



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

Ugotavljanje matematičnega znanja

Priročnik za učitelje

Strokovne urednice: mag. Mojca Suban, Jerneja Bone, mag. Valentina Herbaj, mag. Apolonija Jerko,
mag. Mateja Sirnik, mag. Sonja Rajh, Lidija Pulko, mag. Melita Gorše Pihler



Ugotavljanje matematičnega znanja

Priročnik za učitelje

Strokovne urednice: mag. Mojca Suban, Jerneja Bone, mag. Valentina Herbaj, mag. Apolonija Jerko, mag. Mateja Sirmik, mag. Sonja Rajh, Lidija Pulko, mag. Melita Gorše Pihler

Avtorji: mag. Mojca Suban, Jerneja Bone, mag. Valentina Herbaj, mag. Apolonija Jerko, mag. Mateja Sirmik, mag. Sonja Rajh, Lidija Pulko, mag. Melita Gorše Pihler, Loreta Hebar, Urška Rihtaršič, Ana Canzutti, Karmen Škafar, mag. Mojca Novoselec, Mojca Plut, Andreja Verbinc, mag. Andreja Oder Grabner, Katarina Udovč, Rok Lipnik, Lidija Jug, Andreja Potočnik, Tatjana Kerin, Andrejka Kramar

Predstavljeni primeri iz prakse so plod sodelovanja učiteljev in članic Predmetne skupine za matematiko v okviru razvojne naloge *Uvajanje formativnega spremljanja in inkluzivne paradigme*.

Strokovni pregled: dr. Adrijana Mastnak, dr. Andreja Klančar, dr. Ada Holcar Brunauer

Jezikovni pregled: Vanja Kavčnik Kolar

Grafična priprava: Lidija Pulko

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Predstavnik: dr. Vinko Logaj

Urednica založbe: Zvonka Kos

Spletna izdaja

Ljubljana, 2020

Publikacija je brezplačna

Publikacija je dosegljiva na: www.zrss.si/pdf/ugotavljanje_matematicnega_znanja.pdf

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID=29585155

ISBN 978-961-03-0527-9 (pdf)

Kazalo vsebine:

1	<i>Predgovor (dr. Andreja Klančar)</i>	6
2	<i>K manj uveljavljenim oblikam matematičnega znanja (mag. Mojca Suban, Jerneja Bone)</i>	7
3	<i>Preiskovalne naloge</i>	12
3.1	<i>Preiskovalne naloge pri matematiki (mag. Mojca Suban)</i>	12
3.2	<i>Primeri iz prakse (Loreta Hebar, Urška Rihtaršič)</i>	16
3.2.1	Preiskovalna naloga o množenju z decimalnimi števili v 6. razredu (Loreta Hebar)	17
3.2.2	Preiskovalna naloga v podporo razvoju procesnih znanj v 2. letniku gimnazijskega programa (Urška Rihtaršič) ..	25
3.3	<i>Nabor nalog za preiskovanje pri matematiki (mag. Mojca Suban)</i>	29
4	<i>Tvorjenje pisnih besedil</i>	34
4.1	<i>Pisanje kot ena izmed štirih sporazumevalnih zmožnosti (Jerneja Bone)</i>	34
4.2	<i>Tvorjenje pisnih besedil z vidika formativnega spremljanja (Jerneja Bone)</i>	39
4.3	<i>Primeri iz prakse (Ana Canzutti, Karmen Škafar, mag. Mojca Novoselec, Mojca Plut)</i>	43
4.3.1	Pisno besedilo o decimalnih številih ter obsegu in ploščini pravokotnika in kvadrata v 6. razredu (Ana Canzutti) ..	44
4.3.2	Pisno besedilo o zrcaljenju čez premico in točko v 7. razredu (Ana Canzutti)	50
4.3.3	Pisno besedilo o štirikotnikih v 7. razredu (Karmen Škafar)	57
4.3.4	Pisno besedilo o kotnih funkcijah v 3. letniku (mag. Mojca Novoselec)	65
4.3.5	Primeri navodil za tvorjenje pisnih besedil pri matematiki (Mojca Plut)	71
5	<i>Govorni nastopi</i>	73
5.1	<i>Govorni nastop kot oblika sporočanja pri matematiki (mag. Mojca Suban, mag. Valentina Herbaj)</i>	73
5.2	<i>Primeri iz prakse (Andreja Verbinc, mag. Andreja Oder Grabner, Urška Rihtaršič)</i>	75
5.2.1	Govorni nastop o potencah v 8. razredu (Andreja Verbinc)	76
5.2.2	Matematično preiskovanje skozi govorni nastop (mag. Andreja Oder Grabner)	81
5.2.3	Predstavitev uporabe eksponentne in logaritemske funkcije z govornim nastopom (Urška Rihtaršič)	85
6	<i>Vizualne predstavitve</i>	88
6.1	<i>Matematika skozi vizualne predstavitve (mag. Apolonija Jerko)</i>	88
6.2	<i>Primeri rabe vizualnih predstavitev pri matematiki (mag. Apolonija Jerko)</i>	91
6.3	<i>Primeri iz prakse (Katarina Udovč, Rok Lipnik)</i>	92
6.3.1	Videoposnetki pri metrični geometriji v osnovni šoli (Katarina Udovč)	93
6.3.2	Vizualna predstavitev pri matematiki kot priložnost razvijanja ustvarjalnosti (Rok Lipnik)	98
7	<i>Didaktične igre</i>	104
7.1	<i>Didaktične igre pri matematiki (mag. Mateja Sirnik)</i>	104
7.2	<i>Primeri iz prakse (Lidija Jug, Loreta Hebar, Andreja Potočnik)</i>	109
7.2.1	Didaktične igre v 7. in 8. razredu pri pouku matematike (Lidija Jug)	110
7.2.2	Primeri izdelanih didaktičnih iger s kriteriji uspešnosti in povratnimi informacijami učencev (Loreta Hebar) ..	117
7.2.3	Primeri izdelanih didaktičnih iger s povratnimi informacijami učencev (Andreja Potočnik)	120
8	<i>Izdelki</i>	122
8.1	<i>Izdelki pri matematiki (mag. Mateja Sirnik, mag. Sonja Rajh)</i>	122

8.2	Primeri iz prakse (Lidija Jug, Tatjana Kerin, Andrejka Kramar)	124
8.2.1	Navodila za izdelavo: Sestavljeno geometrijsko telo (Lidija Jug)	125
8.2.2	Izdelava sestavljenega geometrijskega telesa (Tatjana Kerin)	126
8.2.3	Prostornina in površina teles, sestavljenih z link kockami (Andrejka Kramar)	131
8.3	Primeri dejavnosti (mag. Mateja Sirnik, mag. Sonja Rajh)	141
9	Zaključek (mag. Melita Gorše Pihler, Lidija Pulko)	142
10	Viri in literatura	147
10.1	Viri	147
10.2	Literatura	148

Kazalo slik:

Slika 1: Naslovnica priročnika za učitelje Formativno spremljanje pri matematiki	7
Slika 2: Dejavnosti učenca v procesu preiskovanja	12
Slika 3: Stopnja odprtosti preiskovalnega procesa	13
Slika 4: Vprašanja v podporo procesu preiskovanja	14
Slika 5: Možni koraki za izvedbo preiskovanja pri pouku matematike	15
Slika 6: Primer izdelka učenke 8. razreda OŠ Leskovec pri Krškem (Mentorica: Tatjana Kerin).....	29
Slika 7: Primer izdelka učenke 8. razreda OŠ Leskovec pri Krškem (Mentorica: Tatjana Kerin).....	30
Slika 8: Primer izdelka učenca 7. razreda OŠ Sladki Vrh (Mentorica: Lidija Jug). Učenec s sistematičnim zapisovanjem razišče možnosti za menjavo sličic.	32
Slika 9: Primer izdelka dijakinje Ekonomske šole Novo mesto (Mentorica: Mojca Plut)	33
Slika 10: Primer izdelka dijaka Ekonomske šole Novo mesto (Mentorica: Mojca Plut).....	33
Slika 11: Povezanost vseh štirih sporazumevalnih zmožnosti.....	34
Slika 12: Učenka med načrtovanjem vizualne predstavitve (Mentor: Rok Lipnik)	88
Slika 13: Primer vizualne predstavitve (Mentorica: Katarina Udovč)	89
Slika 14: Primer vizualne predstavitve (Mentorica: Katarina Udovč)	89
Slika 15: Metode učenja glede na aktivnost učencev	105
Slika 16: Vtisi učencev (Mentorica: Ana Canzutti)	142
Slika 17: Skrivnostna vrata (Avtorica: mag. Melita Gorše Pihler)	143
Slika 18: Navodilo za pesem o štirikotnikih.....	145

Kazalo preglednic:

Preglednica 1: Splošni kriteriji za vrednotenje preiskovalnih nalog z opisniki na treh ravneh znanja	16
Preglednica 2: Kriteriji uspešnosti za zapis pisnega besedila pri matematiki	36
Preglednica 3: Dopolnitev kriterijev uspešnosti za zapis pisnega besedila pri matematiki	36
Preglednica 4: Primer slovarja pri matematiki (vir: Študijsko srečanje za učitelje matematike, avgust 2020)	38
Preglednica 5: Oblikovanje kriterijev uspešnosti	41
Preglednica 6: Splošni kriteriji za govorni nastop pri matematiki z opisniki na dveh ravneh znanja	74
Preglednica 7: Primer kriterijev uspešnosti za vizualni (digitalni) izdelek	90
Preglednica 8: Vizualna predstavitev kot podpora učenju	91
Preglednica 9: Vizualna predstavitev kot podpora govornemu nastopu	91
Preglednica 10: Kriteriji za izdelavo in igranje didaktičnih iger	108
Preglednica 11: Kriteriji z opisniki za izdelavo sestavljenega geometrijskega telesa	124
Preglednica 12: Še nekaj oblik ugotavljanja matematičnega znanja	143

Kazalo zgledov:

Zgled 1: Preverjanje predznanja, ko učenci še nimajo izkušenj s tvorjenjem pisnega besedila pri matematiki	39
Zgled 2: Preverjanje predznanja, ko učenci že imajo izkušnjo s tvorjenjem pisnih besedil pri matematiki	40
Zgled 3: Nameni učenja za pisanje besedil z matematično vsebino.....	40
Zgled 4: Zapis oblikovanja kriterijev uspešnosti za 1. pristop	40

Zgled 5: Primeri oblikovanja kriterijev uspešnosti v pripravah učiteljev	41
Zgled 6: Primeri načrtovanja dokazov o učenju	41
Zgled 7: Medvrstniška povratna informacija	42
Zgled 8: Navodilo za podajanje medvrstniške povratne informacije	42
Zgled 9: Skupinsko podajanje povratne informacije	43

1 Predgovor (dr. Andreja Klančar)

Priročnik za učitelje »Ugotavljanje matematičnega znanja« zajema obravnavo različnih dokazov o učenju pri pouku matematike, s katerimi se odmakne od klasičnih oblik izkazovanja in vrednotenja znanja (med le-te uvrščamo predvsem pisne preizkuse znanja ter ustno spraševanje). V priročniku so podrobneje predstavljeni naslednji dokazi o učenju: preiskovalne naloge, pisna besedila, govorni nastopi, vizualne predstavitve, didaktične igre in izdelki. Avtorice izhajajo iz izzivov iz prakse in predlagajo teoretsko utemeljene rešitve, ki so bile v sodelovanju z učitelji razvojniki preizkušene tudi v praksi.

Uvodno poglavje je namenjeno splošni predstavitvi manj uveljavljenih oblik za ugotavljanje, izkazovanje in vrednotenje matematičnega znanja ter utemeljitvi (upo)rabe le-teh, pri čemer izhajajo avtorice iz učnega načrta in iz katalogov znanja.

V poglavjih, ki sledijo, avtorice predstavijo vsako posamezno obliko ugotavljanja matematičnega znanja posebej. V uvodu vsakega poglavja jo najprej teoretsko utemeljijo, v nadaljevanju pa podkrepijo s konkretnimi primeri iz prakse, ki so jih prispevali učitelji razvojniki. V gradivu so natančno opisani scenariji izvedbe učnih ur, nameni učenja, oblikovani so kriteriji uspešnosti in dodane so priloge – vsa potrebna podporna gradiva za uspešno izvedbo dejavnosti.

Predstavljene dejavnosti spodbujajo uporabo konkretnih didaktičnih pripomočkov in sodobnih tehnologij ter s tem omogočajo razvijanje digitalnih kompetenc pri učencih. Poleg opisa vsebujejo tudi povezavo z učnim načrtom (cilji, standardi znanja). Predstavitve izvedb dejavnosti so podkrepjene s posnetki izdelkov, govornih nastopov ter drugih gradiv, ki so jih izdelali učenci. Gre za dragoceno zakladnico idej, s katero si lahko učitelj pomaga tako pri izbiri dejavnosti in njeni izvedbi kot tudi pri pripravi gradiv za izbrane dejavnosti. Pomembno dopolnitev priročnika predstavljajo tudi povezave do gradiv in posnetkov.

Priročnik predstavlja pomemben prispevek na področju didaktike matematike, predvsem pri razvoju novih, drugačnih didaktičnih pristopov in procesov v vzgojno-izobraževalni praksi. Priročnik je pregleden in podaja učiteljem matematike jasne smernice za uporabo različnih oblik izkazovanja in vrednotenja znanja učencev. S tem nudi učitelju dobrodošlo podporo tako pri poučevanju kot pri ugotavljanju matematičnega znanja učencev v razredu in na daljavo. Skrbno premišljena sestava priročnika spodbudi učitelja tudi k razmišljanju o lastni poučevalni praksi ter o smislu in bistvu poučevanja za delo in življenje v 21. stoletju.

2 K manj uveljavljenim oblikam matematičnega znanja (mag. Mojca Suban, Jerneja Bone)

Učitelji matematike se pogosto sprašujejo, kako bi ugotovili, koliko matematike znajo njihovi učenci. V praksi zelo pogosto srečamo različne pisne naloge, s katerimi učitelji ugotavljajo raven usvojenega znanja, ali pa učenci ustno odgovarjajo in na ta način pokažejo, koliko znajo. Iz rešenih nalog in ustnih odgovorov učencev lahko učitelj dobi vpogled v to, kako so učenci razumeli obravnavan matematični pojem in v skladu z ugotovitvami načrtuje nadaljnje korake pri svojem poučevanju. Raznolikost nalog z vidika tipov in taksonomskih ravni težavnosti lahko v veliki meri pripomore k dvigu kakovosti vpogleda v znanje učenca, vendar zgolj skozi pisno nalogo iz določene matematične vsebine učenec ne more v celoti izkazati svojega znanja, ki ga predpisujejo učni načrti in katalogi znanja. Prav tako je ustno spraševanje ena od možnosti, ki prispeva k večji raznolikosti oblik izkazovanja znanja, pri čemer je posebno pozornost treba nameniti strategiji spraševanja in tipom vprašanj.

Širjenje nabora oblik za ugotavljanje matematičnega znanja omogoča različnim skupinam učencem, da lažje pokažejo, koliko znajo, saj izkazovanje znanja skozi pisno nalogo ni nujno močno področje pri vseh učencih. K izražanju v matematičnem jeziku ustno, pisno in v drugih izraznih oblikah vabi tudi učni načrt za matematiko v osnovni šoli in gimnaziji. Pri ugotavljanju znanja naj zato učitelj izbere obliko, s katero skuša celovito zaobjeti cilje in standarde, vezane na določeno vsebino, ali pa kombinira več različnih oblik.

Z vprašanji, kako omogočiti učencem, da na raznolike načine izkažejo svoje znanje, so se ukvarjali učitelji v razvojni nalogi **Uvajanje formativnega spremljanja in inkluzivne paradigme** (2018—2020). Naloga je predstavljala smiselno nadaljevanje in nadgradnjo razvojne naloge *Formativno spremljanje* (2015—2018), kjer je bil osrednji namen razvijanje strategij formativnega spremljanja in njihovo uvajanje v šolsko prakso. V sklopu prve razvojne naloge smo z učitelji pripravili priročnik *Formativno spremljanje pri matematiki* — priročnik za učitelje (Slika 1). V pričujoči publikaciji pa predstavljamo nadaljnje izsledke in izkušnje na področju formativnega spremljanja pri matematiki s poudarkom na različnih oblikah izkazovanja in ugotavljanja matematičnega znanja.



Slika 1: Naslovnica priročnika za učitelje *Formativno spremljanje pri matematiki*

Učitelji so se v razvojni nalogi osredotočili na naslednje oblike ugotavljanja znanja, ki so hkrati dokazi o učenju:

- preiskovalne naloge,
- pisna besedila,
- govorni nastopi,
- vizualne predstavitve,
- didaktične igre,
- izdelki.

Navedene oblike se lahko uporabi kot samostojen dokaz o učenju ali pa se jih med seboj smiselno povezuje, npr. govorni nastop in vizualne predstavitve, govorni nastop in izdelek itn. V nadaljevanju bomo predstavili različne možnosti, ki so jih učitelji testirali in razvijali v svoji praksi v obdobju dveh let.

Ob tem bi radi poudarili, da so v veliki večini primerov učencem navedeni dokazi o učenju predstavljali odmik od običajnih oblik ugotavljanja znanja, ki so jih bili vajeni pri pouku matematike. Proces uvajanja in preizkušanja teh oblik je bil zato dolgotrajen, pri čemer je predstavljal izziv tako učiteljem kot učencem. Dovolj časa je bilo potrebno nameniti temu, da so se učenci z novo obliko dobro seznanili, jo razumeli in temeljito preizkusili. Skupaj so razmišljali o kriterijih uspešnosti, jih razvijali in dopolnjevali. V publikaciji objavljamo primere kriterijev uspešnosti za posamezne oblike in dodajamo, da jih lahko učitelji uporabijo v taki obliki ali pa jih modificirajo glede na potrebe in poudarke svojega pouka. Primere učiteljev predstavljamo v obliki priprav na pouk in dokazov o učenju, ki so nastali v procesu uvajanja in preizkušanja različnih oblik ugotavljanja matematičnega znanja. Nekatere priprave na pouk zato obsegajo več ur oz. navajajo število ur, pri katerih se je določena oblika razvijala. To velja predvsem za tiste primere, kjer se je določena oblika pojavila le v delu šolske ure in so jo razvijali skozi daljše časovno obdobje.

Po dvoletnem preizkušanju drugačnih oblik ugotavljanja matematičnega znanja so učitelji poročali, da so se uspeli bolj približati različnim sposobnostim, afinitetam in potrebam različnih skupin učencev in so zato ti lahko bolj učinkovito izkazali, koliko matematike znajo. Po širšem vpogledu v razumevanje matematičnih pojmov so učitelji še bolj učinkovito načrtovali nadaljnje korake in dejavnosti pri pouku. Opogumljeni z dosežki in ugotovitvami dosedanjega dela bodo učitelji v svoji praksi še naprej preizkušali drugačne oblike ugotavljanja matematičnega znanja in bogatili svojo pedagoško prakso.

Učni načrti in katalogi znanja za matematiko podpirajo druge oblike izkazovanja in vrednotenja matematičnega znanja

Učenci lahko svoje matematično znanje izkažejo na različne načine. Najbolj uveljavljena načina izkazovanja in vrednotenja znanja sta pisni preizkus in ustno ocenjevanje znanja. Učenci lahko svoje matematično znanje izkažejo tudi z reševanjem preiskovalnih nalog, pisnimi besedili z matematično vsebino, govornimi nastopi, vizualnimi predstavitvami (filmi ...), izdelavo didaktičnih iger in izdelkov. Vse naštetu bomo v nadaljevanju poimenovali kot **druge oblike** izkazovanja matematičnega znanja.

Kako učni načrti in katalogi znanj podpirajo druge oblike izkazovanja znanja? Kje v učnih načrtih in katalogih znanj za matematiko najdemo oporo? V nadaljevanju odговорimo na ta vprašanja. Dobesedni zapisi iz učnih načrtov so napisani v ležeči pisavi.

Med **splošnimi cilji** pouka matematike v učnem načrtu za osnovno šolo (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011) in učnem načrtu za gimnazijo (Žakelj A. e., 2008) posebej izpostavljamo spodaj naštetu, ki jih povezujemo z drugimi oblikami izkazovanja in vrednotenja znanja:

- *učenci/učenke oz. dijaki/dijakinje oblikujejo matematične pojme, strukture, veščine in procese ter povezujejo znanje znotraj matematike in tudi širše;*
- *spoznavajo uporabnost matematike v vsakdanjem življenju;*
- *spoznavajo matematiko kot proces ter se učijo ustvarjalnosti in natančnosti, razvijajo kreativnost;*
- *razvijajo zaupanje v lastne (matematične) sposobnosti, odgovornost in pozitiven odnos do dela in matematike;*
- *spoznavajo pomen matematike kot univerzalnega jezika in orodja;*
- *sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno vrednoto;*
- *izražajo se v matematičnem jeziku ustno, pisno ali v drugih izraznih oblikah;*
- *postavljajo ključna vprašanja, ki izhajajo iz življenjskih situacij ali pa so vezana na raziskovanje matematičnih problemov.*

V katalogu znanja (Rojko, 2007) se opremo na **usmerjevalne cilje**, kjer želimo posebej izpostaviti:

- *razumevanje informacij, ki so podane z matematičnimi sredstvi (diagrami, tabelami, obrazci) ter uporabo matematike in matematičnih sredstev pri komuniciranju;*
- *zmožnost specifičnega dojetanja in razlaganja različnih pojavov ter interpretacije resničnosti;*
- *zmožnost reševanja matematičnih problemov in zmožnost kritične uporabe matematičnih pojmov, sredstev, tehnoloških orodij in modelov na drugih področjih;*
- *pozitiven odnos do matematičnih znanj, učenja in uporabe matematike ter zavedanje pomembnosti matematike kot kulturne vrednote;*
- *razvijanje abstraktnega in deduktivnega matematičnega mišljenja, kar je pomembno za nadaljnje izobraževanje.*

V zapisu **kompetenc** v učnih načrtih za osnovno šolo in gimnazijo na spodbujanje izkazovanja matematičnega znanja tudi z drugimi oblikami nakazujejo naslednji zapisi:

- *razumevanje in uporabo matematičnega jezika (branje, pisanje in sporočanje matematičnih besedil, iskanje matematičnih virov in njihovo upravljanje);*
- *uporabo informacijsko-komunikacijske in druge tehnologije;*
- *sporazumevanje v maternem jeziku;*
- *sporazumevanje v tujih jezikih.*

Učni načrt za osnovno šolo posebej poudarja:

- *uporabo osnovne strokovne terminologije pri opisovanju pojavov, procesov in zakonitosti pri razvijanju metod raziskovanja, presoji zanesljivosti pridobljenih rezultatov in navajanju na argumentirano sklepanje pri predstavitvi.*

Učitelji in učiteljice matematike lahko z ustreznimi načini dela spodbujajo razvoj še drugih kompetenc. V primerih opisov dejavnosti za razvoj kompetence sporazumevanje v maternem jeziku (slušno razumevanje, govorno sporočanje, bralno razumevanje, pisno sporočanje) je tako v učnem načrtu za osnovno šolo kot v učnem načrtu za gimnazijo zapisano, da učenci/učenke oz. dijaki/dijakinje:

- *tudi pri pouku matematike, v kontekstu matematičnih vsebin, razvijajo slušno razumevanje, govorno sporočanje, bralno razumevanje in pisno sporočanje;*
- *v povezavi s slovenščino ob branju matematičnega besedila (npr. besedilne naloge, učenje iz učbenika, iskanje virov) razvijajo bralne strategije (prelet, postavitev vprašanja, branje, ponovni pregled, poročanje), bralne sposobnosti, odnos do branja in interes za branje.*

V učnem načrtu za gimnazijo je posebej izpostavljena še **skrb za razvijanje strokovne terminologije**.

V katalogu znanja (Rojko, 2007) izpostavljamo zapise določenih ključnih kompetenc, preko katerih uresničujemo cilje matematike:

- *zmožnost za raziskovanje in reševanje matematičnih problemov;*
- *zmožnost za generaliziranje in abstrahiranje ter reševanje problemov na splošni ali abstraktni ravni;*
- *zmožnost za interpretiranje in kritično presojo pri uporabljanju matematike na strokovnih in drugih področjih;*
- *zmožnost za uporabljanje matematičnih orodij pri sporazumevanju;*
- *zmožnost za uporabljanje tehnologije pri izvajanju matematičnih postopkov ter pri raziskovanju in reševanju matematičnih problemov;*
- *zmožnost za načrtovanje in organiziranje delovnih postopkov;*
- *sprejemanje in doživljanje matematike kot kulturne vrednote.*

V učnem načrtu za osnovno šolo so nekateri **standardi triletja** povezani z drugimi oblikami izkazovanja znanja, predvsem s poudarkom na uporabi matematične terminologije in matematičnega jezika. Pri oblikovanju kriterijev uspešnosti smo izhajali iz njihovih zapisov. V nadaljevanju izpostavljamo nekatere standarde 2. in 3. triletja.

Nekateri standardi znanja v 2. triletju:

- *učenec/učenka pri reševanju (besedilnih) problemov uporablja različne bralne strategije ter kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih podatkih;*
- *opiše problemsko situacijo z matematičnim jezikom;*
- *pozna in uporablja matematično terminologijo.*

Nekateri standardi znanja v 3. triletju:

- *učenec/učenka razvije učinkovite bralne strategije za nadaljnje učenje in izobraževanje (sporazumevanje v maternem jeziku);*
- *v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike razvije matematično in nematematično terminologijo (sporazumevanje v maternem jeziku);*
- *matematični jezik uporablja pri sporazumevanju;*
- *pri reševanju besedilnih nalog uporablja bralne strategije in besedilno nalogo opiše z matematičnim jezikom;*
- *uporablja matematiko pri reševanju problemov iz vsakdanjega življenja;*
- *uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo pri reševanju problemov;*
- *kritično vrednoti informacije na spletu in drugje;*
- *kritično reflektira lastno znanje (učenje učenja).*

Učni načrt za matematiko v osnovni šoli podpira razvoj **procesnih znanj** pri učenju in poučevanju. Pri uporabi drugih oblik izkazovanja in vrednotenja znanja razvoj procesnih znanj pride še posebej do izraza. V nadaljevanju izpostavljamo procesna znanja v povezavi z drugimi oblikami izkazovanja in vrednotenja znanja. *Načrtovanje dela ter strategija izboljševanja rešitve oz. postopka* sta pomembni pri vseh drugih oblikah ugotavljanja znanja. *Predvidevanje, preverjanje in spreminjanje podatkov naloge* se posebej izraža pri zasnovi didaktične igre, *izbira ustreznega orodja/tehnologije* se izkaže kot pomembna pri vizualnih predstavvah. Pri *pisni predstavitvi obravnave matematičnega problema* učitelj predlaga, da s kombiniranjem različnih (grafičnih in pisnih) oblik učenci

predstavijo svojo obravnavo matematičnega problema. Posebno pozornost namenjamo tudi *kritičnemu odnosu do rešitev* in *kritičnemu odnosu do interpretacije rezultatov*.

Med procesnimi znanji, ki jih izpostavlja učni načrt za gimnazijo, izpostavljamo tista, ki so povezana z drugimi oblikami ugotavljanja znanja. Učitelj pripravlja dejavnosti, kjer dijak/dijakinja:

- uporablja matematiko v vsakdanjem življenju (uporaba geometrije, merjenja, ocenjevanje, obdelava podatkov, varčevanje, krediti ...);
- razvije učinkovite bralne strategije za nadaljnje učenje in izobraževanje (sporazumevanje v maternem jeziku);
- izraža se ustno, pisno in v drugih izraznih oblikah;
- komunicira v matematičnem jeziku (branje in sporočanje matematičnih vsebin, uporaba matematičnega jezika pri predstavitvi projektov);
- razume in predstavi (ustno, pisno) osnovni matematični tekst v enem tujem jeziku (sporazumevanje v tujih jezikih);
- načrtuje in samostojno ali v skupini izvede raziskovalno nalogo ter jo predstavi, kritično analizira delo, rezultate in možne interpretacije rezultatov;
- postavlja ključna raziskovalna vprašanja, hipoteze;
- kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih pogojih;
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, sposoben je kritičnega odnosa do informacij na spletu in drugje;
- kritično reflektira lastno znanje (učenje učenja);
- je ustvarjalen, daje pobude, sprejema odločitve, podaja ocene tveganj (samoiniciativnost in podjetnost);
- konstruktivno obvlada čustva, spoštuje sebe in soljudi, razvije integriteto (poštenost in odkritost), razvije zmožnosti za delo v skupinah, odgovoren odnos in vrednote, razvije in izboljša kritičen in pošten odnos do sveta (socialne in državljanske kompetence).

V učnem načrtu za osnovno šolo so zapisani cilji, ki jih poskušamo s primerno zasnovanimi dejavnostmi uresničiti pri **medpredmetnih povezavah** in s katerimi spodbujamo druge oblike izkazovanja in vrednotenja znanja. Ti cilji so:

- učenci/učenke povezujejo znanje različnih predmetnih področij;
- razvijajo kritični odnos do informacij v časopisih, na internetu idr.;
- razvijajo kritični odnos do interpretacije podatkov in tudi do samih informacij;
- razvijajo ustvarjalnost, abstraktno mišljenje;
- razvijajo bralne zmožnosti: bralno razumevanje, odnos do branja, interes za branje;
- razvijajo besedni zaklad in odnos do natančnosti poimenovanja;
- pridobivajo izkušnje z branjem za razumevanje, samostojno oblikujejo vprašanja in cilje raziskovanja, izpisujejo bistvene trditve;
- razpravljajo o potrebnih in zadostnih podatkih v nalogi;
- analizirajo, izpisujejo podatke ter povezujejo podatke v besedilu;
- uporabljajo računalniške programe.

3 Preiskovalne naloge

3.1 Preiskovalne naloge pri matematiki (mag. Mojca Suban)

V matematiki se kot prevod termina Inquiry Based Learning (IBL) uveljavlja *učenje s preiskovanjem* (Suban M. , 2017). Magajna in Žakelj (Magajna Z. Ž., 2000) v kontekstu obdelave podatkov navajata, da **s preiskovanjem označujemo osnovnošolsko obravnavo problemskih situacij z nejasnimi cilji**. Postopoma je učenje s preiskovanjem presešlo omejitve na določeno matematično vsebino ali nivo izobraževanja ter se uporablja kot pristop k učenju in poučevanju matematike s poudarjeno aktivno vlogo učenca.

Preiskovalni pristop je našel pot tudi v učne načrte in kataloge znanj, kjer se pojavi na ravni didaktičnih priporočil kot priporočeni način obravnave posameznih matematičnih vsebin. Navajamo zapis iz učnega načrta v osnovni šoli: *branje z razumevanjem, samostojno oblikovanje vprašanj in ciljev raziskovanja, izpisovanje bistvenih trditev in podatkov, razprave o potrebnih in zadostnih podatkih v nalogi, prevajanje besedilnih nalog v različne sheme (enačbe, diagrame, formule, algebrske izraze, geometrijske konstrukcije itd.) ter podobni preiskovalni pristopi omogočajo učencem uspešnejše reševanje besedilnih nalog*. Poleg tega, da je preiskovanje prisotno v didaktičnih priporočilih, ga v obliki dokaza o učenju najdemo tudi med operativnimi cilji, npr. v učnem načrtu je med cilji v 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju navedeno, da učenci izdelajo *empirično preiskavo*.

Preiskovanje se prične z odprtim problemom ali vprašanjem, v nadaljevanju procesa pa učenec lahko oblikuje dodatna vprašanja (za razjasnitev izhodiščne situacije ali za določanje cilja), opazuje, prepozna vzorce, rešuje problem, modelira, matematizira, išče vire in ideje, raziskuje, analizira odnose med spremenljivkami, eksperimentira, postavlja domneve, preizkuša domene, razlaga in utemeljuje svoje ugotovitve, predstavlja svojo preiskovalno pot in sporoča dokončne ugotovitve (Slika 2).



Slika 2: Dejavnosti učenca v procesu preiskovanja

Preiskovanje lahko pri pouku matematike poteka v različnih oblikah in v različnih časovnih obsejih: kot krajša nekajminutna dejavnost do daljše (lahko skozi daljše časovno obdobje) dejavnosti, ki se lahko zaključi z oblikovanjem izdelka v obliki matematične ali empirične preiskave. Z vidika odprtosti procesa preiskovanja oziroma količine navodil, ki jih učenci dobijo za svoje delo, ločimo več možnosti. Učitelj prilagodi stopnjo odprtosti za različne skupine učencev na način, da ohrani didaktični potencial naloge in motivacijo učencev (Slika 3).



Slika 3: Stopnja odprtosti preiskovalnega procesa

V razvojni nalogi so učitelji z učenci preizkušali različne preiskovalne naloge in poročali o svojih izkušnjah. Poročali so, da so bili nekateri učenci ob prvem srečanju s preiskovalnimi nalogami precej zmedeni in negotovi. Niso vedeli, kaj se od njih pričakuje in kaj morajo izračunati. Zastavljali so vprašanja, kot npr. kaj moram narediti, kaj naj napišem, kaj naj izračunam, kaj je rezultat. Ko so pristop s preiskovanjem pri pouku večkrat uporabili, so postopoma prepoznali njegov namen in učitelji so ugotavljali, da so se nekateri učenci izkazali nad pričakovanji.

Ob tem so učitelji opozorili na svojo spremenjeno vlogo, za katero je značilno, da učitelj:

- načrtuje in predstavi raznolike probleme, ki učence spodbudijo k razmišljanju ob usvajanju vsebine in ustvarjanju povezav,
- vzpostavi sodelovalno okolje, v katerem učenci izmenjujejo ideje,
- zastavlja vprašanja, ki sprožajo miselne procese, omogočajo komunikacijo, podpirajo učence pri preiskovanju, razkrivajo napačne predstave učencev, odpirajo prostor za raziskovanje alternativnih poti,
- ustvarja priložnosti, da učenci prevzemajo odgovornost za učenje in jih podpira pri prevzemanju dejavnejše vloge.

Pri podpiranju učencev pri preiskovanju je pomembno, da učitelj s premišljenimi vprašanji usmerja miselne procese učenca, pri tem pa mu ne razkrije strategije reševanja ali rešitve. Učitelju in učencu so lahko v pomoč nekatera vprašanja v nadaljevanju. Vprašanja so lahko na plakatu pripeta na vidno mesto v učilnici in jih učenec uporabi, ko pri preiskovanju obtiči ali zaide (Slika 4).

Scenariji izvedbe učne ure, pri kateri učenci izvajajo preiskovalne dejavnosti, so lahko precej različni. Razlikujejo se lahko v deležu časa, ki je znotraj učne ure namenjen preiskovanju, obliki dela (individualno, v paru, skupinsko), stopnji odprtosti problema in s tem povezane podporne vloge učitelja, namenu in ciljih preiskovalnih dejavnosti (npr. obravnavanje procesnih ciljev skozi preiskovalne dejavnosti, ugotavljanje matematičnih zakonitosti, pravil, formul, uvod v novo vsebino ...).



Slika 4: Vprašanja v podporo procesu preiskovanja

PREISKUJEMO PRI MATEMATIKI



SEZNANIMO SE S PROBLEMOM

Učitelj predstavi problem iz vsakdanjega življenja ali iz matematičnega konteksta. Učenci za razjasnitev konteksta in razumevanje problema lahko zastavljajo vprašanja. Učitelj z vprašanji preveri, ali učenci razumejo problem, kontekst in terminologijo.



REŠUJEMO PROBLEM

Učenci v skupinah ali parih problem rešujejo z uporabo različnih strategij in reprezentacij (konkretno, grafično, simbolno). Postavljajo hipoteze, testirajo rešitve. Učitelj spremlja delo skupin, vendar ne podaja rešitev. S podpornimi vprašanji lahko usmerja delo skupin, predvsem v primeru, če učenci nimajo idej, kako začeti.



PREDSTAVIMO SI REŠITVE

Skupine predstavijo uporabljene strategije in rešitve. Vrstni red predstavitev določi učitelj. Ostale skupine zastavljajo vprašanja in podajajo vrstniško povratno informacijo.



KAJ SMO SE NAUČILI

Učitelj iz rešitev učencev izpelje formalne ugotovitve. Pri tem nujno izhaja iz strategij in ugotovitev, ki so jih predstavili učenci. Znanje poda v institucionalni obliki. Učencem lahko postavi nov izziv ali pa nov izziv predlagajo učenci.

Učenci naj imajo za preiskovanje dovolj časa. Znanje, ki ga učenci pridobijo s takim načinom učenja, je bolj trajno, poglobljeno in povezano.

Slika 5: Možni koraki za izvedbo preiskovanja pri pouku matematike

V primeru, ko se raziskovalnim dejavnostim posveti (vsaj) ena učna ura v celoti, proces preiskovanja lahko v razredu teče po korakih, ki jih prikazuje Slika 5. Koraki so sestavljeni iz uvodnega seznanjanja s problemom in razjasnjevanja konteksta, iz samostojnega preiskovanja v paru ali skupini, predstavitev rešitev parov ali skupin ter iz povzetka ugotovitev v formalni obliki. Slednje opravi učitelj, pri čemer obvezno izhaja iz ugotovitev, ki so jih predstavile posamezne skupine. Znanje v institucionalizirani obliki učitelj navadno zapiše na tablo, učenci pa zapišejo v svoje zapise. Koraki so povzeti iz projekta MERIA, kjer je bilo teoretično izhodišče Teorija didaktičnih situacij (Winslów, 2017).

Ko so se učenci navadili na način dela s preiskovanjem, so lahko pričeli z vrednotenjem kakovosti svojega preiskovalnega procesa in izdelka, ki je ob tem nastal. V ta namen je v razvojni skupini nastal predlog splošnih kriterijev za vrednotenje preiskovalnih nalog z opisniki na treh ravneh (Preglednica 1). Splošni kriteriji se lahko prilagodijo ali razširijo glede na vsebinska in procesna znanja, ki jih pri preiskovanju razvijamo, in glede na obseg preiskovanja.

Preglednica 1: Splošni kriteriji za vrednotenje preiskovalnih nalog z opisniki na treh ravneh znanja

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek	
Razumevanje problema	Učenec razume problem; zapiše nekaj primerov (lahko s pomočjo učitelja), lahko so prisotne napake (računske, napake v zapisu ...).	Učenec razume problem; zapiše nekaj primerov (s pomočjo/z namigom).	Učenec razume problem; zapiše nekaj primerov, iz katerih razvije strategijo.
Strategija reševanja	Učenec izbere in uporabi strategijo, ki je napačna ali pravilna le za nekaj primerov. Sistematičnost je vidna le v posameznih primerih, ob oporah učitelja. Lahko so prisotne napake (računske, napake v zapisu ...).	Učenec izbere ali uporabi strategijo, ki je pravilna, vendar uporabljena napačno ali pa je strategija manj primerna za dani primer. Sistematičnost je vidna v večini primerov (lahko s pomočjo učitelja).	Učenec izbere in uporabi pravilno strategijo. Sistematično (na različne načine) razišče različne primere glede na določene kriterije.
Zapis ugotovitev	Pri reševanju učenec opazi neke zakonitosti, pravila, vzorce, posplošitve ubesedi in zapiše delne ugotovitve.	Zapisane ugotovitve so jasne in pravilne. Nekatere pričakovane ugotovitve so izpuščene.	Vse pričakovane ugotovitve so jasno zapisane in so pravilne.

V nadaljevanju navajamo primere priprav na pouk učiteljev, v katerih so uporabili pristop s preiskovanjem.

3.2 Primeri iz prakse (Loreta Hebar, Urška Rihtaršič)

Učitelji v razvojni nalogi so pri svojem pouku uvajali in preizkušali pristop s preiskovanjem v različnih razredih.

Predstavljamo dva primera priprav na pouk:

- v 6. razredu za učni sklop Množenje z decimalnimi števili - v tem primeru je bila preiskovalna naloga usmerjena v ugotavljanje novega pravila (Loreta Hebar),
- v 2. letniku gimnazije za preiskovanje v podporo procesnim znanjem (Urška Rihtaršič).

V poglavju o govornem nastopu pri matematiki predstavljamo primer preiskovanja in govornega nastopa.

3.2.1 Preiskovalna naloga o množenju z decimalnimi števili v 6. razredu (Loreta Hebar)




Učiteljica: Loreta Hebar	Šola: OŠ Jarenina	Predmet: matematika	Razred: 6.
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Računske operacije in njihove lastnosti/Množenje z decimalnimi števili			Število ur: 2

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> decimalna števila množijo in delijo s potenco števila 10; množijo dve decimalni števili. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> množim decimalno število s številom 10, s 100, s 1000 ...; delim decimalno število z 10, s 100, s 1000 ...; vem, koliko decimalk ima zmnožek dveh decimalnih števil; množim dve decimalni števili. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>Aktivacija predznanja:</p> <p>Učenci/učenke samovrednotijo svoje dosedanje znanje množenja naravnega števila s potencami števila 10 z metodo semaforja na vstopnem lističu in predvidijo temo.</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> aktivno raziskujejo v parih s pomočjo prve strani učnega lista, beležijo rezultate, opazujejo vzorec in ubesedijo pravilo, kako množimo in delimo decimalno število s potenco št. 10 (pri tem uporabljajo žepno računalno); preberejo svoje ugotovitve, si dopolnijo besedilo, če je potrebno, in preverijo svoje razumevanje z danimi nalogami na učnem listu; nadaljujejo delo in aktivno raziskujejo, beležijo rezultate, opazujejo vzorec in ubesedijo pravilo, kako množimo decimalno število z naravnim številom in še z decimalnim številom; 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> izpolnjeni vstopni lističi s semaforjem (Priloga 2) izpolnjeni učni listi (Prilogi 4 in 5)
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> zanesljivo uporablja računske operacije s števili v decimalnem zapisu; razvija natančnost in spretnost pri računanju; napove rezultate računskih operacij; uporablja žepno računalno; pozna in uporablja matematično terminologijo. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Priloga 1</p>		

		<ul style="list-style-type: none"> • preberejo svoje ugotovitve, si dopolnijo besedilo, če je potrebno, in preverijo svoje razumevanje z danimi nalogami na učnem listu; • po dejavnostih sooblikujemo namene učenja in kriterije uspešnosti; • zapišejo povzetek teme – množenje decimalnega števila s potencami števila 10 in z decimalnim številom; • sestavijo nalogo ali jo poiščejo v literaturi za svojega sošolca oz. svojo sošolko, nato nalogo pregledajo in zapišejo povratno informacijo (tako izkažejo svoje znanje); • učenci/učenke, ki še niso usvojili/e pravil, naloge rešujejo v paru in se pri reševanju posvetujejo s sošolci/sošolkami, primerjajo rezultate in si tako pregledajo naloge; • z izstopnim lističem 3-2-1 mi dajo povratno informacijo o razumevanju današnje teme. 	<ul style="list-style-type: none"> • nameni učenja in kriteriji uspešnosti, ki jih zapišem v tabelo in jo nato natisnem učencem (Priloga 1) • zapisan povzetek pravil z množenje in njihovih ugotovitev v zvezku • zapisana in popravljena naloga s povratno informacijo sošolcu • rešena naloga • izpolnjen izstopni listič 3-2-1 (Priloga 3)
--	--	---	---

Priloga 1: Nameni učenja in kriteriji uspešnosti

Decimalna števila: množenje

Nameni učenja				Uspešen/a sem, ko vem, da:
<p>Množim decimalno število:</p> <ul style="list-style-type: none"> • s številom 10, • s 100, • s 1000. 				<ul style="list-style-type: none"> • v rezultatu decimalno vejico premaknem za eno mesto v desno; • v rezultatu decimalno vejico premaknem za dve mesti v desno; • v rezultatu decimalno vejico premaknem za tri mesta v desno;
<p>Delim decimalno število:</p> <ul style="list-style-type: none"> • z 10, • s 100, • s 1000. 				<ul style="list-style-type: none"> • v rezultatu decimalno vejico premaknem za eno mesto v levo; • v rezultatu decimalno vejico premaknem za dve mesti v levo; • v rezultatu decimalno vejico premaknem za tri mesta v levo;
<p>Vem, koliko decimalk ima zmnožek dveh decimalnih števil.</p>				<ul style="list-style-type: none"> • mora imeti rezultat toliko decimalk, kot jih imata oba faktorja skupaj;
<p>Množim dve decimalni števili.</p>				<ul style="list-style-type: none"> • množim tako kot naravna števila in na koncu v rezultat vstavim decimalno vejico tako, da ima rezultat toliko decimalk, kot jih imata oba faktorja skupaj.

Priloga 2: Vstopni listič

Kako dobro znam množiti naravna števila s potencami števila 10 na pamet?

Množenje s potencami števila 10	Dobro znam.	Nekaj že znam.	Še ne znam.	Zapiši vsaj dva primera in zapiši pravilo z besedo.
Množenje z 10				
Množenje s 100				
Množenje z 10 000				

Priloga 3: Izstopni listič

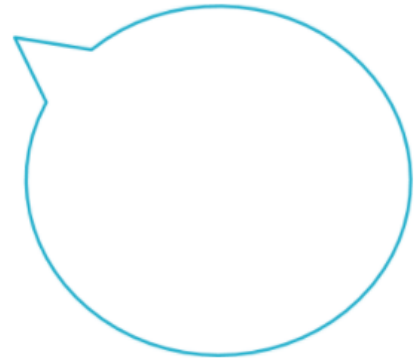
3	Stvari, ki sem se jih naučil/a:
2	Stvari, ki sta se mi zdeli zanimivi:
1	Vprašanje, ki ga še vedno imam:

Množenje z decimalnimi števili

Izračunaj z žepnim računalom. Opazuj rezultate in zapiši ugotovitve.

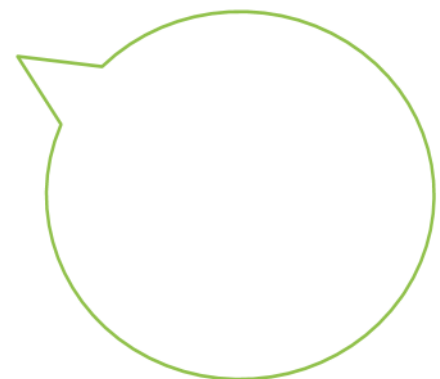
1. Množenje decimalnih števil z 10, s 100, s 1000 ...

$382,341 \cdot 10 =$	
$382,341 \cdot 100 =$	
$382,341 \cdot 1000 =$	
$382,341 \cdot 10000 =$	



2. Deljenje decimalnih števil z 10, s 100, s 1000 ...

$382,341 : 10 =$	
$382,341 : 100 =$	
$382,341 : 1000 =$	
$382,341 : 10000 =$	



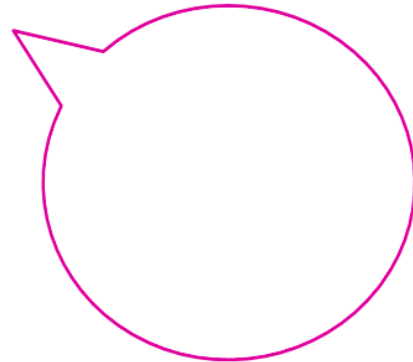
Ali znam? Reši brez žepnega računalna.

$13,2 \cdot 10 =$
$0,356 \cdot 100 =$
$90,2 \cdot 100 =$
$193,298 \cdot 100 =$
$83,1109 \cdot 1000 =$

$13,2 : 10 =$
$0,356 : 10 =$
$90,2 : 100 =$
$193,98 : 100 =$
$83,109 : 1000 =$

3. Množenje decimalnih števil z naravnim številom

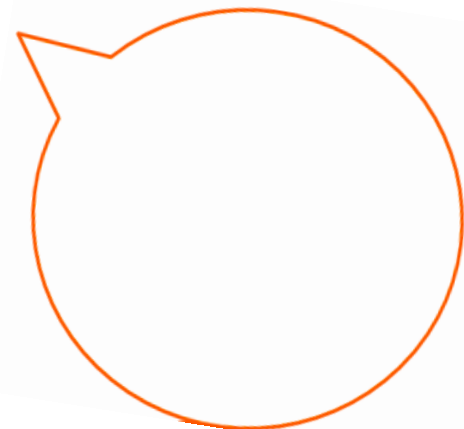
$1823,4 \cdot 3 =$	
$182,34 \cdot 3 =$	
$18,234 \cdot 3 =$	
$1,8234 \cdot 3 =$	



Koliko decimalk ima prvi faktor in koliko produkt?

4. Množenje decimalnega števila z decimalnim številom

$1823,4 \cdot 3 =$	
$1823,4 \cdot 0,3 =$	
$1823,4 \cdot 0,03 =$	
$182,34 \cdot 0,03 =$	



Koliko decimalk ima prvi faktor, koliko drugi faktor in koliko produkt?

Beleži v tabeli:

Število decimalk 1. faktorja	Število decimalk 2. faktorja	Število decimalk produkta

Kaj ugotoviš? _____

Ali znam? Reši brez žepnega računalnika!

Izračunaj:

$$78,9 \cdot 10 =$$

$$41,56 \cdot 100 =$$

$$87,32 : 10 =$$

$$72,596 : 100 =$$

Vstavi dec. vejico, da bo enakost pravilna:

$$3,89 \cdot 4 = 1556$$

$$13,2 \cdot 1,3 = 416$$

$$7,35 \cdot 2,4 = 1764$$

$$854,231 \cdot 0,3 = 2562693$$

Priloga 5: Izdelek učenca

Množenje z decimalnimi števili

Izračunaj z žepnim računalom. Opazuj rezultate in zapiši ugotovitve.

1. Množenje dec. št. z 10, 100, 1000, ...

$382,341 \cdot 10 =$	3823,41
$382,341 \cdot 100 =$	38234,1
$382,341 \cdot 1000 =$	382341
$382,341 \cdot 10000 =$	3823410

2. Deljenje dec. št. z 10, 100, 1000, ...

$382,341 : 10 =$	38,2341
$382,341 : 100 =$	3,82341
$382,341 : 1000 =$	0,382341
$382,341 : 10000 =$	0,0382341

Ali znam?

$13,2 \cdot 10 = 132$	$13,2 : 10 = 1,32$
$0,356 \cdot 100 = 35,6$	$0,356 : 10 = 0,0356$
$90,2 \cdot 100 = 9020$	$90,2 : 100 = 0,902$
$193,298 \cdot 100 = 19329,8$	$193,98 : 100 = 1,9398$
$83,1109 \cdot 1000 = 83110,9$	$83,109 : 1000 = 0,083109$

Ugotovitve (v roko napisane):

Množenje: Dec. vejico premaknemo za toliko mest, kot je v št. ničel. Če manjka decimalk dodajamo ničle.

Deljenje: Dec. vejico premaknemo za toliko mest, kot je v št. ničel. Če manjka števk dodamo ničle spredaj v nar. št. in nato levo v decimalki.

3. Množenje dec. št. z naravnim številom

$1823,4 \cdot 3 =$	5470,2
$182,34 \cdot 3 =$	547,02
$18,234 \cdot 3 =$	54,702
$1,8234 \cdot 3 =$	5,4702

Skupaj vstavimo produkt kot, da ni dec. vejic. Vstavimo vejico tako, da gledamo koliko ima faktor decimalk in tudi rezultat jih mora toliko kot faktor

Koliko decimalk ima faktor in koliko produkt?

Faktor in produkt imata enako število decimalk

4. Množenje dec. št. z decimalnim številom

$1823,4 \cdot 3 =$	5470,2
$1823,4 \cdot 0,3 =$	547,02
$1823,4 \cdot 0,03 =$	54,702
$182,34 \cdot 0,03 =$	5,4702

1. Množimo kot da ni dec. vejic
2. Vstavimo vejico: rezultat mora imeti toliko decimalk, kot vsi faktorji skupaj.

Koliko decimalk ima prvi faktor, koliko drugi faktor in koliko produkt?

Beleži v tabeli:

Št. decimalk 1. faktorja	Št. decimalk 2. faktorja	Št. decimalk produkta
1	0	1
1	1	2
1	2	3
2	2	4

Kaj ugotoviš?

Produkt ima toliko decimalk kot oba faktorja skupaj

Ali znam?

Vstavi dec. vejico, da bo enakost pravilna:

$78,9 \cdot 10 =$	$3,89 \cdot 4 = 1556$
$41,56 \cdot 100 =$	$13,2 \cdot 1,3 = 416$
$87,32 : 10 =$	$7,35 \cdot 2,4 = 1764$
$72,596 : 100 =$	$854,231 \cdot 0,3 = 2562693$

3.2.2 Preiskovalna naloga v podporo razvoju procesnih znanj v 2. letniku gimnazijskega programa (Urška Rihtaršič)

Učiteljica: Urška Rihtaršič	Šola: Gimnazija Bežigrad	Predmet: matematika	Letnik: 2.	Svetovalka: mag. Mojca Suban
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Preiskovanje v podporo razvoju procesnih znanj				Število ur: 3

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <ul style="list-style-type: none"> dijake vpeljati v preiskovanje; jim pomagati, da razvijejo učinkovite strategije za prepoznavanje in opisovanje vzorcev; pri dijakih spodbujati in razvijati sposobnost prehajanja od konkretnega k splošnemu (posploševanje na podlagi vzorcev, ki jih opazijo na konkretnih primerih). 	<p>Nameni učenja:</p> <p>Učim se preiskovanja s poskusi in napakami ter na podlagi povratne informacije s strani učitelja in sošolcev kasneje svoje pristope izboljšam in izpopolnim.</p>	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>1. Seznanitev dijakov z njihovo nalogo</p> <p>Navodilo: Razišči, na koliko delov lahko razdelimo krog s premicami, ki dvakrat sekajo krožnico.</p> <p>Dijaki se prvič srečajo z nalogo takega tipa. Pred tem se ne pogovarjamo o kriterijih uspešnosti niti o tem, kako se takih nalog lotiti - vsak se je loti, kakor najbolje ve in zna.</p> <p>2. Samostojno preiskovanje</p> <p>Dijaki imajo eno šolsko uro časa, da preiskovalno nalogo dokončajo.</p> <p>3. Medsebojno deljenje izkušenj, refleksija</p> <p>Naslednja šolska ura je namenjena pogovoru o dani nalogi. Po skupinah se dijaki pogovarjajo o tem, kaj jim je povzročalo največje težave, ter iščejo rešitve in načine, kako se take naloge lotiti čim bolj učinkovito. Svoj način reševanja delijo z drugimi tudi tisti dijaki, ki nalogo opravijo dobro (že v začetku</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> izdelki dijakov (Priloga 1) nabor različnih načinov reševanja
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Dijak:</p> <ul style="list-style-type: none"> učinkovito pristopi k preiskovalni nalogi; preiskovanja se loti sistematično; svoje ugotovitve zapiše jasno, razumljivo in matematično pravilno. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Dijak:</p> <ul style="list-style-type: none"> razume problem (svoje razumevanje pokaže z nekaj konkretnimi primeri); izbere in uporabi pravilno strategijo, ki vodi do rezultata; sistematično razišče različne primere; pričakovane ugotovitve zapiše jasno, razumljivo in pravilno; ugotovitve, do katerih je prišel iz konkretnih primerov, posploši. 		

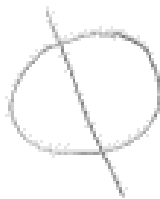
		<p>pridejo do nekih ugotovitev, zaključkov, posplošitev).</p> <p>Skupaj na tablo napišemo pravila, korake, po katerih je smiselno pristopiti k preiskovalni nalogi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • naloge se poskusi lotiti čim bolj sistematično; • začni z majhnimi števili in potem postopoma nadaljuj z večjimi; • poišči in preglej vse različne možnosti; • bodi pozoren na vzorce, ki jih opaziš; • ves čas razmišljaj in poskusi ugotoviti, zakaj je tako; • svoje ugotovitve zapiši jasno, razumljivo in matematično pravilno. <p>Vsak dijak dobi povratno informacijo o svojem izdelku tudi s strani učitelja. Njegov izdelek je ovrednoten glede na kriterije, ki smo jih učitelji oblikovali na skupnih srečanjih.</p> <p>4. Oblikovanje kriterijev uspešnosti</p> <p>Kriterijev uspešnosti tokrat ne oblikujemo skupaj z dijaki, ampak jih seznanim s tistimi, ki smo jih že prej oblikovali učitelji.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • pravila in koraki, po katerih je smiselno pristopiti k preiskovalni nalogi • povratne informacije o izdelkih s strani učitelja glede na kriterije uspešnosti
--	--	---	---

Priloga 1:

Izdelka dijakov 2. letnika

PREISKOVALNA NALOGA

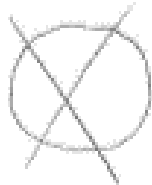
1. Razišči, na koliko delov lahko razdelimo krog s premicami, ki dvakrat sekajo krožnico.



2 delov



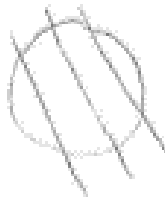
7 delov



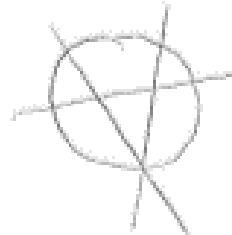
4 delov



3 delov



4 delov



6 delov

$\left(\begin{array}{l} \text{Če imajo vse premice skupno točko: } m+1 \text{ delov} \\ \text{Če nimajo nobene skupne točke na krožnici: } m \cdot 2 + 1 \\ \text{Če so vzporedne: } m+1 \text{ delov} \end{array} \right)$

1. Če se premice ne sekajo ali se ne sekajo enkrat: $m+1$

2. Če se vse premice sekajo enkrat: $2m+1$

3. Če imajo vse premice noben ali več skupno točk na krožnici: $2m$

PREISKOVALNA NALOGA

1. Razišči, na koliko delov lahko razdelimo krog s premicami, ki dvakrat sekajo krožnico.

① $1p = 2x$

② $2p = 4x$

$2p = 3x$

③ $3p = 6x$

$3p = 6x$

$3p = 6x$

$3p = 5x$

$3p = 4x$

④ $4p = 5x$

$4p = 8x$

$4p = 8x$

$4p = 9x$

$4p = 10x$

$4p = 7x$

$4p = 9x$

$4p = 6x$

m - množina

$1p = 2x$	$1m$	$2x$
$2p = 3x$	$2m$	$3x$
$3p = 4x$	$3m$	$4x$
$4p = 5x$	$4m$	$5x$
$5p = 6x$	$5m$	$6x$
$6p = 7x$	$6m$	$7x$
$7p = 8x$	$7m$	$8x$
$8p = 9x$	$8m$	$9x$
$9p = 10x$	$9m$	$10x$

št. *p* + št. trenutne možnosti
 ↓
 št. delov

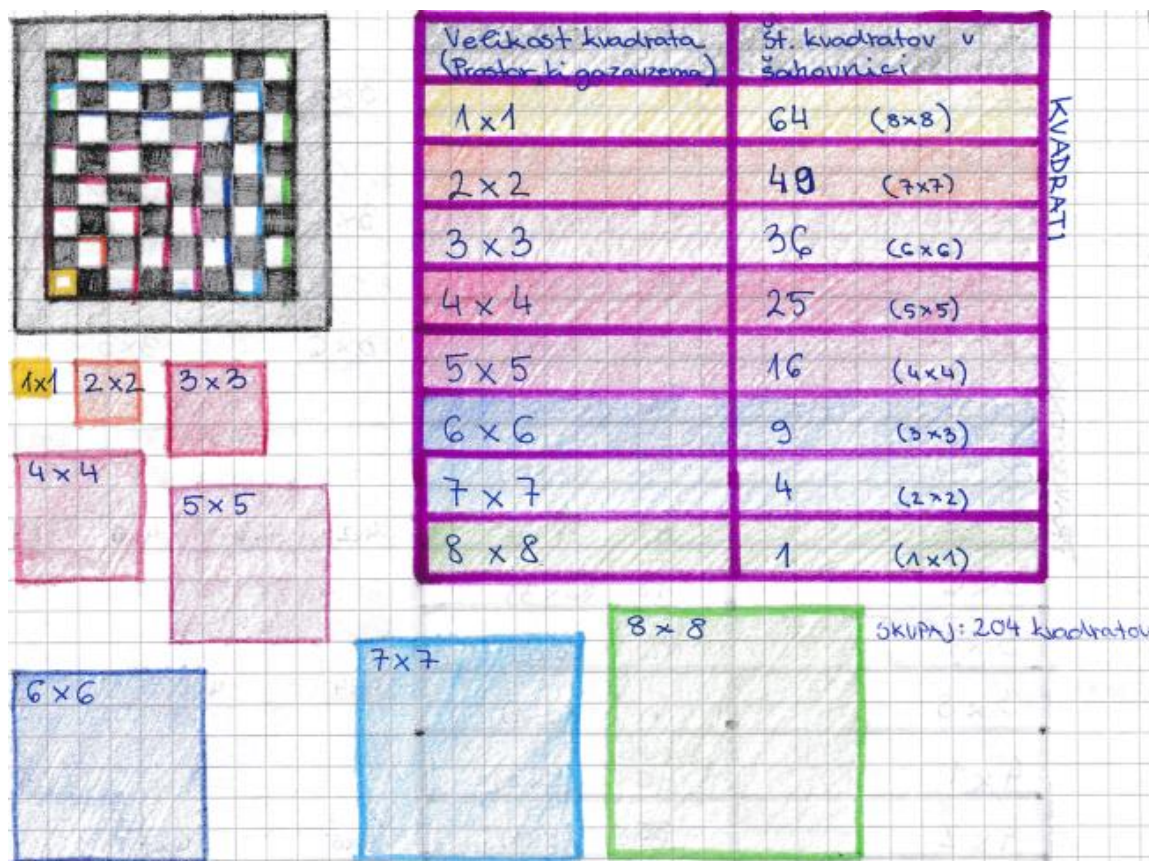
3.3 Nabor nalog za preiskovanje pri matematiki (mag. Mojca Suban)

Za preiskovalne naloge se lahko učitelj odloči v različnih fazah vzgojno-izobraževalnega procesa:

1. pri ugotavljanju in aktivaciji predznanja,
2. pri uvajanju v nov matematični pojem in vsebino,
3. pri utrjevanju in ponavljanju že naučenih vsebin,
4. pri poglobljanju in širjenju že obravnavanih vsebin,
5. pri ugotavljanju in vrednotenju znanja,
6. pri povezovanju različnih (matematičnih) vsebin.

V nadaljevanju navajamo nekatere primere preiskovalnih nalog, ki jih lahko učitelj uporabi po lastni presoji glede na razred, v katerega bo nalogo smiselno vključil, namena, ki ga želi z uporabo naloge doseči, ter ciljev in standardov, ki jih skozi nalogo dosegajo učenci. Nekatere naloge obravnavajo matematični kontekst, nekatere pa so iz konteksta vsakdanjega življenja. Razlikujejo se tudi po obsežnosti in vključujejo primere, ki jih lahko učenci rešijo v krajšem času, in primere, ki zahtevajo bolj poglobljeno obravnavo, v katero je lahko zajeto tudi pridobivanje relevantnih podatkov in jih lahko učenci na koncu oblikujejo v bolj formalni zapis kot matematično ali empirično preiskavo. Opozorili bi še, da se lahko nekatere naloge uporabijo v različnih razredih, pri čemer pri pričakovanih ugotovitvah učencev in stopnji formalnosti zapisov učitelj upošteva starost učencev in njihovo znanje matematike. Pozornost je treba nameniti tudi morebitnim pastem preiskovanja, kot so: rutinsko ugotavljanje pravil, pretirana usmerjenost na manj pomembne nematematične vidike problema in neprepoznavanje povezanosti preiskovanja z obravnavanimi matematičnimi vsebinami.

1. Razišči, koliko kvadratov se nahaja v šahovnici. (Primer reševanja učencev je prikazan na Sliki 6 in Sliki 7.)



Slika 6: Primer izdelka učenke 8. razreda OŠ Leskovec pri Krškem (Mentorica: Tatjana Kerin)

Kvadrat 2x2 lahko vodoravno in navpično za eno^{poje} premaknemo 7-krat. Zato št. vseh kvadratov 2x2 izračunamo tako, da množimo število 7 s številom 7 in dobimo 49. Tako ponovimo z vsemi ostalimi kvadrati (od 1x1 do 8x8) in dobjena št. seštejemo. Dobimo št. kvadratov, ki se nahajajo v šahovnici.

$1 \times 1 = 8 \cdot 8 = 64$
 $2 \times 2 = 7 \cdot 7 = 49$
 $3 \times 3 = 6 \cdot 6 = 36$
 $4 \times 4 = 5 \cdot 5 = 25$
 $5 \times 5 = 4 \cdot 4 = 16$
 $6 \times 6 = 3 \cdot 3 = 9$
 $7 \times 7 = 2 \cdot 2 = 4$
 $8 \times 8 = 1 \cdot 1 = 1$

$64 + 49 + 36 + 25 + 16 + 9 + 4 + 1 = 204$

204 → seštevok kvadratov števil do 8
 $(1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + \dots + 8^2)$

št. kvadratov, ki se nahajajo v šahovnici

Splošna enačba za izračun števila možnih kvadratov v kvadratu z $n \times n$ polji:

n = št. polj v stranici

x = št. možnih kvadratov v kvadratu z $n \times n$ polji

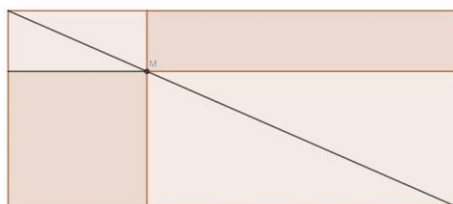
$$n^2 + (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1^2 = x$$

Slika 7: Primer izdelka učenke 8. razreda OŠ Leskovec pri Krškem (Mentorica: Tatjana Kerin)

2. Razišči, koliko pravokotnikov se nahaja v šahovnici.
3. Razišči, na koliko delov lahko razdelimo krog s premicami, ki dvakrat sekajo krožnico.
4. Razišči, koliko skupnih točk lahko ima premica s stranicami 7-kotnika.
5. Razišči, koliko skupnih točk lahko imajo stranice dveh 6-kotnikov.
6. Razišči, s katerimi števki se končujejo kvadrati števil.
7. Razišči, s katerimi števki se končujejo kubi števil.
8. Razišči, kaj se dogaja na naslednji sliki, ko točka M potuje po diagonali danega pravokotnika.

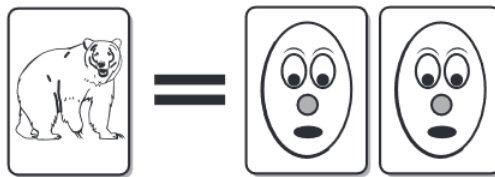
Kaj bi lahko raziskoval? Zapiši nekaj svojih predlogov.

Izberi si eno od možnosti in jo razišči.



9. Najdi podatek, kaj je to palindromsko število. Nato razišči, kako pogosta so palindromska števila. Svoje ugotovitve prikaži na čim bolj jasn in zanimiv način.
10. Razišči palindromska praštevila. Razišči, katero je najmanjše trimestno praštevilo. Katero je najmanjše (največje) štirimestno praštevilo?
11. Obravnavaj enakokrake trapeze s ploščino 24 cm^2 .
12. Razišči količnike, ki nastanejo pri deljenju števila 1 z naravnim številom. (Calder, 2011)
13. Razišči like, ki nastanejo kot presečišče dveh (enakostraničnih) trikotnikov.
14. Na geoplošči razišči pravokotnike s ploščino 6 kvadratnih enot in ugotovi, kolikšen je njihov obseg.
15. Kvadrat lahko razdelimo na manjše kvadrate. Razišči, na koliko manjših kvadratov ga lahko razdelimo. Če obstaja več rešitev, zapiši vse. Ali obstaja tako število n , da je razdelitev kvadrata na n manjših kvadratov nemogoča? Zapiši vse rešitve. (Fisch, 2018)
16. Kateri jogurti so bolj zdravi: sadni ali navadni jogurti? Utemelji svoj odgovor.
17. Za kakšen namen tvoji sošolci največ uporabljajo mobilni telefon (razgovor, SMS, brskanje po internetu ...)?
18. Kako vplivajo temperature zraka na obisk lokalnega kopališča?
19. Katera imena so najbolj priljubljena v tvojem razredu, na tvoji šoli, v državi? Pomagaj si z virom na spletni strani Statističnega urada RS <http://www.stat.si/imena.asp>.
20. Nejc je opazil plakat, ki vabi na otroško igrišče na menjavo sličic. Ker je vedel, da njegova mlajša sestra zbira sličice, si je plakat pozorno ogledal. Ugotovil je, da bo menjava potekala čez tri ure. S telefonom je fotografiral del plakata, kjer sta zapisani pravili menjave.

Na otroškem igrišču je stojnica, kjer lahko otroci med seboj menjajo sličice.



1 živalska sličica je vredna 2 sličici z junaki iz risank.



2 živalski sličici sta vredni 3 športne sličice.

Ko je prišel domov, je fotografijo pokazal Petri, ki se je odločila, da bo šla na otroško igrišče. Nejcju je povedala, da ima 30 živalskih sličic za menjavo na stojnici. Katere sličice ima lahko Petra po menjavi? Razišči vse možnosti. (Nalogo je po TIMSS 2011 (Japelj Pavešič, 2012) priredila mag. Valentina Herbaj. Primer reševanja učenca je prikazan na sliki 8.)

$$30 \cdot 2 = 60$$

- 1.) 60 sličic junakov iz risank. ✓
- 2.) 45 športnih sličic. ✓
- 3.) 15 športnih sličic in 40 sličic junakov iz risank. ✓
- 4.) 30 živalskih sličic. ✓
- 5.) 30 športnih sličic in 20 sličic junakov iz risank. ✓
- 6.) 56 sličic junakov in 3 sličici športnikov. ✓

$$15 \cdot 3 = 45$$

$$5 \cdot 3 = 15$$

$$20 \cdot 2 = 40$$

$$10 \cdot 3 = 30$$

7.) 52 sličic junakov 6 športnih sličic. ✓

8.) 48 sličic junakov 9 športnih sličic. ✓

9.) 44 sličic junakov 12 športnih sličic. ✓

10.) 36 sličic junakov 18 športnih sličic. ✓

11.) 32 sličic junakov 21 športnih sličic. ✓

12.) 28 sličic junakov 24 športnih sličic. ✓

13.) 24 sličic junakov 27 športnih sličic. ✓

14.) 16 sličic junakov 33 športnih sličic. ✓

15.) 12 sličic junakov 36 športnih sličic. ✓

16.) 8 sličic junakov 39 športnih sličic. ✓

17.) 4 sličice junakov 42 športnih sličic. ✓

18.) 2 sličici junakov 29 živalskih. ✓

19.) 4 sličice junakov 28 živalskih. ✓

20.) 6 sličic junakov 27 živalskih. ✓

21.) 8 sličic junakov 26 živalskih. ✓

22.) 10 sličic junakov 25 živalskih. ✓

23.) 12 sličic junakov 24 živalskih. ✓

24.) 14 sličic junakov 23 živalskih. ✓

25.) 16 sličic junakov 22 živalskih. ✓

26.) 18 sličic junakov 21 živalskih. ✓

27.) 20 sličic junakov 20 živalskih. ✓

28.) 22 sličic junakov 19 živalskih. ✓

29.) 24 sličic junakov 18 živalskih. ✓

30.) 26 sličic junakov 17 živalskih. ✓

31.) 28 sličic junakov 16 živalskih. ✓

32.) 30 sličic junakov 15 živalskih. ✓

33.) 32 sličic junakov 14 živalskih. ✓

34.) 34 sličic junakov 13 živalskih. ✓

35.) 36 sličic junakov 12 živalskih. ✓

36.) 38 sličic junakov 11 živalskih. ✓

37.) 40 sličic junakov 10 živalskih. ✓

38.) 42 sličic junakov 9 živalskih. ✓

39.) 44 sličic junakov 8 živalskih. ✓

40.) 46 sličic junakov 7 živalskih. ✓

41.) 48 sličic junakov 6 živalskih. ✓

42.) 50 sličic junakov 5 živalskih. ✓

43.) 52 sličic junakov 4 živalskih. ✓

44.) 54 sličic junakov 3 živalskih. ✓

45.) 56 sličic junakov 2 živalskih. ✓

46.) 58 sličic junakov 1 živalski. ✓

ne more
več
sličic

Slika 8: Primer izdelka učenca 7. razreda OŠ Sladki Vrh (Mentorica: Lidija Jug). Učenec s sistematičnim zapisovanjem razišče možnosti za menjavo sličic.

21. Razišči lastnosti družine funkcij $\{f_a(x) = ax - 2a + 1; a \in \mathbb{R}\}$. Če si uporabil tehnologijo, napiši, kje in kako. (Avtorica naloge je Mojca Plut. Primera izdelkov dijakov sta na Sliki 9 in Sliki 10.)

- Ne glede na spreminjanje vrednosti a -ja je vsem funkcijam skupna točka $(2,1)$.
- Vrednost a vpliva na nagnjenost funkcije.
- Če je $a=0$, je funkcija enaka 1 ($f(x) = 1$).
- Če je a več od 0 funkcija narašča, če je a manj od nič funkcija pada.
- V kolikor je a več ali manj od 0 , je funkcija vsaj na nekem intervalu negativna.
- Funkcija je soda le, če je $a=0$,
- Če za $f(x)$ vstavimo vrednost nič, dobimo dve funkciji,
- Ne glede na vrednost a , vedno dobiš premico,
- Funkcija je neomejena (na obeh straneh poteka v neskončnost).
- Vsaka premica, ki jo dobimo z različnimi vrednostmi a , je preslikana skozi točko $(2,1)$
- Funkcija ni ne konkavna, ne konveksna, saj je graf te funkcije premica.
- Za vrednost $a=0$ funkcija nima ničel
- Zaloga vrednosti in definicijsko območje sta v primeru, da a ni enako 0 vedno vsa realna števila.
- Če je $a=0$ je $Z_f(x)=1$, $D_f(x)$ pa vsa realna števila.
- Če je $a=0.5$ funkcija poteka naraščajoče skozi koordinatno izhodišče.
- Če je a več od 0.5 ima funkcija negativno začetno vrednost.
- Če je a manj od 0.5 ima funkcija pozitivno začetno vrednost.

Slika 9: Primer izdelka dijakinje Ekonomske šole Novo mesto (Mentorica: Mojca Plut)

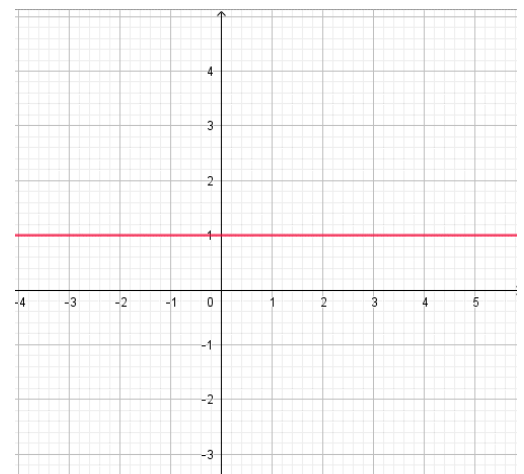
V programu *Geogebra* sem najprej uporabil drsnik (a), s katerim sem ugotavljal premik funkcije glede na a (ko je pozitiven, negativen ali enak 0). Ugotovil sem da, če je $a=0$, je funkcija vzporedna z abscisno osjo ($y=1$).

Če je a negativen, potem je funkcija $f(x)$ padajoča in če je a pozitiven, je funkcija naraščajoča.

Ne glede kakšen a vstavim v funkcijo, pride v koordinatnem sistemu premica. Torej iz tega vem, da funkcija ni omejena.

Ne glede na to ali je a pozitiven, negativen ali nenegativen, gre premica skozi točko $T(2,1)$.

Prikaz funkcije, ko je $a=0$.

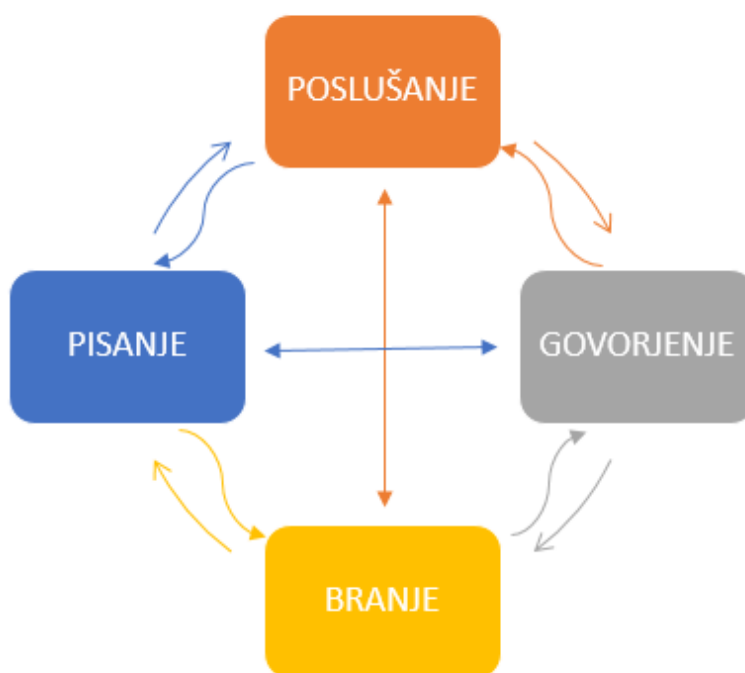


Slika 10: Primer izdelka dijaka Ekonomske šole Novo mesto (Mentorica: Mojca Plut)

4 Tvorjenje pisnih besedil

4.1 Pisanje kot ena izmed štirih sporazumevalnih zmožnosti (Jerneja Bone)

Pri vseh predmetih spodbujamo razvijanje vseh štirih sporazumevalnih zmožnosti: poslušanje, govorjenje, branje in pisanje (Slika 11). Te spretnosti učenec pridobiva le, če so mu ponujene dejavnosti, pri katerih jih lahko sistematično razvija.



Slika 11: Povezanost vseh štirih sporazumevalnih zmožnosti

Tvorjenje pisnih besedil pri matematiki vključuje smiselno kombinacijo uporabe besedila, simbolov (oznak) in slikovnih reprezentacij (slik, fotografij).

Učence navajamo k postopnemu zapisovanju, od krajših do daljših besedil, od preprostejših do kompleksnejših zapisov.

Pisna besedila pri pouku matematike lahko razvrstimo v naslednje skupine:

- **Opisovanje:** Učenec opiše geometrijski lik, strategijo reševanja naloge, opiše potek oz. postopek načrtovanja ...
- **Utemeljevanje oz. pojasnjevanje:** Učenec utemelji trditev oziroma svojo odločitev, pojasni, zakaj je uporabil določeno pravilo.
- **Empirične in preiskovalne naloge:** Učenec pripravi celotno besedilo za empirično oz. preiskovalno nalogo.
- **Pisno besedilo z matematično vsebino:** Učenec v pisnem besedilu predstavi matematično vsebino.
- **Refleksija.**

Učitelji v razvojni nalogi ugotavljajo, da je pisno izražanje oz. tvorjenje pisnih besedil za učence (in tudi za učitelje) mnogo težje kot ustno sporočanje (govorjenje).

Pisna besedila lahko tvorimo na različne načine:

- najprej povemo in nato zapišemo;
- pripravimo ogrodje pred pisanjem (npr. zapis opornih točk, miselni vzorec ...) in nato tvorimo pisno besedilo;
- premislimo in tvorimo pisno besedilo.

Omenimo še razliko med zapisovanjem in tvorjenjem besedila. Pišemo oz. zapisujemo tudi takrat, ko prepisujemo ali pišemo po nareku. O samostojnem tvorjenju pisnih besedil govorimo takrat, ko ustvarimo in zapišemo novo (daljše) besedilo.

Tvorjenje in zapis besedil je eno od mnogih **procesnih znanj**, ki jih razvijamo pri vseh predmetih. Procesna znanja po Marzanu posredno vključujejo pisanje besedil. V nadaljevanju izpostavimo nekatera po Marzanu zapisana (Rutar, 2004) procesna znanja in jih povežemo s tvorjenjem pisnih besedil pri matematiki. Med **procesni kompleksnega mišljenja** Marzano navaja: opazovanje, primerjanje, razvrščanje, abstrahiranje, sklepanje — dokazovanje z indukcijo in dedukcijo, sklepanje po analogiji, utemeljevanje, posploševanje, analiziranje perspektiv, odločanje, preiskovanje, reševanje problemov, eksperimentalno raziskovanje, analiza napak ... Z opisovanjem procesov kompleksnega mišljenja razvija učenec ob primerno izbranih dejavnostih oz. nalogah večino tvorjenja matematičnega besedila, v katerem razloži oz. opiše posamezne postopke in uporabi matematični jezik. **K delu z viri** Marzano uvršča: zbiranje, analiziranje, interpretiranje, povzemanje, presojanje uporabnosti in vrednosti podatkov ... Zapis interpretacije in povzetka (sinteze) kompleksnejših preiskovalnih nalog ali empiričnih preiskav je dejavnost, pri katerem učenci urijo spretnost tvorjenja in zapisa tovrstnih besedil. **Predstavljanje idej** je naslednja kategorija, ki jo Marzano izpostavlja in v katero umešča: jasnost izražanja, učinkovitost komuniciranja, ustvarjanje kakovostnih izdelkov. Vse naštetu je zaobjeto v oblikovanju matematičnih zapisov, pri katerih poudarjamo jasnost izražanja ob korektni uporabi matematičnega jezika. Vse pripomore k učinkovitosti komuniciranja. Sodelovanje kot večščino, ki jo spodbujamo pri delu z učenci, je izpostavil tudi Marzano: prizadevanje za skupne cilje, uporaba medosebnih veščin, prevzemanje različnih vlog v skupini ... Učenci v skupini oblikujejo zapise, se vrstniško vrednotijo in na podlagi prejetih medvrstniških povratnih informacij izboljšujejo svoje zapise ter se posledično urijo v tvorjenju kakovostnejših zapisov.

Pisno sporočanje je posredno in neposredno omenjeno v **učnih načrtih in katalogih znanja za matematiko**. Izpostavimo omenbo tvorjenja matematičnih besedil kot eno od veščin, ki jo razvijamo v okviru matematične kompetence. V 1. vzgojno izobraževalnem obdobju so v učnem načrtu zapisani cilji, ki nagovarjajo k ubeseditvi lastnosti in kriterijev, npr. »*Odkrijejo in ubeseditjo lastnost oziroma lastnosti, po katerih so bili predmeti, telesa, liki, števila razporejeni*«, »*Odkrivajo in ubeseditjo kriterij, po katerem so bili elementi urejeni*«, kar lahko učitelji nadgradijo z zapisom v 2. in 3. izobraževalnem obdobju, ko učenci že usvojijo tehniko pisanja. V 2. vzgojno izobraževalnem obdobju je zapisan cilj »*Matematična pravila, obrazce, definicije ubeseditjo in jih uporabijo pri reševanju problemov*«, kar jasno nakazuje na ubesedenje, ki je tako ustno kot pisno. Kot ideja za tvorjenje matematičnega besedila je v učnem načrtu za osnovno šolo zapisano »*Samostojno oblikujejo besedilno nalogo ali sestavljajo besedilni problem*«. V učnih načrtih in katalogih znanja najdemo veliko ciljev, kjer so uporabljeni glagoli: utemelji, opiši, razloži, pojasni. Ustno sporočanje pri pouku matematike je pri uresničevanju tako zapisanih ciljev v ospredju, pisno sporočanje pa je zanemarjeno. Pri učiteljih želimo vzpodbuditi razvijanje tvorjenja pisnih besedil pri matematiki.

Kriteriji uspešnosti za tvorjenje pisnih besedil

Pri oblikovanju kriterijev uspešnosti smo izhajali iz zapisanih standardov triletja v učnem načrtu za matematiko za osnovno šolo. V ospredje smo postavili matematično znanje. Postavili smo štiri kriterije uspešnosti, ki so pokazatelj kakovosti besedila, in pri vsakem zapisali opisnik za najvišji oz. optimalni dosežek ter opisnik za nižji oz. minimalni dosežek. Pri zapisu smo izhajali iz predpostavke, da so to kriteriji za zapis daljšega besedila z matematično vsebino. Vsekakor pa se lahko opisnike ustrezno prilagodi za krajše zapise, kot so opisovanje, utemeljevanje, razlaganje, refleksijo in druge. Spodaj zapisani kriteriji (Preglednica 2) so v prvi vrsti namenjeni učitelju. Učitelj ob ustrezni strokovno vodeni diskusiji poskuša oblikovati kriterije uspešnosti skupaj z učenci.

Preglednica 2: Kriteriji uspešnosti za zapis pisnega besedila pri matematiki

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Ustreznost vsebine in zgradbe besedila	<p>Besedilo ustreza naslovu.</p> <p>V besedilu je vsebina nejasna in pomanjkljiva. (Vsebina besedila le na redkih mestih ustreza zapisom v navodilih: opisi postopkov so pomanjkljivi, uporabljene strategije so nepopolne, podatki so nepopolni ...).</p> <p>Besedilo je niz podatkov in dejstev s pomanjkljivimi logičnimi povezavami. Medsebojni odnosi matematičnih pojmov in postopkov so pomanjkljivo predstavljeni ali niso zapisani. Učenec tvori besedilo z matematičnimi in nematematičnimi pojmi.</p>	<p>Besedilo ustreza naslovu.</p> <p>Vsebina je jasno posredovana. (Vsebina besedila popolnoma ustreza zapisom v navodilih: opisi postopkov, uporabljene strategije, podatki ...).</p> <p>Besedilo je zapisano v logičnem zaporedju. Poudarjeni so medsebojni odnosi matematičnih pojmov in postopkov.</p> <p>Matematične pojme učenec ustrezno uporablja pri tvorjenju besedila z matematično vsebino.</p>
Pravilnost matematične terminologije in simbolike	<p>Učenec našteje in poimenuje le nekatere matematične pojme, simbole in formule ali pa so v zapisu nepravilnosti.</p> <p>Uporaba matematičnega jezika pri tvorjenju besedila z matematično vsebino je pomanjkljiva.</p>	<p>Učenec smiselno/ustrezno uporablja in poimenuje matematične pojme, simbole in formule.</p> <p>Pri tvorjenju besedila z matematično vsebino učenec uporablja matematični jezik.</p>
Uporabnost — primeri iz življenja	<p>Učenec našteje že poznane primere (iz pouka, učbenika ...) iz okolja/življenja, kjer nakaže uporabo matematičnih postopkov.</p>	<p>Učenec zapiše izvirne primere iz svojega okolja/življenja, kjer uporabi matematične pojme in postopke ter opiše njihovo uporabo.</p>

Čeprav kriterij pravopisna pravilnost in jasnost zapisa (Preglednica 3) ne izhaja iz standardov znanja, zapisanih v učnem načrtu za matematiko, ga najdemo v učnem načrtu za slovenščino. Učitelji ga uporabljajo za spremljanje in dajanje povratnih informacij učencem.

Preglednica 3: Dopolnitev kriterijev uspešnosti za zapis pisnega besedila pri matematiki

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Pravopisna pravilnost in jasnost zapisa	<p>Slovnične in pravopisne napake bralcu povzročajo težave pri razumevanju (in interpretaciji) besedila.</p>	<p>Slovnične in pravopisne napake ne ovirajo razumevanja (in interpretacije) besedila.</p>

Pisanje pri matematiki

V procesu pouka matematike posvečamo tvorjenju pisnih besedil premalo pozornosti. Učence na zapise krajših besedil navajamo postopoma in nato nadaljujemo z zapisi kompleksnejših besedil.

Podajamo primere, katere vrste besedil lahko oblikujemo:

- **Zapis** pravila (vzorca, zaporedja), definicije, navodila (za igro, aktivnost, nalogo) ...
- **Opis** računskega postopka, strategije reševanja naloge. Učenec se nauči spremljati in razmišljati o svojih procesih reševanja problemov, nalog; na problem pogleda z različnih vidikov.
- **Razlaga** poteka, npr. načrtovanja geometrijskih likov.
- **Pojasnjevanje oz. utemeljevanje** odgovora, odločitve, trditve.
- **Pisanje dnevnikov, refleksije**. Gre za zapise o tem, kaj počnejo in se učijo pri pouku, kako so uspešni, kaj jim gre dobro, kje imajo še vrzeli v znanju. Z zapisom takih dnevnikov imajo učenci kronološki zapis o svojih izkušnjah učenja.
- **Daljšo pisno besedilo z matematično vsebino**, ki je lahko spis, esej, empirična ali matematična preiskava, referat.

Ključno vprašanje, ki si ga pri tem zastavimo, je: **Kaj pridobi učenec** s pisanjem v procesu učenja matematike? Tvorjenje pisnih besedil pomaga učencem bolj poglobljeno in jasneje razmišljati o matematiki, prispeva k poglobljenemu razumevanju matematičnih pojmov in konceptov in posledično nudi možnost odpravljanja napačnih predstav. Tvorjenje pisnih besedil močno podpira učenje, ker od učencev zahteva, da organizirajo svoje ideje, jih razjasnijo in razmislijo o njih.

Drugo pomembno vprašanje, ki se pri tem zastavi, je, **kaj pridobi učitelj**. Zapisi učencev so neprecenljivo orodje, ki pomaga učitelju pri vrednotenju učenčevega napredka, učitelj lahko zazna vrzeli v znanju in razmišljanju, kar mu omogoča, da sistematično in načrtno pomaga pri odpravljanju nevrtačih točk, ki jih zazna pri učencu. Učitelji se moramo zavedati, da tvorjenje pisnih besedil pri matematiki ni enako tvorjenju pisnih besedil pri slovenščini in drugih predmetih. Tvorjenje pisnih besedil zagotavlja učencu, da razmisli o svojem lastnem učenju in raziskuje, razširi in utrdi svoje mišljenje o vsebinah iz matematike, ki se jih uči. Predvsem pa pisanje največkrat ni namenjeno ustvarjanju izdelka, primerneza objavo.

Podajamo nekaj **napotkov za tvorjenje pisnih besedil pri pouku matematike**, ki smo jih povzeli po Burnsu (Burns, 2004) in jih dopolnili z lastnimi spoznanji in izkušnjami.

- Določite **namen** tvorjenja pisnih besedil pri pouku matematike. Učence seznanite z dvema osnovnima razlogoma, zakaj je tvorjenje pisnih besedil pomemben del matematike: tvorjenje pisnih besedil podpre učenčevo učenje in je pomoč učitelju pri oceni napredka posameznega učenca.
- Zapisi učencev so dragocen vpogled v razumevanje in napačne predstave posameznikov in naj vam bodo izhodišče pri podajanju **povratne informacije učencu** z namenom izboljšanja njegovega znanja.
- Spodbudite učence, da v **zapise (dokaze o učenju)** vključijo podrobnosti, da natančno razložijo svoje razmišljanje, da uporabljajo matematično in nematematično terminologijo, številke, simbole, slike ..., s čimer zagotavljajo predstavitev informacije z raznolikimi reprezentacijami pojmov.
- Večina učencev (pa tudi odraslih) lažje govori kot piše, zato omogočite **razpravo, pogovor** učencev pred tvorjenjem pisnih besedil in tako spodbudite tudi **medvrstniško učenje**. Priložnost za pogovor o razmišljanju lahko učencem pomaga oblikovati ideje, ki jih bodo nato poskušali pisno razložiti.
- V razredu imejte na vidnem mestu **slovar uporabljene terminologije** pri pouku matematike, ki ga dopolnjujte med šolskim letom (Preglednica 4). Učenci bodo v pogovoru in zapisih uporabljali matematično terminologijo.

Preglednica 4: Primer slovarja pri matematiki (vir: Študijsko srečanje za učitelje matematike, avgust 2020)

	Opis pojma	Primer
Številski izraz		
Algebrski izraz		
Spremenljivka		
Enačba (leva stran enačbe, desna stran enačbe)		
Neznanka		
Rešitev enačbe		
Osnovna množica/univerzalna množica		
Ekvivalentna enačba		
Identična enačba/identiteta		
Enačba brez rešitve		

Učencem pomagajte z **nedokončanimi povedmi**:

- Strinjam se/se ne strinjam s trditvijo, ker ...
- Ključne besede (pojmi) pri vsebini so: ... To besedo najdemo tudi pri ... in pomeni ...
- Nalogo lahko rešimo še na drug način, ki ga opišem v nadaljevanju: ...
- Ta način reševanja, ta računski postopek/strategijo sem uporabil zato, ker ...
- Pokazal/dokazal/utemeljil/pojasnil bom, da je odgovor pravilen ...
- Reševanje tega problema/naloge je enako reševanju naloge, ki smo jo že reševali. To je naloga, ki ...

Pri **individualni pomoči učencu** si lahko pomagata z naslednjimi koraki:

- Preverite, ali učenec razume navodila oz. nalogo.
- Spodbudite učenca, naj ubesedi svoje razmišljanje. Lahko postavite podporna vprašanja, kot so: Kaj misliš? Kakšno idejo imaš? Se spomniš, kaj so povedali drugi?
- Ko učenec ponudi idejo, odgovor, ga prosite, naj na glas ponovi.
- Nato naj tiho ponovi sam sebi.
- Na koncu naj zapiše besedilo na papir ali v dokument na računalniku.

Pripravite dejavnosti tako, da bodo učenci brali lastne zapise sošolcu ali majhni skupini z namenom pridobivanja **vrstniške povratne informacije** na podlagi predhodno oblikovanih **kriterijev uspešnosti**.

Učenčeve zapise **uporabite v naslednjih učnih urah**: kot odpravljanje vrzeli v znanju učencev, oblikovanje novih dejavnosti (nalog) za učence.

Vpogled v **napredek posameznega učenca** boste opazili, če bodo učenci ali vi (učitelji) hranili zapise učencev.

Naj zaključimo z mislijo, da omogoča vključevanje raznolikih dejavnosti tvorjenja pisnih besedil učitelju širši vpogled v matematične izkušnje učencev.

4.2 Tvorjenje pisnih besedil z vidika formativnega spremljanja (Jerneja Bone)

Učitelji v razvojni nalogi so povedali, da večina učencev nima izkušenj s tvorjenjem daljših pisnih besedil z matematično vsebino, zato je **preverjanje (pred)znanja** tako z vidika vsebine, ki jo bodo pisali, kot z vidika procesa tvorjenja pisnih besedil zelo pomembno. Učenci naj pomislijo, kako so se lotili tvorjenja pisnega besedila pri drugih predmetih. Ko z učenci ponovimo tvorjenje pisnega besedila pri matematiki, jih spomnimo na to, kaj vse so upoštevali pri tvorjenju, na kaj so bili pozorni (Zgled 1 in 2).

Z učenci izvedemo preverjanje predznanja na temo *Tvorjenje pisnega besedila pri matematiki*. Ugotovimo, da tega še niso počeli. Učenci podajo ideje, kakšno bi po njihovem mnenju bilo pisno besedilo z matematično vsebino.

Zgled 1: Preverjanje predznanja, ko učenci še nimajo izkušenj s tvorjenjem pisnega besedila pri matematiki

Z učenci izvedemo preverjanje predznanja na temo *Tvorjenje pisnega besedila pri matematiki*.

Učenci se spomnijo, kako so v prejšnjem šolskem letu tvorili pisno besedilo z matematično vsebino.

Sledi diskusija ob pregledu izdelkov preteklih šolskih let.

Zgled 2: Preverjanje predznanja, ko učenci že imajo izkušnjo s tvorjenjem pisnih besedil pri matematiki

Pri pouku matematike učenci redko tvorijo krajša oz. daljša pisna besedila, zato je treba z njimi osmisliti **namene učenja** (Zgled 3) in se o njih pogovoriti. Ne zamudimo priložnosti, da jim osmislimo učenje procesnih znanj, skupaj z učenci spoznavajmo razliko med procesnimi in vsebinskimi znanji ter razjasnimo, da so v življenju in nadaljnjem šolanju pomembna tako ena kot druga znanja.

Nameni učenja:

- Razvijam veščine tvorjenja pisnih besedil z matematično vsebino.
- Podajam učinkovite in konstruktivne povratne informacije sošolcem.
- Ozaveščam pomen matematike v naravi, okolju.
- Osmišljam matematiko: uporabljam jo v vsakdanjih življenjskih situacijah.
- Uporabljam matematično terminologijo.
- *Izkazujem znanje na drug način.*

Zgled 3: Nameni učenja za pisanje besedil z matematično vsebino

Priporočamo, da skupaj z učenci oblikujete **kriterije uspešnosti**. Učitelji so ubrali različne pristope.

1. pristop: Uporaba vzorčnih besedil

Učitelj pripravi dve pisni besedili, ki ju sam sestavi. Eno od teh je oblikovno in vsebinsko pomanjkljivo, drugo upošteva vse kriterije uspešnosti, za katere učitelj predvideva, da jih bodo učenci prepoznali. Ker želimo upoštevati tako vidne kot slušne tipe učencev, pripravimo tudi zapise, ki jih imajo učenci pred seboj. Besedilo, ki ga imajo učenci pred seboj, lažje analizirajo kot besedilo, ki bi ga le poslušali. Po prebranih pisnih besedilih učenci v vodeni diskusiji iščejo razlike, skupne točke, prednosti in slabosti pri obeh pisnih besedilih (Zgled 4). Učenci v vodeni diskusiji ob podpori učitelja oblikujejo kriterije uspešnosti (kaj mora vsebovati dobro pisno besedilo, katerim pogojem mora zadoščati).

Učenci poslušajo in hkrati berejo dve pisni besedili. Eno je oblikovno in vsebinsko pomanjkljivo, drugo pa je vzorno.

Po prebranih primerih učenci v vodeni diskusiji iščejo razlike, skupne točke, prednosti in slabosti enega in drugega pisnega besedila.

Učenci ob pomoči učitelja (vodena diskusija) določijo, katere sestavne dele mora imeti dobro pisno besedilo z matematično vsebino. Skupaj oblikujejo kriterije uspešnosti dobrega pisnega besedila z matematično vsebino.

Zgled 4: Zapis oblikovanja kriterijev uspešnosti za 1. pristop

2. pristop: Primerjava pisnih besedil

Če učenci še nikoli niso tvorili pisnega besedila z matematično vsebino, jim ponudimo, da le-tega najprej zapišejo. V skupinah izpolnijo preglednico (Preglednica 5) in v vsakem pisnem besedilu izpostavijo, kaj je bilo dobro.

Preglednica 5: Oblikovanje kriterijev uspešnosti

	Pozitivno pri tem besedilu je ... V tem besedilu je treba izboljšati ...
Besedilo A	
Besedilo B	
Besedilo C	

Na podlagi vseh zapisov z vodeno diskusijo oblikujejo kriterije uspešnosti. Nato učenci svoje pisno besedilo dopolnijo (popravijo) glede na skupaj določene in zapisane kriterije uspešnosti.

3. pristop: Oblikovanje kriterijev uspešnosti

Učitelj učencem razloži pomen kriterijev uspešnosti in jih z njimi tudi seznaní. Vsak učenec napiše pisno besedilo in nato kriterije uspešnosti skupaj ponovno pregledajo in dopolnijo (Zgled 5).

Učenci skupaj z učiteljem pregledajo kriterije uspešnosti za zapis pisnega besedila in jih po potrebi dopolnijo.

Učenci preberejo nekaj pisnih besedil in po potrebi dopolnijo kriterije uspešnosti za zapis pisnega besedila.

Učenci zapišejo pisna besedila in nato ob vodenem razgovoru z učiteljem oblikujejo kriterije uspešnosti. Kasneje svoja pisna besedila dopolnijo.

Zgled 5: Primeri oblikovanja kriterijev uspešnosti v pripravah učiteljev

Učenčev **dokaz o učenju** je napisano pisno besedilo, ki ga učenec napiše samostojno pri pouku in ga dokonča ali dopolni doma, lahko pa učenec v celoti napiše pisno besedilo kot domačo nalogo. Učence seznanimo o zgradbi besedila, o smiselnih zapisih v vsakem delu oz. jim pojasnimo navodila za tvorjenje pisnih besedil (Zgled 6). Spodbudimo jih, da ohranijo enak način pri tvorjenju pisnih besedil, kot ga imajo pri pouku slovenščine (npr. da si pripravijo pisne in slikovne opore za pisanje spisa).

Učitelj pripravi navodila za pisanje pisnega besedila, kjer upošteva osnovno zgradbo besedila. Z učenci se pogovori o smiselnih zapisih v vsakem delu (uvod, jedro, zaključek).

Učenci si pripravijo pisne in slikovne opore pred tvorjenjem daljšega pisnega besedila.

Zgled 6: Primeri načrtovanja dokazov o učenju

Povratna informacija učencu o njegovem izdelku (npr. za pisno besedilo) je ključna za izboljšanje in nadgradnjo usvojenega znanja. Učitelji so uporabili **medvrstniško povratno informacijo**, ki je potekala v skupini ali v paru (Zgled 7).

Učenci podajo **povratno informacijo** sošolcu glede na zapisane kriterije uspešnosti.
Glede na medvrstniško povratno informacijo vsak učenec ponovno napiše dopolnjeno, izboljšano pisno besedilo.

Zgled 7: Medvrstniška povratna informacija

Učitelji na isti šoli, ki uvajajo formativno spremljanje, se medsebojno dopolnjujejo in učence pri različnih predmetih navajajo na iste postopke. Za namen podajanja povratne informacije pri pisnem besedilu so uporabili navodila učiteljice slovenščine (Zgled 8), ki je uporabila navodilo in nedokončane povedi. Iz spodnjih zgledov (Zgled 8 in Zgled 9) je vidno usklajevanje in povezovanje z učitelji drugih predmetov (npr. s slovenščino).

Navodilo za podajanje medvrstniške povratne informacije

1. korak: RAZJASNI

Izbiraj besedne zveze, ki bodo vrstnika spodbudile k razmisleku in izboljšavi svojega izdelka (spisa).

2. korak: OVREDNOTI

Svojemu vrstniku povej, kaj je naredil dobro, nad čim si bil navdušen, kaj ti je bilo v njegovem delu všeč. Bodi natančen. Uporabljalj strokovne besede in natančne izraze. Izogibaj se besedam, kot so: to je dobro, je lepo, všeč mi je ... Svoje mnenje vedno tudi utemelji, npr.:

- Ta del se mi zdi zanimiv, ker ...
- To se mi zdi odlična ideja, ker ...
- Ta postopek si dobro opisal, saj ...

3. korak: IZRAZI POMISLEK

Svojemu vrstniku izrazi svoje pomisleke in skrb. Bodi natančen. Ne kritiziraj osebnosti, ampak razmišljaj o tem, kaj je napisano. Osredotoči se na ideje, postopke oziroma posamezne dele besedila. Izogibaj se negativnim izrazom ali celo kritizerstvu (npr. *Narobe si naredil ...*). Uporabi raje prijaznejše pomisleke, kot:

- Kako bi bilo, če bi ...
- Zdi se mi, da bi bilo bolje ...
- Morda bi naslednjič raje ...
- Ne razumem, kako ...

4. korak: PREDLAGAJ

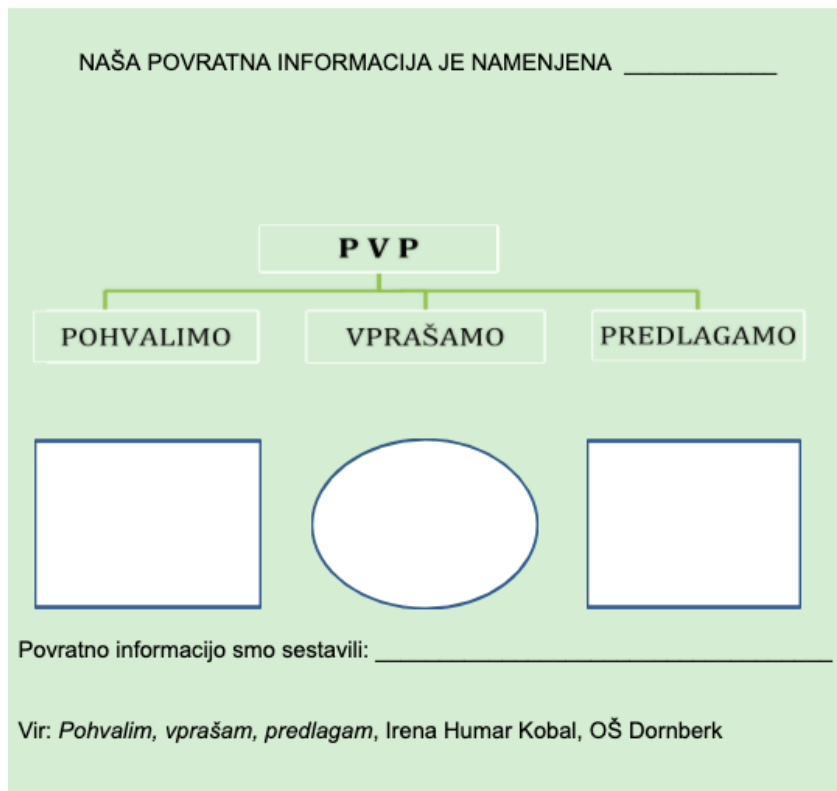
Svojemu vrstniku ponudi nekaj predlogov, kako naj izboljša svoje delo, npr.:

- Si pomislil, da bi lahko ...
- Morda bi bilo dobro, da bi ...
- Izpusti dele, ki ...
- Razmisli, ali ne bi bilo bolje ...
- Naslednjič dodaj ...

Vir: Medvrstniška povratna informacija *Po lestvi navzgor*, Irena Humar Kobal, OŠ Dornberk

Zgled 8: Navodilo za podajanje medvrstniške povratne informacije

Skupinsko podajanje povratne informacije je pri eni od učiteljic potekalo po principu PVP: Pohvalim, vprašam, predlagam (Zgled 9).



Zgled 9: Skupinsko podajanje povratne informacije

4.3 Primeri iz prakse (Ana Canzutti, Karmen Škafar, mag. Mojca Novoselec, Mojca Plut)

V nadaljevanju so predstavljeni celotni zapisi priprav na pouk, kjer so učenci tvorili daljša pisna besedila z matematično vsebino. V primerih boste zasledili korake formativnega spremljanja, ki smo jih predhodno opisali.

Predstavljeni so štirje primeri priprav na pouk, ki vključujejo pisno besedilo:

- pisno besedilo o decimalnih številih ter obsegu in ploščini pravokotnika in kvadrata v 6. razredu (Ana Canzutti),
- pisno besedilo o zrcaljenju čez premico in točko v 7. razredu (Ana Canzutti),
- pisno besedilo o štirikotnikih v 7. razredu (Karmen Škafar),
- pisno besedilo o kotnih funkcijah v 3. letniku (mag. Mojca Novoselec).

Ob koncu je predstavljen primer navodil za tvorjenje besedil, ki se ne navezuje na konkretno matematično vsebino in ga lahko razumemo kot neke vrste refleksijo. V besedilu učenec opiše svoje doživljanje matematike, odnos do matematike, motivacijo, ki jo ima za učenje matematike, in vrednote, ki jih ob tem razvija in postavlja v ospredje. Za tovrstna besedila kriterijev uspešnosti nismo posebej oblikovali.

Predstavljeni primer navodil:

- pisna besedila pri matematiki (Mojca Plut).

4.3.1 Pisno besedilo o decimalnih številih ter obsegu in ploščini pravokotnika in kvadrata v 6. razredu (Ana Canzutti)

Učiteljica: Ana Canzutti	Šola: OŠ Dornberk	Predmet: matematika	Razred: 6.	Svetovalka: Jerneja Bone
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Sestavek z matematično vsebino: decimalna števila ter obseg in ploščina pravokotnika in kvadrata				Število ur: 3

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji (splošni cilji):</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo matematično mišljenje: abstraktno-logično mišljenje in geometrijske predstave; • oblikujejo matematične pojme, strukture, veščine in procese ter povezujejo znanje znotraj matematike in tudi širše; • spoznavajo uporabnost matematike v vsakdanjem življenju; • spoznavajo matematiko kot proces ter se učijo ustvarjalnosti in natančnosti; • razvijajo zaupanje v lastne (matematične) sposobnosti, odgovornost in pozitiven odnos do dela in matematike; • spoznavajo pomen matematike kot univerzalnega jezika; • sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno vrednoto. <p>Vsi cilji iz sklopa decimalna števila (6. r.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • opredeliti pojem obseg in zanj sprejeti oznako o; 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razvijam veščine pisanja besedil z matematično vsebino. • Podajam učinkovite in konstruktivne povratne informacije sošolcem. • Ozaveščam pomen matematike v naravi, okolju. • Osmišljam matematiko: uporabljam jo v vsakdanjih življenjskih situacijah. • Uporabljam matematično terminologijo. • Izkazujem znanje na drug način. • Izmerim dolžino in širino pravokotnika in kvadrata. • Izračunam obseg in ploščino pravokotnika in kvadrata. • Uporabim znanje o obsegu in ploščini pravokotnika in kvadrata v resničnem življenju (npr. tloris sobe ...). • Obrazložim pomen obrazca za obseg pravokotnika in kvadrata. • Obrazložim pomen obrazca za ploščino pravokotnika in kvadrata. • Učinkovito pretvarjam v večjo in v manjšo ploščinsko enoto. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>V prvi uri, 15 minut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Z učenci izvedem diagnostiko predznanja na temo <i>Pisanje spisa pri matematiki</i>. Ugotovimo, da tega še niso počeli. Učenci podajo ideje, kaj bi po njihovem mnenju bil spis z matematično vsebino. • Učenci (samostojno, za domačo nalogo) napišejo matematični sestavek (spis) z matematično vsebino na temo decimalna števila (Priloga 1: Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki). <p>V drugi uri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Učenci na glas (eden po eden) preberejo sestavke. Učenec individualno za vsak sestavek napiše, kaj je pozitivno pri tem sestavku, kaj je v sestavku dobro (Priloga 2: Instrumentarij za spremljanje branja sestavkov). • Skupaj oblikujemo kriterije uspešnosti dobrega spisa z matematično vsebino. 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zapis idej, kaj je spis z matematično vsebino. • Učenci (samostojno) napišejo sestavek, spis z matematično vsebino – decimalna števila (Primer 1). • Oblikovani kriteriji uspešnosti spisa z matematično vsebino (Primer 2).

<ul style="list-style-type: none"> oceniti in izmeriti obseg preprostih likov z nestandardnimi in standardnimi dolžinskimi enotami; izračunati obseg preprostih likov po razmisleku in ne po obrazcu; primerjati dolžine s šestilom; izmeriti dolžine stranic pravokotnika in kvadrata ter izračunati obseg; smiselno zaokrožiti rezultat merjenja in rezultat računa; ugotoviti, da lahko imajo neskladni pravokotniki enake obsege; samostojno sestaviti izraz (obrazec ali formulo) za obseg pravokotnika ali kvadrata; izračunati obseg pravokotnika ali kvadrata z uporabo obrazcev; s premislekom (ne s preoblikovanjem obrazca) izračunati dolžino stranice kvadrata iz znanega obsega; s premislekom izračunati dolžino stranice pravokotnika, če sta znana obseg in druga stranica; uporabljati merske enote m^2, dm^2, cm^2, mm^2, km^2, a in ha; pretvarjati ploščinske enote. 	<ul style="list-style-type: none"> Izračunam stranico kvadrata, če je podan obseg ali ploščina. Izračunam drugo stranico pravokotnika, če je podana stranica in obseg ali ploščina. 	<ul style="list-style-type: none"> Učitelj poda povratno informacijo učencem. Učenci (po skupinah) napišejo sestavek (spis) z matematično vsebino na temo obseg in ploščina pravokotnika in kvadrata. Navodilo je v prilogi. Naslov izberejo sami. Lahko gre za goli matematični opis postopkov z navedenimi praktičnimi primeri uporabe ali pa za zgodbo, v kateri je razvidna in opisana praktična uporaba znanja, povezana z računanjem obsega in ploščine pravokotnika in kvadrata (Priloga 3: Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki). <p>V tretji uri:</p> <ul style="list-style-type: none"> Skupina prebere besedilo, ostale skupine pa podajo povratno informacijo PVP po principu pohvalim, predlagam, vprašam. Ob zaključku ponovno pregledamo kriterije uspešnosti in jih po potrebi dopolnimo ali prilagodimo. 	<ul style="list-style-type: none"> Učiteljevi zapisi povratnih informacij (Primer 3). Učenci (po skupinah) napišejo sestavek, spis z matematično vsebino (Primer 4). Medvrstniško podajanje povratne informacije (Primer 5). Dopolnjeni kriteriji uspešnosti spisa z matematično vsebino.
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> pri reševanju (besedilnih) problemov uporablja različne bralne strategije ter kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih podatkih; 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Učenci so povedali naslednje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vsebuje naj konkretne primere iz življenja (vsaj 5); dobrodošla je uporaba slikovnega materiala, ki naj bo smiselna glede na besedilo; 		

<ul style="list-style-type: none"> • opiše problemsko situacijo z matematičnim jezikom; • pozna in uporablja matematično terminologijo; • v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike razvije matematično in nematematično terminologijo (sporazumevanje v maternem jeziku); • matematični jezik uporablja pri sporazumevanju. 	<ul style="list-style-type: none"> • vsebuje naj opise matematičnih postopkov povezanih s temo (le-ti morajo biti natančni in razumljivi tudi nepoznavalcem); • opisana mora biti uporaba teh matematičnih postopkov v resničnih življenjskih situacijah; • potrebno je paziti na pravopis in slovnično pravilnost. 		
--	--	--	--

Priloga 1:

Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki – decimalna števila

Naloga ni obvezna in jo naredi, kdor jo želi.

Nalogo naredi samostojno.

Namen:

- ozaveščanje pomena matematike v naravi, okolju,
- osmišljanje matematike in
- izkazovanje znanja na nek drug način.

Navodilo:

Pripravi sestavek (odlomek ali spis) na temo *decimalnih števil*. Dolžina sestavka ni predpisana, določiš si jo lahko sam. V svoj sestavek lahko vključiš tudi slike (iz reklam, časopisa) ali fotografije (ki jih narediš sam), ki bodo pojasnjevale tvoj zapis. Pri pisanju uporabljal matematično besedišče, spomni se vsega, kar si se učil o decimalnih številih. Poskusi uporabiti in poiskati matematiko v vsakdanjem življenju oz. jo povezati z vsakdanjim življenjem. Izbiraš lahko med spodnjimi naslovi ali si izmisliš svojega:

- Jaz sem decimalno število
- Sem 3,5 (lahko zamenjaš decimalno število)
- Na vsakem koraku decimalna števila
- Decimalna števila v trgovini
- ...

Pišeš na list papirja ali pa pri pisanju uporabiš računalnik.

Priloga 2:

	Pozitivno pri tem sestavku je ... V tem sestavku je dobro
Sestavek A	
Sestavek B	
Sestavek C	

Priloga 3:

Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki – kvadrat in pravokotnik

Nalogo učenci izdelajo po skupinah v času pouka.

Namen:

- ozaveščanje pomena matematike v naravi, okolju,
- osmišljanje matematike in
- izkazovanje znanja na nek drug način.

Navodilo:

Prilagi sestavek (odlomek ali spis) na temo *pravokotnik in kvadrat*. Dolžina sestavka ni predpisana, določiš si jo lahko sam. V svoj sestavek lahko vključiš tudi slike (iz reklam, časopisa) ali fotografije (ki jih narediš sam), ki bodo pojasnjevale tvoj zapis. Pri pisanju uporablaj matematično besedišče, spomni se vsega, kar smo se učili o pravokotniku in kvadratu. Poskusi uporabiti in poiskati matematiko v vsakdanjem življenju oz. jo povezati z vsakdanjim življenjem. Naslov si izmisli sam.

Pišeš na list papirja ali pa pri pisanju uporabiš računalnik.

Primer 1

DECIMALNA ŠTEVILA

Zvedal sem kom kaj vem o decimalnih številih.

Damor gremo malo tamo na decimalna števila npr. v trgovini, pri matematiki, na risbah, stopnic, na cesti... Decimalna števila je sestavljeno iz celoga dela, decimalne vejice in decimalke. Lahko jih opiszujemo na številnem potrtaku in jih med seboj tudi primerjamo po velikosti. Tako kod nasava števila jih tudi računamo. Zakaj je nekaj primerov:

ZAOKROŽIMO NA DESETINE $3,34 = 3$

ZAOKROŽIMO NA STOTINE $9,831 = 9,83$

OKROŽIMO NA TISOČINE $4,5995 = 4,6$

Decimalna št. tudi seštevamo, odšteevamo, množimo in delimo. Pri seštevaju in odšteevaju moramo biti pozorni na pravilno podpirovanje. Pri množenju in deljenju s polnscami št. 10 moramo decimalno vejico premakniti na toliko mest kolikor ima št. ničel, pri množenju v desno, pri deljenju na levo. Ko množimo s 10 des. št. puma moramo premesti vsa decimalna mesta. Če je v desni faktorijski le vsa decimalna mesta, bo tudi množnik imel le vsa decimalna mesta. Ko delimo s des. št. puma moramo dejenca in deljitelja pomnožimo tako, da bo deljitelj postal vsaj št. primer

$24 : 0,25$

$\cdot 100 \quad \cdot 100$

$2400 : 25 = 96$

150

00

Pri številskih izrazkih s decimalnimi števili ima oblikaj vrednost pred množenjem in deljenjem, ta pa imata vrednost pred seštevanjem in odšteevanjem.

PRIMER: $4,311 + 4,14 \cdot 5,8 \cdot (9,84 + 5,92) =$

$= 4,311 + 4,14 \cdot 5,8 \cdot 15,76 =$

$= 4,311 + 354,60440 =$

$= 358,91540$

$\begin{array}{r} 524,60440 \\ + 4,31100 \\ \hline 528,91540 \end{array}$

$15,76$

$\begin{array}{r} 9,84 \\ + 5,92 \\ \hline 15,76 \end{array}$

$351,90$

$4,14 \cdot 5,8$

$23,912$

$+ 2070$

$351,90$

$\begin{array}{r} 35,190 \\ + 15,760 \\ \hline 50,950 \end{array}$

$551,90$

$+ 18,530$

$+ 4,640$

$+ 1,1140$

$\hline 556,60440$

Primer 2

Vsebuje naj konkretne primere iz življenja (vsaj 5).

Dobrodošla je uporaba slikovnega materiala, ki naj bo smiselna glede na besedilo.

Vsebuje naj opise matematičnih postopkov povezanih s temo. Ti morajo biti natančni in razumljivi tudi nepoznavalcem.

Opisana mora biti uporaba teh matematičnih postopkov v resničnih življenjskih situacijah.

Potrebno je paziti na pravopis in slovnično pravilnost.

Primer 3

Razmišljala si, kje vse srečaš decimalna števila. Poudarila si, da moraš biti pri zaokroževanju še posebej pazljiva. Naslednjič svojo misel razvij naprej, opiši, zakaj, kako moraš postopati in kje bi ti zaokroževanje prišlo prav v življenjskih situacijah. Naslednjič bodi pogumna in opiši, zakaj so decimalna števila zabavna, posebna in zanimiva – kje vidiš ti to zanimivost, posebnost, kaj bi še rada odkrila o decimalnih številih.

Sestavila si tudi besedilno nalogo in jo rešila.

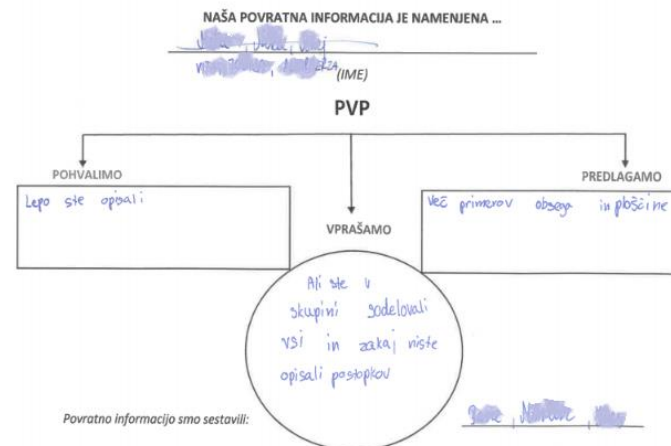
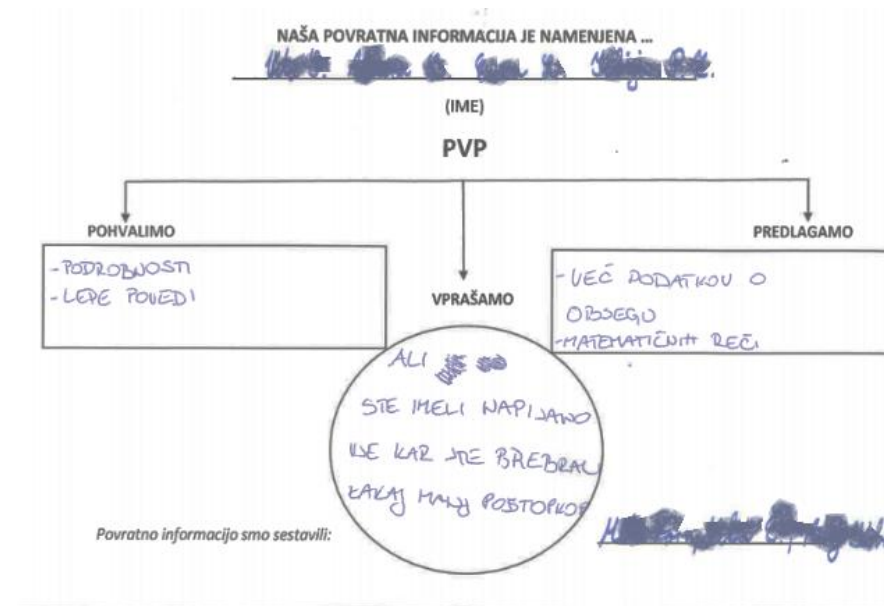
Primer 4: Kvadrat in pravokotnik in povratna informacija po principu PVP

PROBLEMI U METRIH

Poslušajte kaj se nam je zgodilo pri ^{gradnji} gradnje hiše.
 Mislili smo da imamo na razpolago 950 m². Toda, pošteno ošteli saj smo imeli na razpolago 240 m².
 Kupili smo materiala 400 m² imeli pa smo vrt 60 m². Ostalo nam je 150 m² ki nismo vedeli zakaj bi ji rabili zato smo se odločili da bomo tam zasadili nekaj postavili bazen.

Toda gdo bi si mislil iskaralo se je da smo v resnici kupili 500 m² rumnjista ker pa nismo vedeli kaj bi storili z dodatnimi 60 m² smo se odločili da jih bomo prodali po 50€ na 10 m² kulo hitro smo jih prodali in zaslužili dovolj za gradnjo ~~da~~ dodatnega čakanja.

Primer 5



4.3.2 Pisno besedilo o zrcaljenju čez premico in točko v 7. razredu (Ana Canzutti)

Učiteljica: Ana Canzutti	Šola: OŠ Dornberk	Predmet: matematika	Razred: 7.	Svetovalka: Jerneja Bone
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Sestavek z matematično vsebino zrcaljenje čez premico in točko				Število ur: 3

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji (splošni cilji):</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo matematično mišljenje (abstraktno-logično mišljenje in geometrijske predstave); • oblikujejo matematične pojme, strukture, veščine in procese ter povezujejo znanje znotraj matematike in tudi širše; • spoznavajo matematiko kot proces ter se učijo ustvarjalnosti in natančnosti; • razvijajo zaupanje v lastne (matematične) sposobnosti, odgovornost in pozitiven odnos do dela in matematike; • spoznavajo pomen matematike kot univerzalnega jezika; • sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno vrednoto. <p>Cilji iz sklopa <i>Transformacije</i>, ki zajemajo zrcaljenje čez premico in točko (7. r.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • zrcaliti točko, daljico, premico, kot in lik čez izbrano premico, • zrcaliti točko, daljico, premico, kot in lik čez izbrano točko. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razvijam veščine pisanja besedil z matematično vsebino. • Podajam učinkovite in konstruktivne povratne informacije sošolcem. • Uporabljam matematično terminologijo. • Izkazujem znanje na drug način. • Zrcalim točko, daljico, premico, kot in lik čez izbrano premico. • Zrcalim točko, daljico, premico, kot in lik čez izbrano točko. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>V prvi uri, 15 minut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Z učenci izvedem diagnostiko predznanja na temo <i>Pisanje spisa pri matematiki</i>. Učenci se spomnijo, kako so v prejšnjem šolskem letu pisali spis z matematično vsebino. • Učenci poslušajo branje dveh spisov. Eden je oblikovno in vsebinsko pomanjkljiv, drugi pa je vzoren. Tema je seštevanje in odštevanje ulomkov (Priloga 1 in Priloga 2). • Po prebranih primerih učenci v vodeni diskusiji iščejo razlike, skupne točke, prednosti in slabosti enega in drugega spisa. • Učenci ob pomoči učitelja v vodeni diskusiji določijo, katere komponente mora imeti dober matematični spis. Skupaj oblikujemo kriterije uspešnosti dobrega spisa z matematično vsebino. 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ustni odgovori učencev • na osnovi diskusije (o prebranih dveh spisih) sestavljeni kriteriji uspešnega spisa • oblikovani kriteriji uspešnosti spisa z matematično vsebino (Primer 1 in Primer 2)

<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> nariše zrcalno sliko točke, daljice, trikotnika glede na premico oziroma točko; nariše zrcalno sliko premice, kota in večkotnika glede na premico oziroma točko. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Učenci so povedali naslednje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vsebuje naj opise matematičnih postopkov povezanih s temo (le-ti morajo biti natančni in razumljivi tudi nepoznavalcem); opisana mora biti uporaba teh matematičnih postopkov v resničnih življenjskih situacijah; potrebno je paziti na pravopis, slovnično pravilnost, čitljivost zapisa ter obliko (uvod, jedro, zaključek). 	<ul style="list-style-type: none"> Učenci (samostojno pri pouku, po potrebi dokončajo doma) napišejo spis z matematično vsebino na temo <i>Zrcaljenje čez premico in točko</i> (Priloga 3). <p>V drugi uri:</p> <ul style="list-style-type: none"> Po dva učenca si izmenjata spis in podata drug drugemu povratno informacijo. Sledijo kriterijem uspešnosti, ki smo jih določili prejšnjo uro, ter navodilom za podajanje medvrstniške povratne informacije (Priloga 4). <p>V tretji uri:</p> <ul style="list-style-type: none"> Glede na medvrstniško povratno informacijo vsak posameznik napiše dopolnjen, izboljšan spis. (Če je potrebno, dokončajo doma.) 	<ul style="list-style-type: none"> napisan sestavek, spis z matematično vsebino – zrcaljenje čez premico in točko (Primer 3) podana povratna informacija – medvrstniško podana povratna informacija (Primer 4) napisan drugi spis, ki je glede na podano medvrstniško povratno informacijo, izboljšan (Primer 5)
---	---	--	---

Priloga 1:

Seštevanje in odštevanje ulomkom (spis)

V tem zapisu bom opisala postopek seštevanja in odštevanja dveh ulomkov.

Ulomka seštevamo tako, da imenovalc prepisemo, števca pa seštejemo. Če ima ulomek celote, le-te tudi seštejemo. Če imata ulomka različna imenovalca, moramo le-ta najprej razširiti, šele nato lahko seštevamo. Podobno velja tudi za odštevanje ulomkov. Odštevamo lahko le ulomke, ki imajo enake imenovalce. Če ulomka nimata enakih imenovalcev, ju moramo razširiti na skupni imenovalc. Najbolje je, da poiščemo najmanjši skupni imenovalc. Postopek je podoben tistemu za seštevanje. Imenovalc prepisemo, števca pa odštejemo. Če imata ulomka tudi celi del, le-ta tudi odštejemo. V obeh primerih, tako pri seštevanju kot odštevanju ulomkov, moramo rezultat urediti in če se da, ulomek okrajšati.

Priloga 2:

Seštevanje in odštevanje ulomkov (spis)

Seštevanje in odštevanje sta dve izmed štirih osnovnih računskih operacij. Tako kot za naravna števila veljajo podobne zakonitosti tudi pri računanju z ulomki. Ker se množenja in deljenja ulomkov še nismo učili, bom v tem razlagalnem spisu opisala postopek seštevanja in odštevanja dveh ulomkov.

Seštevamo in odštevamo lahko ulomke z enakimi in različnimi imenovalci. Pravzaprav lahko uporabimo ti dve računski operaciji samo pri ulomkih, ki imajo enake imenovalce. Če v izrazu seštevanja ali odštevanja nastopajo ulomki z različnimi imenovalci, moramo le-te najprej razširiti na skupni imenovalec. Še najbolje je, da jih razširimo na najmanjši skupni imenovalec.

Posvetila se bom najprej opisu seštevanja dveh ulomkov. Kot že zgoraj omenjeno, lahko seštevamo samo ulomka z enakima imenovalcema. Ta pa seštejemo tako, da zapišemo ulomkovo črto, imenovalec prepisemo, števca pa seštejemo. Če je dobljeni ulomek večji od ena, moramo le-tega zapisati s celim delom in ulomkom, ki je manjši od ena. V primeru, da imata ulomka tudi celi del, le-ta seštejemo. Dobljeni rezultat uredimo in če se da, dobljeni ulomek okrajšamo.

Tudi pri odštevanju ulomkov moramo najprej poskrbeti, da sta ulomka razširjena na skupni imenovalec. Nato je postopek podoben seštevanju. Zapišemo ulomkovo črto, imenovalec prepisemo, števca pa odštejemo. V primeru da imata ulomka tudi celi del, tudi ta dva odštejemo. Ampak odštevanje je po svoje tudi posebnost, saj ni nujno, da se bo v vsakem primeru dalo odštevati. Zgodi se, da je števec prvega ulomka manjši od števca drugega ulomka. V takem primeru odštevanje še ni mogoče, zato moramo prvi ulomek urediti tako, da bo odštevanje mogoče, to pomeni, da bo števec prvega ulomka večji od števca drugega ulomka. Da to dosežemo, moramo od celega dela prvega ulomka odvzeti eno celoto in jo pretvoriti na ulomek. Tako dobimo ulomek, ki je večji od ena. V takem primeru je števec prvega ulomka večji od števca drugega ulomka in s tem je odštevanje izvedljivo. Lahko pa bi se poslužili drugega načina. Po tem ko smo razširili na skupni imenovalec, bi celi del in ulomek, manjši od ena, pretvorili na ulomek, večji od ena. To bi naredili za oba ulomka. Postopek bi bil sledeči: zapisali bi ulomkovo črto, imenovalec bi prepisali, števca pa odšteli. Dobljeni ulomek bi uredili tako, da bi ga zapisali s celim delom in ulomkom, manjšim od ena. Če bi se dalo, bi ulomek tudi okrajšali. Postopka sta enakovredna, kar pomeni, da lahko poljubno izberemo enega ali drugega.

Kot sem opisala v glavnem delu, je postopek seštevanja in odštevanja precej enostaven. Spomniti se moramo le na dejstvo, da lahko seštevamo in odštevamo le ulomke z enakimi imenovalci, nato pa slediti določenim pravilom.

Priloga 3:

Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki – Zrcaljenje čez premico in točko

Nalogo učenci izdelajo samostojno v času pouka.

Namen:

- ubeseditev postopkov in
- izkazovanje znanja na nek drug način.

Navodilo:

Pripravi spis o zrcaljenju čez premico in točko. Pri pisanju uporabljaj matematično besedišče, spomni se postopkov, ki smo se jih učili pri zrcaljenju čez premico in točko.

Naslov je Zrcaljenje čez premico in točko. Spis napiši na list, ne v zvezek.

Priloga 4:

Navodilo za podajanje medvrstniške povratne informacije**1. korak: RAZJASNI**

Izbiraj besedne zveze, ki bodo vrstnika spodbudile k razmisleku in izboljšavi svojega izdelka (spisa).

2. korak: OVREDNOTI

Svojemu vrstniku povej, kaj je naredil dobro, nad čim si bil navdušen, kaj ti je bilo v njegovem delu všeč. Bodi natančen. Uporablaj strokovne besede in natančne izraze. Izogibaj se besedam, kot so: to je dobro, je lepo, všeč mi je ... Svoje mnenje vedno tudi utemelji, npr.:

- Ta del se mi zdi zanimiv, ker ...
- To se mi zdi odlična ideja, ker ...
- Ta postopek si dobro opisal, saj ...

3. korak: IZRAZI POMISLEK

Svojemu vrstniku izrazi svoje pomisleke in skrb. Bodi natančen. Ne kritiziraj osebnosti, ampak razmišljaj o tem, kaj je napisano. Osredotoči se na ideje, postopke oziroma posamezne dele besedila. Izogibaj se negativnim izrazom ali celo kritizerstvu (npr. *Narobe si naredil ...*). Uporabi raje prijaznejše pomisleke, kot:

- Kako bi bilo, če bi ...
- Zdi se mi, da bi bilo bolje ...
- Morda bi naslednjič raje ...
- Ne razumem, kako ...

4. korak: PREDLAGAJ

Svojemu vrstniku ponudi nekaj predlogov, kako naj izboljša svoje delo, npr.:

- Si pomislil, da bi lahko ...
- Morda bi bilo dobro, da bi ...
- Izpusti dele, ki ...
- Razmisli, ali ne bi bilo bolje ...
- Naslednjič dodaj ...

Vir: Medvrstniška povratna informacija Po lestvi navzgor, Irena Humar Kobal, OŠ Dornberk (Humar Kobal, 2020)

Primer 1: Kriteriji uspešnosti

1. Postopki morajo biti natančno opisani (z vsemi koraki)
2. Uporabi ustrezne matematične izraze
3. Uvod, jedro, zaključek
4. Čitljivost
5. Pravopis

Primer 2: Kriteriji uspešnosti

Vsebuje naj opise matematičnih postopkov, povezanih s temo. Ti morajo biti natančni in razumljivi tudi nepoznavalcem. Opisana mora biti uporaba teh matematičnih postopkov v resničnih življenjskih situacijah. Potrebno je paziti na pravopis, slovnično pravilnost, čitljivost zapisa ter obliko (uvod, jedro, zaključek).

Primer 3: Zrcaljenje čez premico in točko (prvi zapis spisa)

Zrcaljenje čez premico in točko

Danes vam bom predstavil kako se zrcali čez premico ali točko. Čez premico ali točko se lahko zrcali: premico, daljico, točko, lik in kot. Ko zrcalíš premico, daljico, točko, lik in kot moramo biti pozorni, da bo črta, ki gre čez premico pravokotna.

Ko ~~pravokotno~~ zrcalimo premico rabimo, gestnik, šetilo in oširjen svinčnik. Premico čez točko zrcalimo tako, da najprej narišemo točko in premico s katero bomo zrcalili. Uporabimo šetilo in narišemo pravokotno premico, nato s šetilom zmerimo eno dolžino od točke in premice in to ~~točko~~ naredimo tudi na drugi strani. Pri zrcaljenju čez premico je zelo enako le, da sta na eni strani 2 točki na premici. Za daljico ~~zrcalíš~~ zrcalíš točko, kateri sta na daljici. Točki povežoš in nastane zrcalje. Pri liku zrcaliti, od točk čez premico povežemo narišemo vzporednice in s šetilom od točke do premice označimo in prerisemo na drugo stran.

stran. Koli primernostno procesimo in nato primernostno
 $(AB \ 2p = ABC \rightarrow A'B'C')$

Zrcaljenje kota. Najprej naredimo tri točke, 2 na
 dnu, 1 na drugi strani. Skrajnje pa jih povežemo
 s 1. premico. ~~Skrajnje~~ Seveda naredimo tudi premico
 skozi katero točke vrtimo. Z šestilom pa odmerimo na
 1. premici eno potem se eno Amptak na koncu ne-
 smemo porabiti inako, za zrcaljenje.

Zrcaljenje točke oz. točke. Narisati najprej točko
 imenovano original in 2. točko imenovano slika zrcal-
 nja. Skrajnje s geometrijskim narisanjem premice.
 S šestilom odmerimo razdaljo med 1. in 2. točko in
 jo preneseva na drugo stran (mpo npr. 2A:5'-di)

Zrcaljenje črte dolžico. Narisati poljubno dolžico in jo
 poimenuj. Narisati tudi točko skrajno, ki jo
 z geometrijskim narisanjem od ene točke na drugo str.
 skozi točko. To narediš na obeh straneh. Dolžico se poi-
 menuješ.

Zrcaljenje premice. Narisati ^{eno} dve poljubni premici!
 Na premici narisi 2 dve poljubni točki in ju
 poimenuj, komentiraj pa narisi 2 točko skozi katero
 točko vrtiš. Z geometrijskim od ene točke skozi točko na
 drugo stran narisa ravno premico. Enako ponovis na
 drugi strani. Z šestilom odmeriš ii od ene točke do
 druge narisane premice. Ne porabiš na enak ca pravil-
 nost in zrcaljenje $(2p \rightarrow p)$

Zrcaljenje kota. Narisati poljubno kot in ga poimenuj
 ABC. Skrajni sredinski točko na katu, narediš premico,
 enako na drugi strani. S šestilom odmeriš in narisi
 2 točko na premici. Te dve točki povežeš in zrcaljenje koda
 je končno. Ne porabiš na enak zrcaljenje $(2S \cdot AB \rightarrow A'B'C')$



Več je to iz zrcaljenja. Upam, da si se kaj naučil/a.

4.3.3 Pisno besedilo o štirikotnikih v 7. razredu (Karmen Škafar)

Učiteljica: Karmen Škafar	Šola: OŠ Franceta Prešerna Črenšovci	Predmet: matematika	Razred: 7.	Svetovalka: Jerneja Bone
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Pisanje pisnega sestavka na temo štirikotnikov				Število ur: 3

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Splošni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo matematično mišljenje; • oblikujejo matematične pojme, strukture, veščine in procese ter povezujejo znanje znotraj matematike in tudi širše; • razvijajo uporabo različnih matematičnih postopkov in tehnologij; • spoznavajo uporabnost matematike v vsakdanjem življenju; • spoznavajo matematiko kot proces ter se učijo ustvarjalnosti in natančnosti; • razvijajo zaupanje v lastne (matematične) sposobnosti, odgovornost in pozitiven odnos do dela in matematike; • spoznavajo pomen matematike kot univerzalnega jezika; • sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno vrednoto. <p>Učni cilji (iz sklopa <i>Štirikotniki</i>):</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opišejo in opredelijo štirikotnik; • označijo oglišča, stranice, diagonali, kote štirikotnika; 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razvijam veščine pisanja besedil z matematično vsebino. • Podajam učinkovite in konstruktivne povratne informacije sošolcem. • Ozaveščam pomen matematike v naravi, okolju. • Osmišljam matematiko: uporabljam jo v vsakdanjih življenjskih situacijah. • Uporabljam matematično terminologijo. • Izkazujem znanje na drug način. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>1. ura: Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • po predelani snovi o štirikotnikih v zvezke zapišejo kriterije uspešnosti za zapis spisa • kriterije uspešnosti za zapis spisa skupaj pregledajo in jih dopolnijo; • si pripravijo pisne in slikovne opore za pisanje spisa (Priloga 1: Navodilo za pisanje spisa). <p>2. ura: Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • napišejo spis na temo štirikotnika. <p>3. ura: Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • preberejo nekaj spisov in po potrebi dopolnijo kriterije uspešnosti za zapis spisa; • podajo povratno informacijo sošolcu/sošolki. 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kriteriji uspešnosti za zapis spisa • pisne in slikovne opore za pisanje spisa (Priloga 2) • pisni sestavki učencev o štirikotnikih (Priloga 3) • dopolnjeni kriteriji uspešnosti • povratna informacija sošolcu – primeri kriterijev, po katerih bi skupina učencev vrednotila spis (Priloga 4)

<ul style="list-style-type: none"> • opišejo sosednji stranici, nasprotni stranici, nosilko stranice in diagonalo štirikotnika; • poznajo delitev štirikotnikov glede na velikost notranjih kotov na izbočene in vdrte štirikotnike; • poznajo delitev izbočenih štirikotnikov: <ul style="list-style-type: none"> · glede na kote, · glede na stranice in kote, · glede na pravokotnost diagonal; • opredelijo paralelogram, romb, pravokotnik, kvadrat, trapez in deltoid in poznajo njihove lastnosti. 			
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Minimalni standardi:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poimenuje, označi in načrta štirikotnike (paralelogram, romb) in pozna njihove lastnosti; • izračuna obseg in ploščino štirikotnikov (paralelograma in romba). <p>Standardi triletja:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pozna in uporablja pojme in postopke s pojmi ravninske geometrije; • opiše in utemelji postopke geometrijske konstrukcije; • razvije učinkovite bralne strategije za nadaljnje učenje in izobraževanje (sporazumevanje v maternem jeziku); 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poznam štirikotnike. • Razumem in znam naštetih lastnosti posameznega štirikotnika. • Znam primerjati dva ali tri štirikotnike med seboj in poiskati enakosti in razlike med njimi. • Znam samostojno pripraviti miselni vzorec o štirikotnikih. <p>Ob zapisu spisa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • izberem štirikotnike, o katerih bom pisal; • izberem ustrezno strategijo primerjanja; • ugotovitve smiselno predstavim in zapišem; • zapis je jasen; 		

<ul style="list-style-type: none"> • v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike razvije matematično in nematematično terminologijo (sporazumevanje v maternem jeziku); • matematični jezik uporablja pri sporazumevanju; • življenjske situacije prikaže z modeli; • uporablja matematiko pri reševanju problemov iz vsakdanjega življenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • pravilno uporabljam matematični jezik. 		
--	--	--	--

Priloga 1:

PISNA NALOGA

Štirikotniki so se zadovoljno smehljali. Razmišljali so o svojih prijateljih, se spominjali svojih dogodivščin, drobnih laži in nezgod. Sredi razmišljanja ...

Navodilo za pisanje razlagalnega spisa:

V uvodnem delu pripoveduj o svojem srečanju s tematiko štirikotnikov (splošne lastnosti).

V osrednjem delu vključi:

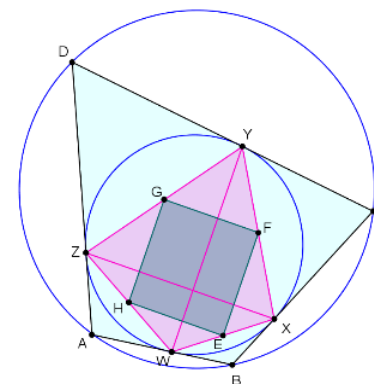
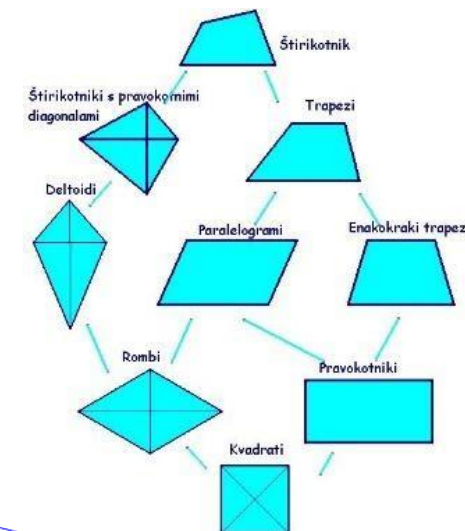
- povzetek vsaj dveh opisov, ki naj vključujeta splošne lastnosti štirikotnikov in splošne lastnosti izbranega štirikotnika (kvadrat, pravokotnik, romb, paralelogram, štirikotnik, trapez, enakokraki trapez, deltoid);
- primerjaj prvi izbran štirikotnik z drugim izbranim štirikotnikom in razloži, v čem se kažeta njuna posebnost in izvirnost;
- v nalogo ne pozabi vključiti razmišljanja o tem, kako doživljaš raznolikost štirikotnikov, kje jih v naravi najdemo, zakaj se uporabljajo, kakšne izkušnje imaš z izbranimi štirikotniki (anekdota).

V zaključnem delu pojasni in utemelji uporabnost štirikotnikov in razloži, kje bi še lahko uporabili znanje o štirikotnikih.

Ne pozabi pripisati izvirnega naslova. Upoštevaj spodnja navodila.

- Piši v prvi osebi in preteklem času.
- Členi besedilo tako, da narediš nov odstavek, ko nadgrajuješ temo pripovedovanja.
- V besedilo vključuj različne slogovne postopke, npr. pripoved, opis, razmišljanje, dialog ...
- Uporabi kakšen okrasni pridevek, pregovor, poosebitev, primero ...
- Besedišče naj bo primerno, razumljivo, izvirno, jedrnato ...
- Naloga mora biti pravopisno in jezikovno pravilna.

Želim ti veliko uspeha in izvirnosti.



Tvoja učiteljica

Priloga 2:

KWADRAT

- Oso simetričen
- Središčno simetričen
- Koli: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$
 - skladni
- Diagonali: e in f
 - vzajemno razpolovljata
 - enako dolgi
 - skladni
 - skuta pod pravim kotom
- Središče: kjer se skuta diagonali e in f
 - sredina kvadrata
- Stranice: vse enako dolge - a, a, a, a
- Višine: nima
- Ogljca: A, B, C, D
- Lahko mu vrtnemo in očitamo krožnico

ROMB

- Oso simetričen
- Središčno simetričen
- Koli: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$
 - skladni
 - $\alpha = \gamma, \beta = \delta$
- Diagonali: e in f
 - vzajemno razpolovljata
 - nista enako dolgi
 - skladni
 - kjer se skuta diagonali e in f
 - sredina romba
- Višina: $h = (V)$
- Ogljca: A, B, C, D
- Stranice: vse enako dolge - a, a, a, a
 - 2 para vzporednih stranic
- Lahko mu vrtnemo, ne moremo očitati krožnico

GRADBENIŠTVO!

Priloga 3:

Štikotaki so bili različnih oblik. Poznamo jih veliko. Nekateri smo se omenjali v naših razredih, kot sta kvadrat in pravokotnik. Bredoli smo nekaj osnovnih podatkov o njih. V 4. razredu pa smo se se natančneje spoznavali. Poleg teh dveh smo omenjali rombe, paralelograme, deloid, trapez in enakokrani trapez.

Nekoga dne, ko so se obstajali divovskimi je živela g. Romb. ~~ni gospod paralelogram~~ Bilo je, namreč v Greijo h g. Paralelogramu Skippy bi naj ustvarila znanost slabo. Romb se je takrat izgovarjal kot kvadrat. Ko pa ga je kajen huda muhota na morju pa se enkrat zapol imamo sused vrtov in tako je postal posreben gospod. Ko je prispel v Greijo ga je g. paralelogram povabil v svojo najprejnjšo jatlavo. Vprašal ga je kaj je posreben. Razložil mu je svojo zgodbo.

Romb se je paralelogramu zasmil in nato ga je prosil če mu pomaga da bo tudi on lahko postal posreben gospod. Postavila sta na različne načine a nekateri jimca je le uspelo. Po prvi pogovorni posrebenosti pa sta se morala bolje spoznati. Tako je romb začel, "Moje stranice so vse enako dolge imam dva para vzporednih stranic. Moji diagonali nista enako dolgi, ampak se sekata pravokotno. To je ena izmed posebnih diagonal. Diagonali ^{se} razdelita na štiri ^{enake} trikotnike. Dva nasprotna trikotnika sta skladna. Imamo eno višino. Lahko mi vrtate krožnico. Očitni pa mi je noben model. Jaz sem samo simetričen. Imam dve osi, ki potekata po mojih diagonalah. Sem tudi središčno simetričen. Moji nasprotni koti so skladni. Nato pa se je paralelogram začel rombagati svojo zgodbo. Pravil je toles, "Imam dva para vzporednih stranic. Moji diagonali sta bili prej moji obročini ampak sta se mi ene leta zardeli" v moje žalo. Nista enako dolgi. Ponavadi je parimajem e in l. Razdelita me v štiri trikotnike. Dva nasprotna trikotnika sta skladna. Na žalost mi

na mojih vertikalni in tudi na očitni krožnici. Imam dve visini na strani a in stranico b. Kotički isti stranici sta suplementarna. Kotički in je sta skladna ter B_2 in D sta skladna. "Kotički pa se se je gospod Romb spomnil: Diagonali se vzajemno razpolovljata."

Tako sta se spoznala in čas je bil za večerjo. Pri večerji pa sta iskala skupne lastnosti. Povedala sta: Oba imava 2 para vzporednih stranic, oba sta ~~stranično~~ ^{diagonalno} somerna. "Vse pa nista znaka povedati, saj je bil še večer."

Naslednje jutro pa je gospod Romb začel risati podobne stvari. Očelost se je, da bo narisal deltoid. Na steno je narisal skico. Začel je risati z barvami, in ~~od~~ nikoder je prišel q Paralelogram, ki je bil zelo učen in je poznal deltoid zelo dobro. Rombu je ~~se~~ začel razpravati o njem. Tako je pravil: "To je ~~moj~~ moj stari prijatelj. Ima dva para skladnih stranic, ima dve diagonali, ki se sekata pravokotno. Diagonali, ki ju je pomenoval tako kot jaz, razpolovlja diagonala f, diagonalo e. Deltoid nima visin. Je osno someren. Na žalost pa ni stranično somern. Ne moremo mu vertikalni krožnice, lahko pa mu vrtamo krožnica. Če pa ga zeliš bolj natančno narisati pa ti bom dal 3 podalke. Malo je nenavaden štrikotnik, a ga imam rad."

Tako je Romb še zvečjem poslikal ^{stene} s stene z različnimi deltoidi, da q Paralelograma spominjajo na njegovega starega prijatelja.

Priloga 4:

Točkavnik

SLOVNIKA: dobra 3/3

MATEMATIČNO ZNANJE: 3 manjše napake 3/2

IZVIRNOST: še kar dobro 3/3

Vsebina: primerna, upoštevanje navodil 3/3

NASLOV: povezan z vsebino 2/2

KRITERIJS:

~lastnosti štirikotnikov 5T

~izvirnost 1T

~slovnicične napake 2T

~primerjave med štirikotniki 2T

SKUPAJ: 10T

- dvakrat beseda ker, ter še druge pravopisne napake
- premalo lastnosti
- preveč zgodbe
- pravokotnik in deltooid (napisala je, da nimata nič skupnega v zgodbi)

pravopisne napake: 3t - 2t

matematične napake: 5t - 3t

izvirnost: 3t - 3t

SKUPAJ: 11t - 8t

4.3.4 Pisno besedilo o kotnih funkcijah v 3. letniku (mag. Mojca Novoselec)

Učiteljica: mag. Mojca Novoselec	Šola: SŠFKZ, Ljubljana	Predmet: matematika	Letnik: 3.	
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Kotne funkcije (razširitev pojma kota, definicija in lastnosti kotnih funkcij, enotska krožnica, adicijski izreki in dvojni koti, grafi)				Število ur: 14

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji (splošni cilji):</p> <ul style="list-style-type: none"> spoznavati pomen matematike kot univerzalnega jezika in orodja; izražati se v matematičnem jeziku, ustno, pisno ali v drugih izraznih oblikah; uporabiti matematiko v kontekstih in povezovati znanje znotraj matematike in tudi širše (medpredmetno); postavljati ključna vprašanja, ki izhajajo iz življenjskih situacij ali pa so vezana na raziskovanje matematičnih problemov; spoznavati matematiko kot proces, razvijati kreativnost in ustvarjalnost ter zaupati v lastne matematične sposobnosti. <p>Cilji iz sklopa kotne funkcije:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dijak pozna razširitev kota in oznake kotnih funkcij za poljuben kot v enotski krožnici. Dijak pozna osnovne enote pri zapisovanju kota (stopinja, radian). Dijak pozna osnovne zveze med kotnimi funkcijami istega kota, adicijske izreke, formule za dvojni kot. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> Utrdim osnovne pojme o kotnih funkcijah s poudarkom na utrjevanju računskih spretnosti. Krepim spominske in vizualne povezave (enotska krožnica, predznak kotnih funkcij, uporaba zvez med kotnimi funkcijami). Krepim povezavo med vedenjem grafa funkcije in grafičnim prikazom. Opazujem in iščem primere v okolici. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>Dijaki so ob začetku obravnave tematskega sklopa seznanjeni z načrtovanimi načini preverjanja znanja in načrtovanimi končnimi izdelki, ki so:</p> <ol style="list-style-type: none"> zbiranje zapiskov v zvezku in rešenih nalog pri delu na daljavo po sprotih navodilih učitelja; pošiljanje dokazov učenja v vpogled po e-pošti; pisni sestavek/spis. <p>Delo, ki poteka 12 ur (frontalna oblika in pogovor preko videokonferenc, samostojno delo doma, delo v paru ali skupinah preko socialnih omrežij):</p> <ul style="list-style-type: none"> razširitev pojma kota in spoznavanje enotske krožnice, definicija in oznake kotnih funkcij v enotski krožnici in predznak kotne funkcije poljubnega kota, zveze med kotnimi funkcijami istega kota, adicijski izreki in dvojni kot, uporaba lastnosti kotnih funkcij (periodičnost, sodost, lihost) pri določanju kotne funkcije poljubnega kota, 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> slike zapiskov v zvezku po razlagi na videokonferenci in po reševanju nalog doma

<ul style="list-style-type: none"> • Dijak pozna postopke za risanje osnovnega grafa kotnih funkcij. • Dijak zna iz naloge s pomočjo podatkov izračunati zahtevane količine. 		<ul style="list-style-type: none"> • risanje osnovnih grafov in zapis lastnosti s pomočjo grafa, • sestavljanje navodil za spis z upoštevanjem osnovne zgradbe sestavka in dogovor o smiselnih zapisih v vsakem delu (uvodu, jedru, zaključku) – nastalo po zapisih navodil v preteklosti (Priloga 1), • zapis kriterijev uspešnosti, • pisanje spisa (dijaki samostojno napišejo spis o kotnih funkcijah). 	
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Dijak/dijakinja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pozna in uporablja oznake kotnih funkcij v enotski krožnici; • pozna in uporablja označevanje kotov v stopinjah in radianih; • pozna in uporablja zveze med kotnimi funkcijami istega kota; • pozna in uporablja adicijske izreke in formule za dvojne kote; • pozna in uporablja periodičnost in sodost/lihost kotnih funkcij pri poenostavljanju kotnih funkcij poljubnega kota; • pozna grafe kotnih funkcij in zna izpisati osnovne lastnosti (definijsko območje, zalogo vrednosti, ničle, ekstreme, pole, amplitudo, periodo); • uporablja različne strategije reševanja (računanje s koreni, računanje z dvojnimi ulomki); • uporablja matematični jezik; • kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih podatkih; • prepozna matematično teorijo v vsakdanjem življenju. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ustreznost vsebine in zgradbe besedila; • pravilnost matematične terminologije in simbolike; • uporabnost - primeri iz življenja; • pravopisna pravilnost in jasnost zapisa. 		<ul style="list-style-type: none"> • kriteriji uspešnosti • sestavek/spis z matematično vsebino kotne funkcije (delo na daljavo doma) (Priloga 2)

Priloga 1:

Navodilo za pisanje sestavka pri matematiki

UVOD

- Kdaj si se prvič spoznala s kotnimi funkcijami?
- Kakšni so bili prvi vtisi o kotnih funkcijah?
- Katere kotne funkcije poznaš?

JEDRO

V jedru lahko opisujete vsako kotno funkcijo zase, lahko jih pa primerjate med seboj (npr: funkciji sinus in cosinus se obe ponavljata na 360 stopinj ...). Omenite, da obstajajo formule, tabela, adicijski izreki, enotska krožnica, sodost in lihost (kaj to pomeni v nalogah), periodičnost (kaj to pomeni v nalogah). Kakšno besedo namenite grafom (lahko tudi posebnim enotam v koordinatnem sistemu).

Same se odločite, kako boste sestavile besedilo.

ZAKLJUČEK

Napišeš svoje mnenje:

- kdo uporablja računanje s kotnimi funkcijami (lahko napišeš svoje mnenje ali kak znan primer ...) oziroma
- kaj meniš o koristnosti tega znanja v znanosti (ne nujno v tvojem življenju) oziroma
- kaj meniš o težavnosti pri učenju tega poglavja ...

Napišeš lahko tudi svoj zaključek.

Priloga 2:

Primer 1

Kotne funkcije

S kotnimi funkcijami sem se prvič spoznala v srednji šoli. Konec drugega letnika smo na kratko spoznali osnove, znanje o kotnih funkcijah pa nadgradili še v tretjem letniku. Na začetku sem bila čisto zmedena, saj nisem razumela načina reševanja nalog, a z razlago profesorice in vaj mi je snov postajala vse bolj jasna. Poznam kotne funkcije: sinus, cosinus, kotangens in tangens.

Sinus je v pravokotnem trikotniku razmerje med kotu nasprotno kateto in hipotenuzo, cosinus med kotu priležno kateto in hipotenuzo, tangens med nasprotno kateto in priležno, pri kotangensu pa je ravno obratno kot pri tangensu. Pri računanju si lahko pomagamo s tabelo, iz katere preberemo vrednost nekega kota za določeno kotno funkcijo, v pomoč pa nam je lahko tudi enotska krožnica. V enotski krožnici delimo kote manjše od 90° , med 90° in 180° , od 180° do 270° in 270° do 360° . Povejo nam, ali je rezultat pozitiven ali negativen. Za sinus, tangens in kotangens pravimo, da so liha funkcija, cosinus pa je soda funkcija. Periodičnost predstavlja ponavljanje. Na primer: pri sinusu se izkaže, da se številke začnejo ponavljati na 360° .

Adicijski izreki nam povejo, kako se izrazi za sinus in cosinus izrazijo z vrednostmi kotnih funkcij za posamezni kot. Uporabljamo jih pri poenostavljanju izrazov, enačbah, računanju natančnih vrednosti nekaterih kotov itd. Osnovni formuli, ki se pri tem uporabljata, sta:

$$-\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha \cos\beta \mp \cos\alpha \sin\beta$$

$$-\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cos\beta \pm \sin\alpha \sin\beta$$

Ko rešimo graf, pri kotnih funkcijah vedno vzamemo, da je x kot v radikalih. Sinus je liha funkcija, saj je graf zrcalen na izhodišče. Cosinus pa je soda, ker je graf zrcalen na os y. Tangens in kotangens sta navpična.

Kotne funkcije mi niso ena ljubših tem pri matematiki, saj imam raje navadno računanje zapletenih računov kot pa risanje tabel in računanje z enačbami. Pri tej snovi vidim velik potencial za delanje napak, kar mi pa ni ravno všeč, saj imam rada lepe številke, ki pa so pri kotnih funkcijah redke. Snov je verjetno zanimiva ljudem, ki imajo v svojem poklicu veliko opravkov z računanjem kotov, a mislim, da meni to ne bo veliko pomagalo pri opravljanju mojega poklica.

Povratna informacija:

Pri uvodu in zaključku sem bila zadovoljna, ker si jasno in natančno vse umestila v besede.

V jedru sem pogrešala besedo več o periodičnosti, tudi za tan in cot ter kako lahko s tem poljuben kot zmanjšamo.

Tam imaš besedo radikali - radiani (to samo vmes).

Pri številkah pogrešam tudi besedo o sodosti, lihosti in minusih.

Za grafa tan in cot bi bolje napisala, da sta strma ...

Ampak sicer si dobro povzela.

Primer 2

Kotne funkcije poljubnih kotov

Jaz osebno sem se v svojem življenju spoznala s kotnimi funkcijami takrat, ko je moj starejši bratranec pisal domačo nalogo iz matematike. Na prvi pogled so se mi naloge, ki jih je reševal, zazdele zelo težke in zakomplicirane, ampak ko sem začela slediti njegovemu reševanju, mi je snov postala zanimiva. Bila sem prepričana, da bom snov kmalu spoznala tudi jaz in zanimalo me je, kako se bom sama spopadla z reševanjem kotnih funkcij, ki so: sinus, kosinus, tangens in kotangens.

Za vsako kotno funkcijo obstaja svoja formula. Da računamo kotne funkcije, moramo najprej dobro poznati pravokotni trikotnik. Tako lahko izračunamo sinus alfa: dolžino alfi nasprotne katete delimo z dolžino hipotenuze. Pri kosinusu je postopek enak, le da dolžino nasprotne katete nadomesti dolžina priležne katete. Tangens se izračuna takole: nasprotna deljeno z priležno, kotangens pa ravno obratno. Obstajajo zveze med kotnimi funkcijami istega kota. Te so: tangens alfa je enak količniku sinusa alfa in kosinusa alfa. Prav tako je kotangens alfa enak količniku kosinusa alfa in sinusa alfa. Če seštejemo sinus kvadrat alfa in kosinus kvadrat alfa, pa je rezultat enak ena. Če število ena prištejemo tangensu kvadrat alfa, bo rezultat količnik števila ena in kosinusa kvadrat alfa. Podobno je tudi pri kotangensu kvadrat alfa. Prištejemo ena; rezultat je količnik števila ena in sinusa kvadrat alfa. Za računanje osnovnih kotov, kot so 0° , 30° , 45° , 60° in 90° , si pomagamo z tabelo, v kateri so rezultati. Eden od načinov reševanja kotnih funkcij je s pomočjo adicijskega izreka, kjer lahko izračunamo $\sin(\alpha \pm \beta)$, $\cos(\alpha \pm \beta)$, $\tan(\alpha - \beta)$ in $\tan(\alpha + \beta)$. Pri kotnih funkcijah nam lahko močno v pomoč pride enotska krožnica. Z njo si lahko pomagamo razbrati predznak kota, velikost kota in tako naprej. Kot sestavljata nepremični krak, ta je vedno na 0° . Drugi, premični krak, pa določi velikost kota. V tej smeri matematike lahko zasledimo tudi temo periodičnost. To pomeni ponavljanje – izkaže se, da se številke pri sinusu začnejo ponavljati čez 360° ; na primer: $\sin 30^\circ$ je $\sin(390^\circ)$, ker je $30^\circ + 360^\circ$ enako 390° . Nato s pomočjo tabele do konca izračunamo rezultat. Podobno je pri kosinusu, drugače je pa pri tangensu in kotangensu – tangens se ponovi že prej. Zadnja stvar, ki jo je potrebno omeniti, pa je lihost in sodost funkcij. Kosinus je soda funkcija, medtem ko so ostale tri lihe funkcije; to so sinus, tangens in kotangens. Grafi kotnih funkcij se izračunajo po naslednji enačbi: $f(x) = \sin x$. Grafi so periodični, njihova oblika pa se imenuje sinusoida. Če je graf zrcalen na izhodišče, je to torej sinus in je funkcija liha. Če pa je zrcalen na y-os, je to kosinus – soda funkcija.

Snov o kotnih funkcijah in trigonometriji se mi zdi zanimiva, malce drugačna, vendar vseeno malo zapletena – potrebno jo je dobro razumeti. Kotne funkcije se v vsakdanjem življenju pojavljajo takrat, ko moramo izračunati kak kot. Primer poklica, ki pogosto uporablja kotne funkcije, pa je najverjetneje kakšen arhitekt. Če ne zna izračunati kotov, ne bo narisal korektnega načrta za hišo; torej – kotne funkcije so zelo pomembne. Vendar gotovo bo marsikdo izmed nas zopet ponovil kotne funkcije takrat, ko bomo pomagali razložiti snov matematike našim otrokom. 😊

Povratna informacija:

V bistvu si zelo dobro prepletla vse lastnosti. Ko sem že pomislila, da ne boš omenila, pa se je pojavil naslednji stavek in si zapisala.

Pogrešam, kako se sodost in lihost pozna pri številkah in ker si grafe prehitro odpravila (predvsem za tan in cot). Tam vmes pa ni ok, če napišeš, da je vedno zapis $\sin x$, ampak potem si grafa lepo opisala. Pogrešam omembo, da se val pri grafu ponavlja.

Sicer zelo v redu.

Primer 3

Kotne funkcije poljubnih kotov

Prvič sem se spoznala s kotnimi funkcijami v prvem letniku, ko sem pomagala starejši sestri pri učenju. Bolj kot sem gledala v njen zvezek, manj mi je bilo jasno, kako je rešila te naloge. Poznam kotne funkcije sinus (sin), kosinus (cos), tangens (tan) in kotanges (cot).

Vsaka kotna funkcija ima svoje lastnosti. Da bi izračunali kotno funkcijo poljubnega kota, si pomagamo s formulami. Če je rezultat 30, 45 ali 60 stopinj, si pomagamo s tabelo (slika 1), da ne zapravljamo veliko časa. Če se v nalogi pojavita dva kota, pa uporabimo adicijski izrek (slika 2) za računanje kotnih funkcij. Enotska krožnica (slika 3) nam pomaga, da kotne funkcije določimo na poljubno velik kot. Pomaga nam tudi določiti sodost ali lihost kotne funkcije. To nam pomaga v nalogah, da vemo, ali je rešitev pozitivna ali negativna, saj so koti lahko tudi negativni. Periodičnost ali ponavljanje pa nam pove, kdaj se začne kotna funkcija ponavljati. Sin in cos se ponavljata na 360 stopinj, tan in cot pa na 180 stopinj. Vsaka kotna funkcija ima svoj graf, risanje koordinatnega sistema je enako. Koordinatni sistem je na x osi označen s oznako pi = 180 stopinj na vsake tri črtice, na y-osi je označen s številkam (1, 2, 3 ...). Če je graf $y = \sin x$, je graf sinusoida. Graf se ponavlja na 360 stopinj in je liha funkcija, ker je graf zrcalen na izhodišče. Graf $y = \cos x$ je tudi sinusoida in se ponavlja na 360 stopinj, vendar je cos soda funkcija, ker je graf zrcalen na y-os. Grafa tan in cot se ponavljata na 180 stopinj. Graf tan narašča, cot pa pada. Oba sta razdeljena na periode, ki jih ločuje pol (nav. as.).

LO STEBLO

TABELA:

	sin	cos	tan	cot
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$

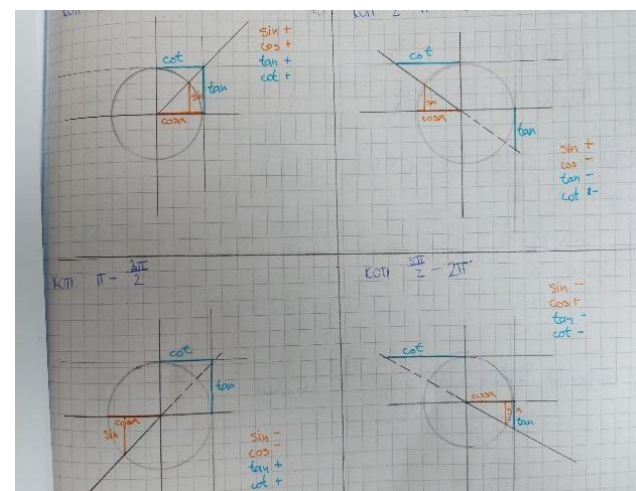
ADICIJSKI IZREK

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \sin \beta \cdot \cos \alpha$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \mp \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta}$$

$$\tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \cdot \tan \beta}$$



To poglavje pri matematiki mi je zelo všeč, saj zelo rada računam in rišem grafe. Ne zdi se mi težka snov, moraš pa vedeti, kdaj in kje uporabiti kakšno formulo. Zelo mi je zanimivo, kako se lahko spremeni val grafa, ko ga daš v enačbo. Ne vem, ali mi bo to kdaj prišlo prav v življenju, se mi pa zdi zanimiva snov za učenje.

Povratna informacija:

Všeč mi je bilo, ker si povsod natančno povedala in nisi nikjer na polovici končala misli. Primerno si tudi uporabila slike, ker bi sicer z besedami težko prišla do konca. In še ena med redkimi si, ki je omenila grafa za tangens in kotangens. V enem zamahu sem prebrala tvoj spis.

4.3.5 Primeri navodil za tvorjenje pisnih besedil pri matematiki (Mojca Plut)

Med naslednjimi predlogi besedil (od št. 1—4) izberi enega. Lahko se odločiš tudi za poezijo pod številko 5. Na izbiro imaš tudi esej pod številko 6. Upoštevaj navodila. Napiši besedilo z vsaj 300 besedami.

Primer 1: Navodilo za pisanje eseja oz. poezije



1.

Brez (Z) matematike (matematiko) mi živeti ni.

Pojasni kako ti doživljaš matematiko. Ali se ti zdi potrebno, da je to učni predmet v šoli? Jo znaš uporabiti v vsakdanjem življenju? Ali je pouk matematike zate stresen? Zakaj?



2.

Znanje (matematike), pogum in človečnost so pomembne vrednote.

V čem se s to trditvijo strinjaš? Ali ji v čem nasprotuješ? Se ti zdi, da naša šola stoji za to trditvijo? Katere so tvoje najpomembnejše vrednote, za kaj se zavzemaš? Kdo na tvoje vrednote najbolj vpliva? Kako? Ali tudi učitelji vplivajo na oblikovanje in spreminjanje lestvice tvojih vrednot? Napiši svoje sporočilo učiteljem.

3.

Matematika je kot ljubezen - preprosta a se zlahka zaplete

Se strinjaš s to trditvijo? Utemelji! Kako ti doživljaš matematične probleme? Ali si vesel-a, ko jih razrešiš? Koliko časa in energije si pripravljen-a vložiti v to? Kaj te najbolj motivira za učenje matematike? Ali je res, da dekleta oz. fantje veliko dajo na to, če njihova »ljubezen« obvlada matematiko? Utemelji!





4.

Punce in matematika? Ja, itak!

Veliko ljudi meni, da dekleta ne morejo biti tako dobre pri matematiki kot fantje. Ali se s to trditvijo strinjaš? Se ti zdi napačna, nesmiselna? Zakaj? V čem se dekleta in fantje pri pouku matematike najbolj razlikujejo? Razloži in podkrepí s svojimi doživetji v razredu.



5.

Ob- La-Di, Ob-La-da matematika....

Nadaljuj...V pesmi izrazi svoj odnos do matematike. Izlij vsa svoja čustva: pozitivna in negativna.



6.

»Anyone who has never made a mistake has never tried anything new.«

/Albert Einstein 1879-1955/

How far do you agree or disagree with the statement? Write your essay in English.

5 Govorni nastopi

5.1 Govorni nastop kot oblika sporočanja pri matematiki (mag. Mojca Suban, mag. Valentina Herbjaj)

Govorjenju kot eni od štirih sporazumevalnih zmožnosti bi lahko pri pouku matematike namenili še več časa in prostora. Pogosto se pouk matematike naslanja bolj na sporazumevalno zmožnost *pisanje*, pri čemer ni enakovredno zastopano *zapisovanje* in *tvorjenje besedil*, in ne izkoristi v dovolj veliki meri priložnosti, ki jih prinaša *govorjenje o matematiki*. Pisno reševanje nalog tradicionalno predstavlja način ugotavljanja in izkazovanja matematičnega znanja, pri čemer so lahko učenci različno uspešni. Nerazumevanje, neznanje, nepripravljenost so lahko vzroki za manj uspešno reševanje matematičnih nalog, vzroke pa lahko iščemo tudi v različnih zmožnostih učencev za pisno izražanje. Zato je pri načrtovanju pouka treba upoštevati različne sposobnosti in veščine učencev ter uravnotežiti dejavnosti pri pouku matematike na način, da bodo podprte vse štiri sporazumevalne zmožnosti.

Kot je bilo navedeno v uvodnem poglavju tega priročnika, učni načrti in katalogi znanja za matematiko skozi splošne cilje poudarjajo vlogo izražanja v matematičnem jeziku, **ustno**, pisno ali v drugih izraznih oblikah. Govorno sporočanje podpira kompetenco razumevanja in uporabo matematičnega jezika skozi dejavnosti učenca, ki vključujejo razlago, utemeljevanje, dokazovanje, pojasnjevanje, opisovanje, podajanje primerov ali protiprimerov, zastavljanje vprašanj ipd.

Kdaj in koliko pri matematiki govorimo? Govori učitelj in govori učenec. Raziskave kažejo, da delež časa, ki ga za govorjenje porabi učitelj, presega delež časa, namenjen govorjenju učencev. Flandersova analiza razredne interakcije ugotavlja, da učitelj ponavadi govori dve tretjini časa, vsi učenci skupaj pa eno tretjino (Tomič, 2002). V raziskavi, ki so jo opravili na treh srednjih šolah v Mariboru, se je delež govora učitelja gibal od 56,6 % do 88,4 % glede na število besed (Kokol, 2012). Delež časa, namenjen govoru učencev, je gotovo odvisen od tipa ure, vendar s sistematičnim in načrtnim uvajanjem dejavnosti, pri katerih bodo imeli učenci priložnost govoriti, se bo ta delež povečal. Učitelj naj z učenci ustvarja priložnosti za ustno sporočanje o matematiki, kar bo učitelju omogočilo boljši vpogled v miselne procese učenca, učencu pa bo omogočilo bolj raznoliko izkazovanje lastnega znanja.

Katere so najpogostejše priložnosti, ko učenec pri pouku matematike govori? Če izločimo ustno spraševanje za oceno, je to v situacijah, ko učenec:

- odgovarja na vprašanja učitelja ali sošolcev;
- predstavlja strategije reševanja nalog, ki jih rešujejo pri pouku;
- predstavlja načine reševanja domače naloge;
- zastavlja vprašanja o obravnavani vsebini in izpostavlja dileme;
- se pri delu v paru ali skupini pogovarja s svojim sošolci o zastavljeni matematični temi;
- predstavlja seminarsko, projektno nalogo ali empirično preiskavo.

Kadar učenec razloži svoj potek reševanja naloge učitelju ali sošolcem, lahko učitelj dobi poglobljen vpogled v njegov miselni proces in presodi, kako dobro učenec razume obravnavano vsebino. Učenec pa s svojo razlago sošolcem preverja svoje razumevanje nekega matematičnega pojma in prečiščuje koncepte. Vpogled v znanje učenca je za učitelja zelo pomemben, saj lahko na osnovi tega podatka načrtuje ustrezne učne dejavnosti. V razvojni nalogi so učitelji ugotavljali, da je predvsem razlaga učenca učencu dragocena dejavnost, ki pripomore k boljšemu razumevanju pojmov. Učenci pri svoji razlagi uporabijo jezik, ki je bližje jeziku sošolcev in se lahko razlikuje od strokovnega in formalnega jezika učitelja. Na tak način lahko sošolec hitreje razume pojem, izboljša delno napačne ali nepopolne predstave ali pa v celoti na novo začne graditi pojem. Ob tem je nujno opozoriti na to, da je vloga učitelja pri vrstniški razlagi zelo pomembna, da opazi in opozori na morebitne neustrezne pretirane poenostavitve in nedoslednosti pri rabi matematičnega jezika.

Vsako govorjenje pri pouku matematike ni nujno govorjenje o matematiki in ni nujno dokaz o dobrem znanju matematike. Uzaveščeno in načrtno naslavljanje te teme pa lahko pripomore k izboljšanju matematičnega znanja učencev in njihovih dosežkov. Učitelj naj z učenci sistematično dela na razvoju govorne zmožnosti na način, da se pogovarjajo o različnih možnostih izvedbe in pripadajočih kriterijih uspešnosti.

V razvojni nalogi smo se dogovorili, da bomo govorno zmožnost pri matematiki razvijali skozi govorni nastop. **Kot govorni nastop smo razumeli ustno predstavitev učenca o vnaprej dogovorjeni matematični temi v omejenem času ob ali brez dodatne opore (npr. list z besedilom, PPT-predstavitel, izdelek, plakat ...).** Učenec se na govorni nastop pripravi in ga predstavi v naprej dogovorjenem terminu pri pouku matematike.

Učitelji razvojniki so načrtno vzpodbujali in razvijali govorjenje pri matematiki na način govornega nastopa in v nekaterih primerih vezali govorni nastop z drugimi oblikami. V daljšem časovnem obdobju so z učenci ozaveščali pomen govorjenja pri matematiki, usklajevali predstave o tem, kaj je govorni nastop in gradili kriterije dobrega govornega nastopa. V začetnih korakih, ko so se v razredu prvič izvajali govorni nastopi, so se vključevali učenci po lastni izbiri. Kasneje so se postopoma vključevali še ostali učenci, ki so se opogumili po tem, ko so opazovali svoje sošolce pri uspešnem nastopu.

V skupini razvojnih učiteljev smo veliko govorili o kriterijih uspešnosti za govorni nastop pri matematiki. Učitelji so s svojimi učenci oblikovali kriterije uspešnosti skupaj v šoli, nato pa smo jih na skupnih srečanjih soočili in iskali skupni imenovalec.

Pokazalo se je, da se kriteriji lahko razdelijo v več kategorij, ki se nanašajo na:

- izkazano matematično znanje,
- nastop pred poslušalci,
- podporne elemente/pripomočke (v primeru, da jih učenec uporabi).

V primerih kriterijev uspešnosti, ki so jih učitelji oblikovali z učenci, so se omenjene kategorije kazale na različne načine in so bile različno upoštevane. Po daljšem usklajevanju in preverjanju v praksi je nastala skupna preglednica s kriteriji uspešnosti, ki je predstavljena v nadaljevanju (Preglednica 6). Opisniki znanja za posamezen kriterij so razdelani na dveh nivojih z izjemo kategorije *Nastop*. Pri kategoriji podporni elementi/pripomočki lahko učenec uporabi PPT, videoposnetek, plakat, wordov dokument, zapise na tabli, model, strip, plakat, izdelek, didaktično igro ...

Preglednica 6: Splošni kriteriji za govorni nastop pri matematiki z opisniki na dveh ravneh znanja

Kriterij		Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Matematično znanje	<i>Raba matematične terminologije</i>	Večina uporabljenih matematičnih izrazov je uporabljena pravilno.	Uporabljeni matematični izrazi so uporabljeni pravilno.
	<i>Matematična pravilnost</i>	Matematična vsebina govornega nastopa vsebuje manjše napake (npr. računske), ki ne vplivajo bistveno na razumevanje slišanege.	Matematična vsebina govornega nastopa je v celoti pravilna (opisi postopkov, uporabljene strategije, podatki ...).
	<i>Uporabnost</i>	Povezava med vsebino govornega nastopa in uporabnostjo matematike v vsakdanjem življenju je nakazana.	Vsebina govornega nastopa je jasno povezana z uporabnostjo matematike v vsakdanjem življenju.

	<i>Pokritost in skladnost vsebine z naslovom</i>	Vsebina, podatki, formule so predstavljeni pomanjkljivo in le v nekaterih vidikih podpirajo naslov ali pa del vsebine manjka.	Vsebina, podatki, formule so predstavljeni na način, da obravnavano tematiko zajamejo celostno in v vseh pomembnih vidikih podpirajo naslov.
	<i>Pojasnjevanje (odgovori na vprašanja poslušalcev)</i>	Odgovori so deloma jasni, izkazujejo delno razumevanje predstavljene matematične vsebine.	Odgovori so suvereni, prepričljivi, izkazujejo popolno razumevanje predstavljene matematične vsebine.
Nastop	<i>Glasnost in razločnost</i>	Govorni nastop je primerne glasnosti. Govor je razločen.	
	<i>Nebesedna govorica in stik s poslušalci</i>	Vzpostavljen je dober stik s poslušalci. Izkazan je spoštljiv odnos.	
Podporni elementi/pripomočki	<i>Podpiranje govornega nastopa</i>	Pripomoček delno podpira in dopolnjuje govorni nastop (le v nekaterih vidikih).	Pripomoček smiselno in v celoti podpira in dopolnjuje govorni nastop.
	<i>Pravilnost zapisov na podpornem elementu</i>	Pripomoček vsebuje manjše matematične nekorektnosti (npr. računske napake, ki ne vplivajo bistveno na vsebino) glede na predstavljeno vsebino.	Pripomoček je izdelan matematično korektno glede na predstavljeno vsebino.

Preglednico s kriteriji uspešnosti lahko učitelj uporabi v celoti ali pa uporabi le nekatere kriterije, za katere skupaj z učenci presodi, da ustrezajo namenu in cilju njihovega govornega nastopa. Prav tako je zaželeno, da se učitelj matematike poveže z učiteljem slovenščine in da primerjata kriterije uspešnosti za govorni nastop pri obeh predmetnih.

Govorni nastop se lahko veže z drugimi oblikami ugotavljanja in izkazovanja matematičnega znanja, ki jih predstavljamo v tem priločniku. Učitelji v razvojni nalogi so preizkušali kombinacijo govornega nastopa s preiskovalno nalogo, govornega nastopa z didaktično igro in govornega nastopa z vizualno podporo. Kriterije uspešnosti za preiskovalno nalogo, vizualne predstavitve ali didaktično igro se lahko upošteva samostojno (če jih učenec ne predstavi skozi govorni nastop ali jih v govornem nastopu ne uporabi kot podporni element) ali se smiselno zvežejo s kriteriji govornega nastopa.

V primerih učiteljev v naslednjem poglavju so predstavljene različne možnosti vključevanja govornih nastopov v pouk, ki so jih učitelji uporabili v svoji pedagoški praksi.

5.2 Primeri iz prakse (Andreja Verbinc, mag. Andreja Oder Grabner, Urška Rihtaršič)

Predstavljamo primere priprav na pouk, ki vključujejo govorni nastop:

- v 8. razredu govorni nastop o potencah (Andreja Verbinc);
- v 8. razredu govorni nastop, ki povezuje matematične probleme in probleme z življenjskimi situacijami s preiskovalnim pristopom (mag. Andreja Oder Grabner);
- v 2. letniku gimnazije govorni nastop kot predstavitev uporabe eksponentne in logaritemske funkcije (Urška Rihtaršič).

5.2.1 Govorni nastop o potencah v 8. razredu (Andreja Verbinc)

Učiteljica: Andreja Verbinc	Šola: OŠ Oskarja Kovačiča	Predmet: matematika	Razred: 8.	Svetovalki: mag. Mojca Suban in mag. Valentina Herbaj
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Govorni nastop o potencah				Število ur: 5

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo matematično mišljenje; • sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno (zgodovinsko) vrednoto; • razvijajo pozitiven odnos do matematike; • razumejo in uporabljajo matematični jezik; • spoznavajo uporabnost matematike v vsakdanjem življenju; • iščejo matematične vire, podatke v virih in jih smiselno uporabljajo; • zbirajo, urejajo, strukturirajo, analizirajo, predstavljajo in interpretirajo podatke oz. rezultate ... 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spoznam, kaj vsebuje dober govorni nastop. • S pomočjo interneta in literature poiščem informacije o potencah. • Pripravim povzetek snovi na plakatu in ga predstavim. • Pripravim govorni nastop o potencah. • Pripravim vizualne opore za govorno predstavitev. • Izvedem govorni nastop. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>1. ura: Namene učenja oblikujemo na začetku ure skupaj z učenci. Nato sledi pogovor z učenci o tem, kdaj je govorni nastop dober.</p> <p>Učenci v skupinah iščejo po internetu in po učbeniku ter samostojnem delovnem zvezku znanja o potencah.</p> <p>2. ura: Vsaka skupina predstavi svoj zapis na plakatih. Sproti se pogovarjamo, ali so zapisali vse matematično pravilno. Ob teh pogovorih učenci dopolnjujejo svoje zapise.</p> <p>Individualno delo doma</p> <p>3. ura: Pogovor z učenci o tem, kje uporabiti vizualne opore, zakaj so učinkovite, kako naj jih izdelajo in uporabijo pri predstavitvi. Pokažem jim različno primerne vizualne opore, tudi slabo izdelane (premajhna pisava, preveč besedila ...).</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zаметki kriterijev uspešnosti za govorni nastop: <ul style="list-style-type: none"> - pripravljena vsebina, - izdelane grafične opore, - dobra izvedba. • Učenci v skupinah izdelajo zapise na plakat o potencah in o računanju s potencah (Priloga 2). • Dopolnjeni zapisi na plakatih o tem, kaj je pomembno predstaviti v govornem nastopu o potencah. • Izdelane vizualne opore (na večjih listih ali na računalniških prosojnicah) (Priloga 3).
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pozna in uporablja pojme in postopke vezane na izbrano področje; • uporablja matematiko in različne strategije reševanja problemov iz vsakdanjega življenja; • uporablja matematični jezik; 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Priloga 1</p>		

<ul style="list-style-type: none"> • kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih podatkih; • življenjske situacije prikaže z modeli; • razvije učinkovite bralne strategije. 		<p>4. ura: Nekateri učenci izvedejo govorne nastope. Pogovarjamo se o tem, kaj je bilo dobro, kaj bi lahko še izboljšali. Ob tem pogovoru nastajajo kriteriji uspešnosti.</p> <p>5. ura: Vsi učenci izvedejo govorni nastop. Učenec po svojem govornem nastopu pove, kaj mu je dobro uspelo in ali bi kaj spremenil. Nato ostali učenci in učiteljica podamo povratne informacije o nastopu glede na zapisane kriterije uspešnosti. Najprej pohvalimo tiste vidike govornega nastopa, ki so bili dobro izpeljani in nato izpostavimo še tiste, kjer bi bila potrebna izboljšava.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zapisani kriteriji uspešnosti. • Izdelan in predstavljen govorni nastop. • Ustne povratne informacije učencu, ki je imel govorni nastop.
---	--	--	--

Priloga 1:

Kriteriji uspešnosti govornega nastopa pri matematiki

Matematično znanje

	Delno doseženo	Doseženo
Matematična vsebina	Večji del matematične vsebine je pravilen.	Vsa matematična vsebina je uporabljena pravilno.
Uporabnost v vsakdanjem življenju	Prikazan je primer uporabe iz vsakdanjega življenja.	Prikazanih je več smiselnih primerov iz vsakdanjega življenja.
Pokritost/ustreznost vsebine	Del matematične vsebine manjka.	Vsebina, podatki, formule so predstavljeni na način, da ustrezno pokrijejo celotno vsebino.

Vizualna opora

	Delno doseženo	Doseženo
Vizualna opora	Nekateri pojmi imajo vizualno oporo (plakat, slike ...).	Vsi pojmi imajo vizualno oporo (plakat, slike ...).
Pravilnost zapisov	Matematični zapisi so delno pravilni.	Vsi matematični zapisi so pravilni.

Nastop

	Doseženo
Govor in nastop	Govorni nastop je razločen, je primerne glasnosti. Vzpostavljen je spoštljiv in dober stik s poslušalci. Učenec prosto govori.

Priloga 2:

Plakat, izdelek učenke 8. razreda (Avtorica fotografije: Andreja Verbinc)

POTENCA:
 $5^3 = 125$
 OSNOVA: 5 (trikrat pomnožimo osnovo 5.)
 STOPNJA: 3
 VREDNOST POTENCE: 125

ČE JE OSNOVA NEGATIVNO ŠTEVILO:
 $(-1)^4 = 1$
 $(-1)^5 = -1$

PRIMER IZ ŽIVLJENJA:
 Menjaji in zapisovanje površin in prostornin (kvadrata)

POTENCA

ČE JE OSNOVA DECIMALNO ŠT. ALI ULOMEK:
 $0,2^3 = 0,008$
 vrednost stopnje: 3
 1 deci - malba: $1,3^3 = 3$
 $(\frac{3}{4})^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3^2}{4^2} = \frac{9}{16}$

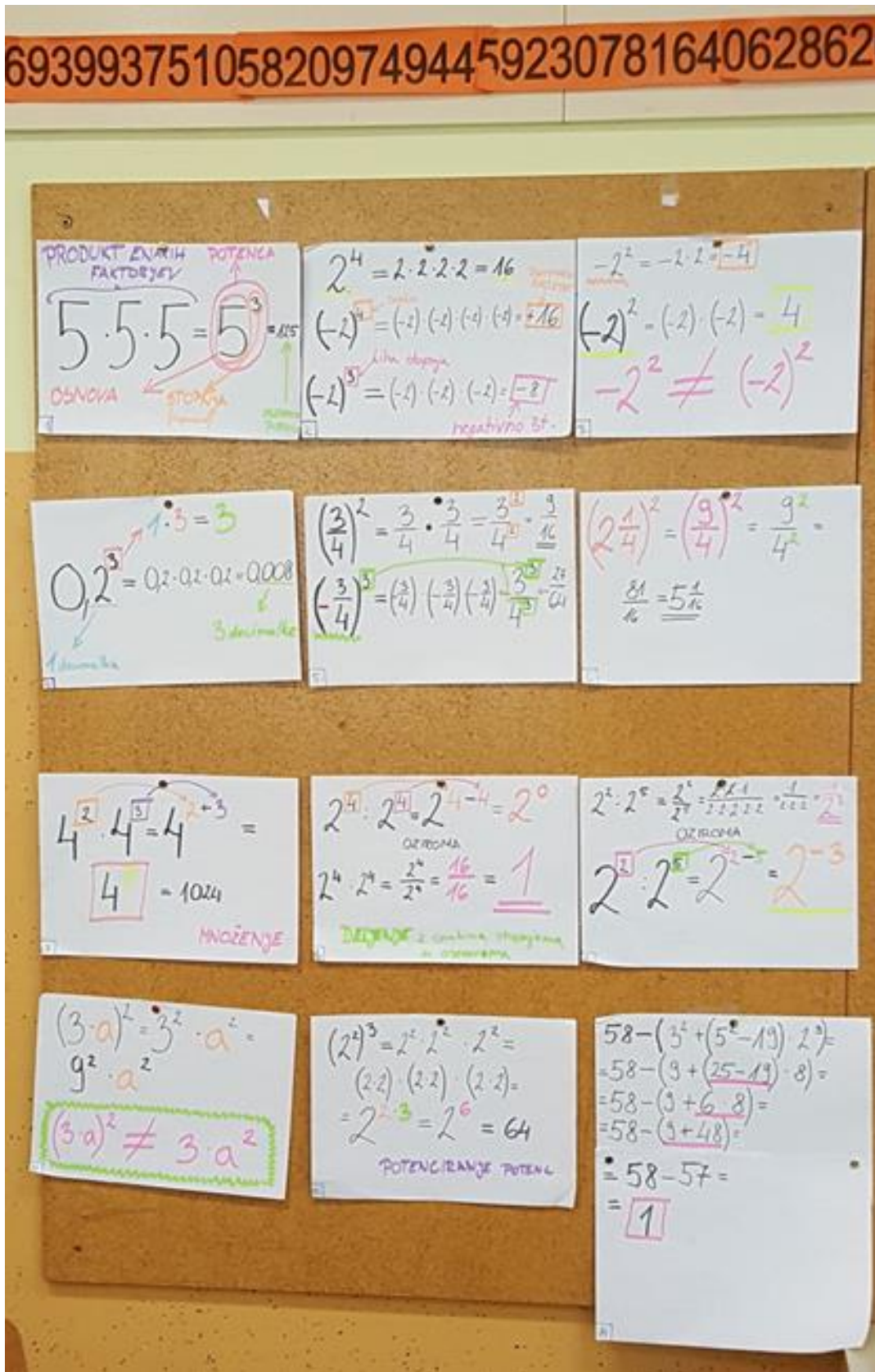
MNOŽENJE IN DELJENJE
 enakimi osnovami:
 $2^3 \cdot 2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot \dots = 2^7$ (stopnji seštejemo)
 $2^7 : 2^4 = \frac{2^7}{2^4} = 2^3$ (stopnji odštejemo)
 $2^2 : 2^5 = \frac{2^2}{2^5} = \frac{1}{2^3} = 2^{-3}$
 Količnik ima negativno stopnjo.

POTENCIRANJE PRODUKTA, KOLIČNIKA IN POTENCE:
 PRODUKTA: vsake faktor množi sata poslednj. $(2 \cdot 3)^2 = 2^2 \cdot 3^2$ (sliko obratno)
 KOLIČNIKA: poslednj stevec, poslednj imenovalnik $(\frac{2}{3})^4 = \frac{2^4}{3^4}$ (sliko obratno)
 POTENCE: osnovo praviš, nato stopnjo pomnožiš. $(2^3)^2 = 2^6$ (sliko obratno)

POZOR!
 $-2^2 \neq (-2)^2$
 OSNOVA je 2 OSNOVA je (-2)

Priloga 3:

Vizualne opore, izdelek učenke 8. razreda (Avtorica fotografije: Andreja Verbinc)



5.2.2 Matematično preiskovanje skozi govorni nastop (mag. Andreja Oder Grabner)

Učiteljica: mag. Andreja Oder Grabner	Šola: OŠ Gustava Šiliha Velenje	Predmet: matematika	Razred: 8.	Svetovalki: mag. Mojca Suban in mag. Valentina Herbaj
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Matematični problemi in problemi z življenjskimi situacijami skozi preiskovalni pristop				Število ur: 4–6

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razvijajo matematično mišljenje; • sprejemajo in doživljajo matematiko kot kulturno (zgodovinsko) vrednoto; • razvijajo pozitiven odnos do matematike; • razumejo in uporabljajo matematični jezik; • spoznavajo uporabnost matematike v vsakdanjem življenju; • iščejo matematične vire, podatke v virih in jih smiselno uporabljajo; • zbirajo, urejajo, strukturirajo, analizirajo, predstavljajo in interpretirajo podatke oz. rezultate ... <p>Opomba: Posamezni cilji so pri posamezniku vezani še ožje na izbrano vsebinsko področje.</p>	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prepoznam matematiko v svoji okolici. • Uporabljam matematična znanja za reševanje vsakdanjih problemov, situacij. • Poiščem/pridobim potrebne podatke. • Prikažem rešitve problema ter jih kritično ovrednotim. • Svoje delo predstavim sošolcem. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>1. ura</p> <p>Učenci v skupinah razmišljajo o uporabi pridobljenih znanj v vsakdanjem življenju. V pomoč jim je lahko učbenik, plakati v učilnici, modeli ... Po potrebi jih usmerjam s vprašanji: Kje bi lahko pridobljena znanja uporabil/a? Katere vsakdanje oz. življenjske probleme lahko rešim z uporabo matematičnih znanj? Kaj me zanima/kaj si želim? Pri katerem področju bi razširil/a svoje znanje? Kdo je razvil matematiko do te mere, kar se danes učimo? ipd. Učenci iščejo teme iz področja matematike, ki se jim zdijo zanimive.</p> <p>Predstavijo svoje ideje in se skupaj pogovorimo o načinu raziskovanja, preiskovanja, reševanja ter načinu predstavljanja.</p> <p>Oblikujemo namene učenja in kriterije uspešnosti.</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plakat z idejami • zapisani kriteriji uspešnosti

<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pozna in uporablja pojme in postopke vezane na izbrano področje; • uporablja matematiko in različne strategije reševanja problemov iz vsakdanjega življenja; • uporablja matematični jezik; • kritično razmišlja o potrebnih in zadostnih podatkih; • življenjske situacije prikaže z modeli ... <p>Opomba: Posamezni standardi znanja so pri posamezniku vezani še ožje na izbrano vsebinsko področje.</p>	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Izbrani problem, cilj raziskovanja. • Izberem ustrezno strategijo reševanja (uporaba literature, merjenje, zbiranje podatkov, računanje ...). • Ugotovitve smiselno (pisno) predstavim (preglednice, grafi, skice, slike, miselni vzorci ...). • Ob govorni predstavitvi: <ul style="list-style-type: none"> ○ govorim jasno in razločno; ○ pravilno uporabljam matematični jezik; ○ smiselno uporabljam ponazorila (plakat, modeli, tabla ...); ○ sošolci razumejo, o čem govorim; ○ odgovorim na vprašanja sošolcev, podam dodatna pojasnila; ○ predstavitev traja med 5 in 8 minut. 	<p>Vsak posameznik si izbere temo, področje ter si izdela načrt raziskovanja in osnutek govorne predstavitve.</p> <p>2. ura Učenci s pomočjo literature, učbenika in drugih pripomočkov raziskujejo, preiskujejo, rešujejo ...</p> <p>3. ura Učenci v parih razložijo svojo zastavljeno nalogo in predstavijo dosedanje delo in ugotovitve. Medsebojno si podajo ustno povratno informacijo (kaj je dobro in kje predlagajo izboljšave), drug drugemu zastavljajo dodatna vprašanja.</p> <p>Nadaljujejo z delom, izdelavo svoje naloge (po potrebi temu delu namenimo še eno uro).</p> <p>4. ura (ali 5. ura) Učenci izvedejo govorne predstavitve svojih nalog. Učenci predstavitev aktivno spremljajo, ustvarjajo lastne zapiske, o vsebini kritično razpravljamo.</p> <p>Skupaj vrednotimo posamezno predstavitve glede na zastavljene kriterije uspešnosti. Pohvalimo dobre elemente naloge, predlagamo izboljšave. Učenci lahko na samolepilne lističe ali na vnaprej pripravljene obrazce zapišejo, kaj se jim je najbolj vtisnilo v spomin, lahko uporabimo tudi izhodne lističe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • načrt naloge • izdelana in predstavljena naloga • ustna ali pisna povratna informacija učencev • pisna povratna informacija učiteljice • izhodni lističi
---	---	--	--

Izhodna kartica učenca (poslušalca):

3 stvari, ki sem se jih naučil:

- da lahko zgodbo pretvorim v zapleteno mat. nalogo
- oblikovati zaporedje in izračun potence
- zapisati enačbo zaporedja

2 stvari, ki sta se mi zdeli zanimivi:

- število zrn na 50. polju
- masa riža na 64. polju

1 vprašanje, ki ga še vedno imam:

- kako si dokčila maso 1 zrna riža?

Povratna informacija učiteljice:

Pri govorni predstavitvi si uporabljala vse izraze matematično korektno, prav tako so bili zapisi korektni in pravilni. Pri zapisu na tabli si pri zapisu, ki je povezoval polje in število zrn na njem, uporabila enačaj, a kasneje opazila napako v zapisu in jo popravila. Zelo dobro si izpeljala tudi zapise in izračune na PPT-predstavitvi. Pri velikih številih si ob govoru uporabljala smiselne približke, kar je pripomoglo k boljšim številskim predstavam poslušalcev. Za boljšo predstavo in razumevanje izpeljave obrazca si uporabila tablo in dialog s sošolci. Zelo dobro si razmišljala ob dolžini vlaka z vagoni, da tako dolg vlak ne bi mogel imeti le ene lokomotive in s tem nakazala že življenjsko situacijo. Izhajala si iz zgodovinske zgodbe, ki je za poslušalce in raziskovalce zelo zanimiva. Menim, da si jo bolj slabo izkoristila, saj si jo zelo na hitro in površno razložila. Z dramatičnim pripovedovanjem zgodbe bi še bolj pritegnila sošolce k poslušanju. Na koncu bi bilo dobro še odpreti razpravo o zaključku zgodbe s plačilom.

Tvoja govorna predstavitev je bila zanimiva in nazorna. Zlahka smo razumeli njeno bistvo – spoznali smo bistroumnost indijskega misleca in razsežnost njegove ideje, hkrati oblikovali zaporedje, zapisali splošni člen zaporedja in si količino tako pridobljenega riža skušali predstavljati v realnosti.

Refleksija učenke (avtorice govorne predstavitve):

Kaj mi je dobro uspelo? Kaj bi lahko naredila drugače? V čem vidim prednost govornega nastopa pred drugimi oblikami izkazovanja znanja?

Prednosti govornega nastopa se mi zdijo v tem, da ko snov predstavim, jo bolje razumem. Prednost je tudi v tem, da se več naučim, ko do formule, ugotovitve, zaključka pridem sama. Z govornim nastopom mi je lažje pridobiti ocene. Mislim, da sem dobro prikazala postopek reševanja naloge. V prihodnje ne bi spremenila veliko, mogoče samo to, da bi predstavila snov iz učnega načrta oz. kar bi obravnavali tudi sicer pri pouku.

Nekaj predlogov za raziskovanje, preiskovanje:

1. Pitagora in Pitagorov izrek
2. Jurij Vega
3. Egipčanski ulomki
4. Riž in šahovska plošča (potence)
5. Popolno število, prijateljska števila
6. Matematični pogled na nogometno igrišče
7. Je akcijska cena res najbolj ugodna?
8. Prenova matematične učilnice/ moje sobe
9. Geometrija v našem mestu
10. Sestavljamo številske uganke (ugani število ...)
11. Gibanje temperatur v mesecu januarju in primerjava povprečnih temperatur več let
12. Razpon rok in telesna višina
13. Dolžina podlakti in dolžina stopala
14. Razišči odvisnost porabe vode glede na število oseb./Razišči odvisnost porabe vode glede na letni čas.
15. Svoj najljubši recept bi rad/a podarila slaščičarni, ki dnevno potrebuje 50 porcij in oddaji Masterchef, kjer kuhajo in pečejo za 3 člane žirije.

Pri govornih nastopih so se učenci posneli. Poudarjamo, da gre za avtentične in neprirejene posnetke, ki so predstavljali delovno gradivo za učenje o govornih nastopih in so bili v funkciji podajanja povratne informacije in izboljševanja govornega nastopa.

Povezava do govornega nastopa o egipčanskih ulomkih se nahaja na povezavi <https://cutt.ly/posnetki>.

Učenka je pri govornem nastopu izdelala zapis na tabli.

Povezava do govornega nastopa o nalogi z rižem in šahovsko ploščo se nahaja na povezavi <https://cutt.ly/posnetki>.

Učenka je pri govornem nastopu uporabila kot podporo predstavitev PPT. Dosegljiva je na povezavi <https://cutt.ly/posnetki>.

5.2.3 Predstavitev uporabe eksponentne in logaritemske funkcije z govornim nastopom (Urška Rihtaršič)

Učiteljica: Urška Rihtaršič	Šola: Gimnazija Bežigrad	Predmet: matematika	Letnik: 3.	Svetovalki: mag. Mojca Suban in mag. Valentina Herbaj
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Predstavitev uporabe eksponentne in logaritemske funkcije z govornim nastopom				Število ur: 15

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Dijaki/dijakinje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poznajo primere iz vsakdanjega življenja, kjer se uporabljata eksponentna in logaritemska funkcija; • znajo uporabiti svoje znanje eksponentne in logaritemske funkcije na primerih iz vsakdanjega življenja; • jasno, razumljivo in nazorno predstavijo svoj primer uporabe teh dveh funkcij (ustno ali pisno); • znajo jasno izraziti svoje mnenje in ga argumentirati. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spoznam pomen in uporabnost logaritemske in eksponentne funkcije ter znam svoje teoretično znanje, ki sem ga pridobil pri pouku, uporabiti na konkretnih primerih iz vsakdanjega življenja. • Do tega bom prišel s samostojnim raziskovanjem, nato pa svoje ugotovitve predstavil sošolcem, ki bodo moje delo kritično ocenili, jaz pa njihovo. • Tako bom razvijal tudi svojo samostojnost, odgovornost in (konstruktivno) kritičnost. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ugotavljanje predznanja Vsak dijak razmisli, kaj že ve o obravnavani vsebini (eksponentna in logaritemska funkcija), to napiše na list papirja in kasneje deli s sošolci. • Seznanitev dijakov z njihovo nalogo in cilji Dijaki bodo s pomočjo virov (internet, literatura) samostojno raziskali primere uporabe eksponentne funkcije in logaritma. Vsak od njih si bo izbral enega, ki ga bo bolj podrobno preučil. Svoje izdelke (pisne) bodo naložili v spletno učilnico. Nekateri med njimi (po izboru učitelja) jih bodo nato predstavili tudi ustno. 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisi iz sklopa ugotavljanja predznanja <ul style="list-style-type: none"> • pisne predstavitve
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Dijak/dijakinja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pozna, razume in zna razložiti različne primere uporabe eksponentne in logaritemske funkcije v vsakdanjem življenju (pri tem zna jasno, nazorno in razumljivo predstaviti svoj primer); 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Vsebina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vsebino predstavim pravilno in matematično korektno. • Uporabljam pravilno terminologijo in oznake. • Dobro organiziram vsebino, predstavitev ima rdečo nit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Navodila, ki so jih dobili dijaki: Poišči primer uporabe eksponentne ali logaritemske funkcije in ga predstavi (1—2 strani A4). Pri tem bodi pozoren na to, da je tema predstavljena razumljivo in nazorno, opremljena s formulami, slikami, diagrami ... in na nivoju, ki ga lahko razumejo tvoji sošolci. Pazi na matematično pravilnost zapisanega ter navedi vire, ki si jih uporabil. 	

<ul style="list-style-type: none"> • zna uporabiti ustrezno tehnologijo za svojo predstavitev; • obvlada besedno in nebesedno govornico pri govornem nastopu; • pri svojem nastopu uporablja ustrezno in pravilno terminologijo in oznake. 	<ul style="list-style-type: none"> • Na vprašanja poslušalcev odgovarjam jasno in samozavestno, tako da je razvidno, da razumem to, o čemer govorim. • Navedem vire in jih ustrezno citiram. <p>Govorni nastop:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Govorim zanimivo in tako, da pritegnem poslušalce. • Govorim razločno. • Moja predstavitev je razumljiva. • Moja predstavitev je jedrnata. • Govorni nastop smiselno podprem s pripomočki. • Upoštevam časovno omejitev. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oblikovanje kriterijev uspešnosti <p>Vsak dijak najprej sam razmisli, kakšna bi po njegovem mnenju morala biti dobra predstavitev, tako z vsebinskega kot tudi z oblikovnega (vizualnega) vidika. Nato se dijaki zberejo v skupine po štiri in sestavijo svoj seznam kriterijev uspešnosti. Skupine nato poročajo, kriterije sproti zapisujemo v tabelo in dopolnjujemo. Ta tabela bo na koncu služila za dajanje povratne informacije dijakom, ki bodo imeli ustne predstavitve. Povratno informacijo dijakom, ki bodo oddali le pisne predstavitve, bo podal učitelj.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raziskovanje, zbiranje informacij, oblikovanje predstavitve <p>Dijaki delajo samostojno doma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ustne predstavitve <p>Nekaj dijakov ustno predstavi svoje primere. Ostali dijaki poslušajo in sproti izpolnjujejo tabelo s kriteriji uspešnosti. Če je možno uro izvesti v računalniški učilnici, bi dijaki lahko povratno informacijo podajali tudi elektronsko s pomočjo orodij GoogleDocs. Taka povratna informacija bi bila anonimna in zato mogoče bolj iskrena, hkrati pa se nikomur ne bi bilo treba izpostavljati. Seveda pa bi jih bilo treba opozoriti na primerno (nežaljivo) komunikacijo in izrazoslovje. Sicer bi dijaki drug drugemu povratno informacijo podajali ustno. Ob koncu vsake predstavitve je tudi čas za vprašanja dijakov.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zapisani kriteriji uspešnosti (glej razdelek Kriteriji uspešnosti) • videoposnetki nastopov dijakov • vrstniška povratna informacija (tabela, v kateri je označeno, v kolikšni meri je posamezen dijak dosegel posamezen kriterij uspešnosti) (Priloga 1)
---	---	--	---

Priloga 1:

Primer povratne informacije dijaka na govorni nastop o uporabi eksponentne funkcije

**UPORABA EKSPONENTNE IN LOGARITEMSKE FUNKCIJE –
PREDSTAVITEV**

Povratna informacija

DIJAK: (Ime in priimek)

V spodnji tabeli označite, v kolikšni meri so bili doseženi zastavljeni cilji.

Cilj	Dosežen			Komentar
	popolnoma	delno	ni dosežen	
Predstavev je zanimiva in pritegne poslušalce.	✓			Tema pritegne matematično smotno in vsakodnevno uporabo je zanimiva
Govorjenje je razločno.		✓		Veliko imobil, malo tace. Slušati
Predstavev je razumljiva.	✓			Da.
Predstavev je jedrnata.	✓			Jedrnata, nekoliko podrobnejši preteč
Govorni nastop je smiselno podprt s pripomočki.	✓			Sluše, funkcija, pap
Upoštevana je časovna omejitev.		✓		16. delovnega
Vsebina je dobro organizirana, predstavev ima rdečo nit.	✓			Dobro organizirano, povezave in tekstoča povezava
Odgovori na vprašanja poslušalcev so jasni, razvidno je, da dijak razume to, o čemer govori.	✓			
Vsebina je predstavljena pravilno in matematično korektno.	✓			Matematika povezava formule
Terminologija in uporabljene oznake so pravilne.	✓			
Viri so navedeni in ustrezno citirani.				

6 Vizualne predstavitve

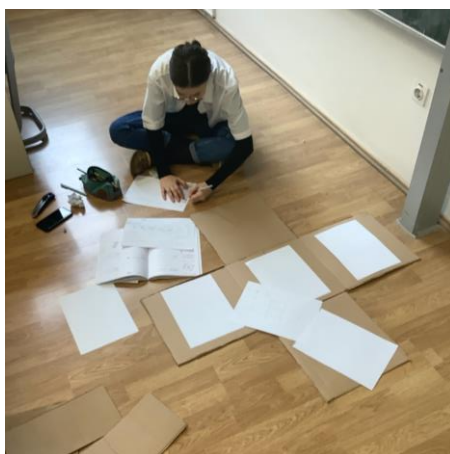
6.1 Matematika skozi vizualne predstavitve (mag. Apolonija Jerko)

Učenci pridobivajo nova znanja po različnih poteh in v različnih situacijah. Vloga učitelja je, da poišče te poti in ustvari čim več ustreznih situacij, pri čemer učenje olajša z uporabo več različnih načinov reprezentiranja, vrednotenja in spodbujanja zavzetosti za učenje in tako upošteva širok nabor individualnih razlik (Rose, 2002). Učne vsebine so tako predstavljene na mnogo različnih načinov z namenom, da učencem odprejo različne »vstope« v razumevanje pojmov in pojavov (Gardner, 1983). Na primer, ko se učenci učijo o ulomkih, lahko lomijo čokoladno ploščico, režejo papir, ustvarijo trgovino, rišejo dele celote, ki jih prikazujejo z uporabo modelov, uporabljajo digitalne prezentacije ... Raznovrstne dejavnosti spodbudijo učenca, da konstruira osebni pomen matematičnih pojmov, kar mnogim pomaga pri boljšem razumevanju matematičnih vsebin.

Učitelj v procesu načrtovanja pouka razmišlja o individualiziranem pristopu učenja in upoštevanju različnih učnih stilov. Učenec tako dobi priložnost usvojiti nova znanja na način, ki mu je bolj naraven in ustrežnejši. Ne smemo pozabiti, da učenci potrebujejo tako različne poti pridobivanja znanja kot tudi priložnosti pridobljena znanja izkazati na različne načine. K temu nas usmerjajo tudi učni načrti za osnovne in srednje šole, kjer je zapisano, naj bodo oblike ugotavljanja znanja raznolike, s čimer učencem ponudimo dovolj priložnosti izkazati kar največ znanja.

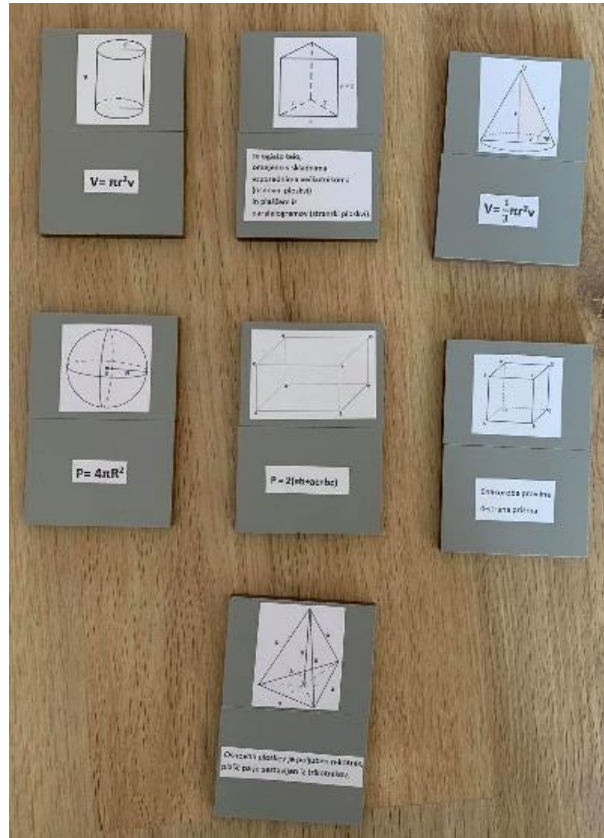
Učenci predstavijo svoje znanje preko dokazov. V priročniku smo kot dokaze o znanju že predstavili preiskovalne naloge, pisna besedila in govorne nastope. Na tem mestu bomo prikazali, kako lahko učitelj prepozna pridobljena znanja učenca, če je kot dokaz o znanju uporabljena vizualna predstavitev.

Termin *vizualne predstavitve* se v tem priročniku nanaša na širok spekter načinov prikaza znanja, ki vključuje skice, ilustracije, diagrame, fotografije, digitalne vsebine, videoposnetke. Vizualna predstavitev je lahko samostojen dokaz o znanju, podpora govornemu nastopu ali podpora učenju.

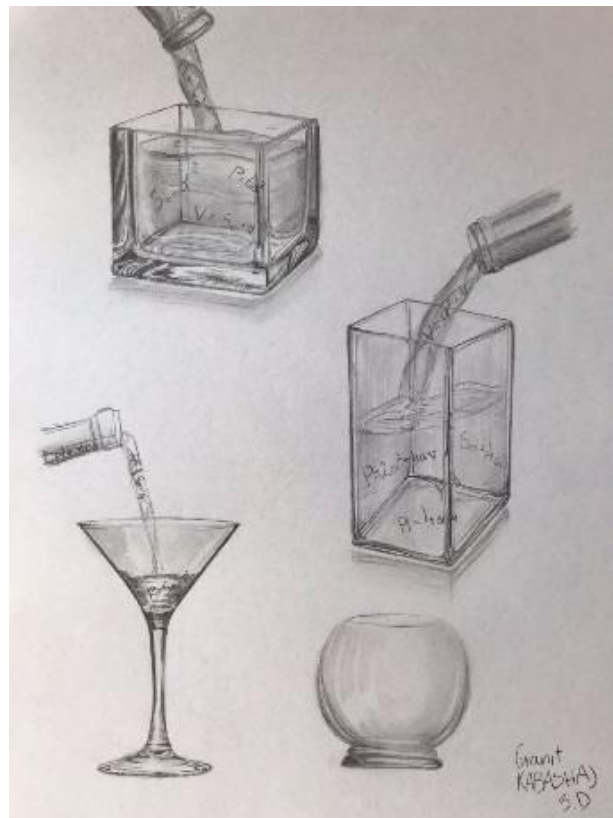


Slika 12: Učenka med načrtovanjem vizualne predstavitve (Mentor: Rok Lipnik)

Med vizualnimi predstavitevami, ki jih učenci uporabijo kot dokaz o znanju, se v praksi najpogosteje pojavijo plakati, digitalne prosojnice, videoposnetki ... Za izdelavo vizualne predstavitve učenec potrebuje različna vsebinska znanja in spretnosti. Pri tovrstnih dokazih se namreč prepletajo različne kategorije, kot je videz izdelka (ki je lahko estetski ali preprosto pregleden), notranja struktura, vsebina, prepričljivost, sporočilnost (Rutar Ilc, 2012). Na primer: če je izdelek učenca estetski, urejen in nazoren, rečemo, da je dodelan. A če pri takem izdelku vsebina ni ustrezna, je sporočilnost o znanju zanemarljiva. Z namenom, da od učencev pridobimo vizualne predstavitve, preko katerih bodo uspešno predstavili svoja znanja, se mora učitelj zavedati, v kakšnih medsebojnih razmerjih so našteje kategorije in to tudi predhodno predstaviti učencem.



Slika 13: Primer vizualne predstavitve (Mentorica: Katarina Udovč)



Slika 14: Primer vizualne predstavitve (Mentorica: Katarina Udovč)

Z učitelji, ki so sodelovali v razvojni nalogi in so se ukvarjali z oblikovanjem kriterijev za ugotavljanje znanja učencev preko vizualnih predstavitev, smo spoznali, da moramo biti pozorni, da ne vrednotimo izdelka, ampak cilje, povezane s predstavitvijo znanja ob pomoči tega izdelka. Izdelek ocenjujemo sam po sebi le v primeru, če gre za samostojen cilj, ki je predviden v učnem načrtu. Pri vizualnih predstavitvah praviloma vrednotimo na izdelku predstavljena znanja in veščine, če so bili predvideni kot cilji v učnem načrtu.

Ker lahko z vizualno predstavitvijo učenci usvojenemu znanju dodajo drugačno vrednost, smo v sodelovanju z učitelji ugotovili, da je prepoznavanje znanja, ki ga učenec prikaže z vizualnim izdelkom, uspešnejše, če so predhodno dobro zastavljeni kriteriji uspešnosti.

Na poti do kriterijev uspešnosti smo si zastavili vprašanja, ki jih izpostavlja tudi Rutar Ilc (Rutar Ilc, 2012):

- S katerimi cilji oz. pričakovanimi rezultati je povezana načrtovana predstavitev?
- Kaj je pomembno v zvezi s to predstavitvijo?
- Kakšne vrste znanja in veščin želimo pri tem vrednotiti?
- Katera področja in katere kriterije je treba v ta namen opredeliti?
- Kakšno je razmerje med proceduralnimi in vsebinsko-procesnimi vidiki znanja?
- Kako je potrebno učence poučevati, da se dobro in ustrezno pripravijo na izdelavo vizualnega izdelka in njegovo predstavitev?

Po temeljitem premisleku o odgovorih na zgornja vprašanja in pregledovanju vizualnih izdelkov učencev smo oblikovali primer kriterijev uspešnosti. Izbrali smo šest kategorij in dve stopnji opisnikov. Med kategorijami smo izpostavili rabo matematične terminologije, prepoznavanje uporabnosti matematičnih znanj, ustreznost vsebine, matematično korektnost, smiselno rabo digitalnih tehnologij in vidik ustvarjalnosti.

Preglednica 7: Primer kriterijev uspešnosti za vizualni (digitalni) izdelek

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Terminologija	Iz predstavitve je razvidno, da učenec razume uporabljeno strokovno terminologijo, pri čemer dela napake.	Terminologija je ustrezno uporabljena v predstavitvi.
Uporabnost (medpredmetno, življenjski kontekst)	Vsebina izdelka nakazuje življenjske situacije in medpredmetnost.	Vsebina izdelka se jasno povezuje z življenjskimi situacijami in izkazuje medpredmetnost.
Vsebina	Vsebina ustreza naslovu oz. temi predstavitve.	Vsebina je jasno posredovana z nadgradnjo zastavljene naloge. Išče nove povezave med matematičnimi pojmi.
Matematična korektnost	Izdelek vsebuje manjše matematične napake.	Izdelek je matematično korekten.
Smiselna raba digitalne tehnologije	Digitalna tehnologija služi le kot orodje za predstavitev. Slikovno in grafično gradivo podpira predstavitev v najbolj osnovnih elementih.	Način predstavitve nadgradi vsebino. Izbrano slikovno in grafično gradivo je ustrezno in nadgrajuje izdelek.
Ustvarjalnost	Izdelek je v okviru pričakovanega.	Izdelek vsebuje inovativen pristop.

Učenci izdelujejo vizualne predstavitve tudi z namenom podpore učenju. V tem primeru se kriteriji uspešnosti, ki so zapisani v Preglednici 7, dopolnijo s kategorijo, ki smo jo poimenovali podpora učenju.

Preglednica 8: Vizualna predstavitev kot podpora učenju

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Podpora učenju	Uporaba digitalne tehnologije nakazuje podporo pri učenju.	Digitalna tehnologija podpira učenje in omogoča nadgradnjo učenja.

Če učenec vizualno predstavitev uporabi kot podporo ustni predstavitvi oz. govornemu nastopu, h kriterijem uspešnosti, ki smo jih zapisali v Preglednici 7, dodamo kategorijo vizualna podpora.

Preglednica 9: Vizualna predstavitev kot podpora govornemu nastopu

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Vizualna podpora	Vizualna predstavitev prispeva k posredovanju bistva sporočila.	Vizualna predstavitev celovito podpira sporočilo v vseh njegovih razsežnostih.

Kot eno izmed kategorij med kriteriji uspešnosti smo zapisali ustvarjalnost. Ustvarjalnost je samo ena izmed kompetenc, ki so zapisane v učnem načrtu in jih razvijamo pri pouku matematike. Učenci bodo v širši družbi uspešnejši, če bodo usvojili tako znanja posameznih predmetnih področij kot tudi splošnejše spretnosti oz. kompetence. Učenci kompetence pridobivajo in razvijajo. Izdelava vizualnih predstavitev je za učenca priložnost razvijati digitalne in medijske kompetence, ustvarjalnost, matematične zmožnosti, fleksibilnost, reševanje problemov, uporabo digitalnih tehnologij, inovativnost, sodelovanje, načrtovanje, vztrajnost, vključevanje virov in še mnoge druge.

Po izkušnjah sodelujočih učiteljev so učenci pri pripravi vizualnih predstavitev pogostokrat uporabljali digitalne tehnologije. To je povsem razumljivo, če vemo, da zahteve sodobnega časa in vzpon tehnologije kažejo, da morajo biti v kontekst izobraževanja vključene priložnosti za vizualno interakcijo. Zato med zgoraj naštetimi kompetencami posebej izpostavljamo digitalne kompetence, ki so ena od transverzalnih kompetenc, ki jih mora učitelj prenesti učencem. Učitelj pri načrtovanju učnega procesa vključuje dejavnosti, ki od učenca zahtevajo, da se izrazi preko digitalnih sredstev ter poustvarja in izdeluje digitalne vsebine. Učenci tako uporabljajo digitalne tehnologije za podporo samournavanja učenja, kar omogoča načrtovanje, spremljanje in razmišljanje o lastnem procesu učenja, dokaz o napredku, izmenjavo vpogledov ter iskanje ustvarjalnejših rešitev (Carretero, 2017).

6.2 Primeri rabe vizualnih predstavitev pri matematiki (mag. Apolonija Jerko)

Vizualne predstavitve so dokazi o znanju učenca. Vključujejo lahko katerokoli matematično vsebino.

Učenci lahko vizualne predstavitve uporabijo:

- pri temi, ki jo raziskujejo sami;
- za prikaz znanja obravnavanega učnega sklopa;
- za predstavitev projekta;
- pri predstavitvi kurikularne povezave.

V prispevku smo že predstavili primere, ko se vizualna predstavitev uporabi kot dokaz o učenčevem znanju in kot podpora govornemu nastopu. Vizualna predstavitev pa se lahko uporabi tudi kot podpora pri učenju. Kot predlog uporabe vizualne predstavitve v podporo učenju navajamo primer: Učenci pripravijo vizualno predstavitev (npr. videoposnetek, plakat ...). Predstavitve si med seboj izmenjajo, ogledajo in nanje zapišejo svoja opažanja. Pri tem jih usmerimo, da so pozorni na kriterije uspešnosti, ki smo jih z učenci skupaj predhodno pripravili, in na matematično vsebino.

6.3 Primeri iz prakse (Katarina Udovč, Rok Lipnik)

Učitelji, ki so sodelovali v razvojni nalogi, so se za vizualne predstavitve v največji meri odločali pri ugotavljanju znanja učencev o učnem sklopu geometrija.

V nadaljevanju predstavljamo pripravi na pouk:

- Katarina Udovč je pri učnem sklopu *Metrična geometrija v prostoru* z učenci izdelala vizualne izdelke. Učni sklop je pripravljen za poučevanje in učenje na daljavo. Vključila je korake formativnega spremljanja. Dijaki so imeli priložnost individualnega in skupinskega dela ter dela v parih. Kriterije uspešnosti so zapisovali učenci sami, pri končni obliki pa so imeli podporo učiteljice. Svoje znanje in razumevanje so pokazali na videoposnetkih.
- Učitelj Rok Lipnik je pripravil učno pripravo, v kateri so učenci postavljeni pred izziv, ko morajo na lasten način predstaviti svoje znanje metrične geometrije v prostoru. Učencem je omogočeno, da z vizualno predstavitvijo prikažejo pridobljena matematična znanja in pri tem razvijajo ustvarjalnost. Delo poteka v skupinah. Vsaka skupina si izbere eno od treh ponujenih slik, ki predstavlja asociacijo na matematično vsebino in mora biti del vizualne predstavitve. Predhodno učenci skupaj z učiteljem pripravijo kriterije uspešnosti, na podlagi katerih ob predstavitvi nastalih vizualnih izdelkov podajo medvrstniško povratno informacijo.

6.3.1 Videoposnetki pri metrični geometriji v osnovni šoli (Katarina Udovč)

Učiteljica: Katarina Udovč	Šola: Ekonomska šola Novo mesto	Predmet: Matematika	Letnik: 3.	Svetovalka: mag. Apolonija Jerko
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Metrična geometrija v prostoru Dejavnost: VIZUALNI IZDELKI				Število ur: 25

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dijaki vizualno predstavijo geometrijska telesa. Dijaki najde avtentično situacijo, ki vključuje geometrijsko telo. Dijaki razvijajo svojo kreativnost. Dijaki razvija odgovornost. Dijaki se znajde v dani situaciji. Dijaki krepí svoje organizacijske sposobnosti. Dijaki uporablja IKT. Dijaki kritično vrednoti izdelke. Dijaki razvijajo sodelovalno učenje. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> Predstavim geometrijsko telo ali geometrijska telesa. Najdem avtentične situacije o telesih. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>1. dejavnost: Preverjanje predznanja</p> <p>Ponovimo znanje o geometrijskih likih. Dijaki pripravijo izpiske s formulami in skicami geometrijskih likov. Pri tem kot vir uporabijo znanje in zapiske prejšnjih let in internet. Metoda: individualno delo</p> <p>2. dejavnost: Spoznavanje geometrijskih teles</p> <p>Dijaki z uporabo i-učbenika Vega 3 spoznajo telesa in njihove lastnosti. Metodi: individualno delo, frontalno delo (samo piramida).</p> <p>3. dejavnost: Samovrednotenje in povratna informacija</p> <p>Dijaki ob obdelavi vsebin ob interaktivnih vajah med razlago dobijo takojšnjo povratno informacijo o razumevanju pojmov.</p> <p>Pri nalogah iz i-učbenika, ki so na koncu poglavja in mi jih oddajajo, pa jim podam povratno informacijo preko odziva v okolju Moodle, kamor oddajajo naloge. Na začetku vsake ure odgovarjam na vprašanja dijakov in</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapiski o geometrijskih likih oddaja nalog in povratne informacije

<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dijaki predstavijo svoje znanje o geometrijskem telesu ali telesih. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ustreznost vsebine. Matematična korektnost izračunov in predstav. Uporaba pravilne terminologije in zapisov. Povezovanje matematike z avtentičnimi situacijami. Smiselna raba digitalne tehnologije. Ideja in ustvarjalnost. 	<p>povzamem pomanjkljivosti v razumevanju in znanju, ki jih opazim pri večih dijakih. Spodbudim dijake, da napake popravijo. Metoda: individualno delo</p> <p>4. dejavnost: Izkazovanje znanja z izdelkom</p> <p>Izziv za dijake je, da uporabijo znanje o geometrijskih telesih in svoje znanje predstavijo z videoposnetkom. Metode: dijakom dam na izbiro, da izdelek naredijo samostojno, v parih ali v trojicah. Eno uro se posvetimo pripravi kriterijev uspešnosti.</p> <p>1. faza: Predstavitev osnutka V prvi fazi dijaki predstavijo svoj osnutek, pripravijo izračune. Dogovorimo se za individualne konzultacije, kjer predebatiramo osnutek in jih opozorim na morebitne napake, možne izboljšave ...</p> <p>2. faza: dokončna izdelava</p> <p>5. dejavnost: Predstavitev izdelka in povratna informacija</p> <p>Svoj izdelek predstavijo sošolcem, ki jim pri tem podajo tudi kritično povratno informacijo glede na kriterije uspešnosti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> predstavitev osnutka končni izdelki, filmčki
---	--	--	---

Refleksija učiteljice:

Učni sklop geometrijska telesa smo predelali v času dela na daljavo. Za komunikacijo smo uporabljali videokonferenčno srečanje. Dobivali smo se po dogovorjenem urniku 3-krat na teden in na individualnih konzultacijah.

Pri izdelavi učnega lista o geometrijskih likih sem opazila, da je veliko dijakov opravilo nalogo po liniji najmanjšega napora. List je bil sicer estetsko lepo narejen, vendar so bile na njem formule, ki jih sami pri pouku nismo uporabljali. Prepisane so bile z internetnih strani. Npr. ploščina pravilnega šestkotnika $S = \frac{3a^2 \sqrt{3}}{2}$. Prav tako so bile iz interneta prepisane tudi oznake za ploščino P.

Pri pregledovanju nalog sem že kmalu opazila, da se pri istih skupinah dijakov pojavljajo vedno enake napake. Po tej ugotovitvi sem dijake spodbujala, da se povežejo v skupine preko različnih aplikacij (Skype, Messenger ...) v smislu »več glav več ve« oz. če delajo v skupini, naj vsi prispevajo k večji korektnosti in naj ne prepisujejo od enega.

Dijaki so učnim vsebinam v i-učbeniku uspešno sledili. Težave so se pojavile pri obravnavi piramid. Sami niso bili zmožni predelati vsebine, zato smo vsebino po prvi uri neuspešnega samostojnega dela predelali na skupnem videokonferenčnem srečanju.

Velika večina dijakov je komentarje o potrebnih izboljšavah in napakah pri reševanju nalog, ki sem jih zapisala v spletno učilnico, spregledala oz. jih niso upoštevali.

Izdelka so se dijaki lotili resno. Večina se je odločila za delo v dvojicah. Imeli so zanimive ideje.

Kriterije uspešnosti smo sestavljali skupaj. Po njihovih idejah sem kriterije na koncu oblikovala sama in jim jih poslala. Imeli so možnost še kaj dodati, spremeniti, dopolniti vendar ni bilo nobenih pripomb.

Izdelek so dijaki predstavljali na videokonferenčnem srečanju. Na predstavitev so se pripravili. Potek predstavitve:

- na začetku so opisali, kaj bodo predstavili;
- sledil je prikaz videoposnetka;
- povedali so, s katerimi težavami so se pri načrtovanju in izdelovanju izdelka soočili, kako so težave odpravili, s čim so bili na koncu zadovoljni in s čim ne, kaj in kako bi še kaj popravili;
- sledili so komentarji sošolcev.

Komentarji sošolcev so bili zelo splošni, npr.:

- zelo lepo,
- "uredu",
- zelo se je potrudil,
- lepo je predstavil,
- zanimiva ideja.

Na tem področju bom morala veliko delati že od prvega letnika dalje.

Med dijaki so bili posamezniki, ki so na glas opomnili na grobo napako, ki se je pojavila v predstavitvi.

V ocenjevalnem obrazcu, ki so ga morali sošolci oddati v spletni učilnici, pa so dijaki ocenjevali bolj realno. Veliko lažje jim je ocenjevati po točkah kot opisno.

S čim so bili dijaki zadovoljni:

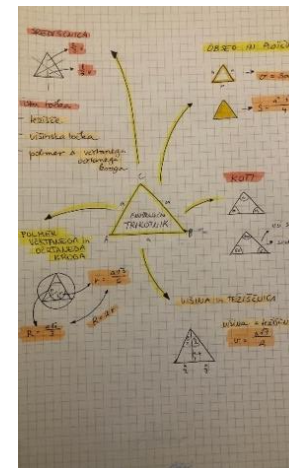
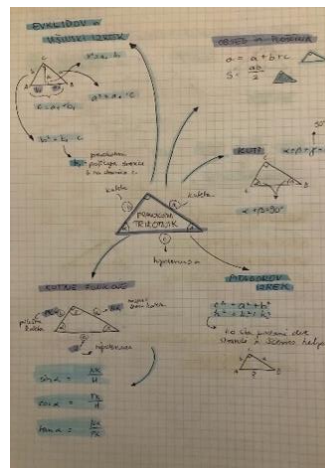
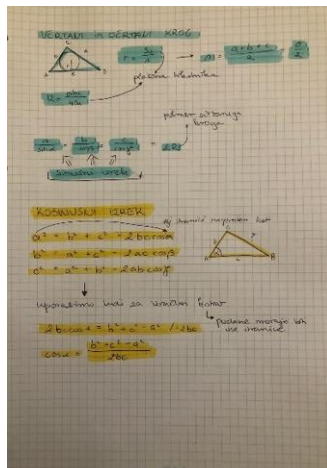
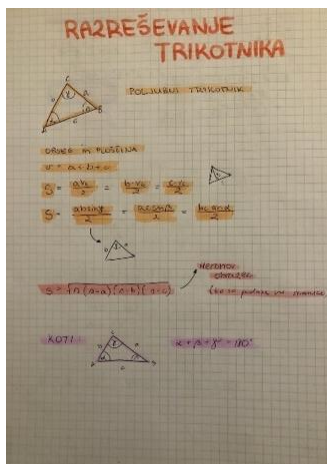
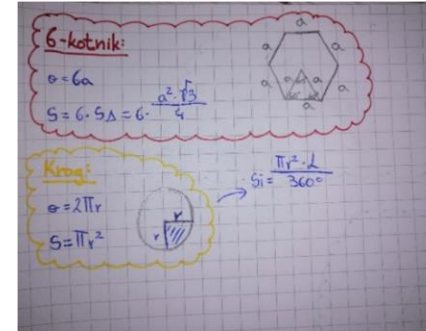
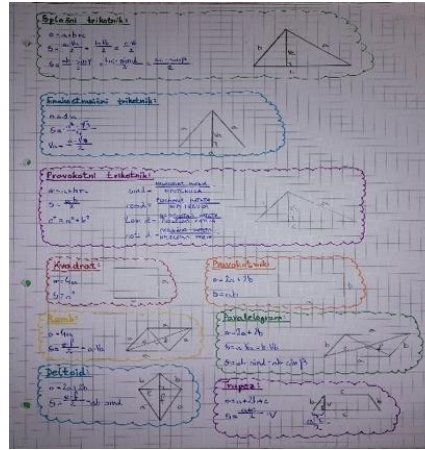
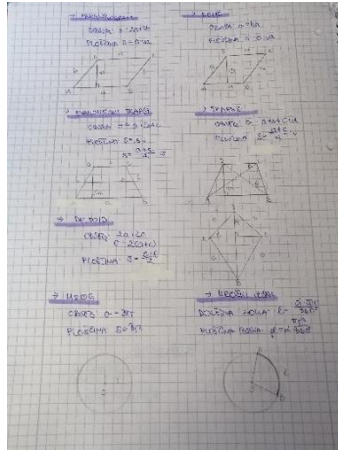
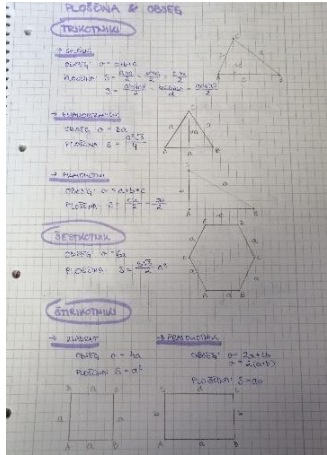
- boljše jim je bilo pridobiti oceno z izdelkom, kot pa da bi pisali kontrolno nalogo;
- zadovoljni so bili s tempom obravnave snovi;
- zelo so bili zadovoljni z delom preko Zooma;
- nekatera poglavja v i-učbeniku so lepo razložena.

S čim dijaki niso bili zadovoljni:

- da sem zahtevala, da morajo biti oddane vse naloge (v šoli včasih ne naredijo vseh nalog);
- nekatere naloge so bile pretežke;
- da jim je nagajala tehnologija;
- da doma niso imeli opreme, s katero bi lahko naredili boljše izdelke.

Meni se je zdelo tako ocenjevanje, kjer so morali biti dijaki izvirni, bolj realno kot pa pisanje kontrolne naloge. Pri drugih razredih sem pri pisnih nalogah opazila veliko goljufanja.

Preverjanje predznanja: Učni listi s predstavitvijo likov in ponovitev o trikotnikih



Dokazi o znanju:

Primeri vizualnih predstavitev, ki so ju izdelali dijaki, sta dostopna na povezavah https://cutt.ly/videopredstavitev_1 in https://cutt.ly/videopredstavitev_2.

6.3.2 Vizualna predstavitev pri matematiki kot priložnost razvijanja ustvarjalnosti (Rok Lipnik)

Učitelj: Rok Lipnik	Šola: Gimnazija Celje – Center	Predmet: Matematika	Letnik: 4.	Svetovalka: mag. Apolonija Jerko
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Metrična geometrija v prostoru Dejavnost: VIZUALNI IZDELEK				Število ur: 5

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dijaki vizualno predstavijo geometrijska telesa. Dijaki uporabijo lastne ideje in načine predstavitve. Dijaki kreativno in s skupinskim delom raziskujejo ter rešujejo problem. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> Predstavim geometrijsko telo. Sodelujem v skupini. Razmišljam kreativno. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>Dijaki pri sklopu metrična geometrija v prostoru spoznajo geometrijska telesa, njihove lastnosti, značilnosti, definicije.</p> <p>Hkrati spoznajo realne primere z geometrijskimi telesi in razmišljajo zakaj, kako in kdaj uporabljamo znanja metrične geometrije.</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> izdelki in postopek nastajanja
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Dijak predstavi geometrijsko telo ali telesa na svoj način.</p>	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uspešen sem, ko na svoj način predstavim geometrijsko telo. Predstavim, kako sem izdelek naredil. V svoj izdelek smiselno vključim znanje matematike. 	<p>Ob zaključku poglavja se dijaki seznanijo z izzivom. Dijaki morajo svoje znanje predstaviti na lasten način. Pri pripravi predstavitve so omejeni s tremi slikami (Priloga 1). Dijaki v skupinah po 5 v času treh šolskih ur izdelajo predstavitev.</p> <p>Prvo šolsko uro oblikujemo skupine.</p> <p>Z dijaki začnemo oblikovati kriterije uspešnosti.</p> <p>Vsaka skupina prejme tri slike, izmed katerih izberejo eno. Izbrana slika je iztočnica za predstavitev. Če dijaki pri sebi nimajo</p>	



		<p>ustreznih pripomočkov za pripravo predstavitev (škarje, lepilo, lepilni trak, sponke, papir, karton, računalnik), jih dobijo pri učitelju.</p> <p>Od načrtovanih petih ur zadnji dve uri dijaki predstavijo izdelke in si podajo medvrstniško povratno informacijo.</p>	
--	--	--	--

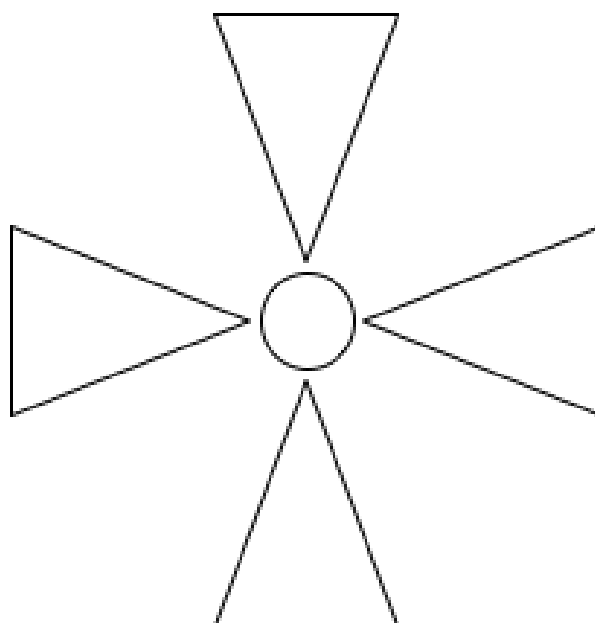
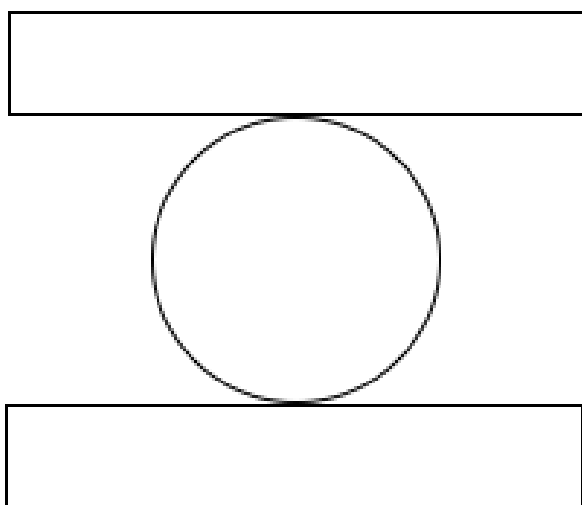
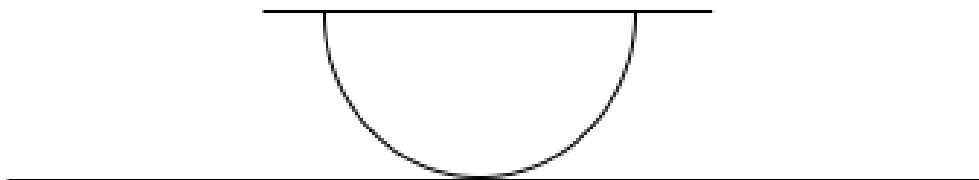
Refleksija učitelja:

Dijaki so v dejavnosti neizmerno uživali in so v vseh izdelkih prikazali svoje znanje o telesih. Morda ne tako poglobljeno, kot je na gimnazijskem nivoju (prisekana, poševna telesa, razmerja, koti v telesih ipd.), vendar so osmislili osnove. Kako zelo zadovoljni so bili, kaže dejstvo, da so o tem poročali tudi starši na govorilnih urah – kako so si zapomnili te ure, koliko so pridobili na sodelovanju, kreativnem razmišljanju in se jim nikakor ni zdelo odveč.

Razmišljali smo, da bi morali kot kriterij uspešnosti dodati tudi kreativnost, saj sicer težko ločimo res inovativne in drugačne izdelke od klasičnih.

Priloga 1:

Slike, ki so jih dijaki prejeli kot izziv



Skupina 1: Pac-man v nastajanju



Vrstniška povratna informacija:

Izdelek je zanimiv in predstavlja nepričakovano obliko predstavitve. Dijaki ocenjujejo, da je skupina dijakov, ki je pripravila predstavitev, uspešno predstavila geometrijsko telo. Uspešno so predstavili postopek izdelave izdelka. V medvrstniški povratni informaciji so dijaki še zapisali, da v izdelku ni bilo veliko vsebinskega matematičnega znanja. Izdelek je bil ovrednoten na nivoju pričakovanega.

Skupina 2: Naloge iz vsakdanjega življenja



Vrstniška povratna informacija:

Skupina dijakov je pripravila nabor matematičnih nalog. Naloge so izkazovale znanje matematike: od osnovnih formul za površino in prostornino do poševnih in prisekanih teles in problemskih nalog. Dijaki so v medvrstniški povratni informaciji zapisali še, da predstavitev ni bila izvirna, je pa smiselno vključevala matematična znanja.

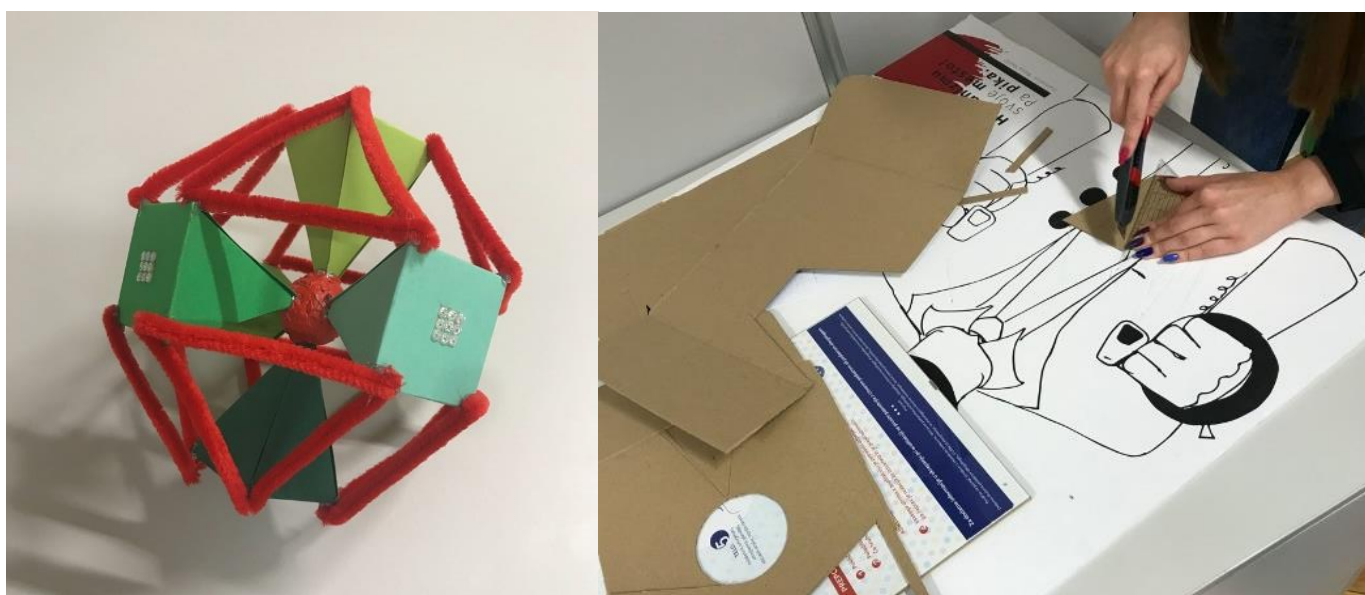
Skupina 3: Alternativni viri energije



Vrstniška povratna informacija:

Med predstavitvijo tretje skupine so dijaki zapisali naslednjo povratno informacijo: Izdelek predstavlja drugačno obliko predstavitve, kot bi pričakovali. Presenetilo nas je, koliko različnih virov energije so opazili v eni sami obliki. Prepoznano je bilo znanje prostornine in površine valja, piramide in stožca. Izdelek in predstavitev sta bila nad pričakovanjem, saj je bilo na poseben, inovativen način predstavljeno geometrijsko telo, uspešno je bil predstavljen tudi proces izdelave. Izdelek je smiselno vključeval znanje matematike.

Skupina 4: Model lastnega telesa



Vrstniška povratna informacija:

Izdelek je zanimiv in predstavlja telo, ki je kompleksno sestavljeno. Dijaki so za izdelan model telesa predstavili, kako bi se izračunala površina in prostornina. S tem so izkazali znanje površine in prostornine piramide in krogle. Izdelek je bil v skladu s pričakovanji.

Skupina 5: Franz Kafka

1

B) Izračunaj dolžino kvadratnih tal kamrice, če sta prostornini sobe in hroščka v razmerju 120000 : 1. Višina kamrice je 3m. S tem boš razrešil VEČNO dilemo, kako velik je v resnici naš Gregor.

1

A) Gregor Samsa se je prevrnil na hrbet in izdihnil. Zanima nas prostornina njegovega oklepa, če je dolžina njegovega telesa od glave do repka 8,3 cm. Na vsaki strani prek oklepa štrli 1cm.

Vrstniška povratna informacija:

Dijaki so v medvrstniški povratni informaciji sporočili, da jih je izdelek presenetil, saj niso pričakovali povezave matematike z literarnim delom. Sporočili so tudi, da so bila geometrijska telesa predstavljena na izvirni način. Pri tem je bilo smiselno vključeno znanje matematike. Izdelek je bil ovrednoten kot izdelek nad pričakovanji.

Predstavljen primer je zanimiv z vidika medkurikularne povezave, ki so jo naredili dijaki sami. Sliko, ki so jo dijaki prejeli od učitelja, so povezali z novelo Franza Kafke z naslovom Preobrazba.

7 Didaktične igre

7.1 Didaktične igre pri matematiki (mag. Mateja Sirnik)

Ni umetnost igrati se, temveč prenehati (star pregovor).

Po Slovarju slovenskega knjižnega jezika je igra (otroška) dejavnost, navadno skupinska, za razvedrilo, zabavo (igra s kartami, kockami/dobiti, izgubiti igro/družabne igre).

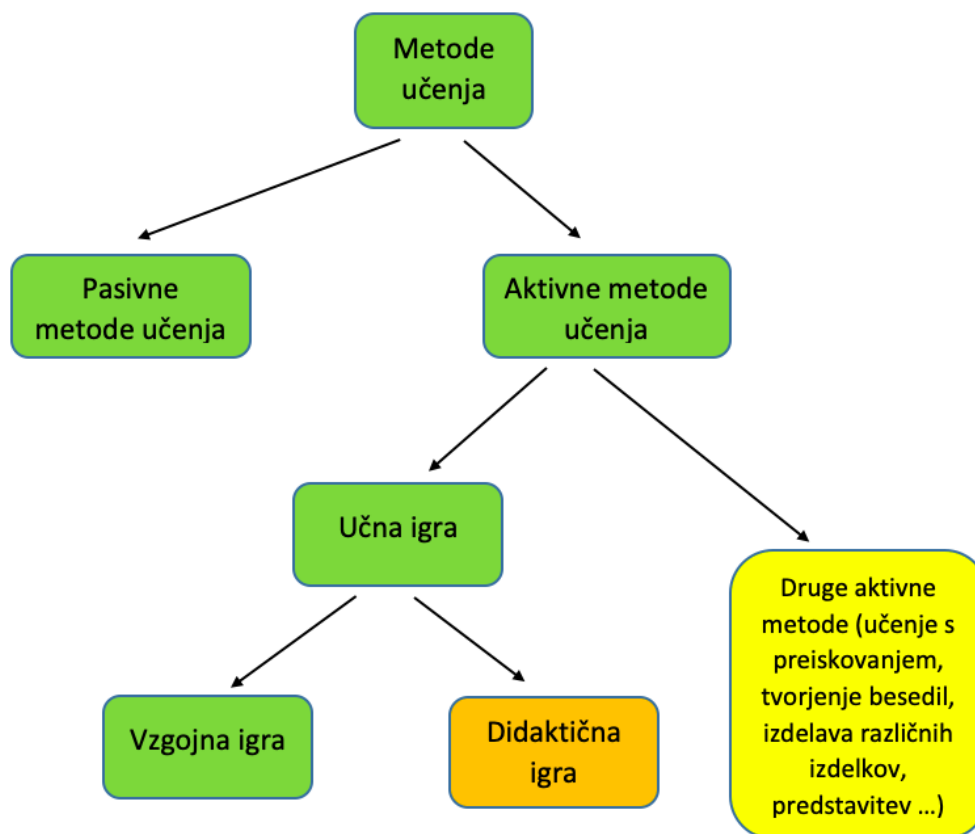
Že grški misleci, zlasti Platon, so spoznali možnosti za uporabo igre pri vzgoji otrok. Tako navaja Platon primer iz Egipta, kjer so pri pouku uporabljali različne matematične igre, in predlaga, da bi tako naredili tudi za grške otroke. Kvintilian se je zavzemal za to, da bi učenje organizirali tako, da bi ga otroci vzljubili in bi jim pomenilo radost – pri tem bi si lahko pomagali z igro. Predlagal je, da bi dali otrokom iz slonovine izrezljane črke, da se bodo z njimi igrali in jih med igro spoznavali (Bognar, 1987).

V zgodovini so nekateri psihologi ločevali igro in delo – učenje ter nasprotovali mešanju igre in učenja pri pouku. Drugačne temelje pedagoškemu delu je med drugim postavljala Maria Montessori, ki je otrokom omogočila aktivnosti, za katere je izdelala posebne pripomočke, s katerimi se otroci ukvarjajo na poseben način, ob tem pa razvijajo čutila, sposobnosti in mišljenje. Čeprav ni uporabljala svobodne igre, je bogato gradivo, ki so ga otroci imeli na razpolago, imelo smisel igrak, dejavnosti, ki so jih opravljali, pa značaj igre. Igra je tako dobila funkcijo uresničevanja vzgojno-izobraževalnih nalog. V prejšnjem stoletju je sovjetski pedagog A. S. Makarenko spoznal pomen igre in je bil prepričan, da igra mora biti v otroškem kolektivu, vendar ne kot dodatek, pa tudi učitelj mora sodelovati v njej. Če učitelj le poučuje, zahteva in nekaj pričakuje, bo učencem ostal tujec. Makarenko pravi o igri, da je metoda dela. Igra je po njegovem enako pomembna za otroke kot delo za odrasle. Kakršen je otrok pri igri, takšen bo pri delu, ko odraste. Otroška igra tako postopno prehaja v delo (Bognar, 1987, str. 24).

Furlan poudarja, da se igra in učenje ne izključujeta, pač pa ravno obratno. Pravi, da je lahko učenje z igro, zlasti za mlajšega otroka, najbolj uspešno (Pečjak, 2009).

Pasivne in aktivne metode učenja

Metode učenja lahko razvrščamo glede na aktivnost udeležbe (Slika 15), ki pripomore k boljšemu pomnjenju učne snovi. Tudi Kolb in Milner trdita, da si zapomnimo kar 90 % tistega, kar sami počnemo. Znanja, pridobljena na aktiven način, so trajnejša, lažje jih uporabimo v praksi, saj eno praktično izkušnjo že imamo. Pri pasivnih metodah so učenci pasivni in večinoma opazujejo dogajanje kot zunanji opazovalci, učitelj pa je aktiven. Pri aktivnih metodah so učenci aktivni in sodelujejo z učiteljem, skupaj z vodjo ustvarjajo proces in odkrivajo novo znanje. Primer pasivne metode je predavanje, saj je učitelj s svojo predstavitvijo večino časa aktiven, učenci ga le poslušajo. Kljub vprašanjem in drugim odzivom učencev metoda predavanja ni aktivna metoda. Po drugi strani pa je igra tipična aktivna metoda učenja, saj so učenci večino časa aktivni. Kljub začetnemu podajanju navodil s strani učitelja, ki so za samo izvedbo nujna, metoda ni statična. Aktivne metode učenja omogočajo izkušnjo. Vsako učenje bo imelo večji učinek, če bo učenec nekaj preizkusil, se v določeno situacijo vživel, jo raziskal in sam poiskal zakonitosti, načine reševanja. Tako učenje po Davidu A. Kolbu imenujemo tudi izkustveno učenje. Aktivne metode omogočajo celostno učenje, saj spodbudijo tako kognitivno raven (povezovanje predznanja – že znanih pojmov z novimi) kot tudi afektivno (aktivna vloga zahteva tudi vpetost čustev in etičnih načel) in psihomotorično raven. Z aktivno vlogo učenec pride na stopnjo uporabe že pridobljenega znanja ter preizkušanja novo pridobljenih znanj. Pri uporabi novo pridobljeno znanje lahko analizira, povezuje z drugimi znanji. Če nove izkušnje, pridobljene preko aktivnih metod učenja, ustrezno vrednotimo, dosežemo najvišjo kognitivno stopnjo po Bloomu. Tako lahko z dobro načrtovano didaktično igro dosežemo učne cilje, pridobljena znanja pa bodo trajnejša.



Slika 15: Metode učenja glede na aktivnost učencev

Učna igra je primer aktivne metode učenja. Od učencev pričakuje vključevanje preteklih znanj in izkušenj, istočasno pa refleksija in vrednotenje učne igre spodbujata učence k razmišljanju, kaj novega so se naučili. Učna igra se razlikuje od navadne (otroške) igre v tem, da zanjo **potrebujemo konkretne učne cilje**, ki jih lahko delimo na **izobraževalne** in **vzgojne**.

Vzgojna igra v ospredje postavlja predvsem vzgojne cilje, v manjši meri pa se dotakne izobraževalne vloge. To so igre, ki posegajo bolj na odnosno raven (socialne igre, igre za gradnjo skupnosti ...).

Didaktična igra v ospredje postavlja kognitivno spoznanje oz. učne cilje učnih načrtov. Didaktična igra je torej igra, ki odgovarja vnaprej načrtovanim učnim ciljem, ki jih dosežemo z aktivno vlogo učencev. Ime nosijo po didaktiki, ki je v Slovarju slovenskega knjižnega jezika razložena kot veda o poučevanju. Zavedati se moramo, da vzgoje in izobraževanja med seboj ne moremo ločiti, vzgojne in didaktične igre imajo zato vedno vzgojni in izobraževalni vpliv, delimo jih glede na to, ali v ospredje postavljajo vzgojo ali izobraževanje. Pri vseh igrah je pomembno vrednotenje znanj, pri didaktičnih igrah lahko na koncu povzamemo, katera znanja smo spoznali oziroma utrjevali ter kvalitativno preverimo in ocenimo izobraževalne cilje. Pomembna dejavnika sta tudi samovrednotenje in povratna informacija drugih učencev.

Podobno opredeli igro Pečjak (Pečjak, 2009), ki pravi, da je igra razvojna in vzgojna dejavnost, pri kateri je otrok samostojen, svoboden, ustvarjalen, pri kateri raziskuje in išče nove možnosti, tekmuje s seboj, z drugimi, s časom, s cilji, ti pa so lahko tudi učni. Igra je način, kako se otrok uči tisto, česar ga nihče ne more naučiti. Didaktična igra je torej igra z določeno nalogo ali ciljem. Otroci se teh ciljev večkrat niti ne zavedajo.

Poleg izobraževalnih vidikov so posledica uporabe didaktičnih iger tudi **boljši medsebojni odnosi** med učenci in v razredu nasploh. **Klima** v razredu je bolj sproščena in učenje postane bolj zanimivo. Didaktične igre pa imajo prednosti tudi za učitelje. Z učenci vzpostavijo **sproščen in odprt odnos** ter z njihovo pomočjo pomagajo učencem priti do novega znanja. Veliko vlogo imajo pri **motivaciji** učencev za nadaljnje delo. Z njimi jih tudi **umirijo**, če je v razredu nemir. Torej, v razredu so zaznani pozitivni učinki, kadar učitelji didaktične igre vključujejo v pouk pri vseh učnih predmetih in v različnih fazah učnih ur (Zupančič, 2013).

Avtorji različno delijo didaktične igre. Kamenov v (Bognar, 1987) deli didaktične igre na funkcionalne igre, igre vlog, igre s pravili in konstruktorske igre. Ker so vse didaktične igre na neki način funkcionalne, ker razvijajo posamezne sposobnosti, jih delimo na **didaktične igre vlog, igre s pravili in konstruktorske igre** (Bognar, 1987, str. 89).

Pri igrach vlog se učenci najpogosteje igrajo medčloveške odnose in se tako usposabljaajo za sodelovanje pri podobnih življenjskih situacijah. Pri takih igrach veliko govorijo, zato so primerne za razvoj govora. Lahko tudi pišejo, berejo, računajo, pojejo, plešejo, slikajo in delajo, kar pomeni, da spodbujajo učence k različnim dejavnostim. Zato imajo igre vlog široke možnosti za uporabo pri pouku.

Sestavine iger po pravilih (Bognar, 1987, str. 94):

- naloga, ki izhaja iz učnega programa in jo vgradimo v igro;
- vsebina, ki jo ponavljamo in utrjujemo, primerna starosti učencev;
- aktivnost, ki je ponavadi seštevek vseh štirih dejavnosti (senzoričnih, motoričnih, miselnih in dejavnosti izražanja);
- pravilo, s katerim določimo način igranja;
- rezultat, ki ga ugotovimo na koncu igre.

Igre s pravili ponujajo neizčrpne možnosti za uporabo pri pouku, ker so primerne za doseganje konkretnih ciljev in nalog. To so pri pouku matematike lahko različne izpeljanke iz domin, kart, lota, tombole, spomina, igre monopoli, igre človek ne jezi se, različnih namiznih iger, pri katerih uporabljamo ploščo za igranje, različne figure, kocke ...

Osnovna značilnost teh iger so pravila, s katerimi določamo potek igre. Pravil ni potrebno jemati dobesedno in jih lahko spreminjamo, prilagajamo starosti učencev in potrebam pouka. Pravila lahko sestavijo in zapišejo učenci sami, kar je dragocena oblika ustvarjalnega dela. Igre po načinu odločanja lahko razdelimo na dve veliki skupini: v strateške igre in v igre na srečo.

Strateške igre omogočajo, da igralci izrazijo določene sposobnosti, npr. spretnost, hitrost, kombinatoriko, reševanje problemov, znanje, medtem ko pri igrach na srečo potek igre določamo s kocko, z vrtavko ali z žrebom.

Konstruktorske igre (Bognar, 1987, str. 102) so pomemben dejavnik pri pouku, ker poleg motorike rok razvijajo tudi domišljijo, kombinatoriko in ustvarjalne sposobnosti. Te igre imajo vedno konkretno gradivo, ki ga otrok oblikuje po svoje. Gradivo so lahko različne kocke, škatle in naravne snovi, npr. pesek, kamen, plodovi in podobno. Imamo tudi posebno, že oblikovano gradivo, primerno za različne konstrukcije in gradnje. Te igre so v pravem pomenu besede predhodniki dela in prav zaradi tega posebno pomembne. Ker je šola usmerjena k intelektualnemu delu, je ta oblika dela večkrat prezrta. Takšne igre velikokrat pojmujejo v šolah kot izgubo časa, vendar bi prav v šolah morali vključevati situacije, ki bi otroke spodbujale h konstruktorskim igrach.

Konstruktorske igre imajo vedno končni izdelek. V primerjavi z igrach s pravili, kjer je namen igre tekmovanje in zmaga, je tukaj končni izdelek, ki ima tudi uporabno vrednost, pri mlajših učencih najpogosteje kot pripomoček v igri (Bognar, 1987, str. 102).

Ker je osnovna značilnost teh iger oblikovanje določenega izdelka, jih glede na vrsto uporabljenih materialov delimo na:

- **igre z naravnimi neoblikovanimi materiali** (glina, pesek, kamen, cvetje, plodovi, šibe, koruza),
- **igre z delno oblikovanimi materiali**, pri katerih uporabimo material, ki ga v tej obliki ne najdemo več v naravi, temveč je nekoliko predelan (npr. žica, papir, vrvica, deščice, pločevina) in predmete, ki jih uporabljamo drugače, po uporabi pa jih zavrzemo (npr. pločevinke, tuljave, škatle, zamaški, leseni odpadki ...),
- **igre s konstruktorskim gradivom**, pri katerih gre za igre s posebej narejenimi elementi za sestavljanje, namenjenimi takim igrach, npr. lego kocke, link kocke, različni didaktični seti za sestavljanje ...

Didaktične igre v učnem načrtu za matematiko v osnovni šoli

V didaktičnih priporočilih, zapisanih v učnem načrtu, je za prvo vzgojno-izobraževalno obdobje napisano:

- Pouk geometrije naj se začne z opazovanjem konkretnih predmetov in razvijanjem sposobnosti orientacije v prostoru. Poglavitna metoda je didaktična igra, ki omogoča učencu razvoj predstav (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011, str. 12).
- Poglavitne metode pouka so igra, opazovanje in izkušensko učenje (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011, str. 16).
- V poglavju Preverjanje in ocenjevanje znanja je zapisano: V prvem vzgojno-izobraževalnem obdobju (še zlasti na začetku šolanja) naj preverjanje znanja poteka tudi z didaktično igro (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011, str. 79).

V poglavju Predlagana didaktična sredstva je za prvo in drugo vzgojno-izobraževalno obdobje zapisano:

- *klasične didaktične igre (domino, različne igre z igralno kocko, tombola, karte)* (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011, str. 83).

Didaktične igre pri pouku matematike na predmetni stopnji

Veliko je zapisanega o igrah pri pouku na razredni stopnji, manj pa pri starejših učencih. V razvojni skupini smo se lotili uporabe iger po pravilih in konstruktorskih iger pri pouku matematike.

K igram po pravilih smo pristopili na ta način, da so jih učenci sami izdelovali. Lotili smo se izdelave za posamezne tematske sklope. Pri prvi izvedbi take dejavnosti smo se najprej z učenci pogovorili, kakšna je ustrezna didaktična igra. Oblikovali smo zapis kriterijev uspešnosti za izdelavo iger. Po potrebi smo ob igranju iger zapis kriterijev popravili oziroma dopolnili. Na koncu smo na posamezne igre tudi podali povratno informacijo in jih po potrebi izboljšali oziroma nadgradili.

Z izdelovanjem didaktičnih iger uresničujemo naslednje standarde učnega načrta za matematiko:

- Učenec/učenka uporablja matematiko pri reševanju problemov (sestavljanje matematičnih didaktičnih iger) iz vsakdanjega življenja;
- v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike uporablja matematično in nematematično terminologijo;
- kritično reflektira lastno znanje (izdelek – igro in proces, ki je privedel do izdelka – igre).

Kriteriji uspešnosti za izdelavo didaktičnih iger

V razvojni skupini smo se v prvi vrsti lotili izdelave didaktičnih iger, ki smo jih v nadaljevanju preigrali pri pouku, in ne samo aktivne rabe didaktičnih iger. V ta namen smo se najprej vprašali, kakšna je primerna didaktična igra za učence na predmetni stopnji in v srednji šoli.

Zapisali smo si naslednje kriterije uspešnosti za izdelavo primernih iger:

- Navodila igre so razumljivo zapisana.
- Zapisi so matematično pravilni in čitljivo zapisani.
- Primeri so rešljivi, pokrijejo izbrano vsebino.
- Igra nam omogoča različne stopnje težavnosti oziroma je primerna glede na naše znanje.
- Primeri (vprašanja, naloge) so kratki in omogočajo tekočnost igre.
- Igra je rešljiva in se zaključi v predvidenem času.

Igre so učenci v večini primerov izdelovali skupinsko, zato smo dodali tudi naslednji kriterij:

- Pri izdelavi igre učenci sodelujejo v skupini.

Po izdelavi iger smo igre preigrali, jih evalvirali in po potrebi dopolnili. Za potrebe igranja smo zapisali še kriterij:

- Pri igranju pravilno upoštevamo navodila za igranje.

Preglednica 10: Kriteriji za izdelavo in igranje didaktičnih iger

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Navodila igre so razumljivo zapisana.	<p>Pravila so napisana, na posameznih mestih nerazumljiva, zaporedja korakov so neustrezna, pomešan je vrstni red korakov.</p> <p>Zaključek igre ni jasen.</p> <p>Igra je vsem poznana, nima elementov kreativnosti/ustvarjalnosti pri ideji.</p>	<p>Navodila za igranje so razumljiva, sistematična in v pravilnem zaporedju, matematični jezik je rabljen korektno. Navodila so zapisana slovnično pravilno. Jasno in nedvoumno opredelijo zmagovalca.</p> <p>Zapisan je potreben material za igro.</p> <p>Igra je izvirna, kreativna, inovativna (avtorsko delo sestavljalcev).</p>
Zapisi so matematično pravilni in čitljivo zapisani.	<p>Pojavljajo se napake, pomanjkljivosti pri simbolnih zapisih, matematični terminologiji.</p> <p>Zapis je nečitljiv, kar ovira potek igre.</p>	<p>Pravilno so uporabljeni simbolni zapisi in matematična terminologija.</p> <p>Rokopis je čitljiv.</p>
Primeri so rešljivi, pokrijejo izbrano vsebino.	<p>Primeri ne pokrijejo vse dogovorjene vsebine, primeri niso rešljivi, rešitve vsebujejo napake, rešitve niso priložene.</p>	<p>Primeri pokrijejo dogovorjeno vsebino, vključen je tudi kakšen primer povezovanja z drugimi vsebinami.</p> <p>Igri so priložene rešitve, ki so pravilne, brez napak.</p>
Igra nam omogoča različne stopnje težavnosti oziroma je primerna glede na naše znanje.	<p>Primeri so preenostavni ali prezahtevni za avtorja (jih ne zna rešiti.) Stopnjevanja ni, težavnostnih stopenj ni opaziti.</p> <p>Zmagovalca igre določa sreča in ne matematično znanje.</p>	<p>Primeri so različno zahtevni: primeri različnih težavnosti so enakomerno zastopani.</p> <p>Zmagovalca ne določa samo sreča, ampak je zmaga odvisna tudi od matematičnega znanja. Igra omogoča izbiro težavnosti (glede na matematično znanje).</p>

Primeri (vprašanja, naloge) so kratki in omogočajo tekočnost igre.	Reševanje nekaterih primerov zahteva preveč časa, primeri so preveč kompleksni in onemogočajo tekočnost igre.	Primeri se rešijo v kratkem času in igra teče, primeri so rešljivi na pamet (oz. v kratkem času z uporabo računalna).
Igra je rešljiva in se zaključi v predvidenem času.	Igra nima konca (ni rešitve), nima zmagovalca, časovno se ne zaključi v predvidenem času.	Igra se glede na navodila in primere zaključi v načrtovanem času. Zmagovalec izkazuje matematično znanje.
Sodelovanje v skupini (pri izdelavi igre)	Vloge niso jasne, vsi ne upoštevajo navodil, vsi ne opravijo vseh zadolžitvev, sodelovanja v skupini ni.	Vloge v skupini so jasno razdeljene, vsak upošteva navodila in opravi svoje zadolžitve.
IGRANJE IGRE: Pri igranju pravilno upoštevamo navodila za igranje	Pri igranju nismo vedno poštene. Ne preverjamo vseh rezultatov (svojih in soigralčevih). Igra se včasih ustavi, ne vemo, kdo je na vrsti. Igralci se sprejo, ne sprejmejo poraza.	Igramo pošteno po zapisanih navodilih. Preverjamo matematično pravilnost svojih in soigralčevih primerov, spremljamo potek igre in skrbimo za tekočnost igre. Sprejmemo poraz (dostojno) in zmago (konstruktivno kritiko, ni izbruhov jeze).

Vzemite si čas in se igrajte.

7.2 Primeri iz prakse (Lidija Jug, Loreta Hebar, Andreja Potočnik)

Učitelji v razvojni nalogi so pri svojem pouku matematike z učenci izdelovali in preizkušali nekatere didaktične igre.

Predstavljene so priprave na pouk, ki vključujejo didaktične igre:

- v 7. in 8. razredu za učne sklope *Računske operacije z ulomki*, *Potence*, *Izrazi s spremenljivkami* (Lidija Jug),
- v 8. razredu za učni sklop *Izrazi s spremenljivkami* (Loreta Hebar),
- v 7. razredu za učni sklop *Računske operacije z ulomki* (Andreja Potočnik).

7.2.1 Didaktične igre v 7. in 8. razredu pri pouku matematike (Lidija Jug)

Učiteljica: Lidija Jug	Šola: OŠ Sladki Vrh	Predmet: matematika	Razred: 7. in 8.	Svetovalka: mag. Mateja Sirnik
UČNI/TEMATSKI SKLOP: 7. razred: Računske operacije z ulomki 8. razred: Potence, Izrazi s spremenljivkami Dejavnost: MATEMATIČNE IGRE				Število ur: 4

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poznajo in uporabljajo vsebinske cilje tematskega sklopa <i>Izrazi s spremenljivkami, Potence in Računske operacije z ulomki</i>; • samostojno oblikujejo matematično igro (razpravljajo o potrebnih in zadostnih podatkih, pripravijo rešitve, zapišejo navodila za igro); • razvijajo kritični odnos do izdelkov – iger. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uporabimo matematično znanje za izdelavo didaktičnega pripomočka pri matematiki v obliki matematične igre. • Preigramo igro in jo po potrebi popravimo. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>Pred izvedbo teh aktivnosti je potrebno obdelati poglavja <i>Potence in Izrazi s spremenljivkami</i> (8. razred) ter <i>Ulomki in Računske operacije z ulomki</i> (7. razred). Proti koncu obravnave učne snovi učencem dam za domačo nalogo, naj razmislijo o izdelavi matematične igre, s katero bodo izkazali svoje znanje o izrazih in preverili znanje sošolca.</p> <p>1. ura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usmeritve za delo in skupen zapis kriterijev uspešnosti <p>Z učenci se pogovorimo o znanih družabnih igrah (njim poznanih) in o tem, kaj bi bila matematična družabna igra. Predstavijo mi svoje ideje, kakšno igro bi lahko sami naredili, kaj bi preverjala ... Pogovorimo se o kriterijih in jih z učenci sooblikujemo; ti jim služijo za povratno informacijo. Zapis uredimo na plakat, ki ga izobesimo v učilnici (Priloga 1).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Izdelava matematične igre 	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usmeritve, ki predstavljajo osnovo za kriterije uspešnosti (Priloga 1) • Načrtovanje in izdelava igre (Priloga 2)

<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dosega standarde znanja glede na matematično vsebino izbranega tematskega sklopa • uporablja matematiko pri reševanju problemov (sestavljanje matematičnih iger) iz vsakdanjega življenja • v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike uporablja matematično in nematematično terminologijo • kritično reflektira lastno znanje (izdelek – igro in proces, ki je privedel do izdelka) 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Kriterije uspešnosti oblikujemo skupaj z učenci pri sestavljanju iger. Primer je podan v Prilogi 1.</p> <p>Pri igranju iger jih po potrebi dopolnimo.</p> <p>Pri ponovnem izvajanju dejavnosti jih dokončno oblikujemo.</p>	<p>Učenci sestavljajo matematično družabno igro in zanjo napišejo pravila in tudi rešitve. Pri tem si lahko pomagajo z učbenikom (z znanimi primeri) in z žepnim računalom. Ob koncu ure predstavijo izbrano igro in njene osnovne značilnosti. Igra je individualno delo posameznika.</p> <p>2. ura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Izdelava matematične igre <p>Učenci nadaljujejo z izdelavo igre, lahko jo že tudi zaključijo. Vsebovati mora navodila (pravila) in rešitve.</p> <p>Učenci začnejo s preizkušanjem svoje igre in preverjajo rešitve ter tekočnost igranja. (Opomba: V kolikor jim ni uspelo vsega narediti pri pouku, igro dokončajo doma.)</p> <p>3. in 4. ura (Uri sta izvedeni v manjših delih po 10 do 15 minut v naslednjih urah. Ne nujno zaporednih, saj igre služijo kot odlično didaktično sredstvo za ponavljanje učne snovi.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preizkušanje matematičnih iger s sošolci in pisanje povratne informacije sošolcem <p>Učenci preizkušajo igre v skupinah, parih, običajno ne svoje. Preverjajo navodila, tekočnost igranja ter rešitve. Avtorju igre zapišejo povratno informacijo glede na dogovorjene kriterije. Ob koncu igranja posamezne igre se na glas poda povratna informacija in predlog izboljšave.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Preizkušanje iger in pisanje povratnih informacij (Priloga 3) • Primeri iger, ki so jih izdelali učenci (Priloga 4)
---	---	--	--

Priloga 1:

KRITERIJI ZA IGRO

- Vsebuje navodila
- Ne vsebuje napak - je rešljiva
- Igra se zaključí
- Navodila so razumljiva
- Igra je privlačna, zanimiva
- Tema igre so izrazi s spremenljivkami (enočleniki, veččleniki)
- Avtor igre zelo dobro pozna svojo igro
- Se držimo dogovorov

DODATNI KRITERIJI:

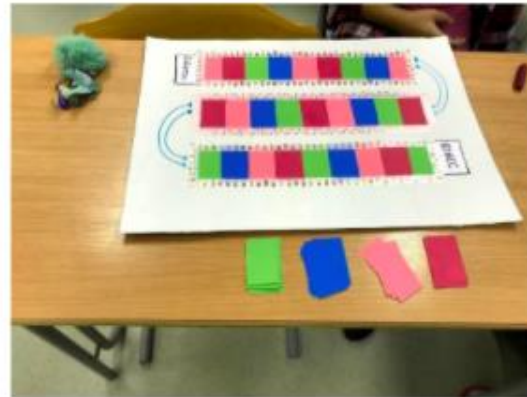
- Izgled igre

IGRA

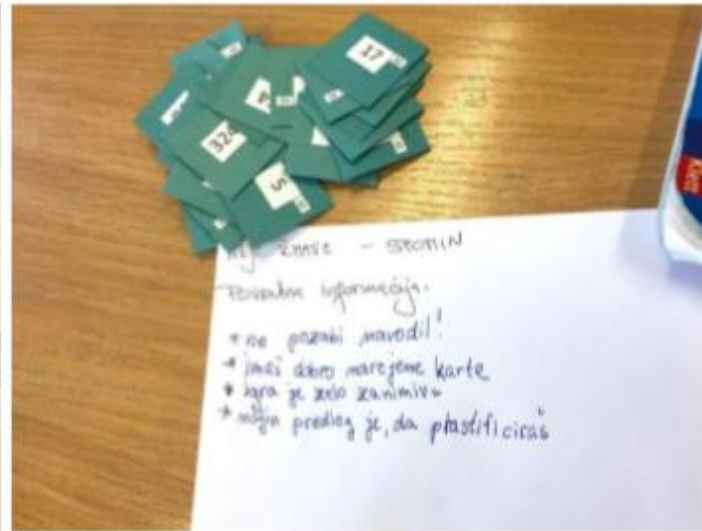
- je rešljiva in vsebuje rešitve in izbrano temo
- jasna navodila, igra se konča
- ne prelahka, ne pretežka
- avtor igro zelo dobro pozna
- pravilni mat. zapisi
- IZGLED igre

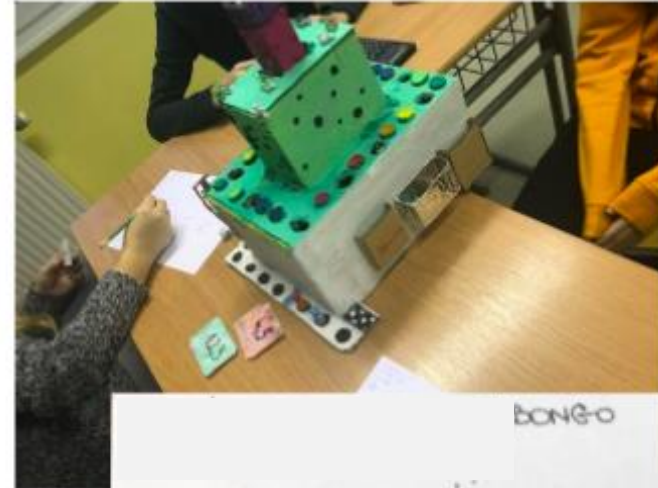
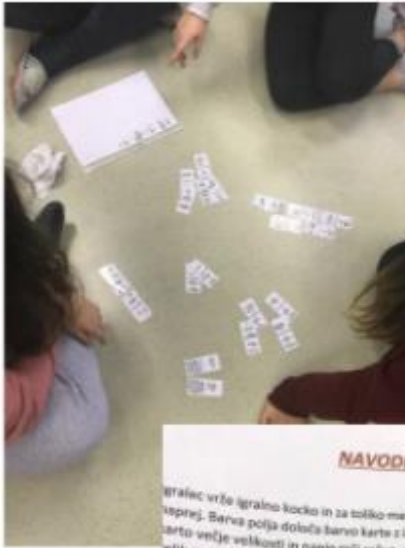
- igra je tekoča
- zapisujemo reševanje
- sprejeti poraz
- zanimivost igre

Priloga 2: Igre v izdelavi, osnutki (nekatero izmed njih kasneje niso bile izdelane)



Priloga 3: Preizkušanje iger





NAVODILA IGRE

Igralec vrže igralno kocko in za toliko mest, kot kaže na igralni kocki se premakne naprej. Barva polja določa barvo karte z izlovom. Igralec, ki se je premaknil vsame karto večje velikosti in nanjo reši račun, nasprotni igralec pa vzame karto manjše velikosti, ne katari plete rešitev, da preveri pravilnost reševanja. Če igralec odgovori pravilno ostane na polju, če pa odgovori napačno se premakne za dve polji nazaj. Za reševanje računa ima 1 minuto časa. Igra je primerna za 2-6 igralcev.

ZMEN ZNAKOV:

- +4, pojdi štiri polja naprej
- -3, pojdi tri polja nazaj
- +2, pojdi dve polja naprej
- NAZAJ NA START - urnitev na startno mesto
- ENKRAT NE MEČEŠ - v naslednjem krogu ne sodeluješ

TREBUJEŠ:

- Štoparico
- Igralno kocko
- Flumaster za pili briži tablo

Klam!
Navodila ti naj ne izgleda
kreativna kajen, ki so
popolnoma slovenska uvrsta.

Posredna Informacija

- Kredi se list na lizer so rešitve
 - Plastificiraj igralno polje
 - Ploščice pobarvaj
- na igralno kocko napiši z alkoholnim flumastrom

PIKARO Z ULOMKI

Posredna informacija
Igra • vsebuje rešitve, ki so pravilne. Anej igra dobro
poena. Igra • ce je malenkost zatikala rešitve bi
lahko iz svojega zvezka prepisal na neki drugi
list. Lahko bi posamezen igralec imel samo en
met, saj bi igra tako postala bolj tekoča. Druga
je igra zelo zanimiva in zabavna.

Priloga 4: Izdelane igre



1, 2, 3

SESTAVLIANKA



HIŠA STRAŠNIH ULOMKOV

PIKADO



UBONGO Z RAČUNANJEM

7.2.2 Primeri izdelanih didaktičnih iger s kriteriji uspešnosti in povratnimi informacijami učencev (Loreta Hebar)

Soustvarjanje kriterijev uspešnosti pri pouku

IGRA - kriteriji za ustvarjanje

- pravila so jasna
- primeri so pravilno zapisani
(jih znamo prebrati, simbolični zapisi so pravilni)
- časovni okvir (max 1 sol. ura)
- je za ne učence (so lažji in težji primeri)
- sam znam rešiti primere, rešitve
prikažim (za preverjanje)
- primeri se ne vlečejo, niso predolgi

* igra je igralcem prijetna za igranje

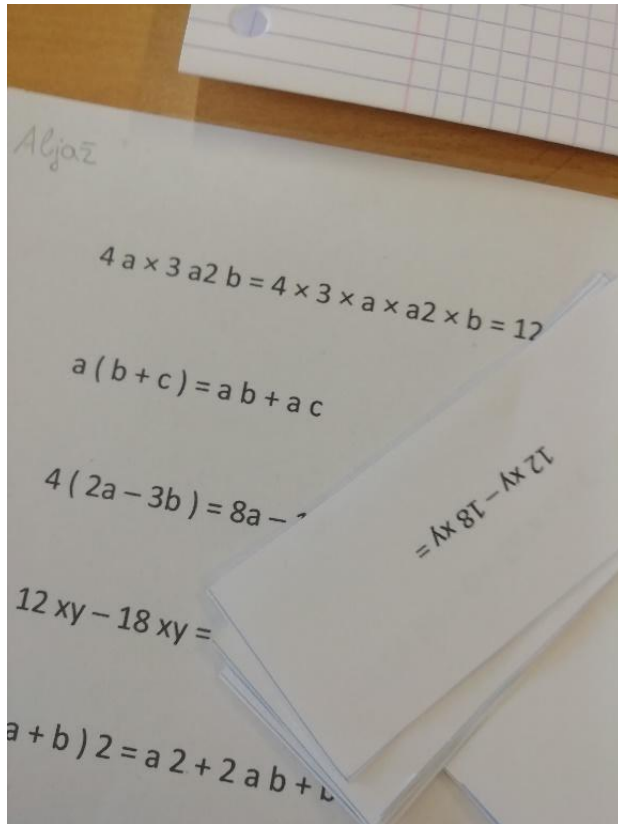
Kriteriji uspešnosti, zapisani na tablo.

Kriteriji za igro

- Navodila igre so razumljivo zapisana
- Zapisi so matematično pravilni in čitljivo zapisani
- Primeri so rešljivi, pokrijejo izbrano vsebino
- Igra nam omogoča različne stopnje težavnosti oziroma je primerna glede na naše znanje
- Primeri (vprašanja, naloge) so kratki in omogočajo tekočnost igre
- Igra je rešljiva in se zaključi v predvidenem času

Dopolnjeni kriteriji uspešnosti.

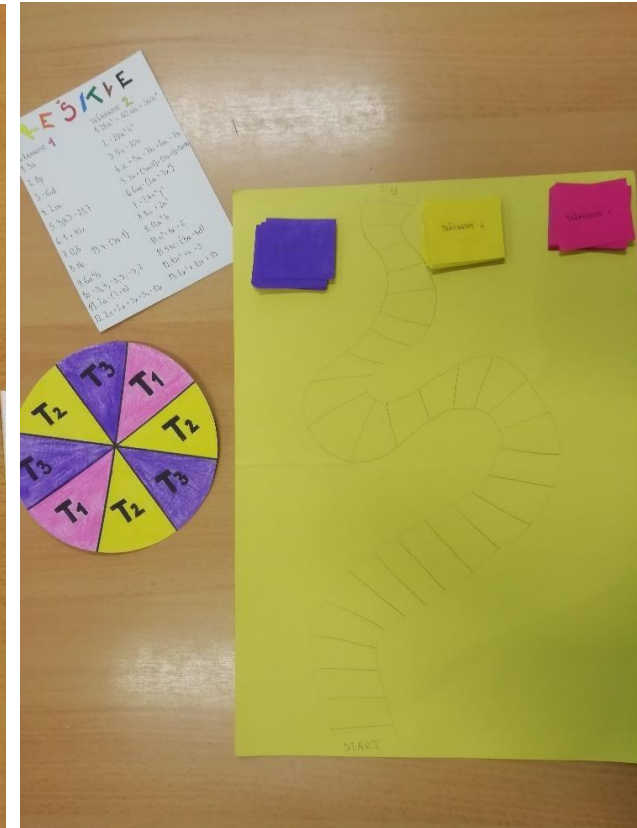
Primeri izdelanih iger



Igra A: Nepravilen matematični zapis, nerešljivo.



Igra B: Zmagovalca določa sreča.



Igra C: Kreativna, omogoča izbiro težavnosti zmagovalec ni odvisen le od sreče, priložene rešitve in navodila.

Povratne informacije

Vrednotenje igre A:

Pri tej igri ni navodil. So napake pri zapisih, saj se ne ločikata in x^2 (na kvadrat). Vsi razen enega primera so rešljivi - lahko bi bili tudi težji. Primeri so lažji - uporabil bi lahko večja števila. Primeri so rešljivi v krajšem času. Igra ni popolnoma rešljiva (en izraz nima rešitve). Igra igra samo en, preverja pravilno rešitev izraza. Igra ima rešitve, da lahko igralec preveri pravilno rešitev.

Vrednotenje igre B:

Navodila niso bila napisana, saj igra ni pomembna in smo igrali igro.

Zapisi so matematično pravilni in čitljivo napisani.

Primeri so rešljivi in so ustrezni.

Primeri so bili različne stopnje težnosti.

Igra se ni ustanovljala zaradi premerne dolžine nazivov.

Igra je rešljiva, amagorakano amaga je odvisna od znanja in tudi sreče.

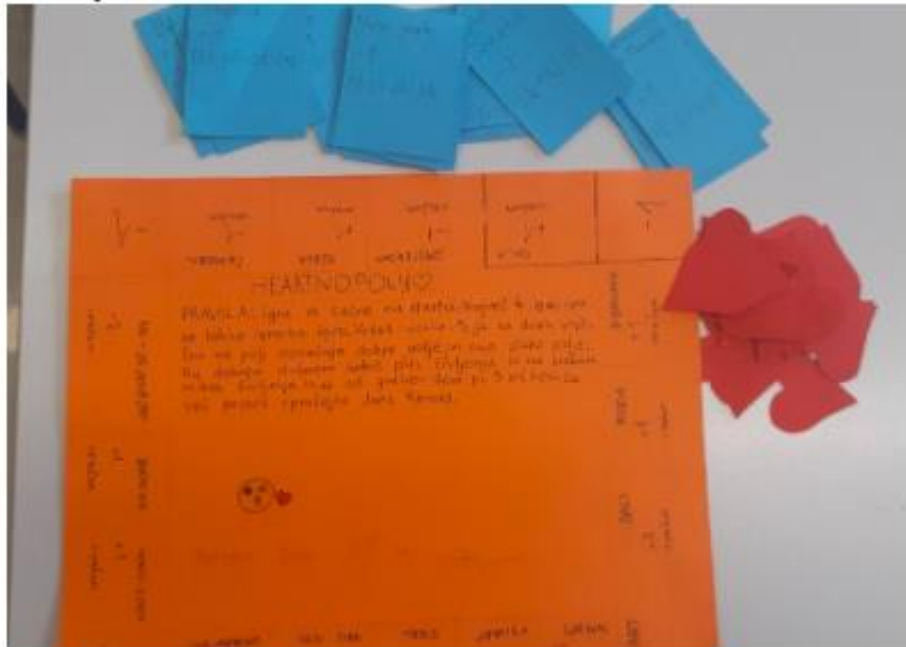
Igrali po pravilih in pošteno.

Vrednotenje igre C:

- NAVODILA SO RAZUMLJIVA
- IGRA IZGLEDA ZELO PRIVLAČNO, JE VPADLJIVA.
- ČITLJIVI IN PRAVILNI ZAPISI
- PRIMERI SO REŠLJIVI, IGRA JE PRIMERNA ZA VSE UČENCE KER JE VEČ TEŽAVNOSTNIH STOPENJ. ZA ZNANO JE POTREBNO ZNANJE, NE SREČA.
- IGRA LEPO TEČE IN JE ZABAUNA.
- IGRA NE TRAJA PREDOLOGO.
- PRILOŽENE SO PLASTIFICIRANE REŠITVE.

7.2.3 Primeri izdelanih didaktičnih iger s povratnimi informacijami učencev (Andreja Potočnik)

Monopoli



- igra je dobra in zanimiva,
- pravila so razumljiva,
- nekatera mesta narobe napisana,
- lahko bi bilo nekaj težjih primerov,
- manjka nekaj rešitev, dve rešitve sta napačni

Zdravkova dogodivščina



- igra je zanimiva,
- vizualno pritegne pozornost,
- računi so nekoliko prelahki,
- ni podanih rešitev.

Pikadooo



- računi so primerne težavnosti,
- zelo jasna in natančna navodila,
- ena rešitev je narobe,
- pri igrah vadiš tudi hitro računanje, saj je zmagovalec tisti, ki najhitreje pride do cilja.

WonderLand



- zelo zanimiva igra,
- nekoliko predolga,
- računi zelo raznoliki in primerno težki,
- lahko bi bili večji krogci, kjer stojijo figure,
- bolj natančna teoretična vprašanja.

Računanje in gibanje



- ni podanih rešitev,
- nekateri izzivi neprimerni,
- dobre so naloge z gibanjem,
- pomanjkljiva navodila,
- premalo težki računi,
- neraznolikost računov.

8 Izdelki

8.1 Izdelki pri matematiki (mag. Mateja Sirnik, mag. Sonja Rajh)

Vam je znan naslednji primer? Učitelj pri pouku matematike z velikim modelom štirikotnika (npr. paralelograma, trapeza, deltoida, romba ...) demonstrira preoblikovanje do pravokotnika, ki mu učenci že znajo izračunati ploščino. Ali pa jim pokaže računalniško simulacijo takega preoblikovanja. Na vprašanje, zakaj tega učenci ne naredijo sami, pogosto odgovori: »Ne znajo rezati s škarijami.« Vprašam: »Zakaj pa ne?« Učitelj odgovori: »Ker še nikoli niso.«

Tak odgovor ni odraz realnega stanja, kajti učenci so v procesu predhodnega izobraževanja deležni veliko dejavnosti s konkretnim materialom, kar bi morali nadgrajevati tudi v tretjem vzgojno-izobraževalnem obdobju in v srednji šoli.

Stari kitajski rek pravi:

»Kar slišim, pozabim,
kar vidim, si zapomnim,
kar naredim, razumem in znam.«

Seveda si vsi želimo, da bi učenci vse razumeli in ogromno znali. Toda odrasli v preveliki vnemi in v dobri veri, z veliko mero ljubezni vse naredimo namesto njih in jim niti ne nudimo priložnosti, da bi nekaj naredili sami, pa čeprav bi bilo to prvič pomanjkljivo ali celo napačno, vendar bi se s tem na napakah učili, zato bi bil naslednji izdelek že boljši. Poleg tega se ne bi več dolgočasili pri pouku ali se celo miselno odklopili od dogajanja v razredu.

Harari (Harari, 2019) v nasvetih za 21. stoletje pravi, da se v šolah preveč posvečamo podajanju čim večje količine podatkov, kar je bilo v preteklosti smiselno, saj je bilo malo znanega. Toda v 21. stoletju smo preplavljeni z ogromno količino informacij, ki so samo en klik v stran. V šolah še zmeraj poučujemo matematične algoritme, čeprav jih obvlada tudi stroj in jih lahko v krajšem času opravi namesto nas.

Kaj bi torej morali poučevati v 21. stoletju, ko učence izobražujemo za poklice, ki še ne obstajajo? Številni pedagoški strokovnjaki pravijo, da bi se morali posvetiti poučevanju t. i. 'štirih K-jev': kritičnega mišljenja, komuniciranja, kooperativnosti in kreativnosti (Davison, 2017).

»Če boste leta 2050 hoteli dohajati svet, boste morali razvijati nove ideje in izdelke, predvsem pa se boste morali znova in znova prilagajati.« (Harari, 2019)

Zato našim učencem ponudimo možnost, da v šoli razvijajo nove ideje, načrtujejo, oblikujejo, konstruirajo nek izdelek, ali pa prilagodijo in izboljšajo že narejenega ter pri tem uporabijo vso usvojeno znanje, veščine in spretnosti. Naj **ustvarjajo**, saj je to najvišja stopnja Bloomove taksonomije spoznavnih procesov. V začetku naj izdelujejo že znane stvari in ob tem dobivajo ideje za izboljšave. Samo pričeti je potrebno z izdelovanjem. Pri izdelovanju se medpredmetno povežemo z likovno umetnostjo, tehniko in tehnologijo, fiziko ...

V SSKJ je razloženo, da je izdelek nekaj, kar je izdelano, narejeno. Lahko je narejeno z ročnim, strojnim delom ali pa z umskim delom.

Učni načrt (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011) za matematiko v OŠ spodbuja različne oblike preverjanja in ocenjevanja znanja. Tako so med načini ocenjevanja izrecno navedeni praktični izdelki, npr. izdelava dodekaedra.

Med cilji v učnem načrtu je navedeno tudi, da učenci izdelujejo mreže teles, modele teles in likov, modelirajo fizične objekte z geometrijskimi modeli (npr. fizični model strehe modeliramo z geometrijskim modelom piramide). Ob modeliranju s konkretnimi materiali (npr. pri oblikovanju sestavljenih teles, modeliranju hiše, strehe, vrta, poljubne zgradbe ...) učenci prevzamejo aktivno vlogo pri učenju, ob tem razvijajo geometrijske predstave in abstraktno matematično mišljenje.

Že Piaget (Labinowicz, 2010) je poudarjal, da se matematika začne z ukvarjanjem s predmeti, saj tako fizično (dotikanje, dviganje, stiskanje ...) kot matematično logično spoznanje (usklajevanje mentalnih in fizičnih dejavnosti) vključujeta ukvarjanje s predmeti. Otroci so radovedni, radi vstopajo v interakcije s predmeti in ljudmi, saj preko njih osmišljajo svet okoli sebe. V šoli bi morali učencem zagotoviti okolje, ki bi vzpodbujalo prehod na višje ravni intelektualnega razvoja. V nižjih razredih naj učitelj premišljeno izbira pripomočke, s pomočjo katerih se bodo učenci učili, starejši učenci pa naj take pripomočke za učenje izdelujejo sami.

»Učence spodbujamo k načrtovanju in izdelovanju različnih modelov, npr. teles, likov, številskih premic, ulomkov idr., ob čemer se jim lahko porajajo zanimiva raziskovalna vprašanja, ki vnašajo v pouk življenjskost, problemskost in zanimivost.« (Mešinovič, 2017)

Tudi na predmetni stopnji osnovne šole in v srednji šoli je pomembno, da imajo učenci možnost manipulirati s konkretnim materialom, saj na ta način konkretizirajo abstraktne pojme, na podlagi katerih razvijajo abstraktno mišljenje. Pomembno je tudi, da imajo možnost, da pripomočke, makete in modele izdelujejo sami, saj se na ta način največ naučijo. Ogromno se naučijo tudi tako, da sošolcu z lastnim besedami, prikazi ali modeli pomagajo pri razumevanju zahtevnejših pojmov. Na ta način tudi sami poglobijo razumevanje.

Po raziskavah v spominu ohranimo približno 20 % tega, kar slišimo, 30 % tega, kar vidimo, 50 % tega, kar slišimo in vidimo hkrati, ter 90 % tega, kar naredimo (Markovac, 1992 v (Mešinovič, 2017)).

Učenci se med seboj ne razlikujejo le v umskih sposobnostih, ampak tudi v stilih zaznavanja, spoznavanja in učenja. Stil zaznavanja opredeljuje zaznavni kanal — čutilo (vid, sluh, tip ...), ki mu posameznik daje prednost pri sprejemanju in notranji predstavitvi čutnih vtisov iz okolja. Ločimo se namreč po tem, katerim čutnim vtisom dajemo prednost pri zaznavanju, predstavljanju, učenju in sporočanju. Tako poznamo vizualni (oz. vidni), avditivni (slušni) in kinestetično-čustveni stil zaznavanja (Marentič-Požarnik B., 2014).

Z izdelovanjem različnih predmetov (modeli teles, makete ...) pridobivanje in izkazovanje znanja približamo tudi in predvsem učencem, pri katerih prevladuje kinestetično-čustveni stil zaznavanja. Taki učenci so fizično naravnani, ljudi in stvari se radi dotikajo, se jim približajo, da jih podrobneje proučijo iz vseh strani in iz vseh vidikov. Učijo se s preizkušanjem in z dejavnostjo oz. delom tako, da rokujejo z različnimi predmeti in jih izdelujejo, se ogromno gibljejo in si stvari ogledujejo, saj si tako več zapomnijo. Učitelji matematike se pogosto pri poučevanju preveč osredotočamo na posredovanje znanja na načine, s katerimi se sami najlažje učimo in ne pomislimo na to, da so učenci drugačni.

Izdelki – igre pri matematiki

V razvojni skupini so se učiteljice pri pouku matematike v osnovni šoli osredotočile na izdelavo konstruktorskih izdelkov pri geometrijskih vsebinah po zaključku obravnavanih sklopov. Za naše konstruktorske izdelke lahko rečemo, da jih uvrščamo v kategorijo konstruktorskih iger, kjer smo uporabljali delno oblikovan material in tudi specialno narejene elemente za gradnjo (link kocke).

Za vrednotenje izdelkov smo zapisali naslednji predlog kriterijev uspešnosti:

- upoštevanje navodil za izdelavo,
- zapis in izvedba matematičnih postopkov,
- predstavitev postopka izdelave,
- opis/predstavitev izdelka.

Za primer dejavnosti Sestavljeno geometrijsko telo, ki je opisana v nadaljevanju, smo oblikovali podrobnejši predlog kriterijev uspešnosti s pripadajočimi opisniki na dveh ravneh. Ti kriteriji so bili vodilo in v pomoč učiteljem, ko so z učenci sooblikovali kriterije uspešnosti.

Preglednica 11: Kriteriji z opisniki za izdelavo sestavljenega geometrijskega telesa

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Upoštevano število različnih geometrijskih teles	Upoštevana je spodnja meja v navodilih. Telesa so preprosta.	Izdelana so različna, zahtevnejša (za izdelavo in računanje) telesa, tudi neenostavnih in nepravilnih oblik (vključeno je dodajanje in odvzemanje).
Opisana telesa, narisana skica, označene mere	Večina (vsi) opisov ima veliko matematičnih napak ali so pomanjkljivi. Skice so nepregledne in pomanjkljive.	Opis je matematično popoln, skica je pregledna, z vsemi pomembnimi podatki. Mere so pravilne. Skica je skladna z izdelkom.
Glede na mere so telesa (mreže) pravilno (natančno) izdelana ali obratno (iz obstoječih teles so pravilno izpisani podatki)	Modeli so nepopolni (nenatančno izdelani pregibi – robovi, neustrezni koti) oziroma se ne ujemajo z merami. Sestavljeno telo gradijo preprosta telesa.	Modeli teles so pravilno in natančno izdelani, sestavljeno telo je natančno sestavljeno.
Zapisani postopki za površino sestavljenega telesa	Izračuni so pomanjkljivi, delno napačni, enote niso vedno ustrezne. Stične ploskve niso upoštevane, končna rešitev je napačna.	Uporabljene formule so pravilne za posamezno telo, izračuni so pravilni s pravilnimi merskimi enotami. Upoštevane so stične ploskve pri računanju glede na izdelek, strategija je pravilna, končna rešitev je pravilna.
Zapisani postopki za prostornino sestavljenega telesa	Izračuni so pomanjkljivi, delno napačni, enote niso vedno ustrezne, strategija je delno pravilna.	Uporabljene formule so pravilne za posamezno telo, izračuni so pravilni s pravilnimi merskimi enotami. Strategija je pravilna, končna rešitev je pravilna.
Izdelek, postavljen v življenjsko situacijo	Življenjska situacija je pomanjkljiva oz. nesmiselna. Rešitev ni popolna, izračuni so delno pravilni.	Izdelek je postavljen v življenjsko situacijo, ki je pravilno rešena (realen objekt je narejen v ustreznim merilu, količina barve, število opek, masa telesa, ometa, število ploščic ...).
Predstavitev izdelka in postopka izdelave	Predstavitev je delno razumljiva, vsebuje matematične napake, izkazuje pomanjkljivosti v matematičnem razumevanju vsebine in terminologije.	Predstavitev izdelka je jasna, matematično pravilna, razvidno je razumevanje matematične vsebine in uporaba ustrezne terminologije.

8.2 Primeri iz prakse (Lidija Jug, Tatjana Kerin, Andrejka Kramar)

Učiteljice v razvojni nalogi so pripravile navodila za dejavnost Sestavljeno geometrijsko telo, ki so jo izvajale pri pouku matematike v 9. razredu, pri tem so učenci uporabili različne materiale (Lidija Jug, Tatjana Kerin).

Za 6. razred je opisana dejavnost oblikovanja geometrijskih teles z link kockami. Učenci so poglobili pojma površina in prostornina ter prepoznali in nadaljevali vzorce teles. Nato so zapisali splošne formule za površine in prostornine dobljenih teles (Andrejka Kramar).

8.2.1 Navodila za izdelavo: Sestavljeno geometrijsko telo (Lidija Jug)



1. Izdelava telesa

Iz poljubnega materiala izdelaj sestavljeno geometrijsko telo. Izdelek naj bo iz minimalno treh različnih geometrijskih teles (zgornje omejitve ni). Nastane lahko tudi z dodajanjem ali odvzemanjem različnih teles ali njihovih delov nekemu drugemu telesu. Bodi izviran.

Uporabiš lahko prazne embalažne škatle, ki jih zlepiš skupaj. Telesa lahko seveda tudi izdeláš sam iz kartona, lesa ... Seveda ves čas pazi na videz izdelka.

2. Merjenje in skica

Na list nariši skico (pazi na vse lastnosti) sestavljenega telesa. Skiciraj tudi posamezna geometrijska telesa, ki sestavljajo celotno telo. Posamezna telesa označi in zapiši njihove mere. Bodi natančen.

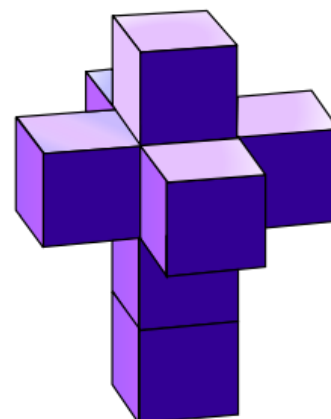
3. Površina in prostornina

Sledi računski del, kjer boš izračunal površino in prostornino sestavljenega telesa. Uporabi ustrezne obrazce in zapiši celoten postopek reševanja. Pomagaj si z vsem, kar si se naučil pri pouku.

Nalogo lahko popestriš in nadgradiš, tako da telo postaviš v življenjsko situacijo – mogoče ga prebarvaš (količina barve ...), izračunaš maso telesa (les) ...

Zaradi težjega zapisovanja matematičnih simbolov z računalnikom lahko zapisuješ v zvezek.

Pri delu ti želiva veliko ustvarjalnosti in zadovoljstva.



8.2.2 Izdelava sestavljenega geometrijskega telesa (Tatjana Kerin)

Učiteljica: Tatjana Kerin	Šola: OŠ Leskovec pri Krškem	Predmet: matematika	Razred: 9.	Število ur: 2
UČNI/TEMATSKI SKLOP: Geometrija in merjenje, geometrijska telesa				
Dejavnost: IZDELEK – Sestavljena geometrijska telesa				

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji:</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poznajo in uporabljajo vsebinske cilje sklopa <i>Geometrija in merjenje</i>; • samostojno oblikujejo izdelek – sestavljeno geometrijsko telo tako, da razpravljajo o potrebnih in zadostnih podatkih, pripravijo rešitve, izdelajo poročilo oz. predstavijo izdelek; • razvijajo kritični odnos do izdelkov. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uporabimo matematično znanje za izdelavo izdelka pri matematiki. • Izdelek postavimo v realno situacijo iz vsakdanjega življenja. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <p>Aktivnosti se izvajajo po obravnavi učnega sklopa Geometrijska telesa.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Izdelava izdelka – sestavljenega geometrijskega telesa <p>Učenci samostojno ali v manjši skupini na osnovi navodil (Priloga 1) izdelajo sestavljeno geometrijsko telo in rešijo zastavljene naloge po danih navodilih.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Sooblikovanje kriterijev uspešnosti na osnovi navodil 3. Vrednotenje izdelkov <p>Vrednotenje izdelkov in opravljenih nalog na osnovi kriterijev uspešnosti.</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> • izdelki učencev (Priloga 2)
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dosega standarde znanja glede na matematično vsebino izbranega tematskega sklopa; • uporablja matematiko pri reševanju problemov (izdelavi izdelka) iz vsakdanjega življenja; • v skladu z vsebinami osnovnošolske matematike uporablja matematično in nematematično terminologijo; • kritično reflektira lastno znanje (izdelek – igro in proces, ki je privedel do izdelka). 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Za sooblikovanje uporabimo predstavljene kriterije za vrednotenje izdelka – sestavljeno geometrijsko telo (Priloga 3).</p>		

Priloga 1: Navodila (povzeto po Lidiji Jug)

Navodila za izdelek: Sestavljeno geometrijsko telo

1. Izdelava telesa

Iz poljubnega materiala izdelaj sestavljeno geometrijsko telo. Izdelek naj bo iz minimalno treh različnih geometrijskih teles (zgornje omejitve ni). Nastane lahko tudi z dodajanjem ali odvzemanjem različnih teles ali njihovih delov nekemu drugemu telesu. Bodi izviren. Telesa izdelajš sam iz kartona, lesa ... Seveda ves čas pazi na izgled izdelka.



2. Merjenje in skica

Na list nariši skico (pazi na vse lastnosti) sestavljenega telesa.
Skiciraj tudi posamezna geometrijska telesa, ki sestavljajo celotno telo.
Posamezna telesa označi in zapiši njihove mere. Bodi natančen.

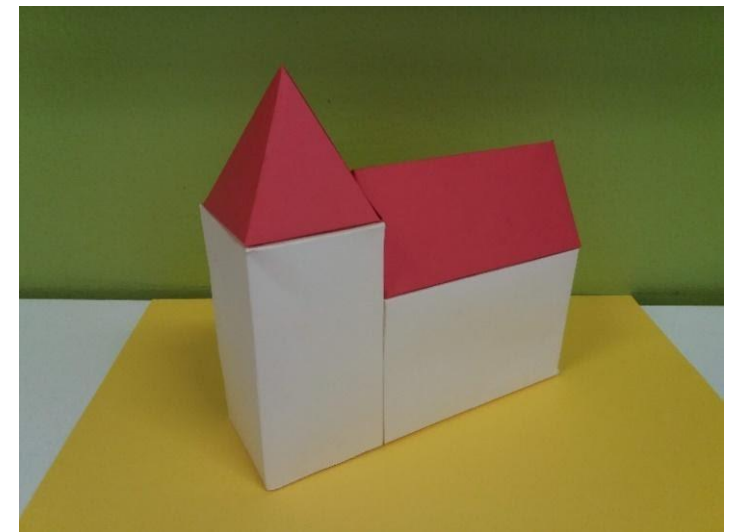
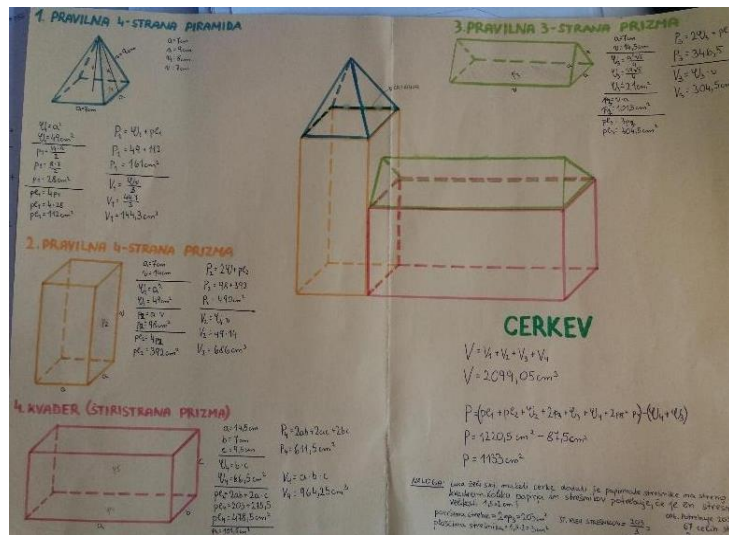
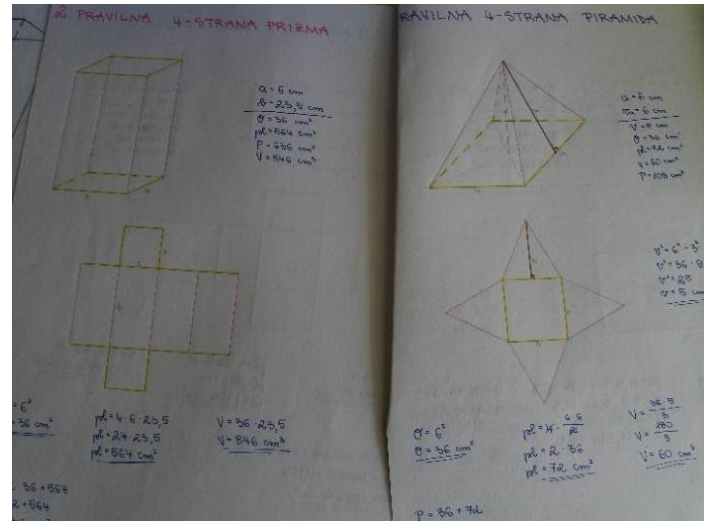
3. Površina in prostornina

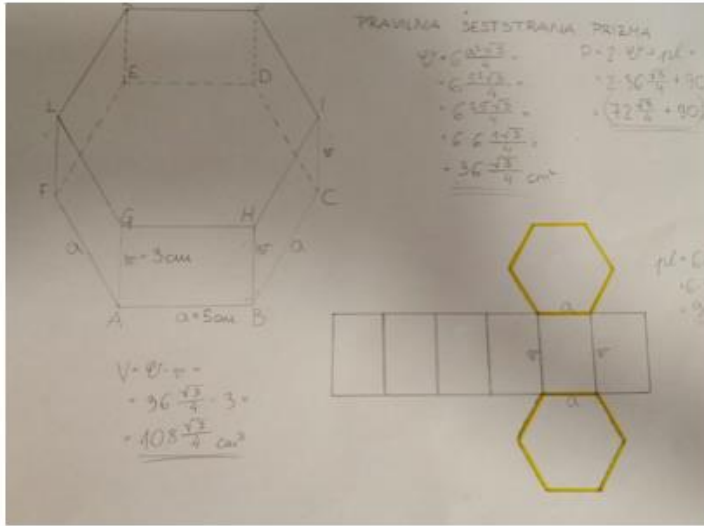
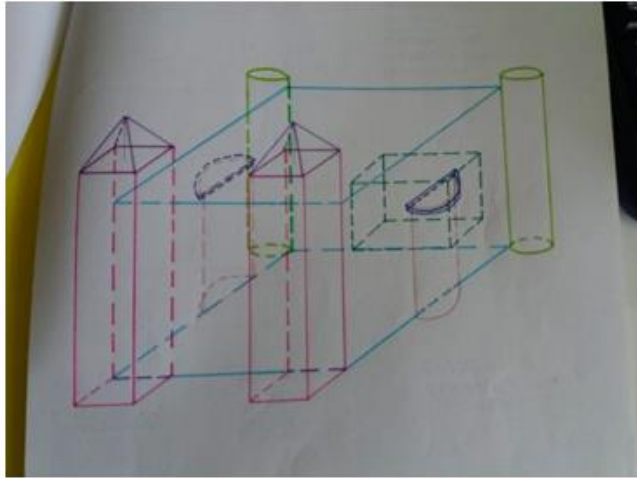
Sledi računski del, kjer boš izračunal površino in prostornino sestavljenega telesa.
Uporabi ustrezne obrazce in zapiši celoten postopek reševanja.

4. Postavitev v življenjsko situacijo

Nalogo nadgradiš tako, da telo postaviš v življenjsko situacijo – mogoče ga prebarvaš in izračunaš količino barve, izračunaš maso telesa (les), prikažeš realni življenjski problem, npr. izračuna stroškov za pleskanje sten, prekrivanje strehe, prostornina prostorov in izračun stroškov kurjave ...
Nalogi dodaj tudi fotografije vmesnih faz izdelave naloge – izdelka.
Zaradi težjega zapisovanja matematičnih simbolov z računalnikom lahko oblikuješ rokopis.

Prloga 2: Primeri izdelkov učencev



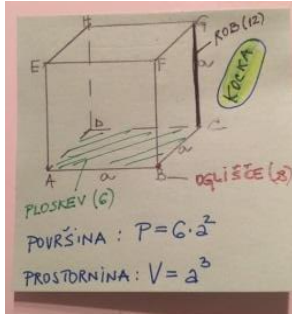


Priloga 3: Kriteriji uspešnosti

Kriterij	Opisnik za minimalni dosežek	Opisnik za optimalni dosežek
Upoštevano število različnih geometrijskih teles	Upoštevana je spodnja meja v navodilih in telesa so preprosta.	Izdelana so različna, zahtevnejša (za izdelavo in računanje) telesa, tudi neenostavnih in nepravilnih oblik (vključeno je dodajanje in odzemanje).
Telesa so opisana, narisana je skica, označene so mere	Opis ima veliko matematičnih napak ali je pomanjkljiv (večina ali vsi). Skice so nepregledne in pomanjkljive. Skica je skladna z izdelkom.	Opis je matematično popoln, skica je pregledna in z vsemi pomembnimi podatki. Mere so pravilne.
Glede na mere so telesa (mreže) pravilno (natančno) izdelana ali obratno (iz obstoječih teles so pravilno izpisani podatki)	Modeli so nepopolni (nenatančno izdelani pregibi – robovi, neustrezni koti) oziroma se ne ujemajo z merami. Sestavljeno telo gradijo preprosta telesa.	Modeli teles so pravilno in natančno izdelani, sestavljeno telo je natančno sestavljeno.
Zapisani postopki za površino sestavljenega telesa	Izračuni so pomanjkljivi, delno napačni, enote niso vedno ustrezne. Stične ploskve niso upoštevane, končna rešitev je napačna.	Uporabljene formule so pravilne za posamezno telo, izračuni so pravilni s pravilnimi merskimi enotami. Upoštevane so stične ploskve pri računanju glede na izdelek. Strategija je pravilna, končna rešitev je pravilna.
Zapisani postopki za prostornino sestavljenega telesa	Izračuni so pomanjkljivi, delno napačni, enote niso vedno ustrezne, strategija je delno pravilna.	Uporabljene formule so pravilne za posamezno telo, izračuni so pravilni s pravilnimi merskimi enotami. Strategija je pravilna. Končna rešitev je pravilna.
Izdelek, postavljen v življenjsko situacijo	Življenjska situacija je pomanjkljiva/nesmiselna. Rešitev ni popolna, izračuni so delno pravilni.	Izdelek je postavljen v življenjsko situacijo, ki je pravilno rešena (realen objekt je narejen v ustreznim merilu, količina barve, opeke, masa telesa, ometa, število ploščic ...).
Predstavitev izdelka in postopka izdelave	Predstavitev je delno razumljiva, vsebuje matematične napake, izkazuje pomanjkljivosti v matematičnem razumevanju vsebine in terminologije.	Predstavitev izdelka je jasna, matematično pravilna, vidi se razumevanje matematične vsebine in terminologije.

8.2.3 Prostornina in površina teles, sestavljenih z link kockami (Andrejka Kramar)

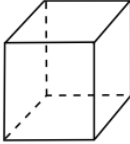

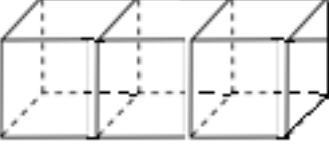

Učiteljica: Andrejka Kramar	Šola: OŠ Žirovnica	Predmet: matematika	Razred: 6.
Učni/tematski sklop: Prostornina in površina			Število ur: 3

UČNI NAČRT	OBLIKOVANO/NAČRTOVANO SKUPAJ Z UČENCI		
<p>Učni cilji: GEOMETRIJA IN MERJENJE</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> spoznavajo površino in prostornino geometrijskih teles; razvijajo geometrijske predstave; razvijajo natančnost; skicirajo kocko (poševno projekcijo); izračunajo ploščino kvadrata z uporabo obrazcev in ju uporabljajo pri izračunu površine kocke; spoznavajo pojem površina in prostornina geometrijskih teles ob različnih aktivnostih; izračunajo površino kocke (brez obrazcev); opredelijo pojem prostornina in primerjajo prostornini dveh teles; razlikujejo med prostornino in površino (posebej na preprostih telesih). <p>DRUGE VSEBINE</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> sistematično zapišejo štetje in meritve ter jih smiselno vpišejo v preglednico; razporedijo izide meritev v smiselne skupine. 	<p>Nameni učenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> Spoznam površino in prostornino sestavljenih geometrijskih teles. Razvijam geometrijske predstave in natančnost. Izračunam površino in prostornino kocke. Razlikujem površino in prostornino. Poiščem vzorec in ga nadaljujem. Rešujem odprte problemske situacije in postavljam raziskovalna vprašanja. Na konkretnih modelih sistematično zapišem štetje in to smiselno vpišem v preglednico. 	<p>Učne dejavnosti, metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> Preverjanje predznanja <p>Ponovimo vse, kar smo se naučili o kocki. <u>Metoda:</u> Samostojno reševanje "post listka – plonkca", usklajevanja napisanega v skupini, kjer si izmenjajo mnenja in uskladijo stališče. <u>Naloga:</u> Naredi "post plonkec" – listek, na katerem bo vse, kar veš o kocki.</p> <ul style="list-style-type: none"> Učenje s preiskovanjem in izdelava izdelkov po navodilu <p><u>Metoda:</u> Učenci v skupini s pomočjo učnega lista ugotavljajo vzorec in zapisujejo prostornino in površino sestavljenega telesa. Pri tem si lahko pomagajo s sestavljanjem enotskih kock.</p> <p><u>Naloga:</u> Sestaviti narisano geometrijsko telo, ugotoviti vzorec in prostornino ter površino sestavljenega telesa (Učni list 1).</p> <ul style="list-style-type: none"> Učenje s preiskovanjem in izdelava izdelkov po navodilu ter samostojno oblikovanje izdelka <p><u>Metoda:</u> Učenci v skupini sestavijo dve narisani geometrijski telesi in zanju zapišejo prostornino in površino. Narisani telesi poskušajo nadgraditi s svojo dopolnitvijo naloge (npr. poiščejo in nakažejo kak vzorec).</p>	<p>Učenčevi izdelki oz. dokazi, ki izhajajo iz pogovorov ali opazovanj pri pouku:</p> <ul style="list-style-type: none"> Narejen "post plonkec" listek.  <ul style="list-style-type: none"> Izpolnjen učni list (Učni list 1), v katerega učenci vpišejo število kock in prostornino telesa, število ploskev, ki omejujejo telo in površino telesa. Učenci geometrijsko telo sestavijo in poskušajo ugotoviti vzorec in napisati rešitev za n-to telo.

<p>MATEMATIČNI PROBLEMI IN PROBLEMI Z ŽIVLJENJSKIMI SITUACIJAMI</p> <p>Učenci/učenke:</p> <ul style="list-style-type: none"> rešijo odprte probleme, razčlenijo problemsko situacijo in postavljajo raziskovalna vprašanja; uporabljajo različne oblike predstavljanja problemske situacije (fizični ali abstraktni modeli, geometrijske konstrukcije, vzorci ...); pri reševanju problemov uporabljajo matematična pravila, formule, definicije; prepoznajo pravilo v vzorcu in ga nadaljujejo; oblikujejo vzorce. 		<p>Nato še sami sestavijo svoje geometrijsko telo, za katerega izračunajo prostornino in površino. Svoj izdelek zamenjajo z izdelkom učencev druge skupine ter napišejo rešitev.</p> <p><u>Naloga:</u> Sestaviti narisano geometrijsko telo, ugotoviti vzorec ter dopolniti nalogo. Narediti svoj izdelek in zapisati prostornino ter površino sestavljenega telesa. Izdelek zamenjati s sošolci (Učni list 2).</p> <ul style="list-style-type: none"> Nameni učenja in kriteriji uspešnosti <p>Učitelj skupaj z učenci oblikuje namene učenja in kriterije uspešnosti. Učenci sproti vnašajo zapise v preglednico (Učni list 3: Kriteriji uspešnosti).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Izpolnjen učni list (Učni list 2), v katerega učenci vpišejo zahtevano. Izpolnjen učni list (Učni list 3) s kriteriji uspešnosti.
<p>Standardi znanja/učni dosežki:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> razlikuje med površino in prostornino; oblikuje modele kocke/kvadra ter računa površino in prostornino; oblikuje vzorce in jih nadaljuje; reši matematične probleme in probleme iz vsakdanjega življenja; opiše problemsko situacijo z matematičnim jezikom. <p>MINIMALNI STANDARDI ZNANJA:</p> <p>Učenec/učenka:</p> <ul style="list-style-type: none"> izmeri površino in prostornino kocke in kvadra; reši matematični problem in problem z življenjsko situacijo. 	<p>Kriteriji uspešnosti:</p> <p>Kriteriji uspešnosti za prostornino in površino kocke (Učni list 3)</p> <p>Z učenci kriterije uspešnosti sproti dopolnjujemo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Kako bom preveril in pokazal, da znam? <p>Ko skupina za izdelek druge skupine zapiše rešitev, rešitev vrne skupini, ki je telo sestavila. Učenci te skupine rešitev pregledajo in v primeru neuspeha naredijo načrt izboljšave in učence z vprašanji in napotki usmerijo v rešitev. Učenci sami drug drugemu napišejo povratno informacijo.</p> <p>Preverjanje naučenega za posameznega učenca: vsak učenec sam naredi izdelek, zanj napiše tudi rešitev. Učenci si izdelke izmenjajo med seboj in opravijo vrstniško vrednotenje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Samostojno preverjanje rešitev druge skupine in pisanje povratne informacije.

Učni list 1: Površina in prostornina kocke – 6. razred (1. del)

Poskušajte poiskati vzorec in zapisati splošno formulo za n-to telo. Rob kocke je dolg a.


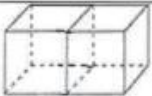

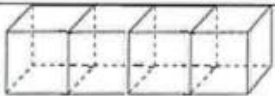
	1. telo	2. telo	3. telo	4. telo	10. telo	100. telo	n-to telo
Slika								
Število kock								
Prostornina telesa								
Število ploskev, ki omejujejo telo								
Površina telesa								

Zapišite, če vam je tak način dela – raziskovanje všeč. Zakaj da oziroma ne? Na katere težave ste pri reševanju naleteli?

Izdelka učencev:

POVRŠINA IN PROSTORNINA KOCKE - 6. RAZRED (1. DEL)

Poskušajte poiskati vzorec in zapisati splošno formulo za n-to telo. Rob kocke je dolg a.


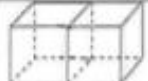

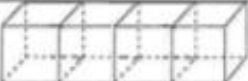
	1. telo	2. telo	3. telo	4. telo	...	10. telo	100. telo	n-to telo
Slika								
Število kock	1	2	3	4		10	100	n
Prostornina telesa	$a \cdot a \cdot a = a^3$	$2 \cdot a^3$	$3 \cdot a^3$	$4 \cdot a^3$		$10 \cdot a^3$	$100 \cdot a^3$	$n \cdot a^3$
Število ploskev, ki omejujejo telo	6	10	14	18		42	402	m
Površina telesa	$a^2 \cdot 6$	$a^2 \cdot 10$	$a^2 \cdot 14$	$a^2 \cdot 18$		$a^2 \cdot 42$	$a^2 \cdot 402$	$m \cdot a^2$

Zapišite, če vam je tak način dela – raziskovanje všeč. Zakaj da oziroma ne?

Tak način raziskovanja nam je všeč, saj se učimo sprostke igre in delamo skupaj.

POVRŠINA IN PROSTORNINA KOCKE - 6. RAZRED (1. DEL)

Poskušajte poiskati vzorec in zapisati splošno formulo za n-to telo. Rob kocke je dolg a.

	1. telo	2. telo	3. telo	4. telo	...	10. telo	100. telo	n-to telo
Slika								
Število kock	1	2	3	4		10	100	
Prostornina telesa	a^3	$2a^3$	$3a^3$	$4a^3$		$10a^3$	$100a^3$	
Število ploskev, ki omejujejo telo	6	10	14	18		42	402	
Površina telesa	$6 \cdot a^2$	$10 \cdot a^2$	$14 \cdot a^2$	$18 \cdot a^2$		$42 \cdot a^2$	$402 \cdot a^2$	

Zapišite, če vam je tak način dela – raziskovanje všeč. Zakaj da oziroma ne?

Da. Zato ker je zanimivo raziskovati površino, št. ploskev, prostornino; ...
 Pa še radi sestavljamo kocke. Poleg tega se iz tega
 načina zelo veliko naučijo.

Učni list 2: Površina in prostornina kocke - 6. razred (2. del)

Iz enotskih kock sta sestavljeni dve geometrijski telesi. Kako bi izračunal površino in prostornino teh dveh teles? Lahko ju sestavite tudi sami.

	Sestavljeno telo	Sestavljeno telo
Slika		
Prostornina telesa		
Površina telesa		

Bi pri tej nalogi lahko še kaj raziskal in nalogo nadgradil? Kako? Zapiši svojo nadgradnjo in nakaži rešitev. Je nakazan kakšen vzorec?

Iz enotskih kock še sami sestavite poljubno geometrijsko telo. S sošolci iz druge skupine sestavljeni telesi izmenjajte in izračunajte njuno površino in prostornino. Narišite tudi sliko sestavljenega telesa. Pri sestavljanju bodite izvirni.

NAŠ IZDELEK	IZDELEK DRUGE SKUPINE
Prostornina telesa:	Prostornina telesa:
Površina telesa:	Površina telesa:

Izdelka učencev:

POVRŠINA IN PROSTORNINA KOCKE - 6. RAZRED (2. DEL)

Iz enotskih kock sta sestavljeni dve geometrijski telesi. Kako bi izračunal površino in prostornino teh dveh teles? Lahko ju sestavite tudi sami.

	Sestavljeno telo	Sestavljeno telo
slika		
Prostornina telesa	$84 \cdot a^3$	$19a^3$
Površina telesa	$162 \cdot a^2$	$78a^2$

Bi pri tej nalogi lahko še kaj raziskal in nalogo nadgradil? Kako? Zapiši svojo nadgradnjo in nakaži rešitev. Je nakazan kakšen vzorec?

Jajčnik ima 4 plasti. Kakor bi našli zaporedje in ugotovili kakšno površino ima 7 ali 10 plast. 7 plast ima $42 \cdot a^2$ (površina telesa) 10 plast ima $108 \cdot a^2$ (površina telesa) ja.

Iz enotskih kock še sami sestavite poljubno geometrijsko telo. S sošolci iz druge skupine sestavljeni telesi izmenjajta in izračunajta njuno površino in prostornino. Narišite tudi sliko svojega telesa. Pri sestavljanju bodite izvirni!

NAŠ IZDELEK	IZDELEK DRUGE SKUPINE
Prostornina telesa: $9a^3$	Prostornina telesa: $15 \cdot a^3$
Površina telesa: $34 \cdot a^2$	Površina telesa: $53 \cdot a^2$

POVRŠINA IN PROSTORNINA KOCKE - 6. RAZRED (2. DEL)

Iz enotskih kock sta sestavljeni dve geometrijski telesi. Kako bi izračunal površino in prostornino teh dveh teles? Lahko ju sestavite tudi sami.

	Sestavljeno telo	Sestavljeno telo
slika		
Prostornina telesa	$84 a^3$	$19 a^3$
Površina telesa	$6 \cdot 84 a^2$	$6 \cdot 19 a^2$

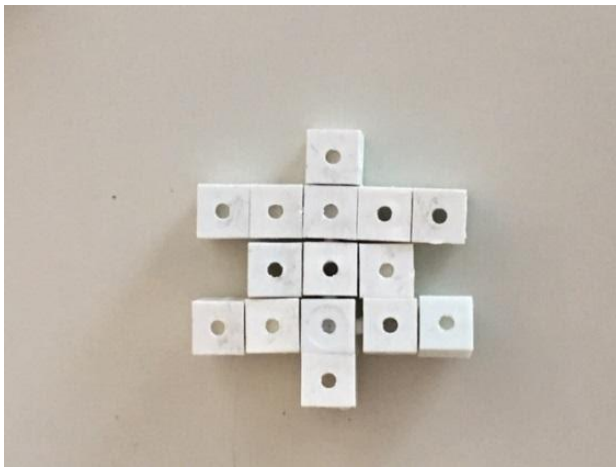
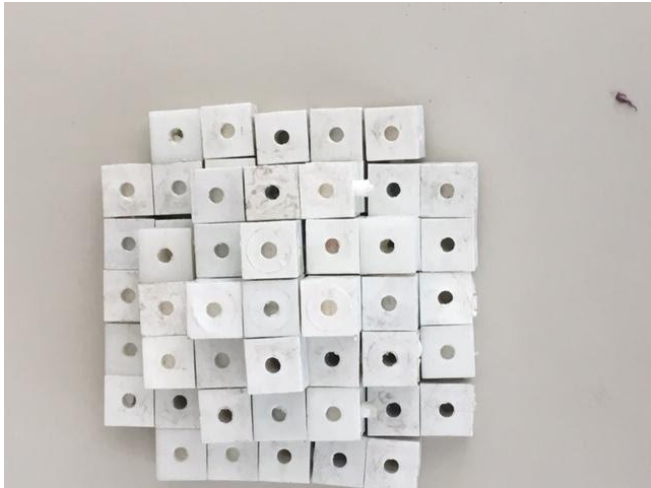
Bi pri tej nalogi lahko še kaj raziskal in nalogo nadgradil? Kako? Zapiši svojo nadgradnjo in nakaži rešitev. Je nakazan kakšen vzorec?

Ja. Da bi pri vsakem liku dodal še kocke. 1. $165 a^3, 6 \cdot 165 a^2$
 Da. nakazano je nadaljevanje zaporedja. 2. $24 a^3, 6 \cdot 24 a^2$

Iz enotskih kock še sami sestavite poljubno geometrijsko telo. S sošolci iz druge skupine sestavljeni telesi izmenjajte in izračunajte njuno površino in prostornino. Narišite tudi sliko svojega telesa. Pri sestavljanju bodite izvirni!




NAŠ IZDELEK	IZDELEK DRUGE SKUPINE
<p>$125 + 29 = 154$ $154 + 125 = 279$</p>	
Prostornina telesa: $279 a^3$	Prostornina telesa:
Površina telesa: $6 \cdot 279 a^2$	Površina telesa:

Izdelana geometrijska telesa:



Učni list 3: Prostornina in površina kocke

Kriteriji uspešnosti:

<p style="text-align: center;">USPEŠEN BOM, KO BOM:</p>	<p style="text-align: center;">  Sem dosegel. </p>	<p style="text-align: center;">  Sem delno dosegel. </p>	<p style="text-align: center;">  Nisem še dosegel. </p>
Poznal kocko in njene značilnosti.			
Poznal obrazec za površino kocke in jo znal izračunati.			
Razumel površino kocke, tudi sestavljenih teles.			
Poznal obrazec za prostornino kocke in jo znal izračunati.			
Razumel prostornino kocke, tudi sestavljenih teles.			
Razlikoval med prostornino in površino (posebej na preprostih telesih).			
Znal poiskati vzorec in ga nadaljevati.			

8.3 Primeri dejavnosti (mag. Mateja Sirnik, mag. Sonja Rajh)

Našteti je še nekaj primerov dejavnosti izdelovanja modelov pri pouku matematike.

Izdelava modelov geometrijskih likov:

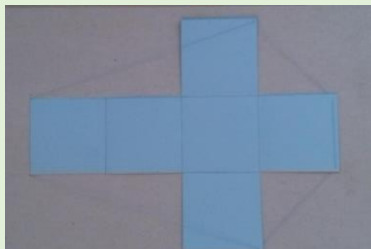
- izdelava modelov več različnih neskladnih pravokotnikov z enako ploščino ali z enakim obsegom,
- izdelava modelov več različnih neskladnih trikotnikov/paralelogramov/trapezov/deltoidov z enako ploščino.

Izdelava modelov geometrijskih teles:

- izdelava statičnih modelov geometrijskih teles

Statični modeli	Enostavna telesa	Sestavljena telesa	Platonska telesa
“Žični” model (oglišča in robovi)			
Mreža telesa (mejne ploskve)			
Votla telesa (za ponazoritev prostornine)			
Polna telesa iz različnih materialov			

- izdelava dinamičnih modelov geometrijskih teles, ki so narejeni tako, da s potegom vrvice iz mreže sestavimo telo:



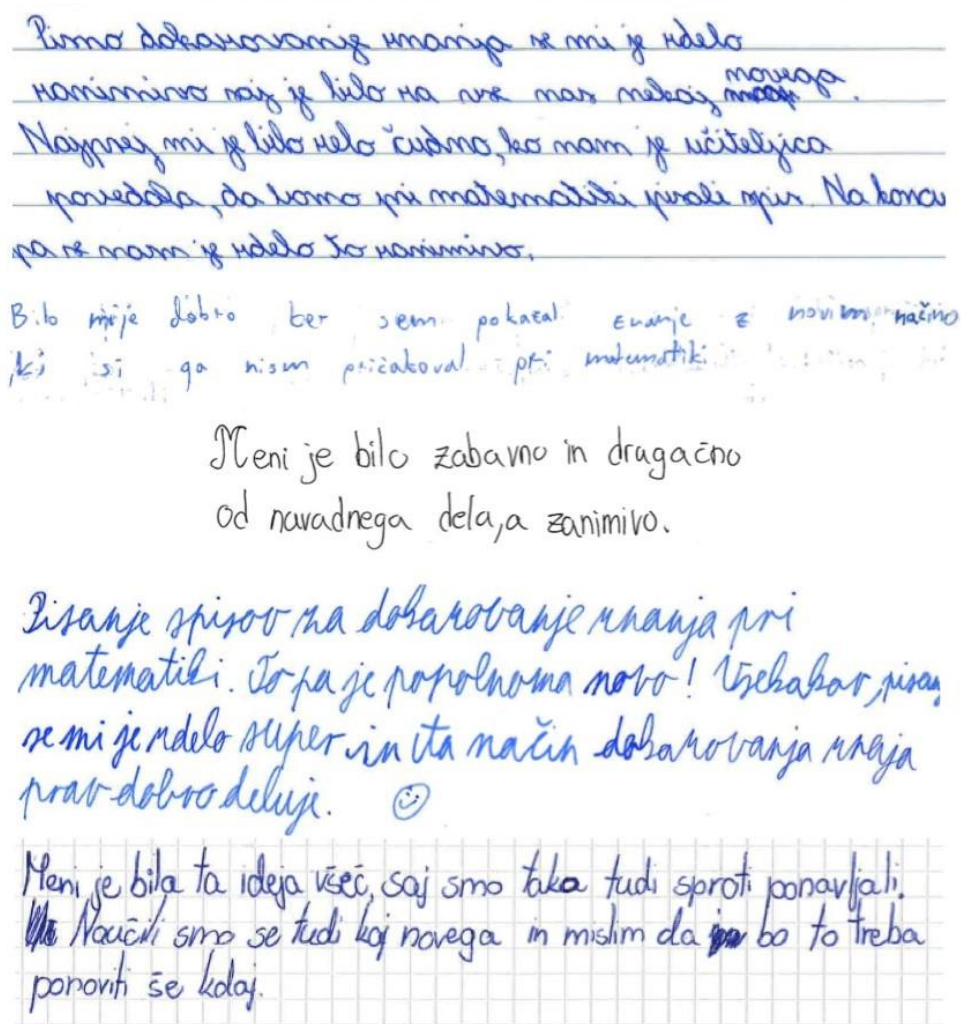
9 Zaključek (mag. Melita Gorše Pihler, Lidija Pulko)

V priročniku smo predstavili nekaj manj uveljavljenih oblik ugotavljanja matematičnega znanja, in sicer:

- preiskovalno nalogo,
- pisno besedilo,
- govorni nastop,
- vizualno predstavitev,
- didaktično igro,
- izdelek.

Teoretični uvodi v posamezna poglavja so zapisani z namenom, da predstavijo izbrane oblike za ugotavljanje matematičnega znanja, jih osmislijo in izpostavijo pomen, ki ga ima vsaka od teh pri pouku. Sledijo predstavitve izvedb, ki so obogatene s pripravami na aktivnosti, z evalvacijami učiteljev in z dokazi učencev.

Predstavljeno gradivo je rezultat uvajanja in preizkušanja navedenih oblik ugotavljanja matematičnega znanja. Nekateri učitelji so svoje refleksije zapisali; le-te smo umestili ob njihove priprave na pouk. Tudi učenci so se odzvali na zanje nov način izkazovanja matematičnega znanja. Nekaj njihovih vtisov prikazuje Slika 16.



Slika 16: Vtisi učencev (Mentorica: Ana Canzutti)

Želimo vas spodbuditi, da tudi sami razširite nabor oblik ugotavljanja matematičnega znanja in učencem omogočite, da na raznolike načine izkažejo svoje znanje. Razmislite, katere izmed naštetih oblik bi vaše učence dodatno motivirale, jih izzvale, morda tudi odpravile katero izmed stigmatizacij matematike. Le-te velikokrat učence ohromijo že ob sami omembi matematike in niso nujno posledica slabih izkušenj učencev. Le povzamejo jih, izvorov v okolju je veliko. Tako kot navajata Hersh in John-Steiner, imamo učitelji matematike matematiko radi, zato želimo zmanjšati število tistih, ki jo sovražijo (Hersh, 2011).

Predlagamo, da najprej izberete učno vsebino, pri kateri bi želeli vpeljati in preizkusiti novo obliko ugotavljanja matematičnega znanja učencev. Skrbno premislite, katero obliko boste preizkusili, prilagodite jo skupini učencev, ki jo poučujete, njihovemu matematičnemu predznanju in izkušnjam z drugačnimi načini dela.

Premislek je potreben tudi, če poteka izobraževanje na daljavo. Nove oblike izkazovanja znanja bodo v tem primeru, morda še bolj kakor sicer, motivirale učence in jim omogočale, da izkažejo svoje znanje na način, ki je zanje zanimiv in primeren. Nadomestile bodo ustaljene oblike ugotavljanja znanja, ki so na daljavo težje izvedljive.


Individualne razlike med učenci lahko upoštevamo tako, da izberemo učno vsebino in posameznim učencem ali skupinam učencev omogočimo izbiro med predstavljenimi oblikami ugotavljanja znanja. Tako bodo lahko izbrali obliko izkazovanja znanja glede na svoj učni stil, znanje pa bodo na ta način lažje izkazali tudi učenci z učnimi in drugimi težavami in nadarjeni učenci. Učni stil je za posameznika značilna kombinacija učnih strategij, ki jih običajno uporablja v večini situacij (Marentič-Požarnik B. M., 1995, str. 76), torej tudi pri izkazovanju matematičnega znanja. V *Navodilih za izobraževalne programe s prilagojenim izvajanjem in dodatno strokovno pomočjo za devetletno osnovno šolo* je med načeli navedeno tudi načelo individualiziranega pristopa z diferenciranimi in individualiziranimi programi, ki upoštevajo otrokove oz. mladostnikove sposobnosti, pa tudi primanjkljaje in možnosti za doseganje standardov znanja (Kavkler, 2020). V priročniku *Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci* avtorica (Bezić, 2012) opomni, da so razlike med učenci lahko tudi vir učenja.

Radi bi izpostavili še nekaj oblik ugotavljanja matematičnega znanja, ki se jih v tem priročniku nismo dotaknili. Navajamo jih v Preglednici 12. Aktivnosti lahko izvedete tudi v okviru naravoslovnih, projektnih in tehniških dni ter drugih šolskih dejavnosti. Učenci bodo tako oblikovali različne dokaze svojega znanja ter hkrati dosegali cilje in izvajali dejavnosti medpredmetnih povezav, ki so navedene v učnih načrtih (Žakelj A. e., Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika., 2011, str. 77), (Žakelj A. e., 2008, str. 40):

- Na ravni vsebin: Obravnava interdisciplinarnih problemov.
- Na ravni procesnih znanj: Učenje in uporaba procesnih znanj.
- Na konceptualnem nivoju: Pri pouku matematike učenci tudi na osnovi izkušenj in spoznanj iz drugih predmetov obravnavajo ključne pojme z različnih predmetnih perspektiv, z namenom poglobljanja in razumevanja pojmov.

Tako bodo učenci pri pouku matematike tudi na osnovi izkušenj in spoznanj, pridobljenih pri drugih predmetih, obravnavali ključne pojme z različnih vidikov z namenom poglobljanja in razumevanja znanja.

Preglednica 12: Še nekaj oblik ugotavljanja matematičnega znanja

Oblika ugotavljanja znanja	Opis
<p>Analiza fotografije</p>	<p>Ali bi lahko učenci izkazali svoje znanje z analizo fotografije? Kakšno fotografijo izbrati? Katera znanja lahko učenec izkaže z analizo fotografije? Ali bi lahko učenci poiskali primeren motiv za tako dejavnost, ga fotografirali in nato analizirali fotografije sošolcev? Ali bi lahko učenci na osnovi fotografije sestavili matematične naloge? To so nekatera vprašanja, ki si jih lahko zastavi učitelj, če se loti ugotavljanja znanja učencev na tak način.</p> <p>Kako je fotografijo analiziral učitelj, lahko preberemo v reviji Matematika v šoli, kjer je objavljen članek učitelja Tineta Goleža (Golež, 2014).</p> <p>Primer fotografije, ki bi jo lahko analizirali učenci, je na Sliki 17. Več idej za izvedbo dejavnosti ob tej fotografiji najdemo na zadnji platnici zbornika povzetkov KUPM 2012 (Kmetič, 2012).</p> <div data-bbox="1134 1809 1453 1989" data-label="Image">  </div> <p data-bbox="1134 1989 1453 2045">Slika 17: Skrivnostna vrata (Avtorica: mag. Melita Gorše Pihler)</p>

Asociacija	<p>Nekateri učitelji pri ugotavljanju matematičnega znanja uporabljajo asociacije. Asociacija je v SSKJ (Slovar slovenskega knjižnega jezika, 2020) opredeljena kot »zveza, povezava med posameznimi pojmi, predstavami, tako da ena izzove drugo«.</p> <p>Nekaj primerov uporabe asociacij najdemo v članku učitelja Ivana Baumana. Članek je objavljen v reviji <i>Matematika v šoli</i> (Bauman, 2001). Avtor opisuje primere, kako z asociacijami obogati pouk in s tem motivira učence, da aktivneje sledijo in sodelujejo pri pouku.</p> <p>Kaj pa, če bi učenci pripravili asociacije za različne matematične pojme? Lahko učenec z zapisom asociacij izkaže svoje znanje? V nadaljevanju bi učenci svoje zapise predstavili sošolcem, le-ti pa bi na osnovi asociacij ugotavljali, kateri pojem je avtor imel v mislih.</p>
Gesta, gib	<p>Nekatera matematična znanja lahko učenci izkažejo z gibanjem telesa, npr. velikost kotov, osnovne geometrijske elemente, orientacijo v trikotniku, naklon premice ... Gesta je v SSKJ (Slovar slovenskega knjižnega jezika, 2020) opredeljena kot »gib, navadno z rokami, s katerim se kaj izraža ali poudarja, kretnja«.</p>
Grafični organizator	<p>Pri pouku matematike pogosto uporabljamo grafične organizatorje, npr.: pojmovno mrežo, miselni vzorec, Vennov diagram, primerjalno matriko ...</p> <p>Nekaj primerov grafičnih organizatorjev najdemo v priročniku <i>Formativno spremljanje pri matematiki</i> (Suban M. e., 2018). To so: slovar, predstavitev pojma na različne načine, skupne značilnosti in razlike idr. Slovar lahko uporabimo za ugotavljanje predznanja učencev pred začetkom obravnave neke vsebine ali za ugotavljanje znanja ob koncu sklopa. S predstavitvijo pojma na različne načine ugotavljamo učenčevo razumevanje izbranega pojma. Razumevanje matematičnih pojmov lahko ugotavljamo tudi z uporabo predloge za ugotavljanje skupnih značilnosti in razlik med pojmom. Za ugotavljanje razumevanja pojma število je pripravljena posebna predloga.</p>
Igra vlog, dramatizacija	<p>Znanje učencev lahko ugotavljamo z igro vlog, na primer tako, da učence postavimo v vlogo prodajalcev in kupcev (primeri situacij: računanje z decimalnimi števili, sklepanje iz enote na množino, odstotki ...). Morda učencem postavimo izziv, naj matematično znanje izkažejo z dramatizacijo (medpredmetna povezava s slovenščino ali tujim jezikom).</p>
Likovni izdelek	<p>Ali lahko ugotavljamo matematično znanje z ustvarjanjem likovnega izdelka (medpredmetna povezava z likovno umetnostjo)? Katere matematične vsebine so primerne za tako dejavnost? Npr. simetrija v naravi, zlati rez ...</p>
Matematična učna pot	<p>Poznamo različne učne poti (npr. naravoslovna, gozdna, čebelarstva ...), redko kdo pa je že slišal za matematično učno pot. Navadno učno pot pripravi strokovnjak na nekem področju, učenci pa se na tej poti učijo. Ali bi matematično znanje lahko ugotavljali tudi tako, da bi učence postavili pred izziv, npr. da pripravijo matematično učno pot?</p>
Okrogla miza/diskusija, debata	<p>Bi lahko znanje učencev ugotavljali z metodo okrogle mize oz. z diskusijo o izbrani temi, npr. kje vse se skriva matematika? Bi lahko učenci izkazali svoje znanje z debato (za ali proti), npr. ob trditvi, ki se glasi: Lika z enako ploščino imata enak obseg?</p> <p>Primer ugotavljanja znanja na osnovi diskusije najdemo v prispevku <i>Vodena razprava pri matematiki</i> (Škrinar Majdič, 2020). Učiteljici Majda Škinar Majdič in Irena Kovač opisujeta prednosti in izzive ocenjevanja znanja na osnovi vodene razprave.</p>
Pesem, skladba	<p>Podajamo primera, v katerih lahko učenci znanje matematike izkažejo tudi z vpletanjem matematičnih vsebin v pesem ali v skladbo. Na tak način učenci osmislijo projektno delo, izvedeno na medpredmetni ravni.</p> <p>Za učence, ki to zmorejo samostojno, nam primer predstavljata učiteljici Karmen Udovč in Andreje Perovič v prispevku <i>Izdelava multimedijских gradiv za matematiko</i>, ki je bil predstavljen na konferenci KUPM 2014 (Udovč, 2020).</p>

	<p>Kadar so učenci manj izkušeni, potrebujejo več vodenja. Po vsebini v priročniku <i>Formativno spremljanje na razredni stopnji</i> (Novak L. e., 2018, str. 72) smo priredili navodilo za pesem. Prirejeno navodilo je prikazano na Sliki 18.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Opiši štirikotnike tako, da napišeš pesem, ki vključuje:</p> <p>v prvi vrstici: pojem štirikotnik v drugi vrstici: 3 do 4 besede/besedne zveze, ki opisujejo ta pojem v tretji vrstici: enega od štirikotnikov, ki jih poznaš v četrti vrstici: 2 do 3 lastnosti izbranega štirikotnika v peti vrstici: dva štirikotnika, ki še nista bila omenjena v šesti vrstici: enake lastnosti teh dveh štirikotnikov v sedmi vrstici: lastnosti, po katerih se ta dva štirikotnika razlikujeta v osmi vrstici: enega ali dva štirikotnika, ki še nista bila omenjena v deveti vrstici: enega ali dva štirikotnika, ki še nista bila omenjena v deseti vrstici: pojem štirikotnik</p> </div> <p style="text-align: center;"><i>Slika 18: Navodilo za pesem o štirikotnikih</i></p>
<p>Projektna naloga</p>	<p>Izvedbo in predstavitev projektne naloge najdemo kot eno od možnih oblik ugotavljanja znanja v učnih načrtih in katalogih znanja za matematiko. Ob tem so poudarjeni interdisciplinarnost, sodelovanje in delo v timu ter uporaba tehnologije. V nadaljevanju navajamo primera iz prakse.</p> <p>Učiteljica Andreja Verbinc je z učenci izvedla projektno nalogo z naslovom <i>Organizacija izleta</i>. Učenci šestega razreda so načrtovali izlet za prijatelje: določili so kraj izleta v Sloveniji, opisali pot, izračunali stroške in čas, ki ga bodo potrebovali za izlet. Pri tem so uporabili svetovni splet. V članku so opisani priprava, potek, ocenjevanje in analiza projektne naloge (Verbinc, 2010).</p> <p>Učiteljici Vladka Gosak in Jolanda Orgl sta s skupino učencev petega, šestega in sedmega razreda izvedli projektno nalogo z naslovom <i>Jesenska matematika</i>. Glede na interese in sposobnosti učencev sta oblikovali pet skupin:</p> <ul style="list-style-type: none"> A prostornina in masa, B obseg drevesnega debla, C ploščina drevesnega lista, ponazoritev 1m², Č matematične oblike v naravi, matematično drevo, D simetrija v naravi, matematično drevo. <p>V članku so zapisani cilji, ki sta jih učiteljici zastavili, dejavnosti za učence in analiza opravljenega dela (Gosak, 2003).</p>
<p>Risanje po navodilih</p>	<p>Ali lahko učenec izkaže svoje znanje z risanjem po navodilih? Navodila po navadi pripravi učitelj. Bi lahko učence postavili pred izziv, naj pripravijo navodila za risanje? Ob tem bi jim povedali, katera matematična vsebina naj bo zajeta v navodilih, ki jih bodo pripravili. Katera znanja lahko učitelj ugotavlja na tak način? V nadaljevanju bi učenci risali po navodilih sošolcev. Vsak učenec bi sošolcu lahko napisal povratno informacijo o zapisanih navodilih, na osnovi katere bi avtor navodil le-ta izboljšal.</p>
<p>Statistična raziskava, empirična preiskava</p>	<p>V skladu z navedbami učnih načrtov in katalogov znanja za matematiko učenci pri pouku matematike načrtujejo in izvedejo statistično raziskavo, rezultate kritično analizirajo in jih predstavijo na najustreznejši način. Ob tem sta poudarjeni interdisciplinarnost in uporaba tehnologije.</p> <p>Splošna znanja o preiskavi in napotke, kako napisati empirično preiskavo, najdemo v i-učbeniku <i>Matematika 8</i> (Pev, 2020, str. 372-379).</p> <p>O izvedbi empirične preiskave pri pouku matematike lahko preberemo v priročniku <i>Posodobitve pouka v gimnazijski praksi — Matematika</i> (Žakelj A. e., Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Matematika, 2010). V prispevku <i>Od obdelave podatkov v osnovni šoli</i></p>

	<p><i>do statistike v gimnaziji</i> avtorica prof. dr. Amalija Žakelj navaja teoretična izhodišča, faze preiskovanj, cilje in katere elemente pri preiskavi bi bilo smiselno spremljati oz. ocenjevati. Prispevek vključuje primera empiričnih preiskav. V priročniku najdemo tudi prispevek <i>Primer statistične naloge</i> učiteljice Simone Pustavrh.</p> <p>Svoje izkušnje o napakah in nerodnostih v posameznih korakih empiričnih preiskav, ki jih je zasledil v izdelkih učencev in študentov, predstavlja dr. Zlatan Magajna v članku, ki ga lahko preberemo v reviji <i>Matematika v šoli</i> (Magajna Z., 2008).</p>
<p>Strip, animirani film</p>	<p>Učenci se srečajo s stripi z matematično vsebino v nekaterih učbenikih. Ti stripi so namenjeni predvsem motivaciji učencev pred začetkom obravnave matematične vsebine. Ali bi lahko učenci pripravili strip o kateri matematični vsebini? Ali bi lahko izdelali animirani film? Katera znanja bi s tem izkazali?</p> <p>Primer, kako s stripom in/ali animacijo nadomestiti besedilo, je opisan v članku Andreje Novak <i>Animirana vizualizacija besedilnih nalog</i> (Novak A., 2020).</p> <p>Učenci lahko pri ustvarjanju stripa ali animiranega filma z matematiko povezujejo različna predmetna področja, od pisanja scenarija (slovenščina) do zasnove likov in ozadja (likovna umetnost), pri animiranem filmu lahko vključimo tudi zvočno opremljanje (glasbena umetnost). Če se lotimo takega načina ugotavljanja znanja, nam je lahko v pomoč priročnik z naslovom <i>Animirajmo!</i> (Goetz, 2020).</p>
<p>Zgibanka/zloženka</p>	<p>Ko slišimo besedo zloženka, najpogosteje pomislimo na informativno ali reklamno zloženko. Poznamo tudi zloženke z matematično vsebino. To so povzetki vsebin z definicijami, formulami, tabelami ..., ki jih ponujajo različne založbe. Od teh bolj domiselne in uporabne so zloženke, ki jih izdelajo učenci sami.</p> <p>Nekaj primerov zloženek, ki so jih izdelali učenci pri pouku matematike, najdemo v predstavitvi učiteljice Lorete Hebar iz OŠ Jarenina (Hebar, 2020). Zloženke lahko uporabljamo v različne namene, eden od njih je tudi ugotavljanje matematičnega znanja učencev.</p>

Nabor oblik za ugotavljanje matematičnega znanja se na tem mestu ne konča. Ob preizkušanju predstavljenih dejavnosti si po lastni strokovno avtonomni presoji le-te prilagodimo, pri čemer upoštevamo tudi zmožnosti in individualne posebnosti učencev. Domislino se lahko še kakšne nove oblike, ki bo našla mesto pri usmerjanju in podpiranju učencev na poti do znanja.

Odprimo pot ustvarjalnosti pri učitelju in pri učencih. Naj bo ta priročnik korak k intelektualni svobodi učitelja. Če osvobodimo tudi učence, navaja Jo Boaler (Boaler, 2016), se lepota matematike pokaže v vsej svoji razsežnosti.

10 Viri in literatura

10.1 Viri

- Bauman, I. (2001). Asociacije pri pouku matematike. *Matematika v šoli, let. IX*, 50-54.
- Bezić, T. (2012). *Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. New York: John Wiley and Sons.
- Bognar, L. (1987). *Igra pri pouku na začetku šolanja*. Ljubljana: DZS.
- Burns, M. (2004). Writing in math. *Educational Leadership* 62 (2), 30-33.
- Calder, N. (2011). *Processing Mathematics Through Digital Technologies. The Primary Years*. Sense Publishers.
- Carretero, V. P. (2017). *Okvir digitalnih kompetenc za državljane: osem ravni doseganja kompetenc in primeri rabe: DigComp 2.1*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Davison, C. N. (2017). *The New Education: How to Revolutionize the University to Prepare Students for a World in Flux*. New York: Basic Books.
- Fisch, B. S. (2018). *Informatics and Communication Section - Section I ESC - Luxembourg. V International Approaches to STEM Education. CIDREE Yearbook 2018*. Luxembourg: Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques, ur. Mysore, S.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- Goetz, A. e. (2020, oktober, 12.). *Digitalna bralnica*. From ZRSSŠ: <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/animirajmo/files/assets/basic-html/index.html#1>
- Golež, T. (2014). Analiza fotografije kot primer realistične matematike. *Matematika v šoli, let. XX*, 70-72.
- Gosak, V. O. (2003). Jesenska matematika. *Matematika v šoli, let. X*, 34-40.
- Harari, Y. N. (2019). *21 nasvetov za 21. stoletje*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Hebar, L. (2020, oktober 11). *KUPM 2018*. From ZRSSŠ: <https://www.zrss.si/kupm2018/wp-content/uploads/2018/07/kupm-zlozenke-loreta-hebar.pdf>
- Hersh, R. J.-S. (2011). *Loving and Hating Mathematics Challenging the Myths of Mathematical Life*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Humar Kobal, I. (2020). Moč vrstniške povratne informacije. *Didakta* 208, 44-49.
- Japelj Pavešić, B. (2012). *Matematične naloge raziskave TIMSS. Mednarodna raziskava trendov znanja matematike in naravoslovja*. Ljubljana: Pedagoški inštitut Ljubljana.
- Kavkler, M. e. (2020, oktober 16). *Izobraževanje otrok s posebnimi potrebami*. From MIZŠ: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Izobrazevanje-otrok-s-posebnimi-potrebami/OS/Navodila_9-letna_OS.pdf
- Kmetič, S. e. (2012). *Mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike KUPM 2012. Zbornik povzetkov*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Kokol, A. (2012). *Učni pogovor med učiteljem in učenci pri pouku matematike. Diplomsko delo*. Maribor: Univerza v Mariboru. Filozofska fakulteta. Oddelek za pedagogiko.
- Labinowicz, E. (2010). *Izviri Piaget, Mišljenje - Učenje - Poučevanje*. Ljubljana: DZS.
- Magajna, Z. (2008). Pasti empiričnih preiskav. *Matematika v šoli, let. XIV*, 176-187.
- Magajna, Z. Ž. (2000). *Obdelava podatkov pri pouku matematike 6-9*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Marentič-Požarnik, B. (2014). *Psiholgija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.
- Marentič-Požarnik, B. M. (1995). *Izziv raznolikosti: stili spoznanja, učenja, mišljenja*. Nova Gorica: Educa.
- Mešinovič, S. C. (2017). *Učenje in poučevanje geometrije v osnovni šoli*. Koper: UP Koper.
- Novak, A. (2020, oktober 15). *KUPM 2012*. From ZRSSŠ: <https://www.zrss.si/pdf/zbornikprispevkovkupm2012.pdf>
- Novak, L. e. (2018). *Formativno spremljanje na razredni stopnji*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Pečjak, S. (2009). *Z igro razvijamo komunikacijske sposobnosti učencev*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Pev, M. e. (2020, oktober 18). *e-učbeniki*. From portal SIO: <https://eucbeniki.sio.si/mat8/837/index1.html>
- Rojko, C. e. (2007). *Katalog znanja. Matematika. (SSI)*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Rose, D. M. (2002). *Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning*. Massachusetts: Cast.
- Rutar Ilc, Z. (2012). *Ugotavljanje kompleksnih dosežkov: preverjanje in ocenjevanje v medpredmetnih in kurikularnih povezavah*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.

- Rutar, I. Z. (2004). *Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Slovar slovenskega knjižnega jezika. (2020, oktober 13). www.fran.si, Maribor, Slovenija.
- Suban, M. (2017). Učenje matematike s preiskovanjem. *Vzgoja in izobraževanje, št. 4, let. XLVIII*, Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Suban, M. e. (2018). *Formativno spremljanje pri matematiki. Priročnik za učitelje*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Škrinar Majdič, M. K. (2020, oktober 15). *KUPM 2016*. From ZRSS: <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/zbornik-prispevkov-kupm2016/files/assets/basic-html/index.html#200>
- Tomič, A. (2002). *Spremljanje pouka*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Udovč, K. P. (2020, oktober 15). *KUPM 2014*. From ZRSS: <https://www.zrss.si/pdf/zbornik-prispevkov-kupm2014.pdf>
- Verbinc, A. (2010). Organizacija izleta. *Matematika v šoli, let. XVI*, 29-37.
- Winslow, C. a. (2017). *Priročnik MERIA za poučevanje matematike s preiskovanjem*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Zupančič, K. (2013). *Vloga didaktičnih iger pri pouku*. Maribor: Pedagoška fakulteta Maribor.
- Žakelj, A. e. (2008). *Učni načrt. Matematika. Gimnazija: splošna, klasična in strokovna*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Žakelj, A. e. (2010). *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Matematika*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Žakelj, A. e. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.

10.2 Literatura

- Mrak Merlak, I., Umek, L., Jemec, J., Repnik, P. (2013). *Didaktične igre in druge dinamične metode*. Ljubljana: Salve.