (Labinowicz, 2010).

3.3 Prostorska inteligenca

Prostorsko inteligenco uvrščamo med sedem osnovnih faktorjev razuma. Razdeljena je na tri dele: na zmožnost prepoznavanja istega predmeta, če ga gledamo z različnih kotov, na zmožnost predstavljanja gibanja ali notranjih premikov med deli konfiguracije ter na zmožnost razmišljanja o prostorskih odnosih, pri katerih je težava gledalčeva telesna pozicija. Zadnji omenjeni zmožnosti sta abstraktni in značilni predvsem za likovno umetnost. Za prostorsko inteligenco je izrednega pomena sposobnost pravilnega zaznavanja vidnega sveta, pretvarjanje ali spreminjanje začetnih zaznav, poustvarjanje vidikov svojih vidnih zaznav kljub odsotnosti ustreznih telesnih dražljajev. Temelj prostorske inteligenca je zaznati lik ali predmet. To sposobnost lahko preverjamo z zahtevo, da posameznik lik ali predmet preriše. Težave na prostorskem področju lahko zaznamo prav z napakami pri prerišovanju (Gardner, 1995).

3.4 Likovni prostor

Tretja dimenzija, ki jo upodobimo, je samo navidezna, neresnična, zato takemu prostoru pravimo likovni prostor. Gre za prikaz vidnega (vizualnega) prostora. Beseda vizualen je latinskega izvora ('visus' pomeni vid). Likovni prostor zaznavamo s pomočjo čutov, med katerimi je najpomembnejši vid.

Prostor na ploskvi in tudi predmete v njem lahko prikazujemo na več načinov. Take načine upodobitve prostora imenujemo prostorski ključi. Omogočajo nam videti globino prostora. Za te načine obstajajo določena pravila upodabljanja prostora. Pri risanju in slikanju jih uporabljajo tudi umetniki.

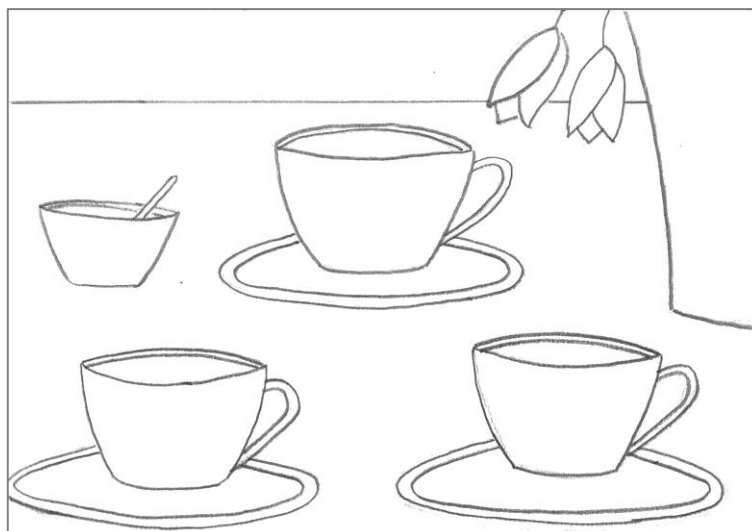
3.4.1 Prostorski ključi

Gre za prikaz navideznega prostora. Prostor na ploskvi in tudi predmete v njem lahko pri risanju in slikanju prikazujemo na več načinov. Te načine upodobitve prostora imenujemo prostorski ključi (Tacol, Frelih, Muhovič, Zupančič).

- **Nizanje figur v vertikali**

Prenos globine v dve dimenziji lahko dosežemo z nizanjem figur, likov, oblik (elementov) navzgor, kadar začnemo risati na spodnjem robu risarske podlage, in navzdol, kadar začnemo risati na zgornjem robu. Narisani predmeti ob spodnjem robu risalnega lista so v prvem planu, tisti na sredi lista so v drugem planu in ob zgornjem robu v tretjem planu.

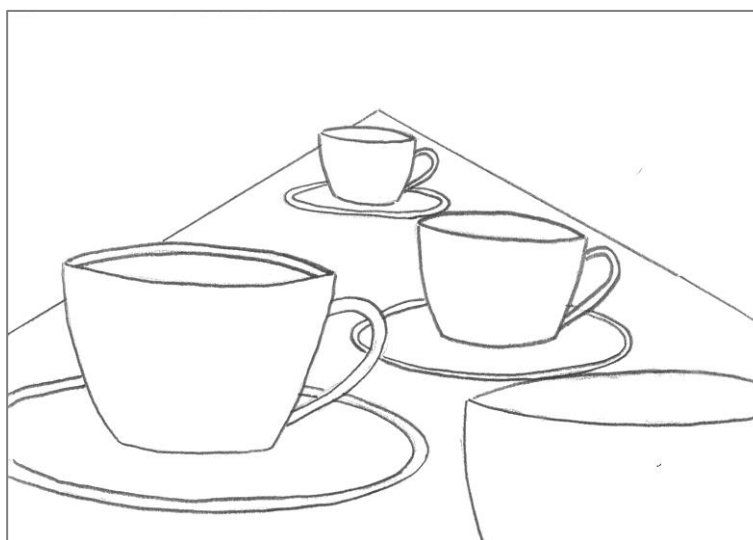
Namesto v globino (v prostor) se elementi pomikajo navpično. Elementi na spodnji strani risbe se nam kažejo kot bližnji, čim bolj pa so pomaknjeni navzgor, tem bolj so od nas oddaljeni (Tacol, Frelih, Muhovič, Zupančič).



Slika 1: Nizanje figur v vertikali (Vir:Taja Husel)

- **Zmanjševanje**

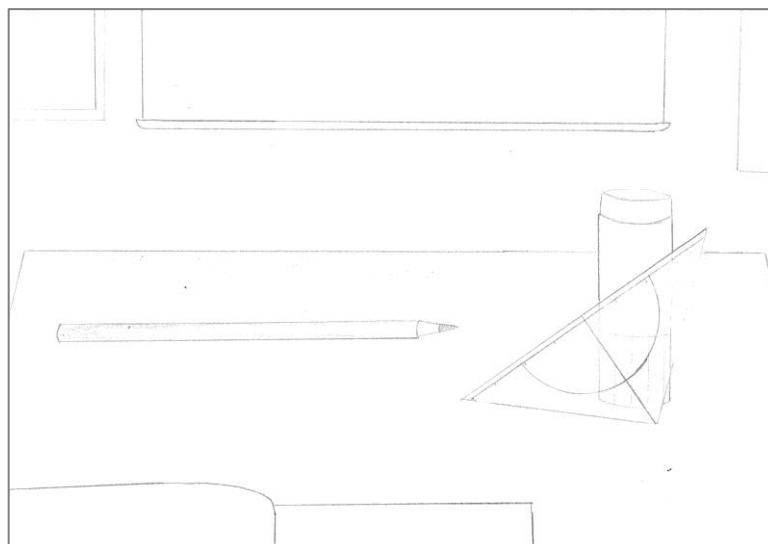
Iluzijo prostora lahko dosežemo tudi, če se narisani predmeti in figure (elementi) v ravninah razlikujejo po velikosti. V prvi, spodnji ravnini, so uporabljene večje figure in predmeti, a čim više jih nizamo, tem manjše rišemo. Poskušamo upoštevati čutno izkušnjo, ki pravi, da se predmeti, ki se od nas oddaljujejo, navidezno zmanjšujejo (Tacol, Frelih, Muhovič, Zupančič).



Slika 2: Zmanjševanje (Vir:Taja Husel)

- **Prekrivanje**

Navidezni prostor lahko prikažemo tudi z delnim prekrivanjem predmetov ali figur. Prva oblika deloma zakrije drugo, druga deloma tretjo, tretja četrto itn. Prekrivanje figur in predmetov ustvarja zaporedno sosledje figur ali predmetov v navidezno globino prostora (Tacol, Frelih, Muhovič, Zupančič).

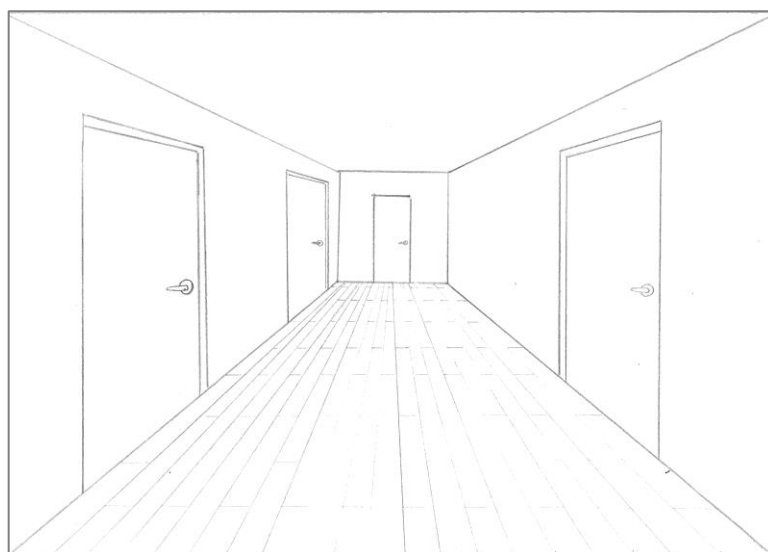


Slika 3: Prekrivanje (Vir:Taja Husel)

- **Linearna perspektiva**

Prostor lahko prikažemo tudi z geometrijsko ali črtno (linearno) perspektivo. Značilnost takšne upodobitve predmetov v prostoru je v tem, da so predmeti v prostoru gledani iz ene točke, prikazani pa sta čelna (prva stran) in ena bočna stran predmeta, medtem ko je druga bočna stran nujno skrita pogledu. Vodoravne vzporednice, ki v prostoru vodijo v globino, se približujejo druga drugi in se na horizontu sekajo v očišču.

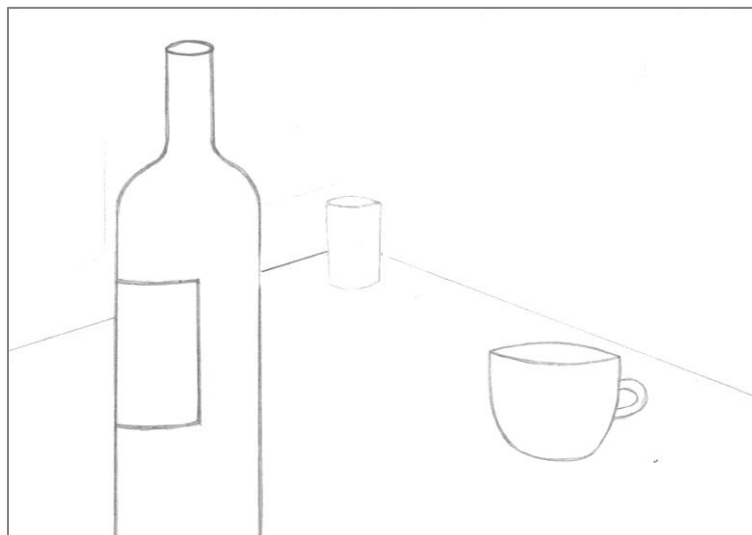
Velikost predmetov, ki so nanizani drug za drugim, se navidezno enakomerno zmanjšuje v globino. Vidimo jih, kot da bi bili ujeti med dve liniji, ki se sekata v točki na horizontu. Enakomerno pa se manjša tudi razdalja med temi predmeti. Smer teka (kot) teh linij se menja glede na spremembo našega gledišča (očesa). Bočna stran se glede na zorni kot bolj ali manj odkriva ali zakriva. Pri risanju predmetov in prostora v črtni (linearni) perspektivi moramo upoštevati, da so višine predmetov na risbi vedno navpične, tudi tiste, ki so od nas bolj ali zelo oddaljene, vse dolžine in širine (vodoravnice ali horizontale) pa spreminjajo smer, tečejo druga proti drugi in se sekajo v eni točki (Tacol, Frelih, Muhovič, Zupančič).



Slika 4: Linearna perspektiva (Vir:Taja Husel)

- **Intenzivnost obrisov**

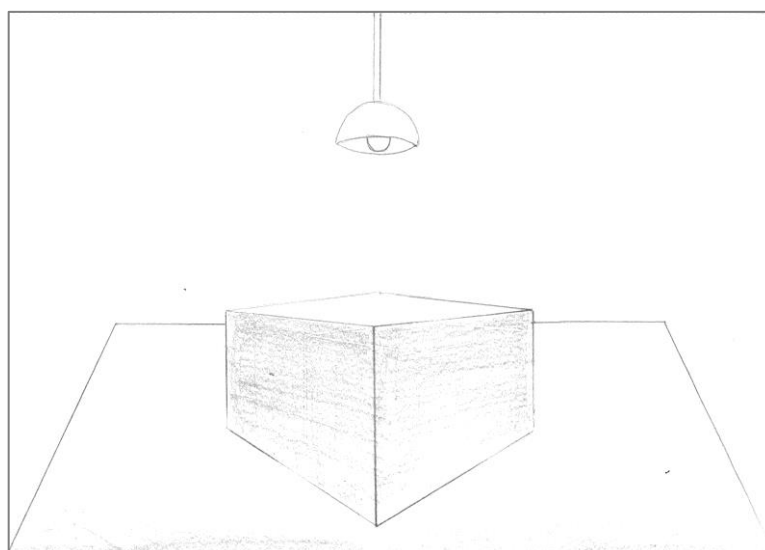
Globino prostora lahko prikažemo tudi s spreminjanjem intenzivnosti linij obrisov predmetov, ki so nastale zaradi oddaljenosti oblik. Oblike predmetov, figur, hiš, dreves, ki so blizu nas, so jasno vidne, ostrejše, v daljavi pa obrisi bledijo, postanejo nejasni, mehki, včasih celo izginejo (Tacol, Freljih, Muhovič, Zupančič).



Slika 5: Intenzivnost obrisov (Vir:Taja Husel)

- **Svetloba in senca**

Globino prostora lahko prikažemo s pomočjo svetlobe in sence, ki jo upodobimo na predmetih v prostoru. Pri risbi ju upodobimo z bolj ali manj gostim nizanjem linij ali točk. Takšnemu načinu pravimo grafična modelacija (oblikovanje). Predmeti so osvetljeni z naravno ali umetno svetlobo, ki je lahko šibka ali zelo močna. Nekateri deli predmeta so lahko osvetljeni, drugi v senci. Svetloba in senca povzročita, da predmete navidezno vidimo tridimenzionalne. Zmeraj pa predmetov ne modeliramo zato, ker so tako osvetljeni v naravi, temveč iz svojega "prostorskega interesa," da bi prikazali tretjo dimenzijo. To pa je včasih odvisno tudi od našega čustvenega razpoloženja (Tacol, Freljih, Muhovič, Zupančič).



Slika 6: Svetloba in senca (Vir:Taja Husel)

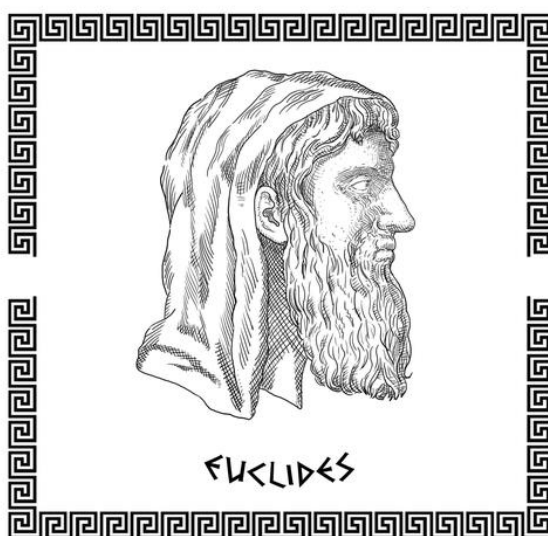
3.5 Prostor v geometriji

3.5.1 Zgodovina geometrije

Geometrija je veja matematike, ki jo je človek razvil z namenom lažjega razumevanja oblik, velikosti, lege in drugih lastnosti objektov v prostoru. Z geometrijo so v zgodovini povezana številna imena: Arhimed, Apolonij, Pitagora, Descartes, Euler, Gauss, Steiner, Kimberling, največji prispevek h geometriji pa je v prvem obdobju njenega razvoja prispeval Evklid.

Evklid je grški matematik, rojen približno 365 pr. n. št, umrl je leta 275 pr. n. št v Aleksandriji. Ukvarjal se je z geometrijo in s teorijo števil. Napisal je knjigo *Elementi*, v kateri je povzel tedanje znanje o geometriji. V knjigi je tudi znani Pitagorov izrek. Knjiga je bila učbenik za geometrijo skoraj 2000 let. Še danes se v srednji šoli učimo njegovo posodobljeno geometrijo v ravnini.

(http://eucbeniki.sio.si/admin/documents/learning_unit/223/Osnove_geometrije_v_ravnini_1402909620/)



Slika 7: Evklid

(<http://www.matematiki.si/evklid/>)



Slika 8: Kos iz Evklidovih Elementov

(http://eucbeniki.sio.si/admin/documents/learning_unit/223/Osnove_geometrije_v_ravnini_1402909620/)

Poleg modela geometrije, za katero je temelje postavil Evklid in jo zato imenujemo evklidska geometrija, lahko izdelamo modele geometrije, kjer se vzporednice sekajo v neskončnosti, kjer je

vsota notranjih kotov v trikotniku različna od 180 stopinj, kjer lahko k dani premici skozi točko, ki ne leži na njej, potegnemo neskončno mnogo vzporednic ipd.

Idejo za pravokotni koordinatni sistem, ki ga imenujemo tudi kartezični koordinatni sistem, je dobil Rene Descartes (1596-1650). Svoje ideje je predstavil v knjigi Geometrija. S tem je postavil osnove analitične geometrije.

(http://eucbeniki.sio.si/admin/documents/learning_unit/223/Osnove_geometrije_v_ravnini_1402909620/)

3.5.2 Osnovni geometrijski pojmi

Pri razlagi prostora v geometriji ne moremo mimo osnovnih geometrijskih elementov, ki jih nujno potrebujemo, da se lahko sploh lotimo poglobljenega razumevanja prostora. Še preden pa razložimo tri dimenzije, se bomo najprej lotili razlage dveh dimenzij, šele nato načrtovanja elementov.

Osnovni pojmi geometrije so točka, premica in ravnina. Skozi eno točko poteka neskončno mnogo premic, skozi dve različni točki pa natanko ena premica. Točke, ki ležijo na isti premici, so kolinearne točke.

Množica točk premice, ki ležijo med različnima točkama A in B, vključno s točkama A in B, se imenuje daljica AB. Točki A in B sta krajišči daljice AB. Množica točk premice, ki je na eno stran omejena z izhodiščem, na drugo pa neomejena, se imenuje poltrak. Premica, na kateri leži daljica oziroma poltrak, se imenuje nosilka daljice ali poltraka. Dve premici v ravnini se lahko sekata v natanko eni točki, lahko sta vzporedni (nimata skupnih točk) ali pa sovpadata (imata skupne vse točke).

Enostaven lik je množica točk v ravnini, ki jo omejuje sklenjena krivulja, ki ne seka same sebe. Množica točk v ravnini je konveksna, če z vsakima svojima točkama vsebuje tudi daljico, ki povezuje ti dve točki. Množica točk, ki ni konveksna, je konkavna ali nekonveksna.

Lik je del ravnine. Ima dve dimenziji (dvodimenzionalni objekt): širino in dolžino.

Telo je del prostora. Ima tri dimenzije (tridimenzionalni objekt): dolžino, širino in višino.

Telo je množica točk v prostoru, ki jo omejuje ploskev ali skupek ploskev. Osnovni pojmi telesa so oglišča, robovi in mejne ploskve. Prizma je telo, omejeno z dvema skladnima vzporednima večkotnikoma (osnovni ploskvi) in s plaščem. Prizma je n-strana, če jo omejujeta n-kotnika in plašč. Kvader je 4-strana prizma, katere plašč je pravokoten na osnovni ploskvi, ki sta pravokotnika. Kocka je 4-strana prizma, ki jo omejuje šest skladnih kvadratov. Piramida je telo, omejeno z večkotnikom (osnovna ploskev) in s plaščem. Piramida je n-strana, če jo omejujeta n-kotnik in plašč. Valj je telo, omejeno z dvema skladnima vzporednima krogoma (osnovni ploskvi) in s plaščem. Stožec je telo, omejeno s krogom (osnovna ploskev) in s plaščem. Krogla je telo, omejeno z eno samo krivo sklenjeno ploskvijo.

(<https://eucbeniki.sio.si/vega2/223/index8.html>)

3.5.3 Risanje teles

Pri tehniki in tehnologiji smo se srečali s pravokotno projekcijo. Velja za natančno, vendar ne da prostorske predstave. Sestavljena je namreč iz treh delov, narisa, tlorisa in stranskega risa. Pri matematiki pa smo spoznali poševno projekcijo, pri kateri vzporedni snop žarkov pada na projekcijsko ravnino pod nekim kotom.

Geometrijsko telo v poševni projekciji narišemo po korakih. Predstavili ga bova na primeru kvadra. Najprej narišemo osnovno ploskev telesa tako, da stranska robova osnovne ploskve narišemo pod danim kotom, ki je običajno 45° . Poševne daljice pa zmanjšamo za dani faktor, običajno za polovico. Skozi oglišča osnovne ploskve narišemo stranske robove in na njih odmerimo višino telesa. Nazadnje narišemo še zgornjo osnovno ploskev in izvlečemo vidne robove (po dogovoru jih rišemo s polno

črto) in nevidne robove (po dogovoru jih rišemo s črtkano črto). Pri pouku matematike si največkrat pomagamo s karirastim papirjem, ki nam olajša risanje teles.

Pomembne lastnosti risanja v poševni projekciji, za primer kvadra, so naslednje: svojo velikost ohranita dve ploskvi, sprednja in zadnja; svojo dolžino ohrani osem robov, to so štiri robovi dolžine in štiri robovi višine; v poševni projekciji so štiri robovi širine narisani krajše; vidnih je devet robov, nevidni so trije; vidne so tri ploskve (zgornja, sprednja in desna), druge tri so nevidne.

3.5.4 Časovnica spoznavanja prostora v geometriji pri pouku matematike

V prejšnjem poglavju sva zapisali vso teorijo o osnovah geometrije v prostoru, ki sva jo spoznali tekom devetih let pri matematiki. Zanimalo naju je še, kaj točno sva se naučili v posameznih razredih. Tako sva pregledali učni načrt, se posvetovali z učiteljico ter prišli do naslednjih zaključkov:

Otroci v prvem razredu prepoznajo, poimenujejo in opišejo osnovne geometrijske oblike v življenjskih situacijah, kot so predmeti v okolici ter prepoznajo, poimenujejo in opišejo modele v matematičnih okoliščinah.

V drugem in tretjem razredu to znanje okrepijo in ponavljajo.

V četrtem razredu otroci razlikujejo med kocko in kvadrom in ju znajo opisati. Poznajo tudi osnovne pojme kocke in kvadra, kot so mejna ploskev, rob in oglišče.

V petem razredu otroci razlikujejo med liki in telesi ter znajo opisati njihove lastnosti. Narišejo in izdelajo mrežo kocke in kvadra, sestavijo pa tudi model, ki ga znajo opisati.

V šestem razredu skicirajo poševno projekcijo kocke in kvadra. Pojem mreža telesa opredelijo in oblikujejo različne mreže. S pomočjo obrazcev za ploščino pravokotnika in kvadrata izračunajo površino kocke in kvadra.

V sedmem razredu na poznavanju teles ni posebnega poudarka.

V osmem razredu otroci poznajo osnovne pojme pri kocki in kvadru ter znajo izračunati prostornino in ploščino z računalom ali pa brez. Obrazec za površino in prostornino kocke in kvadra uporabljajo tudi za izračun neznanih količin. Naučijo se Pitagorovega izreka in ga uporabljajo pri reševanju nalog o kocki in kvadru.

V devetem razredu se otroci dotaknejo tudi drugih teles, kot so prizma, piramida, valj, stožec in krogla. Pri telesih poznajo osnovne pojme, znajo izdelati modele teles in narisati mrežo. Med seboj povežejo in uporabljajo pojme masa, gostota in prostornina telesa. Izračunajo površino in prostornino prizme, piramide, valja, stožca in krogle. Obrazce za izračun prostornine uporabljajo za izračun neznanih količin. Pri nalogah o telesih uporabljajo tudi Pitagorov izrek.

Ob pregledu se nama je vedno znova porajalo vprašanje, ali so posamezna znanja o prostorski predstavljalivosti in spoznavanju prostora ter geometrijskih teles pri matematiki vplivala tudi na risarske spretnosti in pustila sled matematičnih znanj na risbah prostora pri likovni umetnosti.

4 REZULTATI

4.1 Analiza izdelkov po razredih

Risanje risb je potekalo po dogovoru z učitelji strnjeno v enem tednu. Risali so vsi učenci, ki so bili na določen dan v šoli. Najprej sta nama mentorici pokazali, kako morava učencem razložiti nalogo in kako podati navodila.

Ob prihodu v razred sva se učencem najprej predstavili. Najprej sva jim razdelili risalne liste in svinčnike. Nato sva učencem podali navodila: »Predstavljajte si, da ste doma in vstopite skozi vrata v svojo sobo. Predstavljajte si, kaj vse takrat opazite, katere predmete imate v sobi, na tleh, na stenah, stropu. Pomislite na okna, balkonska vrata. Lahko se tudi pomikate po sobi in si predstavljate sobo iz katerega drugega kota. Sobe pa ne morete pogledati od zgoraj, ker nimate takih nadnaravnih sposobnosti. Sedaj pa vzemite svinčnike in na list, ki je pred vami, narišite svojo sobo. Lahko si izberete katerikoli pogled na vašo sobo. Le tisti od zgoraj ni dovoljen. Rišete izključno s svinčnikom in prosto roko. Narišite vse, kar spada v vašo sobo.« Nato so učenci pričeli z risanjem.

Risali so različno dolgo. Učenci prvih razredov so končali v največ desetih minutah, učenci drugih in tretjih razredov so potrebovali okrog 15 minut, učenci od 4. do 5. razreda so potrebovali do 25 minut. Na razredni stopnji je risanje trajalo dalj časa. Učenci 6. in 7. razredov so risali v povprečju do 35 minut, nekateri tudi dalj časa, učenci 8. in 9. razredov pa so večinoma potrebovali celo šolsko uro. Ko so vsi učenci zaključili z risanjem, sva jim povedali, da naj na zadnjo stran lista napišejo spol in lansko zaključeno oceno iz matematike. To navodilo sva podali ob koncu risanja zato, da se učenci med samim risanjem niso preveč obremenjevali s pomenom ocene za njihovo risanje. Učenci višjih razredov so imeli namreč veliko dodatnih vprašanj glede tega podatka. Ker učenci drugega razreda še nimajo ocen, jih pa učiteljici že dobro poznata, saj so skupaj že od prvega razreda, sva prosili učiteljici, da nama napišeta oceno, s katero bi ocenili znanje iz matematike posameznega učenca. Učencem tretjega razreda sta učiteljici zapisali povprečno oceno iz letošnjega šolskega leta. Ocene so učiteljice zapisale, ko so učenci oddali risbe.

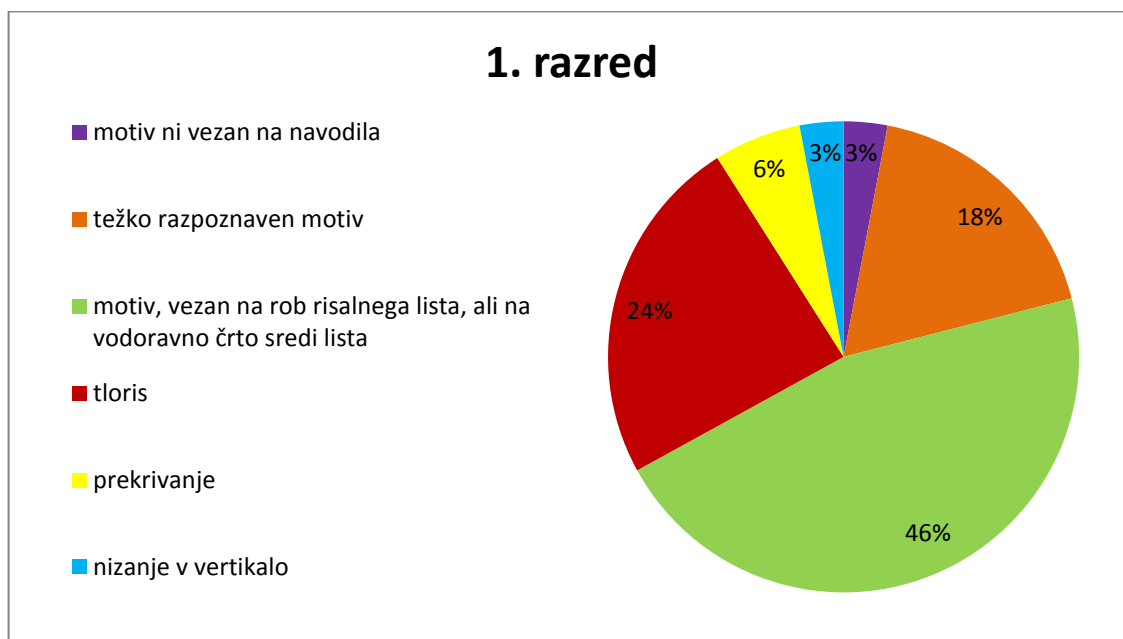


Slika 9: Risanje sobe dveh učencev 4. razreda (Vir: Nuša Cigler)

4.1.1 1. razred

Risbe je risalo 37 učencev, 22 fantov in 15 deklic.

- Ko sva pregledali risbe, sva ugotovili, da jih je 7 narisanih tako, da ne moreva prepoznati motiva, torej da je pohišstvo težko razpoznavno. Težko razpoznavnih risb je 7 (18%), od tega jih je 6 fantovskih.
- 1 (3%) fantovska risba je prepoznavna, vendar ni v skladu z navodili, ker je upodobljen drug motiv.
- Največ učencev (46%), 11 fantov in 6 deklet, je risanje motiva vezalo na spodnji rob risalnega lista, ne glede na to, ali so list postavili vodoravno ali navpično. Na teh risbah ni prekrivanja in zmanjševanja. Na 6 risbah, od tega so jih 4 narisala dekleta, pa je v drugem planu narisana slika ali okno. 4 risbe, od tega 3 fantovske, so narisane na sredini lista. Črta, ki bi delila tla in steno, ni vidna na nobeni izmed teh risb.
- 9 (24%) učencev, od tega 5 fantov, je sobo narisalo od zgoraj. Razporeditev pohištva so narisali v tlorisu, medtem ko je pohišstvo risano od strani, razen postelja, ki je na vseh risbah risana od zgoraj.
- Na dveh (6%) risbah, od tega je 1 narisal fant, je uporabljeno prekrivanje.
- Na 1 (3%) risbi, ki jo je narisala deklica, je vidno nizanje figur v vertikalni. V prvem planu sta mački, preproga in košara, v drugem planu je postelja, stoječa svetilka in nekaj igrač, v tretjem planu pa so omara, igrače in okno. Na tej risbi je vidna črta, ki meji tla in steno, vidna pa je tudi za posteljo. Na tej risbi so narisane tudi tri oblike, ki bi lahko bile žoge. Če so narisane oblike žoge, gre v tem primeru za zmanjševanje.



Slika 10: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 1. razreda

V prvem razredu je risalo 37 učencev, od tega 22 fantov in 15 deklic. 49% je svojo sobo narisalo vezano na rob risalnega lista ali na vodoravno črto sredi lista. Tloris je narisalo 24% učencev, 18% motivov je težje razpoznavnih, 6% jih je pri risanju uporabilo prekrivanje. 3% učencev je risalo motiv, ki ni bil vezan na navodila, enako število učencev pa je pri risanju uporabilo nizanje v vertikalno.

Pri risbah učencev prvega razreda nisva nikjer zaznali poševne projekcije, ki jo poznamo iz matematike.



Slika 11: Prvi primer risbe učenca 1. razreda

Narisani predmeti so vezani na spodnji rob risalnega lista. Metulji v ozadju prikazujejo steno, luč in strop.



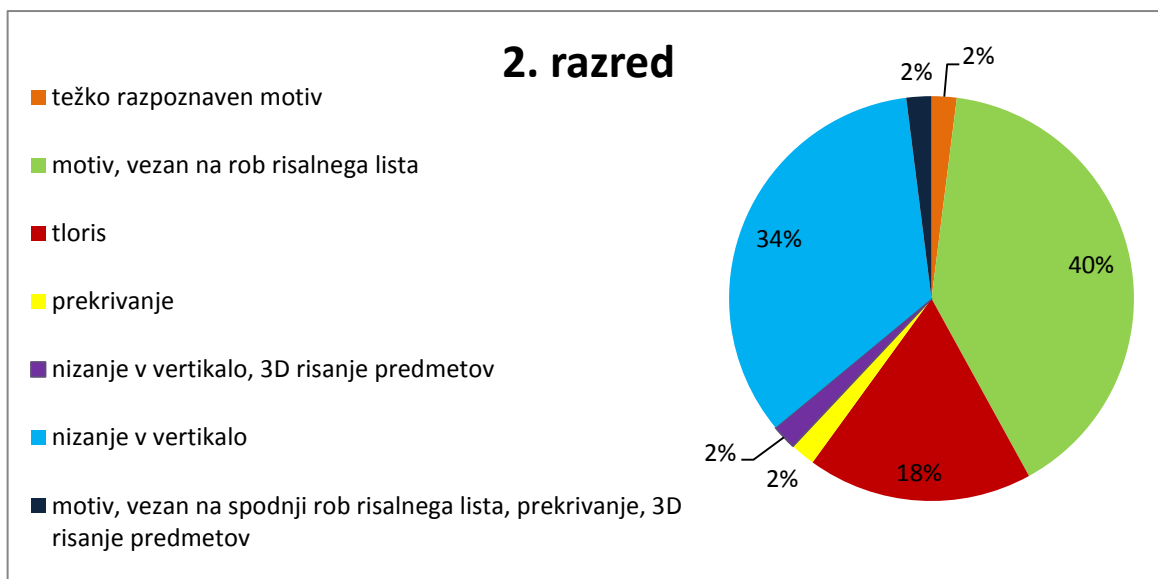
Slika 12: Drugi primer risbe učenca 1. razreda

Predmeti v sobi so nanizani v vertikali, torej je uporabljen prostorski ključ. Vidna je črta, ki kaže, kje se končajo tla in se začne stena.

4.1.2 2. razred

Risalo je 50 učencev, 28 fantov in 22 deklet.

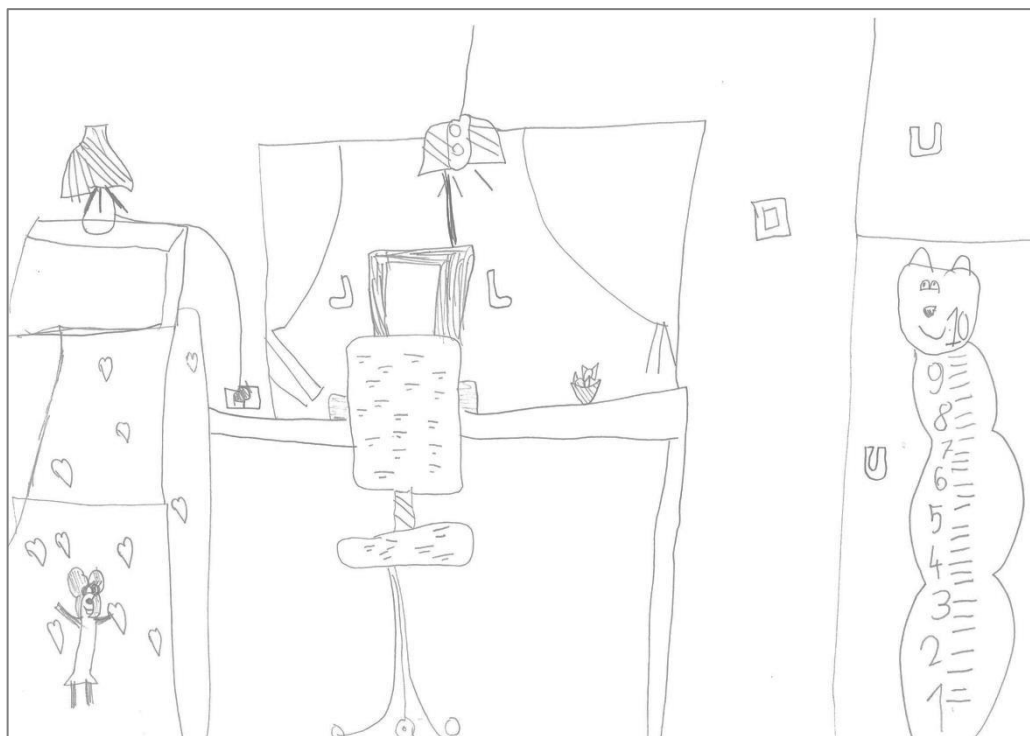
- Na risbi enega (2%) fanta je pohištvo narisano nerazpoznavno. Fantovo znanje matematike je učiteljica ocenila z oceno 3.
- 9 učencev (18%), od tega 7 fantov, je sobo narisalo v tlorisu, tako da je pohištvo razporejeno okrog risalnega lista. Pisalne mize, stoli in omare so risane od strani, medtem ko so postelje risane večinoma od zgoraj. Na treh risbah fantov, ki so risane v tlorisu, je pohištvo skorajda neprepoznavno. Učiteljica je znanje učencev iz matematike ocenila s povprečno oceno 4.
- 20 učencev (40%), od tega 14 fantov, je risbe sobe vezalo na spodnji rob risalnega lista. Pohištvo so razporejali po spodnjem robu, v ozadju se na 7 sedmih risbah pojavi okno, slika ali televizor. Učiteljica je znanje učencev iz matematike ocenila s povprečno oceno 3,5.
- Risba 1 (2%) deklice je vezana na spodnji rob, je pa na njej opaziti prekrivanje, ker je stol narisani pred pisalno mizo. Znanje matematike je učiteljica ocenila z oceno 5.
- 16 učencev (34%), od tega 6 fantov, je pohištvo ter igrače v sobi nizalo v vertikali. Učiteljica je znanje učencev iz matematike ocenila s povprečno oceno 4,3.
- Na dveh risbah (4%), ki sta ju narisali deklici, je vidno 3D risanje predmetov, torej risanje treh vidnih strani naenkrat. Na prvi risbi je za risanje sobe uporabljeno nizanje v vertikali. V prvem planu je vidna postelja, ki je narisana z elementi 3D risanja. Na tej risbi je vidno tudi prekrivanje. Učiteljica je dekličino znanje iz matematike ocenila z oceno 5. Druga risba je vezana na spodnji rob. Na risbi je jasno prikazano prekrivanje (stol pred pisalno mizo in računalnikom, računalnik in luč pred oknom). V levem kotu je najverjetneje narisana nočna omarica, na kateri je luč. Nočno omarico je narisala s pomočjo 3D risanja. Učiteljica je dekličino znanje iz matematike ocenila z oceno 4.



Slika 13: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 2. razreda

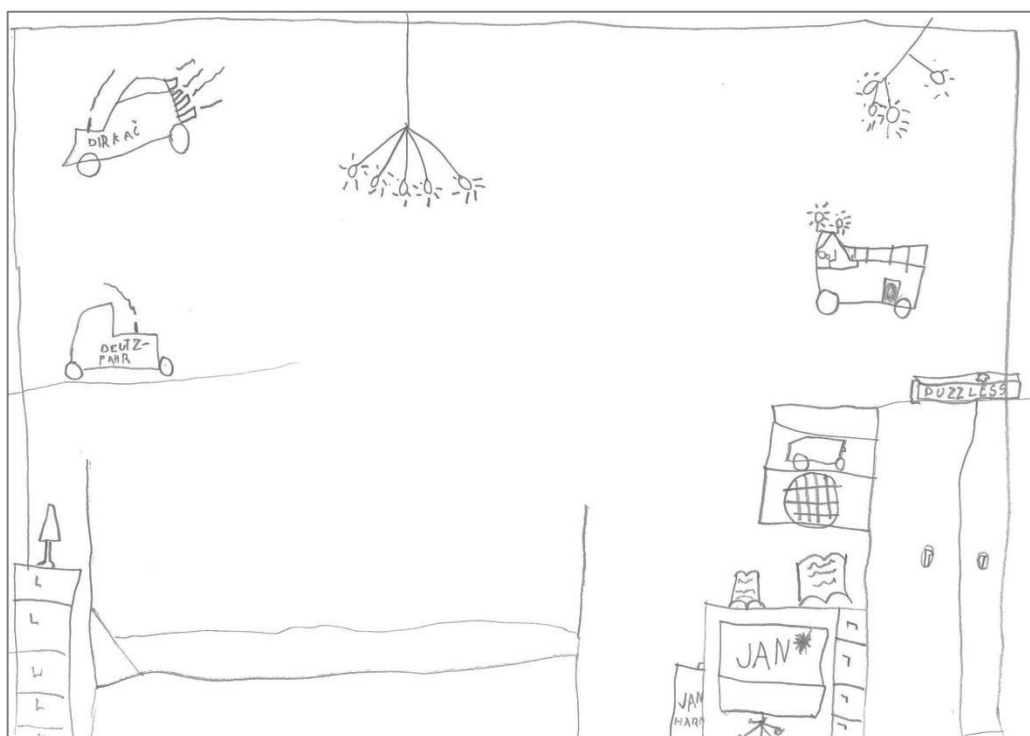
V drugem razredu je risbe risalo kar 50 učencev, od tega 28 fantov in 22 deklet. Vidi se, da je v drugem razredu največ risb (40%) vezanih na rob risalnega lista, 34% učencev pa je uporabilo nizanje v vertikalo. Jasno je, da v drugem razredu učenci bolj razumejo navodila, glede na to, da jih je samo 18% risalo tloris. Ostalih 8% se enakomerno razdeli na težko razpoznaven motiv, prekrivanje, nizanje v vertikalo s 3D risanjem in motiv, vezan na spodnji rob risalnega lista s prekrivanjem in 3D risanjem.

V drugem razredu pri dveh risbah (4 %) zasledimo poševno projekcijo, ki je še sicer zelo nenatančna, vendar zadovoljuje osnovnim pogojem. Ta učenca sta pri matematiki ocenjena z oceno 4 in 5.



Slika 14: Prvi primer risbe učenca 2. razreda

Kljub temu, da so predmeti v sobi vezani na spodnji rob risalnega lista, je prostor nakazan s 3D risanjem predmetov (omara z nočno lučjo – poševna projekcija, znana iz matematike) in prekrivanjem.



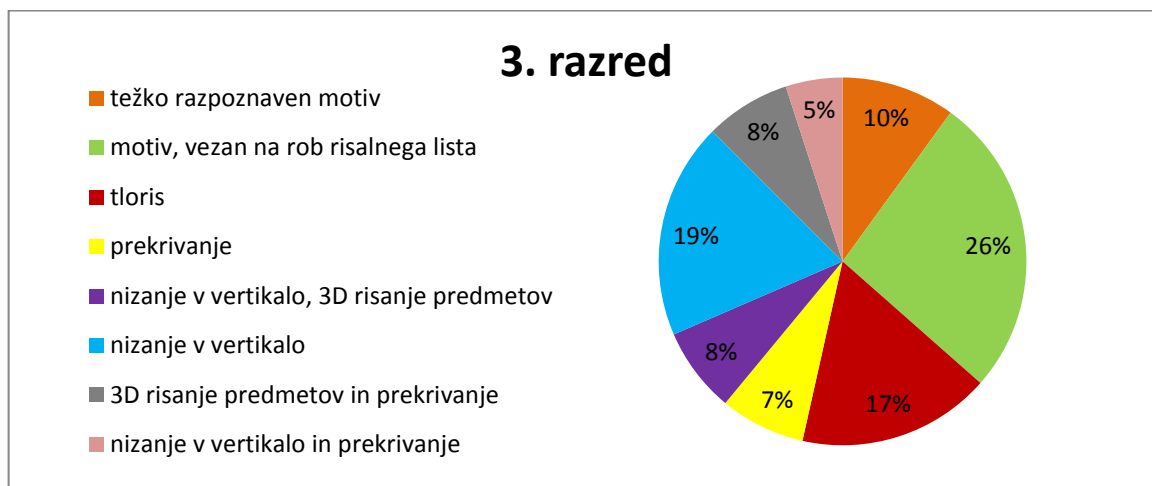
Slika 15: Drugi primer risbe učenca 2. razreda

Predmeti v sobi so vezani na spodnji rob risalnega lista. S pomočjo dodatkov sta prikazani stena in strop.

4.1.3 3. razred

Risalo je 41 učencev, od tega 18 fantov in 23 deklet.

- 11 učencev (26,5%), od tega 2 fanta, je risanje motiva vezalo na spodnji rob risalnega lista. 5 učenek je v ozadje dodalo okno, polico ali sliko. Učenci imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4.
- 2 učenca (5%) sta risanje motiva vezala na spodnji rob, vendar je pohišstvo narisano težko razpoznavno. Učenca imata po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4. 1 (2,5%) učenec je celoten motiv narisal težje razpoznaven in v drugem planu. Učenec ima po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 3.
- 7 učencev (17%), od tega 4 fantje, so sobo narisali tako, da so pohišstvo risali okrog lista, kar nakazuje, da so sobo risali v tlorisu. Učenci imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4. V tej skupini je učenec, ki ima najnižjo oceno 2.
- 3 učenke (7,5%) so sobo narisale tako, da so pri risanju samega prostora vidni elementi 3D risanja predmetov. V sam prostor je dodano pohišstvo, tako da je nanizano v vertikalno. Učenke imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4,3.
- Nizanje v vertikalno je pri risanju uporabilo 10 učencev (24%), od tega 5 fantov. 2 učenca sta pri risanju uporabila tudi prekrivanje. Učenci imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4,4.
- Stol, ki prekriva pisalno mizo, so narisale 3 (7,5%) učenke. Učenke imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 4.
- Pri 3 učencih (7,5%), od tega pri 2 fantih, so opazni elementi 3D risanja predmetov v prostoru, tako da je predmet risan s treh vidnih strani. Na vseh risbah je prisotno prekrivanje. Učenci imajo po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 5.
- 2 fanta (5%) sta vse pohišstvo narisala tako, da so vidne vse tri ploskve. Na risbah sta uporabila tudi prekrivanje ter nizanje v vertikalno. Učenca imata po prvem ocenjevalnem obdobju pri matematiki povprečno oceno 5.



Slika 16: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 3. razreda

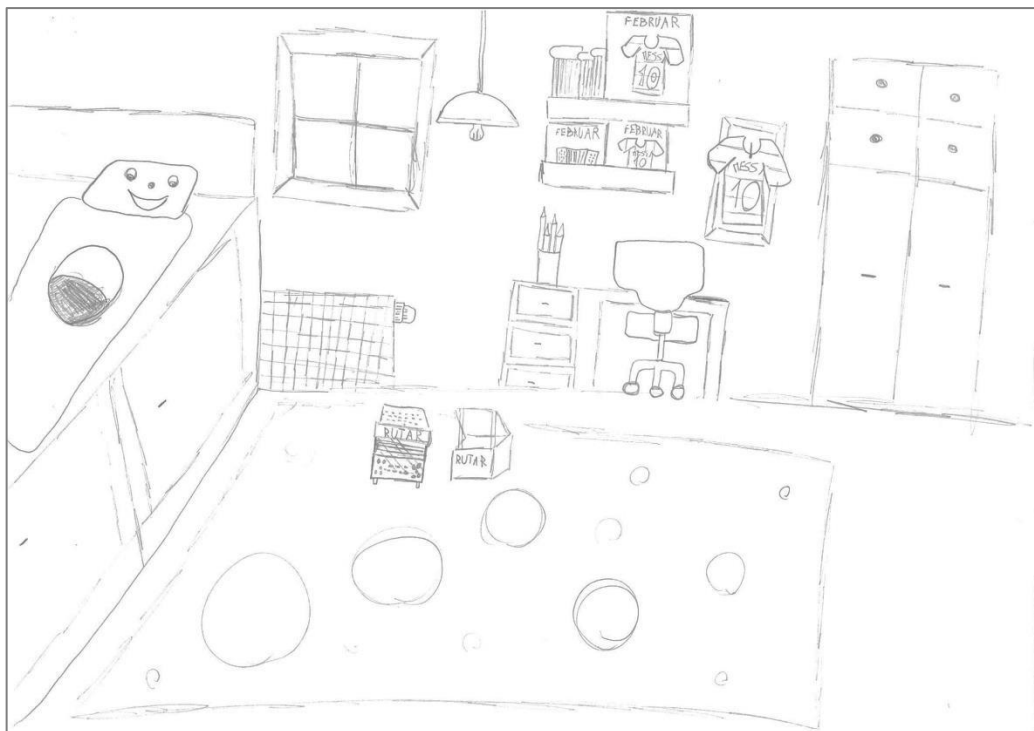
Risalo je 41 učencev, 18 fantov in 23 deklet. Največ učencev, t.j. 26%, je svojo sobo narisalo vezano na spodnji rob risalnega lista. Temu sledi nizanje v vertikalno z 19%. Tloris je risalo kar 17%. 16% se je enakomerno razporedilo na nizanje v vertikalno s 3D risanjem predmetov in 3D risanje predmetov s prekrivanjem. 10% motivov je bilo težko razpoznavnih. Majhen delež (7%) učencev je uporabil samo prekrivanje. Najmanj (5%) učencev je pri nizanju v vertikalno uporabilo tudi prekrivanje.

V tretjem razredu je 16%, torej 6 učencev od skupnih 41 učencev, pri risanju uporabilo 3D tehniko. Poševno projekcijo je pravilno uporabilo 5 (12,5%) učencev, ki imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 4,6.



Slika 17: Prvi primer risbe učenca 3. razreda

Predmeti v sobi so vezani na spodnji rob risalnega lista. Opaziti je mogoče tudi elemente prekrivanja.



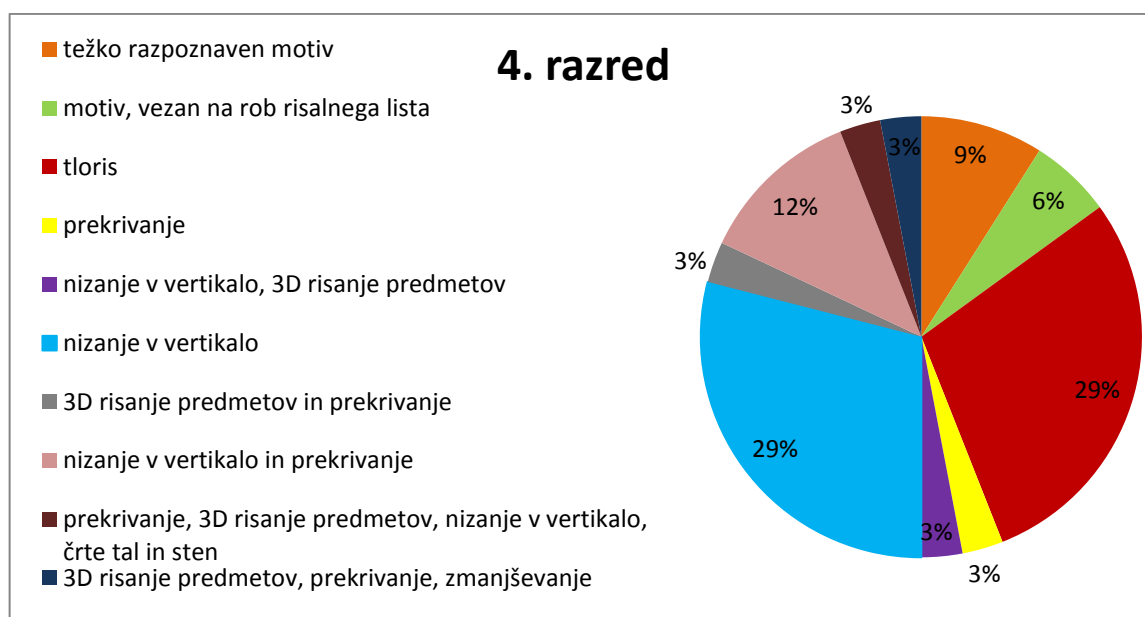
Slika 18: Drugi primer risbe učenca 3. razreda

Predmeti v sobi so narisani s pomočjo 3D risanja predmetov (ne predstavlja poševne projekcije iz matematike). Uporabljeno je prekrivanje in nizanje v vertikalno.

4.1.4 4. razred

Risalo je 34 učencev, od tega 14 fantov in 20 deklet. Pri analiziranju risb ne bova upoštevale zaključne ocene iz matematike v preteklem šolskem letu, ker je povprečna ocena 4,8.

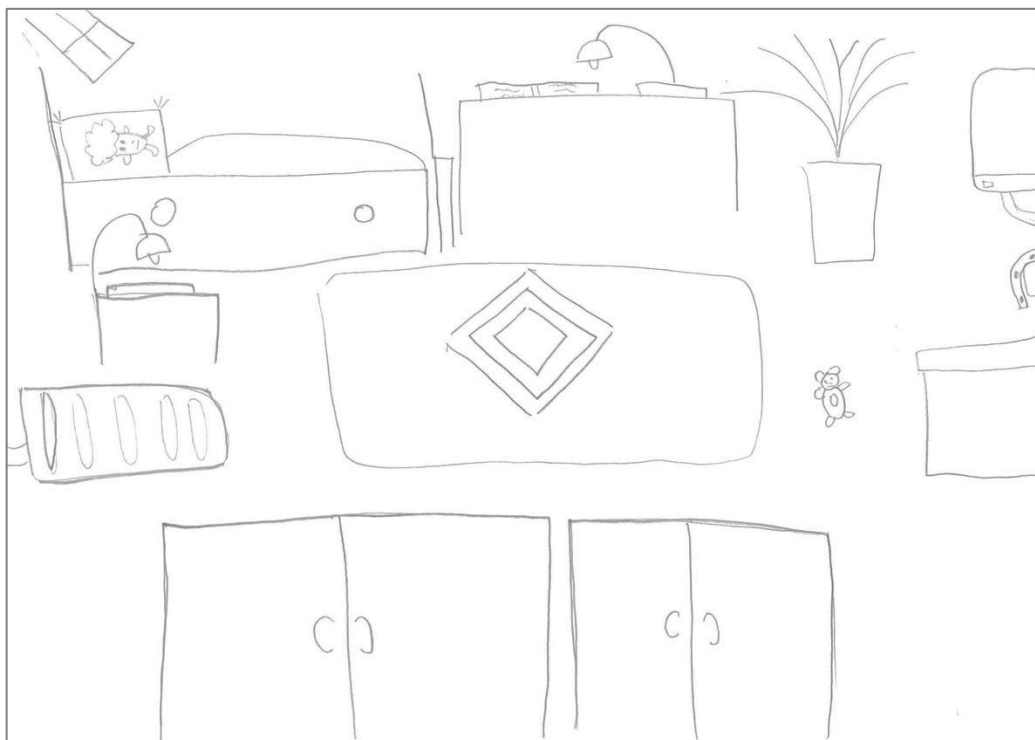
- 2 fanta (6%) sta motiv risala na spodnji rob risalnega lista ali na črto sredi risalnega lista.
- 10 učencev (29%), od tega 9 fantov, je pohišstvo v sobi narisalo tako, da je uporabilo nizanje v vertikalni. 4 (12%) učenci, od tega 3 dekleta, so dodali še elemente prekrivanja. 1 (3%) dekle pa je nekaj predmetov narisalo tako, da so vidne tri strani predmeta hkrati. Nihče ni narisal črte, ki bi ločila tla od stene.
- 3 (9%) fantje so pohišstvo narisali težje razpoznavno.
- 10 učencev (29%), od tega 2 fanta, je sobo narisalo tako, da kaže značilnosti tlorisa. Pohišstvo je razporejeno okoli risalnega lista, nekateri predmeti so risani od zgoraj.
- 2 (6%) deklici sta nekatere predmete narisali tako, da so vidni s treh strani hkrati.
- 5 učencev, ki je sobo narisalo s tlorisa (15%), od tega 2 fanta, je pohišstvo narisalo tako, da je težje prepoznavno. Ti učenci so v lanskem šolskem letu imeli zaključeno oceno iz matematike 3,8. 3 učenci so v lanskem šolskem letu imeli pri matematiki zaključeno oceno 3 in vsi so v tej skupini.
- 1 (3%) deklica je uporabila prekrivanje, s tem da omara prekriva posteljo.
- 1 fant (3%) je sobo narisal tako, da uporabil prekrivanje, pohišstvo pa je narisal vidno s treh strani hkrati. Črta, ki bi ločila tla od stene, ni vidna. 1 deklica (3%) je k naštetemu pri nekaterih predmetih dodala še zmanjševanje.
- 1 deklica (3%) je predmete v sobi narisala tako, da so vidni s treh strani hkrati. Predmeti se med sabo prekrivajo, postelji v sobi pa sta narisali tako, da je postelja v prvem planu bistveno večja od postelje v tretjem planu, torej je uporabljeno nizanje v vertikalni. Dodane so tudi črte ki nakazujejo tla in stene.



Slika 19: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 4. razreda

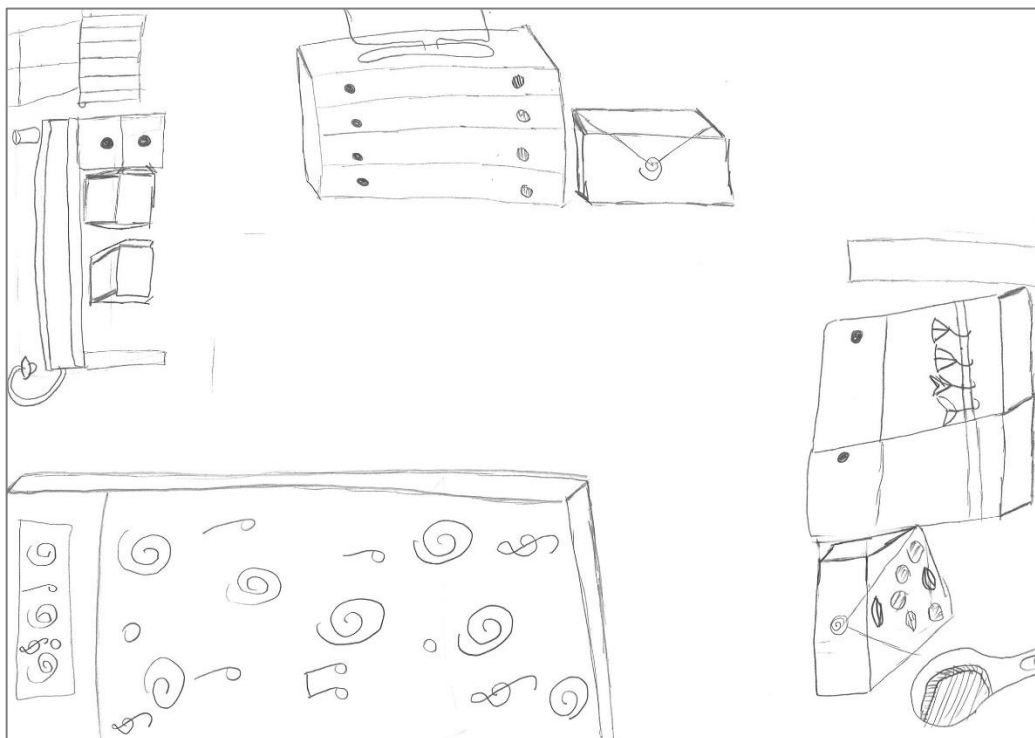
Risalo je 34 učencev, od tega 14 fantov in 20 deklet. Največ učencev (29%) je narisalo tloris, prav tako je 29% učencev risalo s pomočjo nizanja v vertikalno. 12% je poleg nizanja v vertikalno uporabilo tudi prekrivanje. 9% motivov je bilo težje razpoznavnih. Najmanj (3%) učencev je pri risanju uporabilo nizanje v vertikalno s 3D risanjem predmetov in nizanje v vertikalno s 3D risanjem predmetov, prekrivanjem in risanjem črt tal in sten. Tudi 3D risanje predmetov s prekrivanjem je bilo enako (3%), prav tako 3D risanje predmetov z zmanjševanjem in prekrivanjem.

V četrtem razredu so 3D predmete risali 4 od 34 učencev, kar je 12%. Poševno projekcijo so pravilno uporabili vsi 4 učenci (12%). Učenci imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 4,75.



Slika 20: Prvi primer risbe učenca 4. razreda

Prostor je prikazan s pomočjo nizanja v nizanje v vertikalno. V nekaterih delih je uporabljeno tudi prekrivanje.



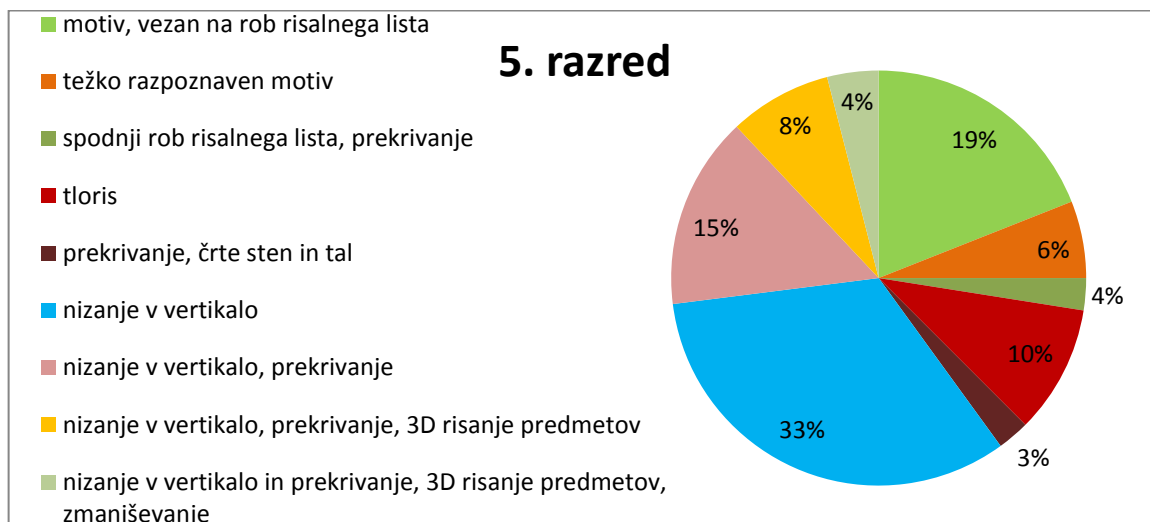
Slika 21: Drugi primer risbe učenca 4. razreda

Način risanja prostora glede na pogled od zgoraj kaže značilnosti tlorisa. Uporabljena poševna projekcija, ki je znana iz matematike (omara).

4.1.5 5. razred

Risalo je 48 učencev, 21 fantov in 27 deklet

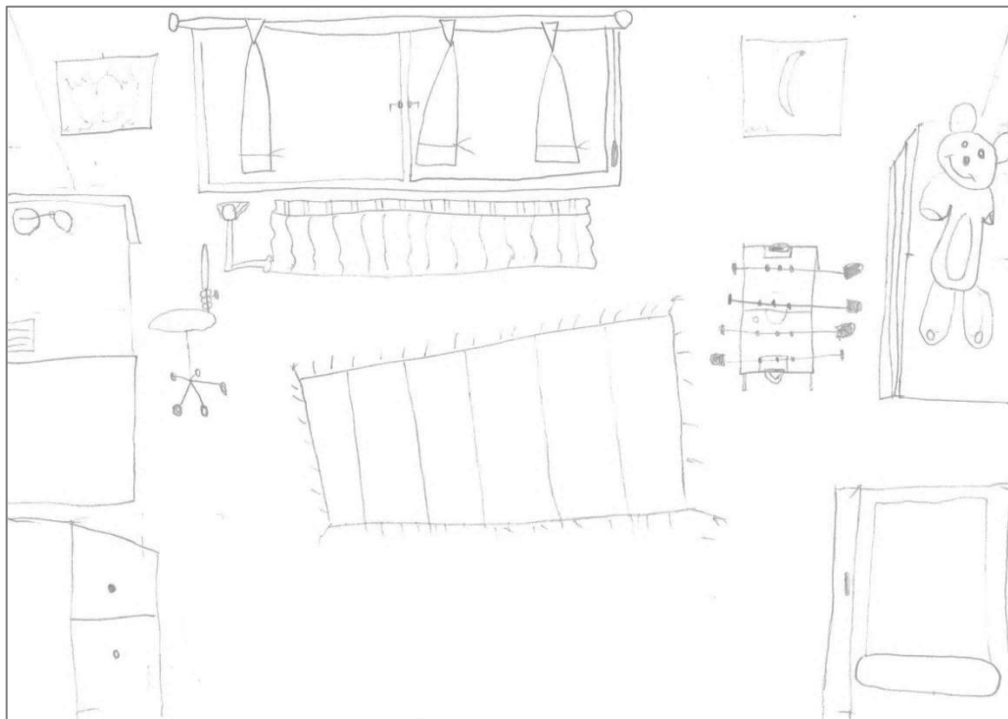
- 6 učencev (12,5%), od tega 5 fantov, je pohišstvo razporedilo po spodnjem robu risalnega lista. Nekateri so na steno dodali še okno ali sliko. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,5.
- 3 učenci (6,5%), od tega 2 fanta, so na sredino risalnega lista narisali črto, potem pa na črto razporedili pohišstvo. Na vseh teh risbah je prisotno prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,7.
- 1 fant (2%) je sobo narisal na osnovni črti. Na risbi je razvidno prekrivanje. Omara je pred pisalno mizo, prav tako stol. Učenec je v lanskem šolskem letu imel matematiko zaključeno z oceno 5.
- 5 učencev (10%), od tega 1 fant, so sobo narisali gledano od zgoraj, torej v tlorisu. 3 (6%) učenci, od tega 2 fanta, so pohišstvo narisali težje razpoznavno. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,9.
- Na eni (2%) dekliški risbi so jasno vidne črte, ki ponazarjajo stene v sobi, ter prekrivanje. Učenka je v lanskem šolskem letu imel matematiko zaključeno z oceno 5.
- 27 učencev (54%), od tega 10 fantov, je pohišstvo v sobi razporejalo v vertikalno. Samo nizanje v vertikalno je uporabilo 16 (33%) učencev, od tega 5 fantov. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,7. (15%) učencev, od tega 3 fantje, je dodalo še prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,9. 4 (8%) učenci, od tega 1 fant, so poleg nizanja v vertikalno in prekrivanja uporabljali tudi 3D risanje predmetov. Predmete so risali tako, da so vidni s treh strani hkrati. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,25.
- 2 deklici (4%) sta sobo narisali tako, da sta uporabili 3D risanje predmetov, prekrivanje, zmanjševanje. Ti učenki sta imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,5.



Slika 22: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 5. razreda

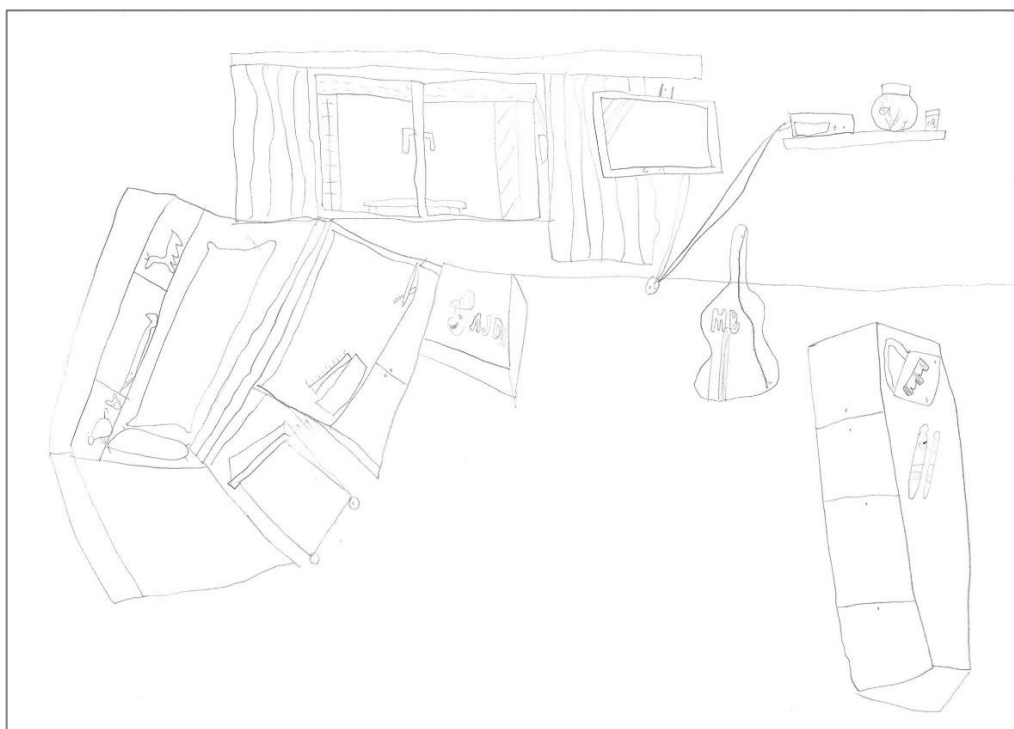
V tem razredu je risalo 48 učencev, od tega 21 fantov in 27 deklet. Največ (33%) učencev je pri risanju sobe uporabilo nizanje v vertikalno. Temu sledi risanje na spodnji del risalnega lista ali na črto sredi risalnega lista z 19%. 15% učencev je pri risanju uporabilo prekrivanje ter nizanje v vertikalno. 10% vseh učencev pa je risalo tloris, ki mu z 8% sledi 3D risanje predmetov s prekrivanjem in uporabo nizanja v vertikalno. Težje razpoznavne motive je narisalo 6% učencev. 5% pa se enakomerno razdeli na uporabo prekrivanja, narisane črte sten in tal ter risanje na spodnji rob lista, pri katerem so učenci uporabili tudi prekrivanje. Najmanj učencev (4%), je risalo predmete v 3D, uporabljalo prekrivanje, nizanje v vertikalno ter zmanjševanje.

Pri učencih petega razreda je 3D risanje predmetov uporabilo 6 učencev od skupnih 48 oz. 12,5% učencev. Pravilno je poševno projekcijo uporabilo kar vseh 6 učencev (12,5%). Učenci imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 4,3.



Slika 23: Prvi primer risbe učenca 5. razreda

Prostor je prikazan s pomočjo nizanja v vertikalno. Vidni so tudi elementi prekrivanja in 3D risanja predmetov (ne predstavlja poševne projekcije iz matematike).



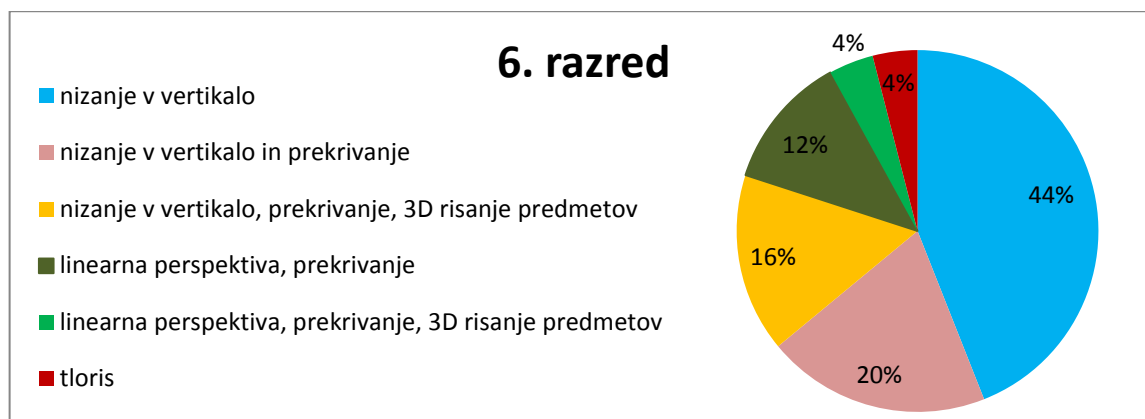
Slika 24: Drugi primer risbe učenca 5. razreda

Prostor je prikazan s pomočjo nizanja v vertikalno. Vidni so tudi elementi prekrivanja, 3D risanja predmetov in črta, ki meji tla in steno.

4.1.6 6. razred

Risalo je 25 učencev, od tega 9 fantov in 16 deklet.

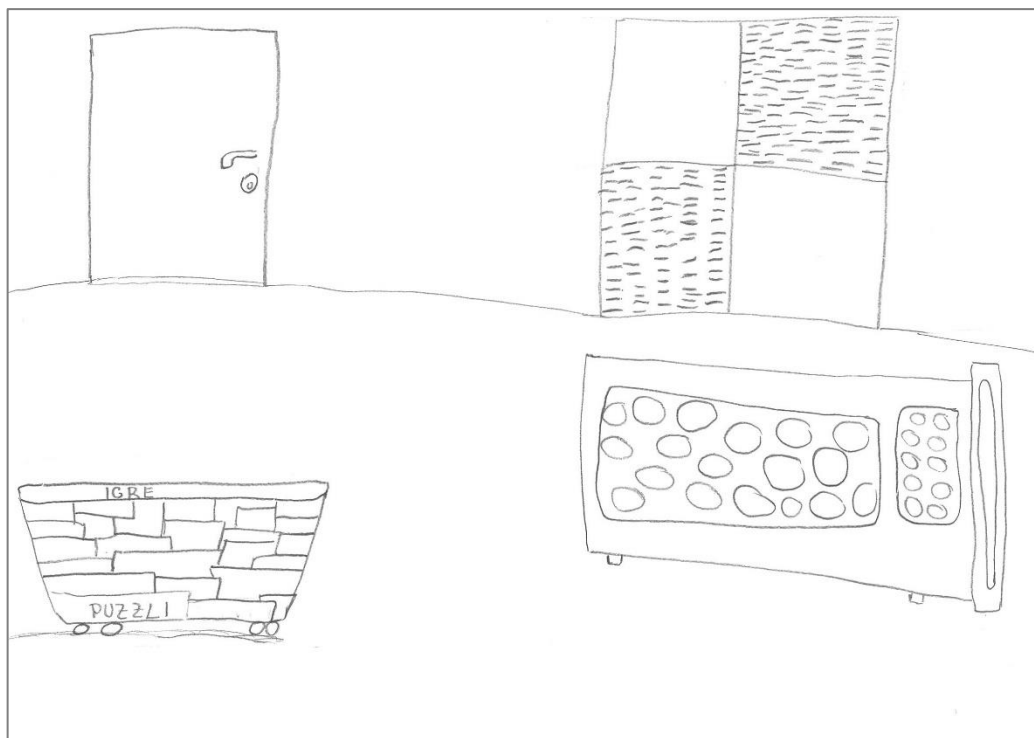
- Samo z nizanjem v vertikalno je sobo narisalo 11 učencev (44%), od tega 6 fantov. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,9.
- 5 učencev (20%), od tega 2 fanta, je poleg nizanja v vertikalno uporabilo še prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,8.
- 4 učenci (16%), od tega 1 fant, so k nizanju v vertikalni in prekrivanju dodali še elemente 3D risanja predmetov. Predmete v sobi so risali tako, da so hkrati vidne tri strani. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,75.
- Skupaj je 80% vseh učencev, od tega vseh 9 fantov, sobo narisalo z nizanjem v vertikalno. 36% učencev je pri risanju uporabilo še dodaten prostorski ključ.
- 3 učenke (12%) so sobo narisale v linearni perspektivi. Pohišstvo so v prostor dodale ploskovito, vezano na vodoravno črto. Na risbah je prisotno tudi prekrivanje. Ta način upodabljanja prostora se pojavi prvič. Te učenke so imele v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,33.
- 1 učenka (4%) je sobo narisala v linearni perspektivi, za risanje predmetov je uporabila pogled s strani, tako da so vidne tri strani hkrati. Na risbi je prisotno tudi prekrivanje. Učenka je imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno z oceno 5.
- 1 učenka (4%) je sobo narisala tako, da je večino predmetov narisala od zgoraj, kar nakazuje na tloris. Učenka je imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno z oceno 5.
- Nihče (0%) ni sobe narisal tako, da bi predmete razporejal po spodnjem robu risalnega lista. Nihče ni imel matematike v lanskem šolskem letu zaključeno manj kot 3.



Slika 25: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 6. razreda

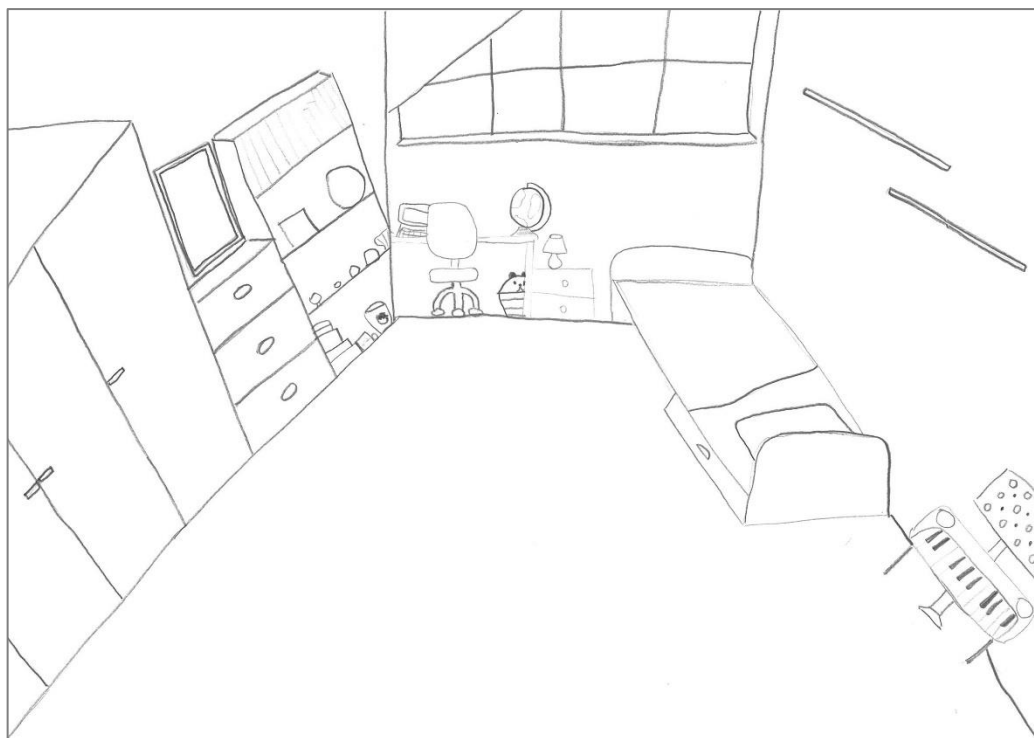
Pri risanju je sodelovalo 25 učencev, od tega le 9 fantov in kar 16 deklet. Slaba polovica (44%) učencev je pri risanju uporabila nizanje v vertikalno. 20% učencev pa je nizanju v vertikalno dodalo še prekrivanje. Naslednjih 16% pa je nizanju v vertikalno in prekrivanju dodalo še 3D risanje predmetov. Linearno perspektivo in prekrivanje je pri risanju uporabilo 12% učencev. Le 4% učencev so uporabili linearno perspektivo, prekrivanje ter 3D prekrivanje predmetov. Enako število učencev pa je risalo tloris.

V šestem razredu je 3D tehniko risanja predmetov uporabilo 5 od 25 učencev, kar pomeni 20%. Od tega je vseh 5 učencev (20%) uporabilo poševno projekcijo in imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 4,6.



Slika 26: Prvi primer risbe učenca 6. razreda

Narisani predmeti so nanizani v vertikalno.



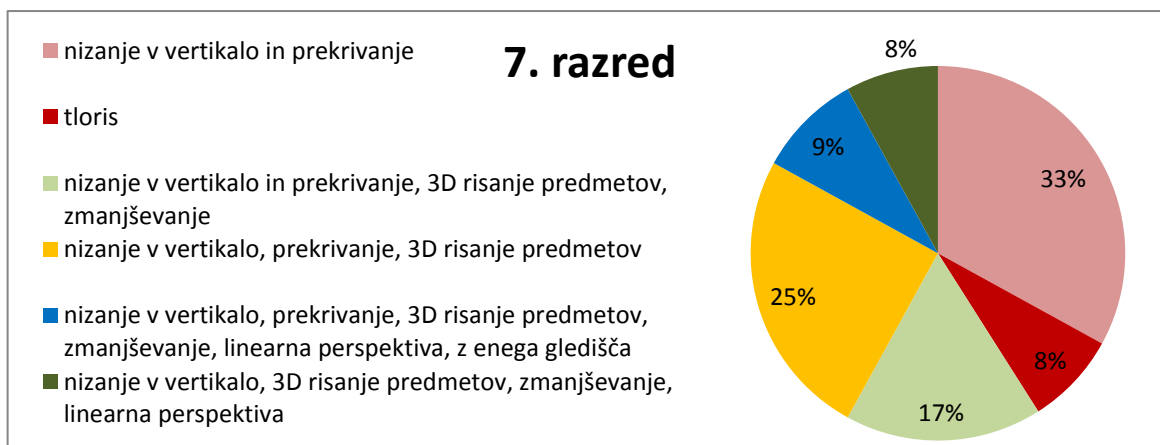
Slika 27: Drugi primer risbe učenca 6. razreda

Prostor je narisano z uporabo linearne perspektive. Nekateri predmeti so narisani 3D (poskuša uporabljati poševno projekcijo, znano iz matematike), drugi pa ploskovito.

4.1.7 7. razred

Risbe je risalo 24 učencev, od tega 10 fantov in 14 deklet.

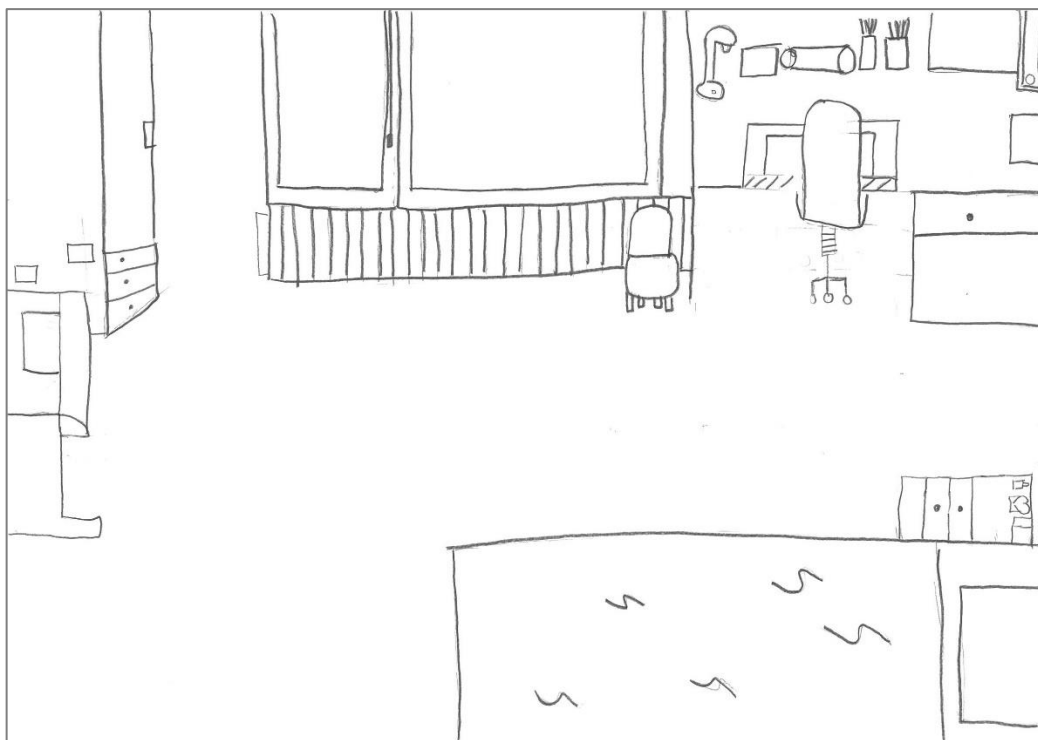
- 8 učencev (33%), od tega 4 fantje, je sobo narisalo tako, da je predmete nizalo v vertikalno. Zraven so uporabljali še prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,25.
- 2 učenki (8%) sta sobo narisali tako, da so predmeti nanizani v vertikalno. Pri risanju predmetov je opaziti pogled od zgoraj, torej elemente tlorisa. Ti učenki sta imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 2.
- 4 učenci (17%), od tega 2 fanta, so predmete v sobi narisali tako, da so vidni s treh strani hkrati, torej 3D. Pri risanju so uporabljali tudi prekrivanje, nizanje v vertikalno ter zmanjševanje. Predmeti v sobi so narisani z različnih gledišč. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4.
- 6 učencev (25%), od tega 4 fantje, je predmete v sobi narisalo tako, da so vidni s treh strani hkrati, torej 3D. Pri risanju so uporabljali tudi prekrivanje in nizanje v vertikalno. Predmeti v sobi so narisani z različnih gledišč. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,7.
- 2 učenki (8%) sta pri risanju uporabili 3D risanje, zmanjševanje, nizanje v vertikalno ter linearno perspektivo. Soba sta narisali iz različnih gledišč. Ti učenki sta imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 5.
- 2 učenki (8%) sta pri risanju uporabili 3D risanje, zmanjševanje, nizanje v vertikalno ter linearno perspektivo. Predmete v sobi sta narisali iz enega gledišča. Vidne so tudi vse črte prostora. Ti učenki sta imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 5.



Slika 28: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 7. razreda

Risalo je 24 učencev, od tega 10 fantov in 14 deklet. 33% učencev je pri risanju uporabilo nizanje v vertikalno s prekrivanjem. Malo manj (25%) jih je uporabilo nizanje v vertikalno s prekrivanjem, 3D risanjem predmetov, 17% jih je sobo narisalo tako, da so poleg tega uporabili še zmanjševanje. 9% učencev je uporabilo nizanje v vertikalno s prekrivanjem, 3D risanjem predmetov in zmanjševanjem ter uporabilo še linearno perspektivo, gledano iz enega gledišča. Najmanj (8%) je sobo narisalo z uporabo nizanja v vertikalno, 3D risanjem, zmanjševanjem in linearno perspektivo.

V sedmem razredu je 3D tehniko risanja predmetov uporabilo 10 od 24 učencev, kar pomeni 42%. Od tega je vseh 10 učencev (42%) uporabilo poševno projekcijo in imajo skupno povprečno oceno pri matematiki 4.



Slika 29: Prvi primer risbe učenca 7. razreda

Prostor je narisano z nizanjem v vertikalno. Uporabljeno je prekrivanje in občasno 3D risanje predmetov (ne predstavlja poševne projekcije iz matematike).



Slika 30: Drugi primer risbe učenca 7. razreda

Prostor je narisano z nizanjem v vertikalno. Uporabljeno je prekrivanje in 3D risanje predmetov. Uporabljena poševna projekcija, ki je znana iz matematike (miza). Predmeti so narisani tako, da dajejo občutek statičnosti.

4.1.8 8. razred

Risbe je risalo 33 učencev, od tega 21 fantov in 12 deklet.

- 30 učencev (91%), od tega 18 fantov, je za risanje sobe uporabilo nizanje predmetov v vertikalo. 26 učencev je k nizanju v vertikali dodalo še *dodaten prostorski ključ*, 3 učenci, od tega 2 fanta, pa so uporabili izključno nizanje v vertikali.
- Učenci, ki so uporabili izključno nizanje predmetov v vertikalo, so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,3.
- 3 učenci (9%), od tega 1 fant, so zraven nizanja v vertikalo uporabili prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,5.
- 5 učencev (15%), od tega 3 fantje, so poleg nizanja v vertikalo uporabili 3D risanje predmetov. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,8.
- 9 učencev (27%), od tega 6 fantov, je pri risanju uporabilo nizanje v vertikali, prekrivanje in 3D risanje predmetov. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,3.
- 2 fanta (6%) sta pri risanju sobe poleg nizanja v vertikalo uporabila linearno perspektivo, ki pa ni uporabljena na celotnem motivu, ampak samo v nekaterih delih. Ta dva učenca sta imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,5.
- 3 učenci (9%), od tega 1 fant, so sobo narisali tako, da so uporabili nizanje v vertikalo, 3D risanje predmetov in prekrivanje. Na teh risbah so vidne tudi črte prostora. Risbe so risane iz enega gledišča. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,3.
- 5 učencev (15%), od tega 3 fantje, so sobo narisali tako, da so uporabili nizanje v vertikali, 3D risanje predmetov, zmanjševanje in prekrivanje. Na teh risbah so vidne tudi črte prostora, ki so narisane v linearni perspektivi, torej z vidnimi skrajšavami. Risbe so risane iz enega gledišča. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,6. Samo fantje so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 5.
- 2 učenca (6%), od tega 1 fant, sta sobo narisala tako, da sta predmete razporejala po spodnjem robu risalnega lista. V ozadju je narisano okno ali slika. Ta 2 učenca sta imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 2.
- 1 fant (3%) je predmete v sobi narisal vezane na spodnji rob risalnega lista. Uporabil je tudi prekrivanje. Nekateri narisani predmeti so težko razpoznavni. Učenec je imel v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno z oceno 5.



Slika 31: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 8. razreda

Risalo je 33 učencev, od tega 21 fantov in 12 deklet. Največ (27%) učencev je risalo z nizanjem v vertikalno, prekrivanjem in 3D risanjem predmetov. 15% učencev je uporabilo nizanje v vertikalno s prekrivanjem, 3D risanjem predmetov, prav tako pa je 15% učencev uporabilo še črte prostora v linearni perspektivi, gledani iz enega gledišča. 9% učencev je uporabilo nizanja v vertikalno, 9% nizanje v vertikalno s prekrivanjem ter 9% nizanje v vertikalno s prekrivanjem, 3D risanjem predmetov, risano iz enega gledišča. Malo (6%) učencev je zraven nizanja v vertikalno uporabilo še linearno perspektivo, prav tako jih je 6% svojo sobo narisalo na spodnjem robu risalnega lista. 3% motivov je bilo nerazpoznavnih.

V osmem razredu je 24 učencev od 33 pri risanju uporabilo 3D risanje predmetov, kar pomeni 72%. Poševno projekcijo je uporabilo 19 učencev (57%). Ti učenci imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 3,4.



Slika 32: Prvi primer risbe učenca 8. razreda

Prostor je narisano z nizanjem v vertikalno. Uporabljeno je tudi prekrivanje.



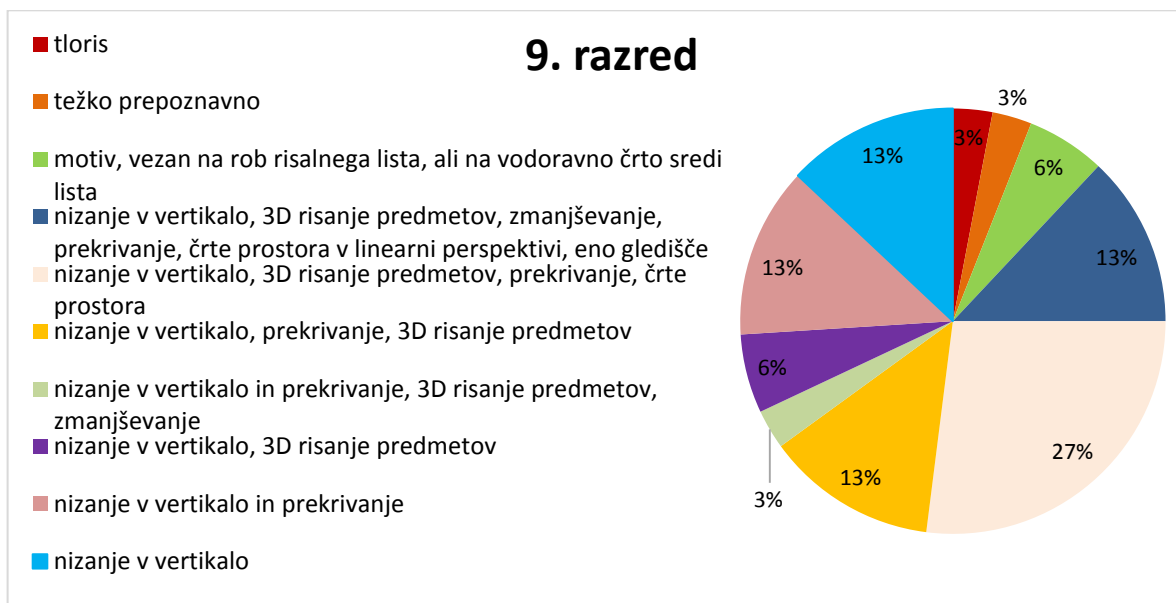
Slika 33: Drugi primer risbe učenca 8. razreda

Prostor je narisano z nizanjem v vertikalno. Uporabljeno je prekrivanje in 3D risanje predmetov (ne predstavlja poševne projekcije iz matematike). Delno je uporabljena linearna perspektiva. Soba je narisana iz enega gledišča.

4.1.9 9. razred

Risbe je risalo 30 učencev, od tega 13 fantov in 17 deklet.

- 25 učencev (83%), od tega 11 fantov, je za risanje sobe uporabilo nizanje predmetov v vertikalno. 21 učencev je k nizanju v vertikalno dodalo še dodatne prostorske ključne, 1 fant pa je uporabil izključno nizanje v vertikalno, je pa predmete v sobi težko prepoznati. Ta fant je imel v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno z oceno 2.
- 4 učenci (13%), od tega 2 fanta, so poleg nizanja v vertikalno uporabili prekrivanje. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 2,75.
- 2 učenca - fanta (6%) sta poleg nizanja v vertikalno uporabila 3D risanje predmetov. Ta fanta sta imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4.
- 4 učenci (13%), od tega 1 fant, so pri risanju uporabili nizanje v vertikalno, prekrivanje in 3D risanje predmetov. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 4. 1 fant (3,3%) je zraven naštetega uporabil še zmanjševanje. V lanskem šolskem letu je imel matematiko zaključeno z oceno 5.
- 9 učencev (27%), od tega 3 fantje, so sobo narisali tako, da so uporabili nizanje v vertikalno, 3D risanje predmetov in prekrivanje. Na teh risbah so vidne tudi črte prostora. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,8.
- 4 učenci (13%), od tega 1 fant, so sobo narisali tako, da so uporabili nizanje v vertikalno, 3D risanje predmetov, zmanjševanje in prekrivanje. Na teh risbah so vidne tudi črte prostora, ki so narisane v linearni perspektivi, torej z vidnimi skrajšavami. Risbe so risane iz enega gledišča. Ti učenci so imeli v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 3,6.
- 2 učenca (6%), od tega 1 fant, sta sobo narisala tako, da sta predmete razporejala po spodnjem robu risalnega lista. Uporabila sta tudi prekrivanje. Ta dva učenca sta imela v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno s povprečno oceno 2,5.
- 1 dekle (3%) je večino predmetov v sobi narisala gledano od zgoraj. Risba ima značilnosti tlorisa. Učenka je imel v lanskem šolskem letu matematiko zaključeno z oceno 3.



Slika 34: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 9. razreda

V devetem razredu je svojo sobo risalo 30 učencev, od tega 13 fantov in 17 deklet. 27% učencev je pri tem uporabilo nizanje v vertikalno, 3D risanje predmetov, prekrivanje, črte prostora. 13% učencev je uporabilo nizanje v vertikalno, 3D risanje predmetov, zmanjševanje, prekrivanje, črte prostora v linearni perspektivi, eno gledišče. Enako število učencev je uporabilo nizanje v vertikalno, 3D risanje predmetov in prekrivanje. Spet enako število učencev pa je uporabilo le nizanje v vertikalno. 12% se

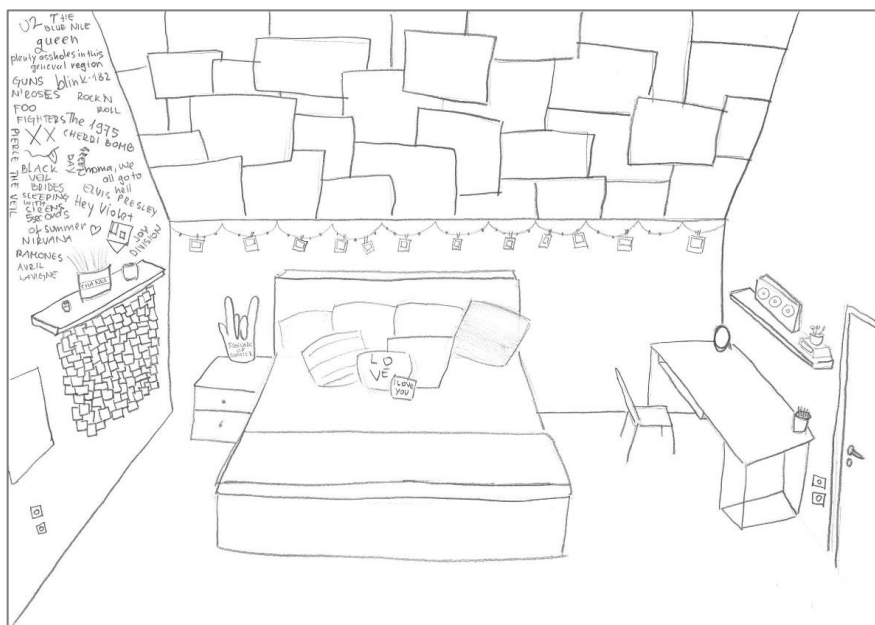
enakomerno razdeli na risanje, vezano na spodnji rob risalnega lista ali na črto sredi risalnega lista, ter na uporabo nizanja v vertikalno in 3D risanje predmetov. 3% učencev so risali tloris. Enak odstotek učencev je risal motive, ki so težje prepoznavni. Spet enak odstotek učencev pa je uporabil nizanje v vertikalno, risanje predmetov v 3D, prekrivanje in zmanjševanje.

V devetem razredu je risalo 30 učencev, od tega jih je 20 (60%) predmete risalo 3D. Poševno projekcijo je uporabilo vseh 20 učencev, torej 60%. Učenci imajo pri matematiki skupno povprečno oceno 3,85.



Slika 35: Prvi primer risbe učenca 9. razreda

Predmeti v sobi so narisani tako, da so delno razpoznavni.



Slika 36: Drugi primer risbe učenca 9. razreda

Prostor in predmeti so narisani v linearni perspektivi. Uporabljeno je nizanje v vertikalno, prekrivanje in zmanjševanje.

4.2 Učinek didaktičnega eksperimenta

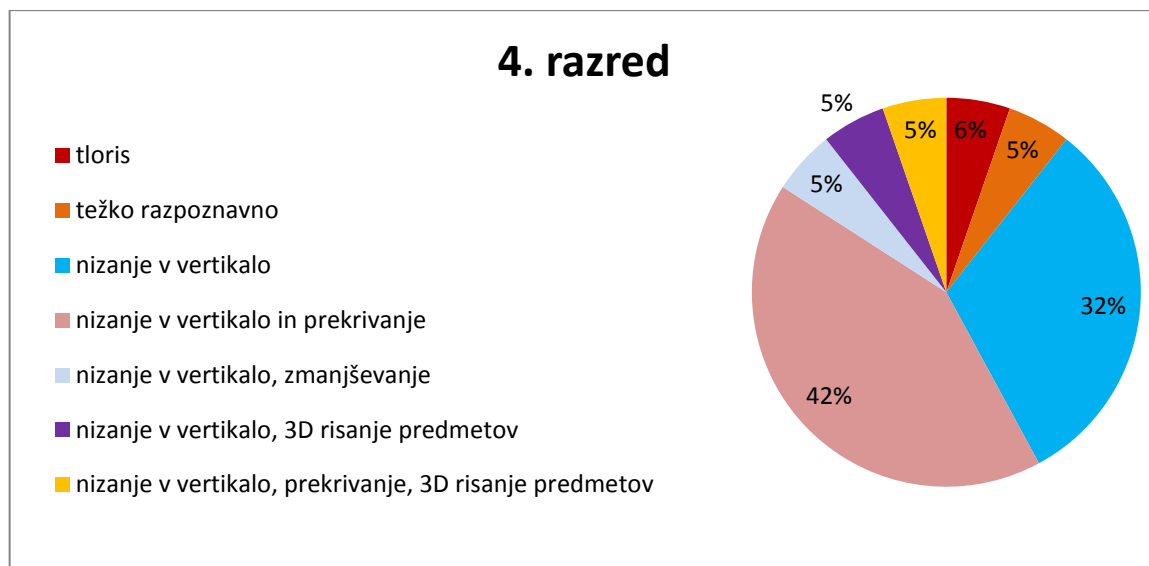
4.2.1 Analiza izdelkov učencev 4. razreda po didaktičnem eksperimentu

Odločili sva se, da risanje ponoviva v 4. razredu, ker po eni strani učenci že razumejo določene prostorske pojme, po drugi strani pa prostor še vedno pogosto rišejo ploskovito.

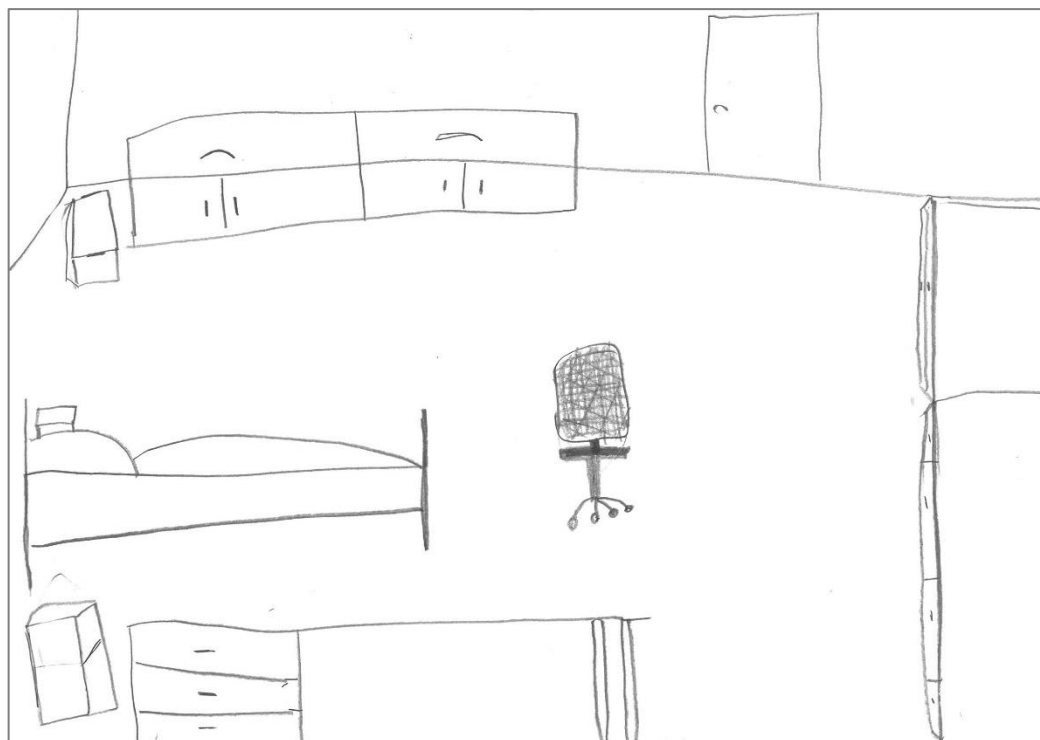
Teden dni po prvem risanju sva se vrnili v oddelek 4. razreda. Najprej sva se z učenci pogovarjali o prejšnji nalogi. Skupaj smo nato odgovorili na vprašanje, zakaj so risali sobo. Učenci so razumeli, da je bila njihova naloga na list papirja narisati prostor. Nato sva učencem razložil, kako si lahko pomagamo, da narišemo prostor. Predstavili sva vse prostorske ključne in jih razložili na praktičnih primerih. Ko sva končali z razlago, sva učencem razdelili risalne liste in svinčnike. Učencem sva podali popolnoma enaka navodila kot prvič.

Rezultati:

- Risbe je risalo 19 učencev, 9 fantov in 10 deklet.
- 1 fant (5,3%) je pri risanju sobe uporabil elemente tlorisa. Večino predmetov v sobi je narisal gledano od zgoraj.
- 1 deklica (5,3%) je narisala motiv težko razpoznaven, je pa vidno, da je narisane predmete razporejala po celotnem listu, torej v nizanje v vertikalno.
- 6 učencev (31,5%), od tega 2 fanta, so za risanje motiva uporabili izključno nizanje figur v vertikalni, torej v nizanje v vertikalno.
- 8 učencev (42%) , od tega 4 fantje, so pri risanju prostora uporabljali nizanje predmetov v vertikalno ter prekrivanje.
- 1 učenka (5,3%) je za risanje uporabila nizanje figur v vertikalni in 3D risanje predmetov.
- 1 učenec (5,3%) je poleg nizanja figur v vertikalni in prekrivanja uporabil še zmanjševanje.
- 1 učenka (5,3%) je poleg nizanja figur v vertikalni in prekrivanja uporabila še 3D risanje predmetov.



Slika 37: Analiza uporabe prostorskih ključev na risbah učencev 4. razreda po didaktičnem eksperimentu



Slika 38: Primer risbe učenca 4. razreda po didaktičnem eksperimentu

4.2.2 Primerjava izdelkov

Med prvotnimi narisanimi risbami, ki so bile narisane brez teoretičnega uvoda, in risbami, ki so bile narisane pozneje, so opazne naslednje razlike:

- Pri prvem risanju je 6% učencev vezalo motiv na spodnji rob risalnega lista, pri drugem risanju pa ni nobene take risbe.
- V prvem risanju je 9% učencev narisalo težje razpoznaven motiv, pri drugem risanju pa 5,3%.
- Ob prvem risanju je elemente tlorisa bilo opaziti pri 29% učencev, v drugem risanju pa 5,3%.
- Ob prvem risanju je nizanje v vertikali uporabilo 29% učencev, v drugem risanju pa 31,5%.
- Pri prvem risanju je 12% učencev uporabilo nizanje v vertikali in prekrivanje, pri drugem risanju pa 42%.
- Odstotek učencev, ki so uporabili nizanje v vertikali in 3D risanje, je pri obeh risanjih enak.

Ob primerjavi rezultatov sva ugotovili, da je 94,7% učencev pri drugem risanju uporabilo prostorske ključne, medtem ko je ob prvem risanju prostorske ključne uporabilo 56%. Veliko več učencev je pri risanju uporabilo tudi prekrivanje. Za 23,5% se je zmanjšala uporaba elementov tlorisa.

Ob teh rezultatih se poraja vprašanje, ali bi bilo smotrno učence že prej učiti o prikazovanju prostora na ploskvi. Če primerjamo samo številčne rezultate, je odgovor najverjetneje da. Če pa primerjamo risbe, je najino mnenje, da kljub številkam ne. Risbe, ki so bile narisane brez teoretičnega uvoda, so namreč veliko bolj zanimive in domiselne. Vidi se, da so bile narisane spontano in da so jih učenci narisali tako, kot se jim je zdelo prav. Risbe, ki so nastale po teoretičnem uvodu, pa so si med sabo zelo podobne. Res je, da so učenci uporabljali prostorske ključne, jih pa najbrž v veliki večini niso najbolj razumeli. Meniva, da so uporabljali to, kar so bili naučeni. Umetnost namreč ni nekaj naučenega, ampak izvira iz notranjosti človeka – njegove iluzije, zato je ne smemo uokvirjati, ampak ji moramo pustiti svobodo, da se izrazi.

5 DISKUSIJA

Po zaključni analizi sva se razveselili spoznanja, da sva našli odgovore na zastavljena vprašanja. Najpogostejši prostorski ključ, ki ga učenci uporabljajo pri upodabljanju prostora, je nizanje v vertikalno, ki se prvič pojavi že v prvem razredu, od petega razreda naprej pa je prevladujoč. Ugotovili sva tudi, da od šestega razreda naprej učenci v zelo redkih primerih rišejo prostor z vidnimi elementi tlorisa. Presenetilo naju je dejstvo, da se risbe, na katerih je motiv težje razpoznati, pojavljajo v večini razredov, seveda jih je največ v prvem razredu. Od osmega razreda naprej pa se pojavijo pestre kombinacije uporabe prostorskih ključev. V devetem razredu se pa pojavijo risbe, na katerih so uporabljeni prav vsi risarski prostorski ključi.

Prva izmed hipotez najine raziskovalne naloge pravi, da več kot polovica učencev do vključno 3. razreda riše prostor, vezan na spodnji rob risalnega lista. Ugotovili sva, da v prvem razredu ta način risanja uporablja 46% učencev, v drugem 40% in v tretjem 26% učencev. Glede na te rezultate lahko to hipotezo ovrževa. Tako v prvem kot v drugem razredu veže risbe na spodnji rob manj kot polovica učencev, v tretjem razredu pa še občutno manj. V četrtem razredu nato samo 6% učencev riše na ta način. Iz rezultatov je tako razvidno, da po tretjem razredu risanje, vezano na spodnji rob risalnega lista, nadomesti uporaba celotne risalne podlage.

Druga najina hipoteza pravi, da bo najpogosteje uporabljeni prostorski ključ nizanje v vertikalno. Glede na to, da ga je v povprečju v raznih kombinacijah uporabilo 58,8% vseh učencev, lahko to hipotezo sprejmeva. Nizanje v vertikalno je prav gotovo najpogosteje uporabljeni prostorski ključ. V prvem izobraževalnem obdobju ga v povprečju uporablja 23,7% učencev, v drugem 62,3% učencev in v tretjem 90,3% učencev. Prvič se pojavi pri enem učencu že v prvem razredu. V drugem razredu ga uporablja že 36% učencev.

Tretja hipoteza pravi, da učenci z višjo oceno iz matematike pri risanju uporabljajo več prostorskih ključev. Učenci, ki uporabljajo več različnih kombinacij prostorskih ključev, so imeli lansko leto matematiko zaključeno s povprečno oceno 4,53. Učenci, ki so risbo vezali izključno na spodnji rob risalnega lista, so imeli lansko leto povprečno oceno iz matematike 3,1. Ko sva pregledali vse rezultate, sva opazili, da se povprečne ocene glede na kompleksnost risanja prostora zvišujejo. Kot sva že omenili, so imeli učenci, ki pri risanju niso uporabljali prostorskih ključev in so risbe vezali izključno na spodnji rob, povprečno oceno 3,1. Učenci, ki so v nekaterih delih risbe uporabljali elemente tlorisa, so imeli povprečno oceno 3,4. Učenci, ki so narisali težje prepoznavne motive, so imeli povprečno oceno 3,85. Na teh risbah so občasno vidni prostorski ključi, vendar je sam motiv težko razpoznaven. Učenci, ki so pri risanju uporabljali izključno nizanje v vertikalno, so imeli povprečno oceno 4,2. Učenci, ki so pa pri risanju kombinirali več prostorskih ključev ali uporabljali bolj zahtevne, kot je linearna perspektiva, pa so imeli povprečno oceno 4,5. Glede na rezultate lahko to hipotezo sprejmeva. Uporaba prostorskih ključev in s tem dojetje prostora je povezana z znanjem matematike.

Ena izmed hipotez najine raziskovalne naloge pravi, da imajo učenci, ki pri risanju uporabljajo poševno projekcijo, pri matematiki v povprečju višje ocene. Najini rezultati so pokazali, da imajo učenci, ki so na risbah uporabili poševno projekcijo, v povprečju oceno iz matematike 4,2, kar je zelo visoka povprečna ocena. Hipotezo sva potrdili. Ugotovili sva, da v večini primerov znanje iz geometrije pri matematiki vpliva na dojetje prostora učencev in to se kaže tudi na likovnem področju. Večja sprememba je vidna med učenci petega in šestega razreda. V šestem razredu imajo učenci znanje o mreži kocke in kvadra, o katerih se učijo pri matematiki v petem razredu in to znanje uporabijo pri risanju. Največji preskok je opažen med učenci šestega in sedmega razreda. V sedmem razredu učenci pri risanju uporabijo znanje o poševni projekciji, s katero so se prvič srečali pri matematiki v šestem razredu. Tako je do vključno šestega razreda poševno projekcijo uporabilo 20 % učencev, v sedmem pa se ta uporaba poveča na kar 42 %.

Najina peta hipoteza pravi, da vsaj polovica učencev devetega razreda pri risanju prostora uporablja linearno perspektivo. To hipotezo sva si zastavili zato, ker smo v letošnjem letu pri predmetu likovna umetnost spoznali linearno perspektivo, zato sva pričakovali, da jo bo več kot polovica učencev pri risanju prostora tudi uporabilo. Glede na to, da je linearno perspektivo uporabilo samo 13% učencev, lahko to hipotezo ovrževa. Ugotovili sva, da je linearno perspektivo uporabilo več učencev osmega razreda. Mogoče je razlog v tem, da imajo učenci za eno oceno višjo povprečno oceno iz matematike kot učenci devetih razredov.

Zadnja hipoteza pravi, da učenci četrtega razreda večinoma uporabljajo prostorske ključne, če jih prej spoznajo. Glede na to, da je v ponovnem poskusu prostorske ključne uporabilo 94,7% učencev, kar je 38,7% več kot ob prvem risanju, lahko to hipotezo sprejmeva. Bi pa bilo zanimivo slediti razvoju teh učencev in rezultate primerjati z oddelkom, ki tega predznanja o prostorskih ključih ni prejel.

6 ZAKLJUČEK

Prostor je nekaj, kar ni ena sama točka, prav tako ni daljica (točka, ki smo ji dodali dolžino), prav tako ni ravnina (daljica, ki smo ji dodali širino), temveč potrebujemo še element višine in tako dobimo tri dimenzije, ki predstavljajo kompleksno zadevo, prostor. Zato je upodabljanje le-tega zelo zahtevno.

Raziskovanje je najzanimivejše takrat, ko ugotavljaš, ali so tvoje domneve ustrezne ali ne. Tako sva ugotovili, da so najine hipoteze, ki sva si jih zastavili na začetku, kljub prepričanju, da so vse ustrezne, nekatere skladne z rezultati, druge pa sva morali ovreči.

Najini rezultati so pokazali, da ne drži, da več kot polovica učencev do vključno 3. razreda riše prostor, vezan na spodnji rob risalnega lista, saj tako v prvem kot v drugem razredu veže risbe na spodnji rob manj kot polovica učencev, v tretjem razredu pa še občutno manj. Prav tako ne drži, da vsaj polovica učencev devetega razreda pri risanju prostora uporablja linearno perspektivo, saj je linearno perspektivo uporabilo samo 13% učencev. Ugotovili pa sva, da je najpogosteje uporabljeni prostorski ključ nizanje v vertikalo in da je uporaba prostorskih ključev odvisna tudi od predznanja. Da ima znanje matematike vpliv na risbe pri likovni umetnosti, pa se je potrdilo v tem, da učenci, ki imajo pri matematiki višjo oceno, na risbah uporabljajo več prostorskih ključev. Sled matematičnih znanj pa je opazna tudi v tem, da učenci, ki imajo pri matematiki višjo povprečno oceno, na risbah uporabijo tudi poševno projekcijo, ki jo poznajo iz matematike.

Raziskava nama je pokazala še naslednje: med učenci v posameznih razredih, predvsem razredih zadnjega vzgojno izobraževalnega obdobja, so velike razlike v dojetju prostora na ploskvi. Medtem ko nekateri učenci uporabljajo najbolj kompleksne prostorske ključe, je tu še nekaj takih, katerih risbe so še vedno težko prepoznavne ali vezane na spodnji rob risalnega lista. Ugotovili sva tudi, da spol nima pomena na dojetje prostora na ploskvi.

Ob zaključku najine raziskovalne poti pa še vedno obstajajo odprta vprašanja. Predvsem bi naju zanimal odgovor na vprašanje o primerjavi rezultatov naše šole z neko večjo mestno šolo in manjšo, vaško. Ne smeva pa pozabiti oddelka 4. razreda, ki je v okviru najine raziskovalne naloge dobil možnost, da spozna načine, kako na ploskvi prikazujemo prostor. Spremljanje razvoja dojetja prostora teh učencev v primerjavi z oddelkom, ki tega predznanja ni dobil, bi bil zanimiv izziv za novo raziskovalno nalogo.

Za učence risanje »moje sobe« ni bilo samo opravilo, ki so ga morali opraviti. Med risanjem je bilo učence zanimivo opazovati, kako sošolcem pripovedujejo o svojih sobah in kako jih sprašujejo: »Kaj imam že tu zraven?«. Tako je najina raziskovalna naloga pripomogla tudi k boljšemu spoznavanju učencev med sabo in marsikdo je izvedel kaj novega o sošolcu, ki že dolgo sedi zraven njega.

7 LITERATURA

Gardner, H. (1995). *Razsežnosti uma. Teorija o več inteligencah*. Ljubljana: založba Tangram.

Labinowicz, E. (2010). *Izvirni Piaget. Mišljenje-učenje-poučevanje*. Ljubljana: DZS.

Marjanovič Umek, L. (2009a). *Razvoj otroške risbe*. V L. Marjanovič Umek in M. Zupančič (Ur.), *Razvojna psihologija*. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni inštitut Filozofske fakultete: distribucija Rokus Klett

Simonič, M. (2013). *Opazovanje in razvoj prostorske predstave v petem razredu devetletne osnovne šole*, Ljubljana, pedagoška fakulteta, diplomsko delo

Tacol, T., Frelj, Č., Muhovič, J., Zupančič, D. (2013). *Likovno izražanje 8: Učbenik za 8. razred osnovne šole*. Ljubljana: Založba Karantanija: Debora.

Zavod za šolstvo: iUčbeniki: Vega 2: i-učbenik za matematiko v 2. letniku gimnazij, 2014. Dostop: <http://eucbeniki.sio.si/> (7. 12. 2015)