

# Matematička igra Matoboj za srednju školu - projektiranje

---

Škobić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:166:804902>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-24**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTA U SPLITU

LUCIJA ŠKOBIĆ

**MATEMATIČKA IGRA MATOBOJ ZA  
SREDNJU ŠKOLU - PROJEKTIRANJE**

DIPLOMSKI RAD

Split, srpanj 2020.

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTA U SPLITU

ODJEL ZA MATEMATIKU

**MATEMATIČKA IGRA MATOBOJ ZA  
SREDNJU ŠKOLU - PROJEKTIRANJE**

DIPLOMSKI RAD

Neposredna voditeljica:

Željka Zorić, viši predavač

Studentica:

Lucija Škobić

Mentor:

doc. dr. sc. Gordan Radobolja

Split, srpanj 2020.

# Uvod

Donedavno, je u našim školama prevladavao tradicionalni oblik nastave. No uz sve tehnološke promjene i reformu u školstvu pokazala se potreba za korištenjem novih metoda i oblika rada u poučavanju matematike. Korištenje igara u nastavi matematike pokazalo se kao dobra strategija poučavanja matematike na svim razinama školovanja. Početkom 2017. godine kolegice Ana Karninčić i Marina Adžić su društvenu igru Codenames prilagodile za primjenu u nastavi matematike. Tako je nastao Matematički Codenames za 7. i 8. razred osnovne škole. Igra je nastala s ciljem provjere konceptualnog znanja učenika, razvoja njihovih kognitivnih sposobnosti, kreativnosti i snalažljivosti, ali i s ciljem zabave, socijalizacije te razvoja osjećaja grupne pripadnosti (Karninčić, 2019.). Nakon testiranja igre među učenicima dobila se pozitivna povratna informacija. Nakon toga, pojavila se prilika da kolegica Diana Dumančić i ja prilagodimo istu igru za srednje škole gimnazijskog programa. Za vrijeme dizajniranja igre, dogodila se promjena u školstvu Republike Hrvatske. Početkom 2019. godine je donesena Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. U skladu s promjenama u nastavnom planu i programu za gimnazije u Republici Hrvatskoj, kolegica Dumančić i ja smo dizajnirale prvu verziju Matematičke igre Codenames za srednju školu.

U prvom poglavlju diplomskog rada opisano je kako igre utječu u raznim poljima na razvoj djeteta. Također, opisana je uloga i korištenje igara u nastavi matematike te koje su prednosti i mane korištenja igara u nastavi matematike. U drugom poglavlju je opisan proces dizajniranja Matematičke igre Codenames za srednju školu te promjene koje su uvedene u igri.

# Sadržaj

Uvod.....	1
Sadržaj .....	2
Poglavlje 1 .....	3
Igre u nastavi matematike .....	3
1.1 Igra .....	3
1.2 Uloga i korištenje igre u nastavi matematike.....	4
1.3 Prednosti i nedostaci korištenja igre u nastavi matematike .....	5
1.4 Istraživanja o upotrebi igara u nastavi matematike.....	6
Poglavlje 2 .....	8
Igra Matoboj za srednju školu.....	8
2.1 Postavke igre.....	8
2.1.1 Matematički pojmovi .....	9
2.1.2 Ključ.....	13
2.2 Pravila igre .....	14
2.3 Cilj igre .....	18
Zaključak .....	20
Prilozi.....	21
Literatura.....	40

# Poglavlje 1

## Igre u nastavi matematike

Ne toliko davno, nastavni proces u našim školama odvijao se na tradicionalan način. Nastavnik je bio jedan od izvora znanja i zbog toga je njegova uloga bila aktivna u nastavnom procesu, za razliku od učenika koji su većinom bili pasivni sudionici nastavnog procesa. U vrijeme tehnološkog razvoja, u doba u kojem se do informacija brzo i lako dolazi nastavnici imaju pune ruke posla kako bi zadovoljili zahtjeve struke, a istovremeno zadovoljili potrebe modernog društva za kompetentnim i sposobnim građanima. Jedan od načina kojim ostvarujemo ciljeve nastave matematike i istovremeno osiguravamo da je ona učenicima efikasna i zanimljiva je korištenje igara u nastavi.

### 1.1 Igra

Ima mnogih definicija igre, a jedna od njih je: Igra je proces koji je dobrovoljno odabran, osobno usmjeren i intrinzično motiviran (Lester i Maudsley, 2007.; Klarin 2017.). Igra ima važnu ulogu u cjelovitom razvoju djeteta i bitan je dio odrastanja. Ona je poput posla, jer dijete pomoću nje najbolje uči, usvaja razne vještine, norme društva i socijalizira se.

Danas je poznato da je igra ključna za razvoj jer pridonosi kognitivnom, fizičkom, socijalnom i emocionalnom blagostanju djece i mladih. Igra uključuje aktivni angažman svojih igrača. Dijete kroz igru razvija grubu i finu motoriku, tjelesnu snagu, pravilno držanje te koordinaciju prstiju, očiju i ruku. Sve su to stavke fizičkog razvoja djeteta koje nisu zanemarive. Dijete kroz pokret zapaža, predočava, misli, mašta i pamti. Dakle, za kognitivni razvoj djeteta je vrlo važan nesmetan tjelesni razvoj i pokret. Kognitivni procesi koji se odvijaju tijekom igre isti su kognitivnim procesima prisutnim u učenju. Neki od važnijih kognitivnih procesa koji se pojavljuju tijekom igre su organizacija i divergentno mišljenje. Dobrom organizacijom dijete logičkim slijedom dolazi do cilja igre, a divergentnim mišljenjem uči razvijati različite ideje kako doći do cilja igre. Rekli smo da dijete kroz igru razvija i socio-emocionalne vještine. Socio-emocionalne vještine koje se razvijaju kroz igru su: samostalnost, odgovornost, poštivanje pravila, samokontrola, , društvenost, empatija i solidarnost. Na taj način dijete usvaja društvene oblike ponašanja, upoznaje odnose među ljudima, uči regulirati svoje ponašanje i svoj odnos prema drugima. Također, dijete kroz igru razvija i formira volju, samostalnost i odgovornost prema određenoj aktivnosti, jer dijete u igri slobodno bira i donosi odluke (Klarin, 2017.).

## 1.2 Uloga i korištenje igre u nastavi matematike

Tradicionalna nastava matematike pretežno je usmjerena na izvršavanje opsežnog, propisanog plana i programa. Stoga ne čudi da većina nastavnika matematike smatra da je glavni zadatak nastave matematike usvajanje propisanog gradiva. Zbog te želje da se sve odradi po propisanom planu i programu, učenici ispaštaju. Neki učenici čak usvoje određene postupke do automatizma, a da ih ne razumiju u potpunosti. Također, kroz školovanje su stekli mnoge vještine, ali kada se suoče s potrebom primjene matematike u stvarnosti, brzo i lako odustaju. Taj problem se javlja u nižim razredima osnovne škole, dok se u višim razredima produbljuje. Ako se ne potrudu u osnovnoj školi savladati i razumjeti gradivo iz matematike, učenici će u srednjoj školi teško nadoknaditi propušteno gradivo. Zbog nerazumijevanja matematičkih koncepata, učenici teško usvajaju nove sadržaje i gube volju za učenjem matematike. Nastavnici su uvidjeli da treba uvesti neke promjene u tradicionalnom načinu učenja i poučavanja što je najlakše provesti uvođenjem novih metoda i oblika rada. Tako je igra pronašla svoje mjesto u nastavi matematike.

Ključne komponente igre su: motivacija za dostizanje cilja, poštivanje postavljenih ciljeva, kontakt među sudionicima, te usvajanje novih znanja i vještina. Sad se postavlja pitanje: koji je cilj ovakvih aktivnosti u nastavi matematike ?

Cilj igre u nastavi matematike je:

- usvojiti temeljna matematička znanja, vještine i procese te uspostaviti i razumjeti matematičke odnose i veze
- osposobiti učenike za rješavanje matematičkih problema u svakodnevnom životu
- razvijati pozitivan odnos prema matematici, odgovornost za svoj uspjeh i napredak te svijest o svojim matematičkim postignućima
- razvijati apstraktno i prostorno mišljenje te logičko zaključivanje.

Igra se u nastavi matematike može primijeniti u svim etapama nastavnog procesa. Najčešće se koristi pri ponavljanju i uvježbavanju gradiva, ali može biti i motivacija u uvodnom dijelu, kao i refleksija na kraju sata. Također se može koristiti u svim oblicima rada: učenici mogu igrati samostalno (npr. križaljka), mogu igrati u paru ili u različitim skupinama.

Kada odlučimo primijeniti igru u nastavi trebamo paziti na neke stvari, a to su:

- nastavnik treba znati zašto i s kojim ciljem koristi neku igru te na početku treba upoznati učenike s ciljem i svrhom te iste igre
- nastavnik se treba dobro pripremiti za nastavu i provedbu igre te osigurati sva nastavna sredstva i pomagala da bi se igra mogla nesmetano odigrati
- nastavnik igru treba prilagoditi dobi, sposobnostima, nastavnoj cjelini, interesima i potrebama učenika u nekom odjelu. U nižim razredima igre trebaju biti jednostavne i trebaju imati jednostavna pravila. Što se ide prema višim razredima, to i sama igra može biti složenija.

- nastavnik pri pripremi igre treba paziti na dinamiku igre, jer ako su zadaci predugi gubi se interes učenika. Također, treba paziti i na duljinu igre, jer ako se igra koristi kao motivacija učenika za novo nastavno gradivo, ona ne bi trebala zauzeti većinu nastavnog sata. U slučaju da je igra predviđena za ponavljanje, bilo bi dobro da traje cijeli školski sat ili da ima mogućnost višestrukog igranja.
- nastavnik se treba pobrinuti da pravila igre ne zasjene matematičke sadržaje, sadržaji uvijek trebaju ostati dominantni. Kod provođenja igre treba pripaziti da se igra ne pretvori u natjecanje gdje je jedini cilj pobjeda nekolicine učenika.

## **1.3 Prednosti i nedostaci korištenja igre u nastavi matematike**

Igre u nastavi matematike se baš i ne koriste u nastavi jer mnogi nastavnici nemaju pozitivan stav prema njima. Smatraju da igre stvaraju buku, djeca se igraju i ništa ne nauče taj nastavni sat. Ukratko, nastavni sat gdje se upotrebljava igra kao metoda za učenje matematike smatraju izgubljenim satom.

Korištenje igara u nastavi matematike ima puno više prednosti. Moramo uzeti u obzir da djeca, pa čak i odrasli uživaju u igri. Kao što smo na početku rekli igra kod učenika pridonosi razvoju kognitivnih, fizičkih i socio-emocionalnih sposobnosti. Sama igra ih motivira na sudjelovanje, njihov emocionalni stav je pozitivan i na taj način se prenosi i na učenje. Tijekom igranja igre se postiže najveća koncentracija, a to je ono što mi tražimo od učenika. Igre u nastavi matematike mogu se primijeniti kod učenika različitih uzrasta i sposobnosti. Korištenje igre poboljšava odnos između učenika i svaki učenik dolazi do izražaja, čak i oni najpovučeniji. Osim velike primjenjivosti igre u nastavi matematike, učenici uče sami, ali i jedni od drugih. Za vrijeme igre djeca razvijaju proces organizacije i divergentnog mišljenja. Pri rješavanu matematičkog problema važno je na koji način će učenik riješiti zadani problem. Ako se radi o grupnom radu, učenici različito razmišljaju pa zajedničkom suradnjom odlučuju kako će doći do rješenja problema. Tada učenici razvijaju divergentno razmišljanje, jer uviđaju da različite ideje mogu dovesti do rješenja. S vremenom, kada im kognitivne sposobnosti budu razvijenije, tražit će ono rješenje koje je optimalno za zadani problem.

Kod učenika želimo razviti osjećaj odgovornosti i samostalnosti, ali i solidarnosti i empatije prema drugim učenicima. Kroz dobru pripremljenu igru u nastavi matematike, moguće je razviti te kvalitete kod učenika.

Neki od nedostataka su što se korištenje igre u nastavi može svesti na zabavu, a da uz to učenici ne nauče dano gradivo. Također, tokom provođenja igre, ako se svede na zabavu, nastavnik može izgubiti kontrolu nad radom i disciplinom. Da bi se to izbjeglo nastavnik kod pripreme igre mora pripaziti da sadržaj igre bude dominantan, a ne zabavni dio samog igranja. Zabavni moment igranja treba biti samo motivacija za učenje određenog matematičkog sadržaja. Kod provođenja bilo koje nastavne metode, postoji mogućnost neuspjeha. Ne treba se bojati neuspjeha. Većini učenika ovakav način rada je neobičan jer



se s njime nikad nisu susreli. Stoga treba pokušati igrati igru nekoliko puta. Nakon što se učenici upoznaju s takvim načinom rada, oni znaju što mogu očekivati i što trebaju raditi prilikom igranja, pa korištenje igara u nastavi matematike postaje efikasno i zabavno. Jednako tako važno je ne pretjerati s korištenjem igara u nastavi jer se onda gubi na njihovoj zanimljivosti i pozitivnim utjecajima na motivaciju učenika, te postaju zamorne. Također, nastavnik za vrijeme pripreme i provedbe igre treba imati realna očekivanja. Nastavnik treba očekivati da svi učenici neće htjeti aktivno sudjelovati pri izvođenju igre ili da za neke učenike je igra zahtjevna. Na nastavniku je da u budućnosti prilikom ovakvog oblika nastave pronade način kako da motivira učenike koji ne žele sudjelovati.

## 1.4 Istraživanja o upotrebi igara u nastavi matematike

Prvo istraživanje pod nazivom „The Use of Mathematical Games and Secondary School Students' Achievement in Mathematics in Fako Division, South West Region of Cameroon“ proveo je 2017. godine Nekang Fabian Nfon. U istraživanju je sudjelovalo 100 učenika srednjih škola iz Fako Division u Kamerunu. Cilj istraživanja bio je provjeriti do koje mjere primjena matematičkih igara utječe na učenička postignuća u matematici. Istraživanje je provedeno u dva dijela. U prvom se dijelu istraživanja testirao koncept matematička igra kao tehnika poučavanja. U nastavi matematike korištene su matematičke igre ( križić – kružić, točkice i kutije, igre s kartama, igre s kockicama i drugo) kako bi motivirali učenike, potaknuli razvoj socijalnih vještina, stimulirali matematičku diskusiju, razvili strategije za učenje novih koncepata, pomogli razvoj matematičkog razumijevanja i time poboljšali njihov uspjeh u matematici. U drugom je dijelu provedena i statistički obrađena anketa koja je odgovorila na postavljena istraživačka pitanja.

Istraživačka pitanja željela su odrediti

**Pitanje 1:** utjecaj matematičke igre križić – kružić na matematička postignuća srednjoškolaca u Fako Division u jugozapadnoj regiji Kameruna?

**Pitanje 2:** utjecaj matematičke igre točke i kutije matematička postignuća srednjoškolaca u Fako Division u jugozapadnoj regiji Kameruna?

**Pitanje 3:** utjecaj matematičke igre s kartama na matematička postignuća srednjoškolaca u Fako Division u jugozapadnoj regiji Kameruna?

**Pitanje 4:** utjecaj matematičke igre s kockicama na matematička postignuća srednjoškolaca u matematici u Fako Division u jugozapadnoj regiji Kameruna?

Istraživanje je utvrdilo da nastavnici matematike u srednjim školama Fako Division u jugozapadnoj regiji Kameruna ne koriste matematičke igre u poučavanju matematike. Pokazalo se da je izostanak motivirajućih nastavnih strategija i metoda uvelike odgovoran za nezainteresiranost, negativan stav i niska postignuća u matematici na svim obrazovnim razinama u Kamerunu. Korištenje matematičkih igara moglo bi biti dobar način za borbu

protiv averzije, straha od matematike i mnogih drugih problema koji se pojavljuju među učenicima.

Drugo istraživanje pod nazivom „Implementing a Game for Supporting Learning in Mathematics“ proveli su 2014. godine Aikaterini Katmada, Apostolos Mavridis i Thrasyvoulos Tsiatsos. Fokus njihovog istraživanja je dizajn, implementacija i evaluacija online igre kao prilagodljivog alata čija je svrha motivirati i uključiti učenike u nastavu matematike. Njihov rad se dijeli na dva dijela. Prvi dio je izrada prototipa fleksibilne i prilagodljive kompjuterske igrice, a drugi dio je evaluacija prototipa, njegove upotrebljivost i tehničkog aspekta. Igra je osmišljena u nadi da će olakšati i poboljšati nastavu matematike, predmeta kojeg učenici bez obzira na dob smatraju teškim. Osim igre, osmišljena je i web stranica na kojoj nastavnik može vrlo jednostavno konfigurirati igru. Nastavnik može promijeniti parametre unutar igre kako bi prilagodio igru potrebama sata. Pilotiranje igre provedeno je na 12 učenika, u dobi od 10 do 12 godina, a onda je provedena dugotrajna intervencija, kroz četrnaest tjedna, na 37 učenika u dobi od 12 do 14 godina. Rezultati istraživanja su većinom pozitivni, a igra se smatra korisnom tehnikom za učenje, bez obzira na spol i dob učenika. Štoviše, nastavnici nisu imali većih poteškoća prilikom konfiguriranja igre, a planirane aktivnosti na nastavi su uspješno odrađene. Učenici su se kroz anketu požalili na nekoliko elemenata prototipa: prevladava engleski jezik, pozadinska priča je kratka, te igra ima malo razina i dodatnih funkcija. Uz korekcije i nadopune igra bi se mogla koristiti kao dodatni alat u nastavi matematike.

# Poglavlje 2

## Igra Matoboj za srednju školu

Matematički Codenames za srednju školu je bio logičan nastavak na igru matematički Codenames za osnovnu školu. Prilikom osmišljavanja igre za srednju školu preuzeli smo pravila i postavke igre kao i za osnovnu školu koja ćemo u daljnjem radu opisati. Jedna od promjena je ta da je igra poprimila novi naziv Matoboj. Uz naziv igre promijenili smo i nazive uloga igrača koji igraju igru. Za vrijeme kad se razvijala igra Matoboj za srednju školu donesena je Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. Odluka je donesena u siječnju 2019. godine. To nam je bilo bitno da znamo koje nastavne cjeline spadaju u koji razred. Igra obuhvaća sve najvažnije pojmove srednjoškolske matematike te je namijenjena učenicima gimnazijskih usmjerenja.

Matoboj je igra asocijacija za dvije ekipe, koja učenicima i nastavnicima daje povratnu informaciju o usvojenosti i razumijevanju matematičkih pojmova. Svi igrači vide 25 kartica s (matematičkim) pojmovima. Samo kapetani ekipa znaju koji pojmovi pripadaju kojem timu (uvidom u karticu s ključem). Cilj igre je da kapetan, davanjem asocijacija, navede članove svoje ekipe da pogode sve svoje pojmove prije nego li isto učini protivnik. Da bi bili uspješniji u igri, vođe timova moraju smisliti asocijacije koje povezuju što veći broj traženih pojmova, ali istovremeno i paziti da svoje suigrače ne navedu na krivi trag - tj. na protivničke pojmove. Na ovaj način se i od igrača koji zadaje asocijaciju, kao i od igrača koji pogađaju pojmove, traži dubinsko promišljanje, konceptualno razumijevanje i povezivanje matematičkih pojmova.

### 2.1 Postavke igre

U Matoboju igrači moraju biti podijeljeni u dva tima s približno jednakim brojem članova i približno jednakim vještinama. Svaki tim bira jednog igrača koji će imati ulogu kapetana, dok su ostali članovi tima njegovi igrači. Kapetani sjede jedan kraj drugog, dok ostali igrači sjede nasuprot njih. Sama igra se sastoji 198 kartica s matematičkim pojmovima i slikama, kartica za pokrivanje pogođenih pojmova i kartice ključeva.

Kartica za pokrivanje pogođenih pojmova ima 25. Točnije 9 crvenih, 9 plavih, 7 bijelih i 1 crna kartica. U pravilima igre ćemo opisati čemu služe kartice za pokrivanje pogođenih pojmova.

S obzirom da je u idealnom slučaju 24 učenika u razredu, zamišljeno je da budu podijeljeni u 4 grupe po 6 učenika. Svaka grupa dijeli se na 2 tima po 3 učenika, od kojih je jedan kapetan, a dvojica su igrači njegovog tima. Imajući to na umu, Matoboj sadrži 4 seta kartica kako bi sve četiri grupe učenika mogle istovremeno igrati igru.

## 2.1.1 Matematički pojmovi

U Matoboju za srednju školu pojmovi na karticama su isključivo matematički te obuhvaćaju gradivo srednje škole gimnazijskog programa. Koristeći se udžbenicima za srednje škole gimnazijskog programa izvukli smo ključne pojmove i koncepte koji se uče kroz srednju školu te podijelili pojmove koji će se po Odluci o donošenju kurikuluma za nastavni predmet matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj učiti u određenim razredima (U nastavku teksta ćemo pisati Odluka).

U Tablica 1 i Tablica 2 se nalazi prvi popis matematičkih pojmova koji je nastao nakon izvlačenja matematičkih pojmova i koncepata te raspodjeli nastavnih cjelina po Odluci.

Pojmovi za 1. razred:

- |   |  |
|---|--|
| • N   | • KVADRANT   |
| • Q   | • POLOVIŠTE  |
| • Z   | • $y = kx + l$                                     |
| • $A \cup B$                                  | • $y = -4x - 3$                                    |
| • $A \cap B$                                  | • $2x + 3y + 4 = 0$                                |
| • $A \setminus B$                             | • $Ax + By + C = 0$                                |
| • $A \subseteq B$                             | • $y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1)$ |
| • $\emptyset$                                 | • $k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$                |
| • DJELITELJ                                   | • $f(x) = ax + b, a \neq 0$                        |
| • VIŠEKRATNIK                                 | • $f(x) = 7x - 9$                                  |
| • PROST                                       | • $(A, 0)$   |
| • SLOŽEN                                      | • SJECIŠTE   |
| • ARITEMETIČKA SREDINA                        | • $\frac{x}{m} + \frac{y}{n} = 1$                  |
| • $a + b = b + a$                             | • SUPSTITUCIJA                                     |
| • $a \cdot b = b \cdot a$                     | • SUPROTNI KOEFICIJENT                             |
| • $a + (b + c) = (a + b) + c$                 | • S-S-K <sub>v</sub>                               |
| • $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$ | • S-S-S  |
| • $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$   | • S-K-S  |
| • $-a$  | • K-S-K  |
| • $\frac{1}{a}$                               | • $O = 2r\pi$                                      |
| • GUSTOĆA                                     | • $P = r^2\pi$                                     |
| • $a^m$                                       | • TEŽIŠTE  |
| • BAZA  |  |

- EKSPONENT
- $f(x) = x^4 + 3x^3 + 7x^2 - 8$
- $ax = b, a \neq 0$
- $6x + 5 = 0$
- KOEFICIJENT
- GEOMETRIJSKA SREDINA
- $\langle a, b \rangle$
- $[a, b]$
- $\langle a, b ]$
- $[a, b \rangle$
- FUNKCIJA
- DOMENA
- KODOMENA
- $ax \leq b, a \neq 0$
- $2x \leq -3$
- $|x|$
- $|a + b| \leq |a| + |b|$
- $d(A, B)$
- KOORDINATA
- APSCISA
- ORDINATA
- KOORDINATNE OSI
- $(x, y)$
- ORTOCENTAR
- VISINA
- $k = \frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$
- $(S - S - S)_S$
- $(S - K - S)_S$
- $(K - K)_S$
- EUKLID
- PITAGORA
- HOMOTETIJA
- TETIVA
- $a^2 + b^2 = c^2$
- TALES
- KONVEKSAN
- n-TEROKUT
- DIJAGONALA
- ZLATNI REZ
- $\sin \alpha$
- $\cos \alpha$
- $\operatorname{tg} \alpha$
- $\operatorname{ctg} \alpha$
- $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

Pojmovi za drugi razred:

- $C$
- $x + iy$
- $i$
- $\operatorname{Re} z$
- $\operatorname{Im} z$
- $\bar{z}$
- $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$
- $ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$
- $2x^2 - 3x + 5 = 0$
- SLOBODNI ČLAN
- $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
- $D = b^2 - 4ac$
- $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}$
- $x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$
- $f(x) = ax^2 + bx + c, a \neq 0$
- $f(x) = x^2 + 6x - 11$
- $T\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac - b^2}{4a}\right)$
- MINIMUM
- MAKSIMUM
- MONOTONOST
- EKSTREM
- $\sqrt[n]{x}$
- $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$
- $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$
- TRANZITIVNOST
- KOMPLANARNE TOČKE
- KOMPLANARNI PRAVCI
- $d(A, \pi)$
- $d(p, \pi)$
- IZOMETRIJA
- OS SIMETRIJE
- STRANA
- BRID
- POLIEDAR
- $V = B \cdot h$
- PRIZMA
- IZVODNICA
- BAZA
- POBOČJE
- $O = 2B + P$

Pojmovi za treći razred:

- $f(-x) = f(x)$
- $f(-x) = -f(x)$
- $f(x + P) = f(x)$
- $\cos(t \pm s) = \cos t \cos s \mp \sin t \sin s$
- $\sin(t \pm s) = \sin t \cos s \pm \cos t \sin s$
- $f(x) = A \sin(Bx + C)$
- AMPLITUDA
- FREKVENCIJA
- $(x - p)^2 + (y - q)^2 = r^2$
- $(x - p)^2 + (y - q)^2 \leq r^2$
- $k_1 \cdot k_2 = -1$
- $k_1 = k_2$
- NORMALA
- ASIMPTOTA
- $e$
- $\log_a x$
- $\log x$
- $f(x) = \log_a x$
- $f(x) = e^x$
- $A \times B$
- $n!$

Pojmovi za četvrti razred:

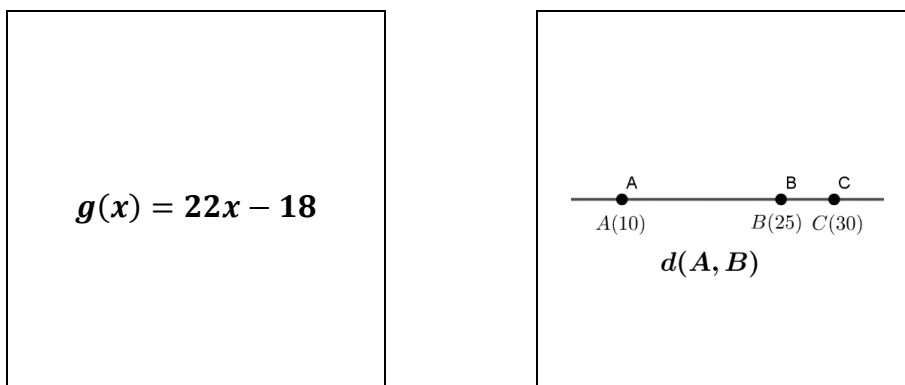
- EUKLIDOV ALGORITAM
- INDUKCIJA
- $n! = (n - 1)! \cdot n$
- $\binom{n}{k}$
- $(a + b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$
- $\gcd(a, b) = 1$
- $\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}$
- $\arg(z_1 z_2) = \arg(z_1) + \arg(z_2)$
- NIZ
- 1,1,2,3,5,8,...
- 1,4,7,10,13,16,...
- $a_n = a_1 + (n - 1)d$
- $S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$
- 4,8,16,32,64,...
- $a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$
- $S_n = a_1 \cdot \frac{q^{n-1}-1}{q-1}$
- $f(x) = 5$
- KONVERGENTAN
- DIVERGENTAN
- LIMES
- OMEĐEN
- RED
- $f \circ g$
- $f^{-1}(x)$
- $f(x) = x^3 + 4x^2 - 17$
- $f(x) = \sqrt{x + 3}$
- $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$
- $\Delta x$
- $dx$
- $f'(x)$
- $y - y_1 = f'(x_1)(x - x_1)$
- $y - y_1 = -\frac{1}{f'(x_1)}(x - x_1)$
- STACIONARNA TOČKA
- $\int_a^b f(x) dx$
- NEWTON
- LEIBNIZ

Tablica 1 Popis matematičkih pojmova za opće gimnazije

Pojmovi za prvi razred matematičkih gimnazija: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HISTOGRAM</li> <li>• MOD</li> <li>• MEDIJAN</li> <li>• KVARTIL</li> <li>• STANDARDNA DEVIJACIJA</li> <li>• NORMALNA RAZDIOBA</li> </ul>	
Pojmovi za drugi razred matematičkih gimnazija: <ul style="list-style-type: none"> <li>• VJEROJATNOST</li> <li>• <math>P(\Omega) = 1</math></li> <li>• <math>P(\emptyset) = 0</math></li> <li>• <math>P(\bar{A}) = 1 - P(A)</math></li> <li>• <math>P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)</math></li> <li>• <math>\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}</math></li> <li>• HIPOTEZA</li> <li>• <math>\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}</math></li> <li>• <math>P(B A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}</math></li> <li>• <math>P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A H_i)</math></li> <li>• <math>P(H_i A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A H_i)}{P(A)}</math></li> <li>• <math>P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)</math></li> </ul>	
Pojmovi za treći razred matematičkih gimnazija: <ul style="list-style-type: none"> <li>• RADIJEKTOR</li> <li>• <math>\vec{a}_0 = \frac{\vec{a}}{ \vec{a} }</math></li> <li>• <math>\vec{0}</math></li> <li>• <math>\vec{b} = k\vec{a}</math></li> <li>• <math>\vec{a} \cdot \vec{b} =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \cdot \cos \varphi</math></li> <li>• <math>\vec{a} \cdot \vec{b} = 0</math></li> <li>• <math>\vec{a} \times \vec{b}</math></li> <li>• <math>F(\pm e, 0)</math></li> <li>• <math>e^2 = a^2 - b^2</math></li> <li>• DIRALIŠTE</li> <li>• DIREKTRISA</li> <li>• <math>\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1</math></li> <li>• <math>\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1</math></li> <li>• <math>y^2 = 2px</math></li> </ul>	

Tablica 2 Popis matematičkih pojmova za matematičke gimnazije

Prilikom dizajniranja kartica, pazili smo na oblik, veličinu i sadržaj kartice. Pazili smo da kartice ne sadržavaju pojmove koji se često pojavljuju u matematici, kao što su: kut, formula, točka i drugi. Na to smo morali paziti jer prilikom davanja asocijacija jedan od pravila je da ne smije asocijacija sadržavati korijen riječi. Također, trebali smo osmisliti u kojem bi obliku trebale izgledati kartice da igrači prilikom igre mogu povezati više kartica. Uz matematičke pojmove, kartice sadrže i matematičke slike koje mogu povezati s nekim matematičkim pojmovima. Kartice su kvadratnog oblika dimenzija 6 cm x 6 cm (Slika 1). U Prilogu 1. se nalazi krajnji oblik kartica s matematičkim pojmovima.

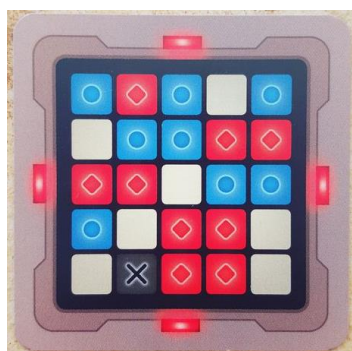


Slika 1 Primjer kartica

Kao što smo rekli, igra je namijenjena učenicima srednjih škola. Učenici koriste kartice na kojima stoji oznaka razreda kojem pripadaju te omogućava nastavniku da izabere koje su prikladne uzrastu.

## 2.1.2 Ključ

Svaka igra ima jedan ključ (Slika 2) koji otkriva tajne identitete kartica na stolu. Ta se kartica stavlja na postolje i okrenuta je prema kapetanima, a ostali igrači je ne smiju vidjeti. Pomoću kartice ključa dva suparnička kapetana znaju tajne identitete 25 agenata, dok njihovi članovi tima znaju agente samo prema njihovim kodnim imenima. Kartice s ključevima su preuzete iz originalne igre Codenames.



Slika 2 Primjer ključa



Slika 3 Svjetlo na kartici koje označava da crveni tim prvi započinje igru.

SJECIŠTE		TETIVA		
$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$		GUST	$7y + 5 = 0$	
N		$\frac{1}{a}, a \neq 0$		$(a, 0)$
ORTOCENTAR	-a	SLOŽEN	KOEFICIJENT	$A \subseteq B$
SUPSTITUCIJA	EKSPONENT			DJELITELJ

Tablica 3 Primjer mreže koja odgovara ključu sa Slika 2



Ključ (Slika 2) odgovara mreži s matematičkim pojmovima (Tablica 3). Plavi kvadrati odgovaraju karticama koje plavi tim mora pogoditi. Crveni kvadrati odgovaraju karticama koje crveni tim mora pogoditi. Bijeli kvadrati su neutralna područja, a crni kvadrat je crna rupa koju svi trebaju izbjegavati. Četiri svjetla oko ruba kartice ključa označavaju tim koji prvi započinje igru (Slika 3).

## 2.2 Pravila igre

Pravila igre su ista kao i kod Matoboja za osnovnu školu. Dva tima se natječu tko će prije pogoditi svoje pojmove. Da bi mogli započeti s igrom potrebno je iz dobivenog špila kartica s matematičkim pojmovima nasumično odabrati 25 kartica i postaviti ih na stol u mrežu dimenzije 5x5. Kapetani svojih timova znaju koje pojmove trebaju njihovi suigrači pogoditi, jer jedino oni mogu vidjeti karticu ključa koji odgovara mreži na površini za igru. Kapetani timova se izmjenjuju dajući svojim suigračima tragove (asocijacije). Tim koji prvi pogodi sve svoje pojmove pobjeđuje.

Kapetani smišljaju trag ili smjernicu. Kapetan pokušava smisliti jednu riječ koja se odnosi na neke pojmove koje njegov tim mora pogoditi. Kada kapetan smatra da je osmislio dobar trag kaže svojim igračima, te kaže jedan broji koji govori koliko je kartica s pojmovima povezano s njegovim tragom. Kapetan ne smije objašnjavati trag ili davati dodatne smjernice. U trenutku kad kapetan tima izrekao trag na licu ne smije pokazati nikakve emocije i prepustiti svojim igračima iz tima da odrade svoj posao.

Pravila pri davanju traga:

- Trag se mora razlikovati od svih vidljivih pojmova na mreži.
- Trag ne smije sadržavati korijen riječi vidljivih na mreži.
- Zabranjeno je korištenje stranih riječi sa značenjem istim vidljivim pojmovima.

Kada se pogodi pojam, tada se on prekiva s karticom za prekrivanje pogođenih pojmova. Na primjer, ako je crveni tim pogodio svoj pojam, onda se pojam prekriva crvenom karticom. Nakon nekoliko krugova igre više pojmova će biti pogođeno i prekriveno odgovarajućim karticama. U tom slučaju pojmovi koji su prekriveni sada se mogu koristiti kao tragovi.

**Primjer 1:** Igrači jednog tima moraju pogoditi pojmove  $a^3$  i  $abc$ . Oba pojma možemo povezati uz volumen tijela pa trag može biti: VOLUMEN, 2.

U igri je dopušteno da kapetan daje takav trag da pogađa samo jedan pojam, na primjer: TROKUT, 1. Međutim, cilj je jednom tragom povezati što više pojmova i na taj način steći prednost u igri. Ukoliko kapetan tima dao nevažeći trag njegov tim gubi red, a igru nastavlja protivnički tim.

Nakon što kapetan izgovori svoj trag, igrači njegovog tima pokušavaju shvatiti značenje tog traga, tj. na koje kartice na mreži se odnosi taj trag. Oni mogu razgovarati među sobom

o mogućim odgovorima. Dodirom kartice igrači tima daju svoje rješenje. Za vrijeme dogovaranja igrača kapetan ni na koji način ne smije sugerirati točan odgovor.

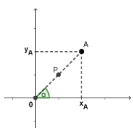
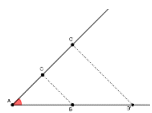
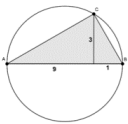
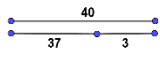

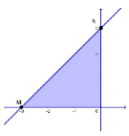
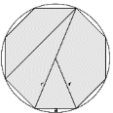
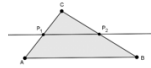
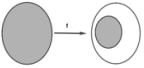
Kao što postoje pravila za davanje traga, tako postoje i pravila pogađanja, a to su:

- Ako igrači jednog tima dotaknu karticu koja pripada njihovom timu, onda kapetan tima tu karticu poklapa s karticom za pokrivanje pogođenih pojmova u boji svog tima. Igrači imaju pravo pogađati ponovo ako se trag odnosio na više od jednog pojma. Tim pogađa dokle god ne pogriješi ili odluči prepustiti red drugom timu.
- Ako igrači tima dotaknu karticu koja predstavlja neutralno područje, onda kapetan pokriva tu karticu s bijelom karticom za prekrivanje pogođenih pojmova. Taj tim gubi svoj red, a igru preuzima protivnički tim.
- Ako igrači tima dotaknu karticu koja pripada protivničkom timu onda se ona pokriva s karticom za prekrivanje pogođenih pojmova koja pripada tom timu. Taj tim gubi svoj red, a igru nastavlja protivnički tim.
- Ako igrač dotakne karticu koja predstavlja crnu rupu, onda se ona pokriva s crnom karticom i igra završava. Tim koji je otkrio tu karticu je izgubio igru.
- Ako tim nije pogodio sve kartice na koje se jedan trag odnosio, onda je u sljedećem krugu, nakon što im kapetan zada novi trag, dopušteno pogađati „zaostale“ kartice, kao i one na koje se odnosi novi trag.

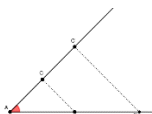
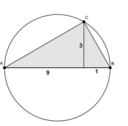
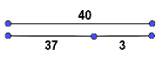

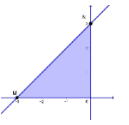
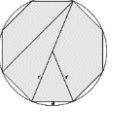
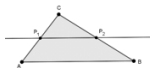
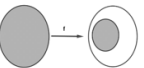
**Primjer 2:** U ovom primjeru ćemo opisati dio igre. Pretpostavit ćemo da je ispred igrača mreža kartica (Tablica 4) i ključ (Slika 2). Igru igraju plavi i crveni tim. Kapetani timova su jedini koji vide ključ i daju tragove svojim suigračima. Tablica 3 prikazuje što kapetani timova znaju kada vide ključ. Ovu igru prvi započinje crveni tim zbog oznake na ključu (Slika 3).

Kapetan crvenog tima smišlja prvi trag koji se trag sastoji od jedne riječi i broja na koji se broj kartica odnosi taj trag. Kapetan tima promatra koje kartice pripadaju njemu i razmišlja za koje kartice može smisliti trag. Na primjer, kapetan crvenog tima želi da njegov tim pogodi karticu koja se nalazi u prvom redu i drugom stupcu i karticu koja se nalazi u trećem redu i drugom stupcu. Njegov trag glasi: KOORDINATNI, 2.

Nakon što kapetan tima izgovori svoj trag, njegovi suigrači kroz diskusiju pokušavaju otkriti na koje kartice se odnosio taj trag. Dok suigrači diskutiraju na koje kartice se odnosi trag, kapetan tima ne smije ni na koji način pokazati koji je točan odgovor. Prvo što suigrači znaju je da se trag odnosi na dvije kartice. Ovo su jedine kartice na mreži koje sadrže koordinatni sustav pa mogu pomisliti da je to točan odgovor. Međutim, na mreži postoji i kartica ( $a, 0$ ) koja se također može povezati s pojmom koordinatni. Crveni tim dodiruje karticu u prvom redu i drugom stupcu. Kapetan tima tu karticu pokriva crvenom karticom za pokrivanje pojmova. Kao svoj drugi odgovor, crveni tim dodiruje karticu sa sadržajem ( $a, 0$ ). Kapetan tima tu karticu pokriva plavom karticom. Mreža poprima oblik kao Tablica 5 i red preuzima plavi tim.

SJECIŠTE		TETIVA		
$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$		GUST	$7y + 5 = 0$	
N		$\frac{1}{a}, a \neq 0$		$(a, 0)$
ORTOCENTAR	-a	SLOŽEN	KOEFICIJENT	$A \subseteq B$
SUPSTITUCIJA	EKSPONENT			DJELITELJ

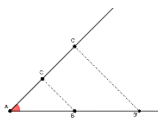
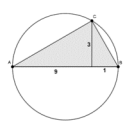
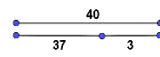

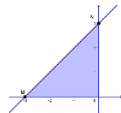
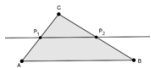
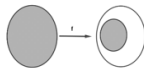
Tablica 4 Primjer mreže

SJECIŠTE		TETIVA		
$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$		GUST	$7y + 5 = 0$	
N		$\frac{1}{a}, a \neq 0$		
ORTOCENTAR	-a	SLOŽEN	KOEFICIJENT	$A \subseteq B$
SUPSTITUCIJA	EKSPONENT			DJELITELJ

Tablica 5 Primjer mreže nakon crvenog tima

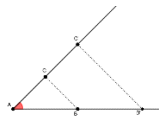
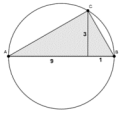
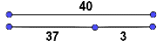
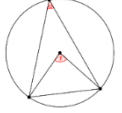
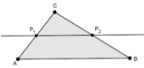
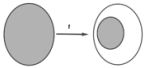
Kapetan plavog tima želi da njegov tim pogodi karticu koja se nalazi u prvom redu i trećem stupcu i karticu koja se nalazi u trećem redu i četvrtom stupcu. Trag kapetana plavog tima glasi: KRUŽNICA, 2.

Njegovi suigrači znaju da se trag odnosi na dvije kartice na mreži. Plavi tim prvo dodiruje karticu koja se nalazi u trećem redu i četvrtom stupcu. Kapetan plavog tima pokriva tu karticu plavom karticom. Zatim, plavi tim dodiruje karticu koja se nalazi u četvrtom redu i petom stupcu te kapetan pokriva tu karticu bijelom karticom. Mreža poprima oblik kao Tablica 6.

SJECIŠTE		TETIVA		
$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$		GUST	$7y + 5 = 0$	
ℕ		$\frac{1}{a}, a \neq 0$		
ORTOCENTAR	-a	SLOŽEN	KOEFICIJENT	
SUPSTITUCIJA	EKSPONENT			DJELITELJ

Tablica 6 Primjer mreže nakon plavog tima

Red preuzima crveni tim. Kapetan crvenog tima želi da njegovi suigrači pogode karticu sa sadržajem ℕ te daje trag: PRIRODAN, 1. Crveni tim dodiruje karticu sa sadržajem ℕ i kapetan tima pokriva tu karticu sa crvenom karticom. Crveni tim ima pravo pogoditi karticu koju nisu pogodili na početku igre gdje je trag glasio: KOORDINATNI, 2. Crveni tim dodiruje karticu koja se nalazi u trećem redu i drugom stupcu. Kapetan crvenog tima pokriva tu karticu s crvenom karticom. Mreža poprima oblik kao Tablica 7. Budući da su crveni pogodili sve pojmove koje im je kapetan zadao igru nastavlja plavi tim.

SJECIŠTE		TETIVA		
$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$		GUST	$7y + 5 = 0$	
		$\frac{1}{a}, a \neq 0$		
ORTOCENTAR	-a	SLOŽEN	KOEFICIJENT	
SUPSTITUCIJA	EKSPONENT			DJELITELJ

Tablica 7 Primjer mreže nakon drugog traga crvenog tima

## 2.3 Cilj igre

Glavni cilj dizajniranja ove igre je kreirati atraktivnu i edukativnu matematičku igru koja će služiti kao nastavni materijal za djecu srednjoškolskog uzrasta. Igra je usklađena s nacionalnim kurikulumom nastavnog predmeta matematike. Matoboj predstavlja nastavni materijal kojim ćemo obogatiti nastavu matematike u srednjim školama, motivirati i privući učenike te popularizirati matematiku. Zamišljen je kao oblik svojevrsnog ponavljanja gradiva, koje učenicima i nastavnicima daje povratnu informaciju o usvojenosti i razumijevanju osnovnih matematičkih pojmova (Karninčić, 2019.). Igra se može igrati na satu ponavljanja tijekom cijele školske godine. Ako se igra koristi na početku školske godine, onda učenici uzimaju kartice od prethodnih razreda. Pitanje je, što bi koristili učenici prvih razreda srednjih škola na početku školske godine? Učenici prvih razreda srednjih škola na početku školske godine koriste kartice iz igre Matoboj za osnovnu školu. Ako se igra koristi na kraju školske godine, učenici koriste kartice koje su predviđene za njihov razred i sve prethodne razrede srednjoškolskog obrazovanja. U slučaju da se igra koristi tijekom školske godine, onda se koriste kartice iz prethodnih razreda srednjoškolskog obrazovanja i kartice koje obuhvaćaju obrađeno gradivo do tog trenutka.

U Matoboju su pojmovi isključivo matematički pa igra zahtjeva matematičko znanje, to jest, poznavanje definicija i svojstava matematičkih pojmova te korištenje matematičkog jezika kako bi osmišljavanje i pogađanje tragova bilo učinkovito. Kao što smo već prije

spomenuli, za vrijeme igre djeca razvijaju proces organizacije i divergentnog mišljenja. Pri igranju Matoboja nastavniku je važno na koji način će učenici davati pogađati tragove jer tada nastavnik može vidjeti kako su učenici razumjeli određeno gradivo i imaju li nekih miskoncepcija.

Cilj Matoboja je i poticati matematičku diskusiju. Kako je ova igra grupni rad, potrebno je da učenici međusobno komuniciraju da dođu do optimalnog rješenja. Učenici različito razmišljaju pa kroz suradnju odlučuju kako doći do rješenja problema. Tada učenici razvijaju divergentno razmišljanje, jer uviđaju da različite ideje mogu dovesti do rješenja. Također, za vrijeme igre razvijaju socijalne vještine te osjećaj grupne pripadnosti među svojim vršnjacima.

## Zaključak

Mnogi učenici kroz svoje školovanje smatraju matematiku teškom i nerazumljivom. Jedan od razloga je taj što se nastava matematike većinom svodi na izvršavanje plana i opsežnog programa, a mnogim nastavnicima je u cilju da učenici usvoje što više propisanog gradiva. Zbog toga učenici gube interes za učenje matematike. Jedan od načina za motiviranje učenika je korištenje igre kao metode učenja matematike, jer se većina učenika (pa i odraslih) voli igrati. Uzimajući u obzir učinkovitost korištenja igre u nastavi matematike nastala je igra Matoboj.

U odnosu na prvu verziju ove igre za osnovnu školu dogodile su se promjene. Prva vidljiva promjena je naziv igre, tj. Matematički Codenames smo preimenovali u Matoboj. Sljedeće promjene su bile u nazivima igrača u samoj igri. U prvoj verziji Matoboja za osnovnu školu kapetan se zvao spymaster, kartice koje tim treba pogoditi bili su tajni agenti, kartica koja predstavlja crnu rupu bila je ubojica te kartice koje predstavljaju neutralno područje bili su slučajni prolaznici. To su dijelovi iz originalne igre Codenames koje smo odlučili promijeniti. U ovoj verziji igre unutar jednog tima je jedan kapetan koji daje tragove, a ostatak tima su njegovi igrači koji pokušavaju pogoditi sve kartice koje pripadaju njihovom timu. Također, promijenili smo i dimenziju kartice. Prije je kartica imala dimenziju 5 cm x 5 cm, a sada ima 6 cm x 6 cm.

Na početku, kolegica Dumančić i ja smo iz udžbenika matematike za gimnazije izvukli matematičke pojmove i koncepte te smo napravile kartice tako što su većinom sadržavale samo taj pojam i nije bilo složenih slika. Pošto je cilj igre da tim u što manje koraka pogodi sve svoje kartice, htjeli smo da to na neki način olakšamo prilikom dizajniranja kartica. Uz naše mentore smo došli na ideju kako još možemo poboljšati izvedbu igre. Složili smo se da što više kartica prikažemo slikom. Također, pazili smo i na to da se jedan matematički pojam pojavljuje na više kartica. Na takav način, učenici imaju veći spektar asocijacija koje mogu smisliti kako bi dali dobar trag. Kako kapetan igre može jednim tragom povezati više kartica, s ovim izgledom kartica su veći izgledi da ih može povezati prilikom igranja igre.

Nakon dizajniranja, Matoboj je potrebno testirati u školama. U testiranju je potrebno provjeriti odgovara li razina zahtjevnosti učenicima. Također, potrebna je i povratna informacija o izvedbi igre te obliku i izgledu kartica.

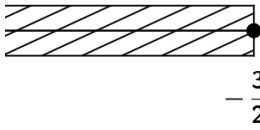
# Prilozi

Prilog 1: Kartice Matoboja za srednju školu

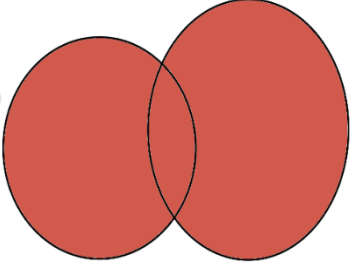
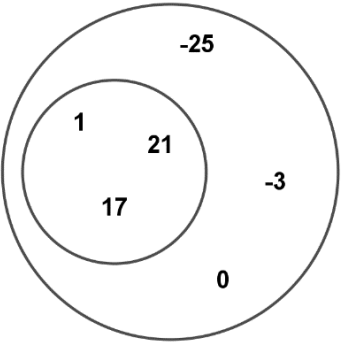
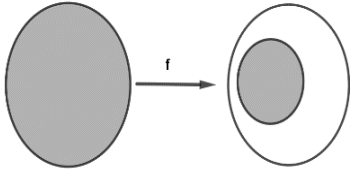
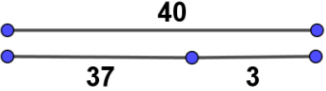
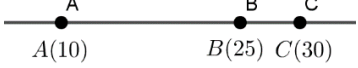
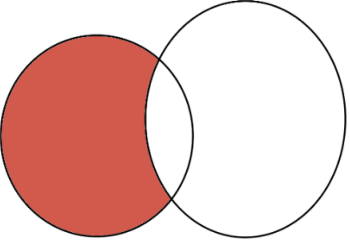
Kartice s pojmovima za 1. razred

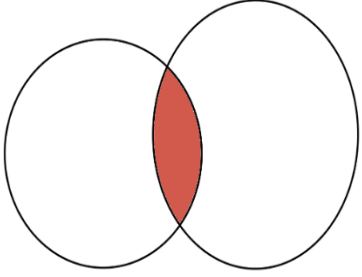
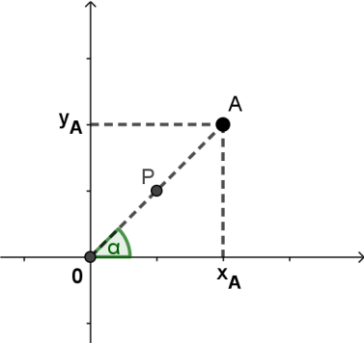
$\mathbb{N}$	$\mathbb{Q}$	$\mathbb{R}$
$\mathbb{Z}$	$\emptyset$	$A \cup B$
$A \cap B$	$A \setminus B$	$A \subseteq B$



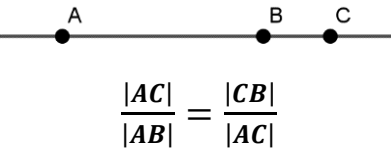
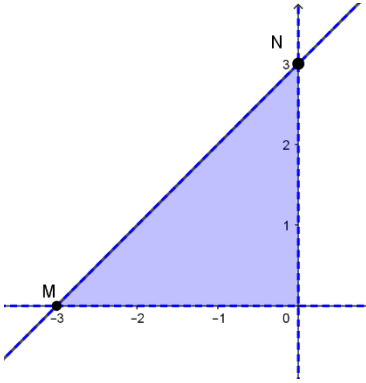
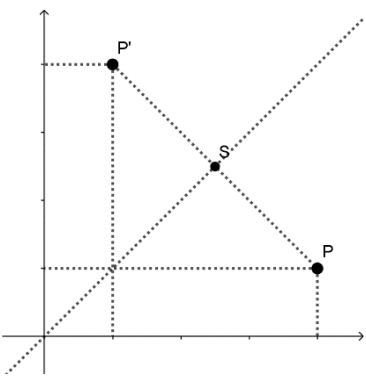
<b>DJELITELJ</b>	<b>VIŠEKRATNIK</b>	<b>PROST</b>
<b>SLOŽEN</b>	$a + b = b + a$	$a \cdot b = b \cdot a$
$a + (b + c) = (a + b) + c$	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$	$-a$
	$\frac{1}{a}, a \neq 0$	$a^m$

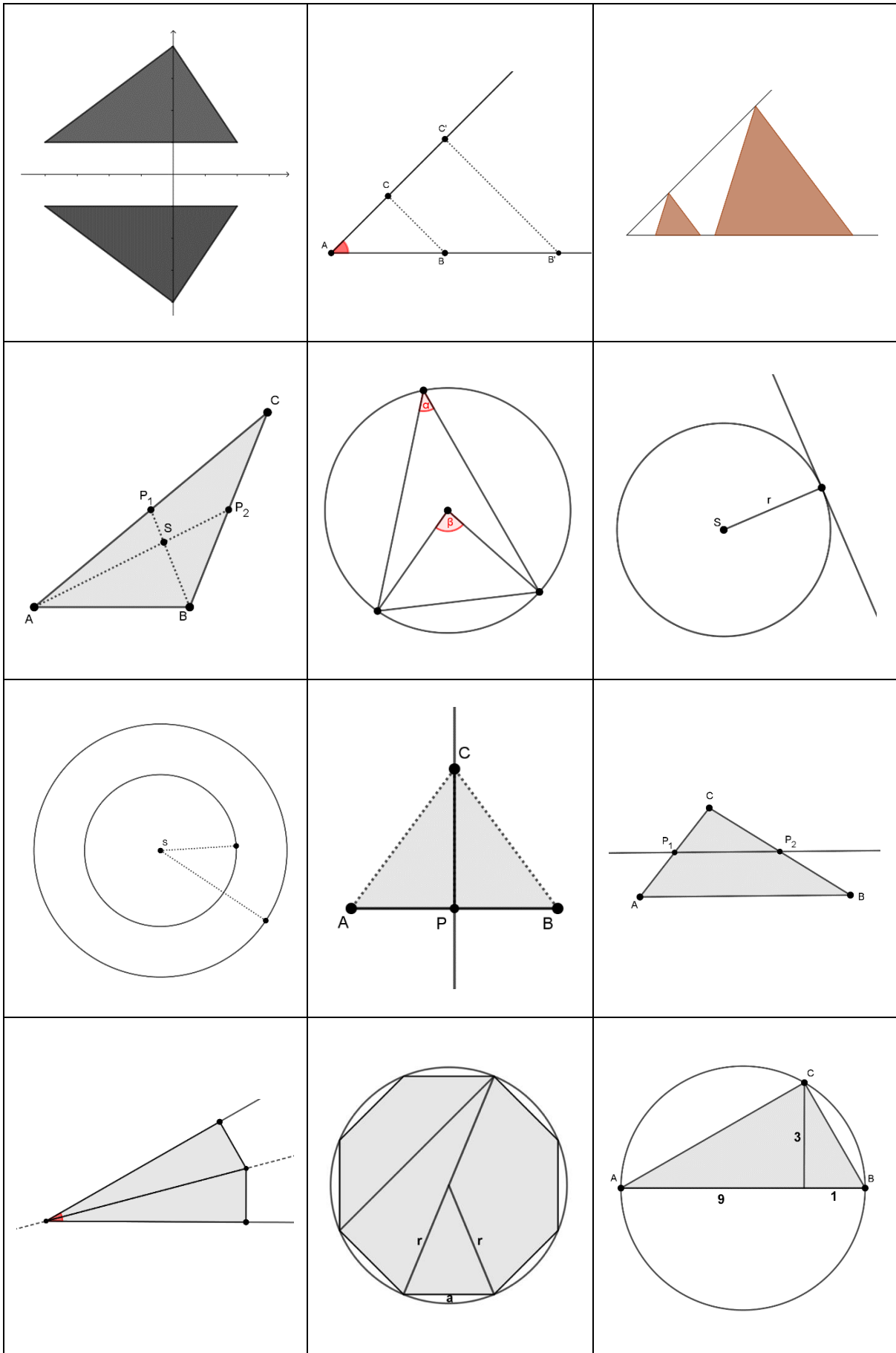
<b>GUST</b>	<b>BAZA</b>	<b>EKSPONENT</b>
$ax = b, a \neq 0$	$7y + 5 = 0$	$f(x) = x^4 + 3x^2 - 8$
<b>KOEFICIJENT</b>	$\sqrt{ab}$	$\langle -4, 2 \rangle$
$[0, 3^2]$	$ a + b  \leq  a  +  b $	$ax \leq b, a \neq 0$

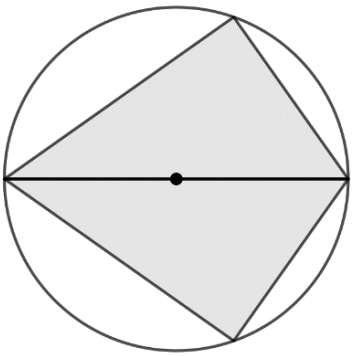
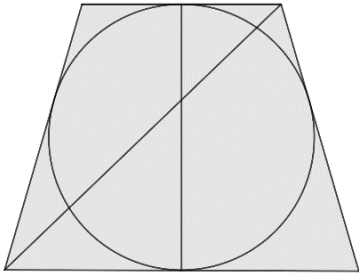
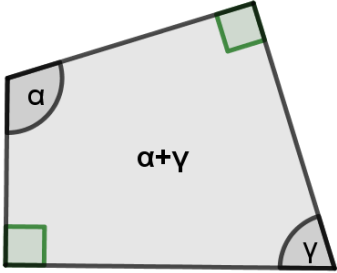
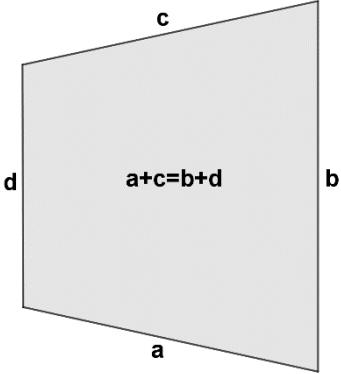
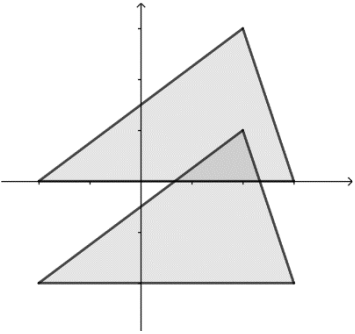
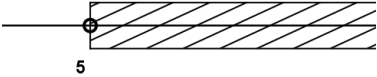
$17x > 23$	$ x $	$d(A, B)$
$d(M, N) = 7$	$(x, y)$	
	$f: \mathbb{R} \rightarrow [0, 2^3]$	
	 $d(A, B)$	

		$y = -4x - 3$
$Ax + By + C = 0$	$f(x) = ax + b, a \neq 0$	$g(x) = 22x - 18$
$(a, 0)$	<p style="text-align: center;"><b>SJECIŠTE</b></p>	$\frac{x}{m} + \frac{y}{n} = 1$
<p style="text-align: center;"><b>SUPSTITUCIJA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ORTOCENTAR</b></p>	$2r\pi$

$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$	$r^2\pi$	$\frac{a + b + c}{2a + 2b + 4a}$
$\frac{1}{2}av_a$ $ab$	$a^2$ $\frac{a^2\sqrt{3}}{4}$ <b>TETIVA</b>	$a^2 + b^2 = c^2$
$C(-5, 4)$ $D(9, 10)$ $P_{CD} = (2, 7)$	$2a - 5b = 7$ $-3a - 6b = 8$	$(3, 4, 5)$
$(5, 12, 13)$	$ AS  = \frac{2}{3} AP_1 $	$ AT  :  TP_1  = 2 : 1$

$a\sqrt{2}$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$
$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	
$v = \sqrt{pq}$ $a = \sqrt{pc}$ $b = \sqrt{qc}$	$\frac{r^2 \pi}{360^\circ} \cdot \alpha$	$\frac{r \pi}{180^\circ} \cdot \alpha$
$a \parallel b$		



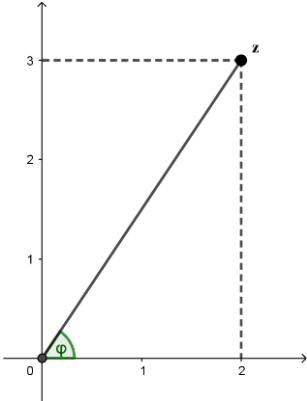
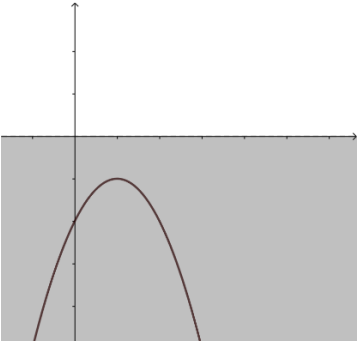
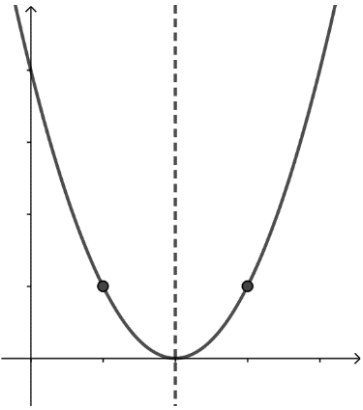
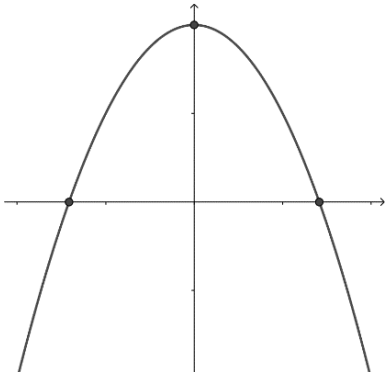
		
		
<p style="text-align: center;"><math>a \perp b</math></p>		

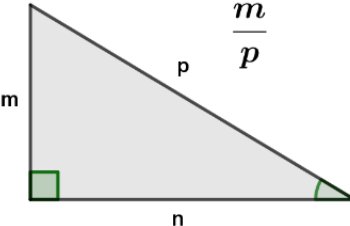
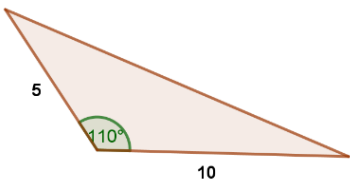
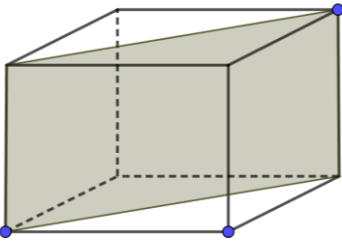
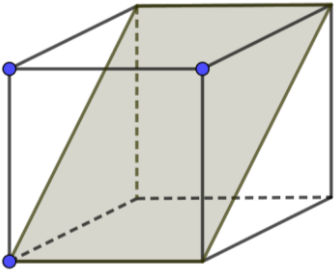
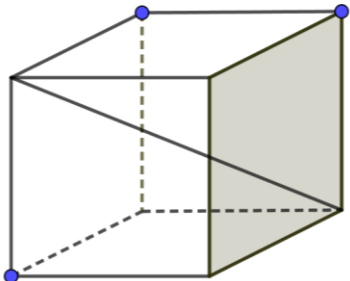
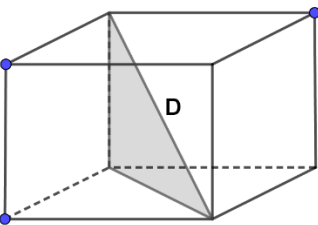
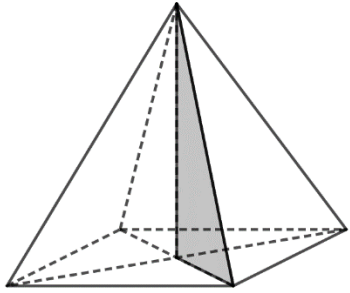
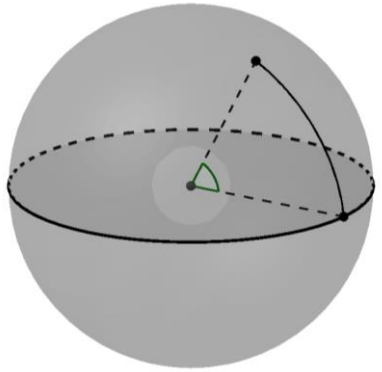
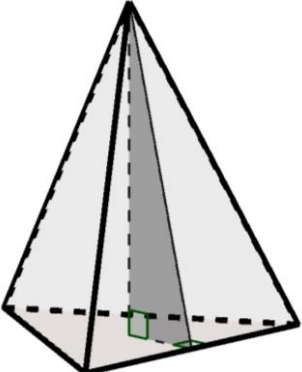
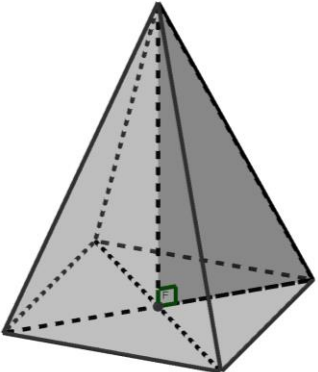
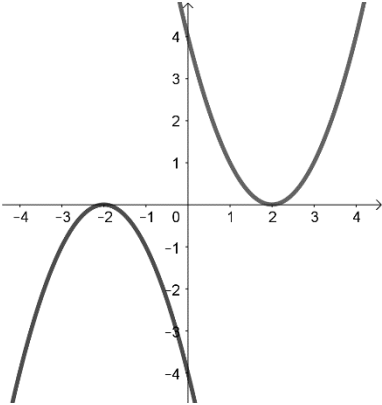


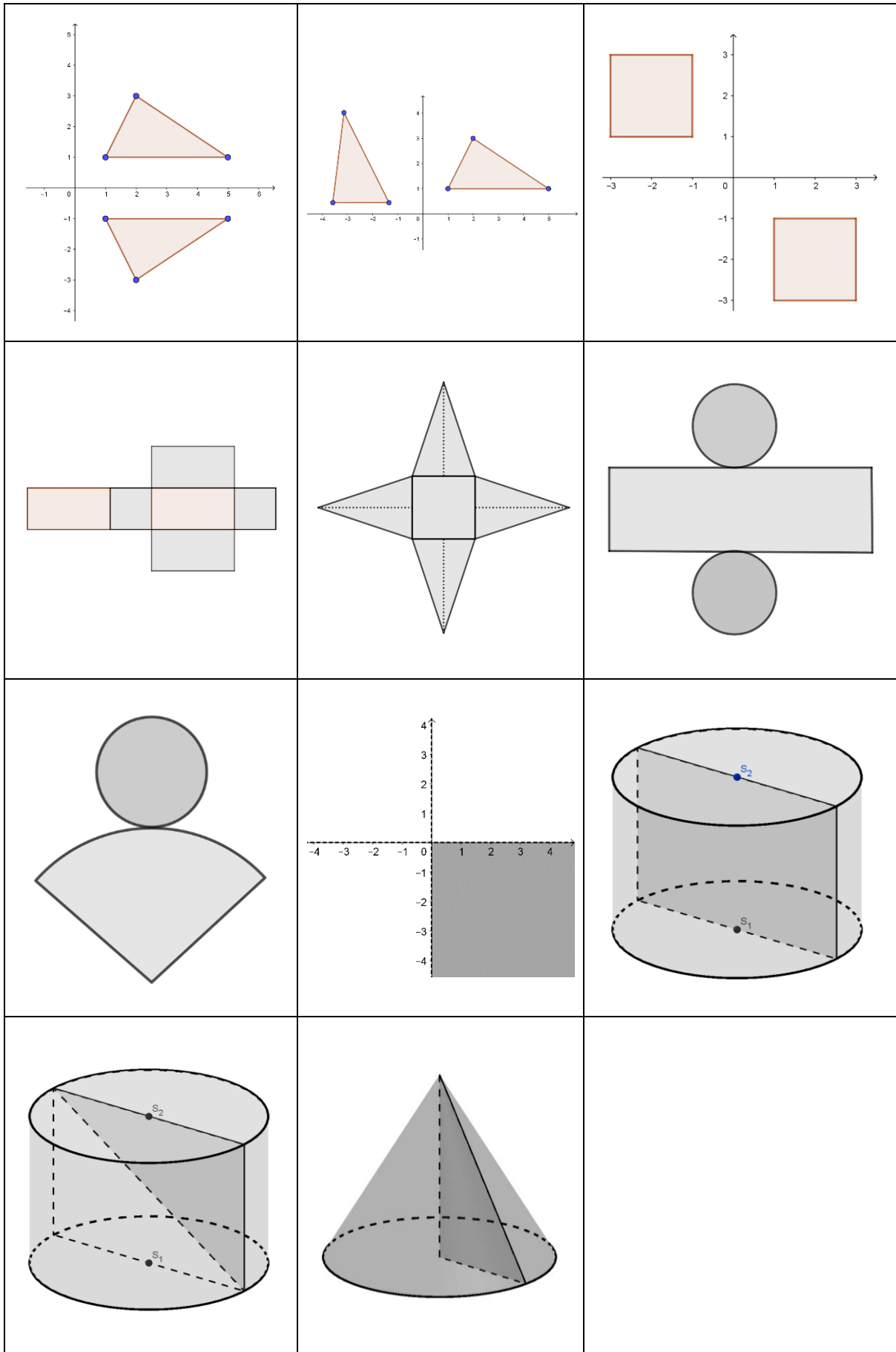
Kartice s pojmovima za 2. razred

$\mathbb{C}$	$x + iy$	$i$
$Re z$	$Im z$	$\bar{z}$
$ax^2 + bx + c = 0,$ $a \neq 0$	$81x^2 + 49x + 16 = 0$	$b^2 - 4ac < 0$

$y^2 + 1 = 0$	<b>EKSTREM</b>	$ax^2 + bx + c = 0$ $D = 0$
$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta}$	$\sqrt{1 - \sin^2\varphi}$	$f(x) = ax^2 + bx + c$ $a < 0$
$h(x) = x^2 + 13x - 11$	$\sqrt[n]{x}$	$x^{\frac{1}{n}}$
<b>UGLATO TIJELO</b>	$a^3$	$abc$

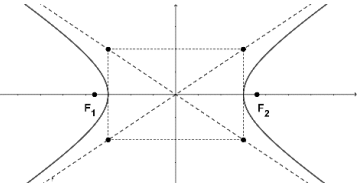
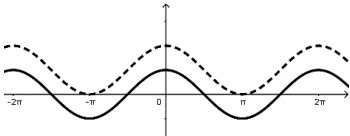
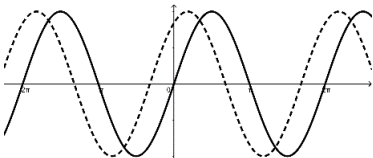
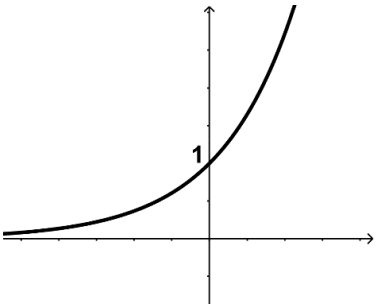
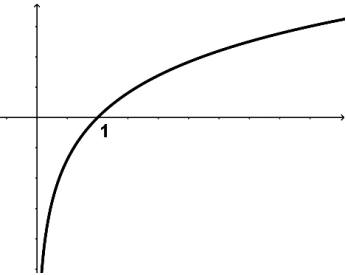
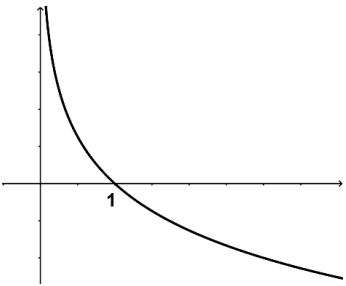
$\frac{4}{3}R^3\pi$	$Bh$	$\frac{1}{3}Bh$
$2B + P$	$6a^2$	$2ab + 2ac + 2bc$
$4r^2\pi$	$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab$	
		

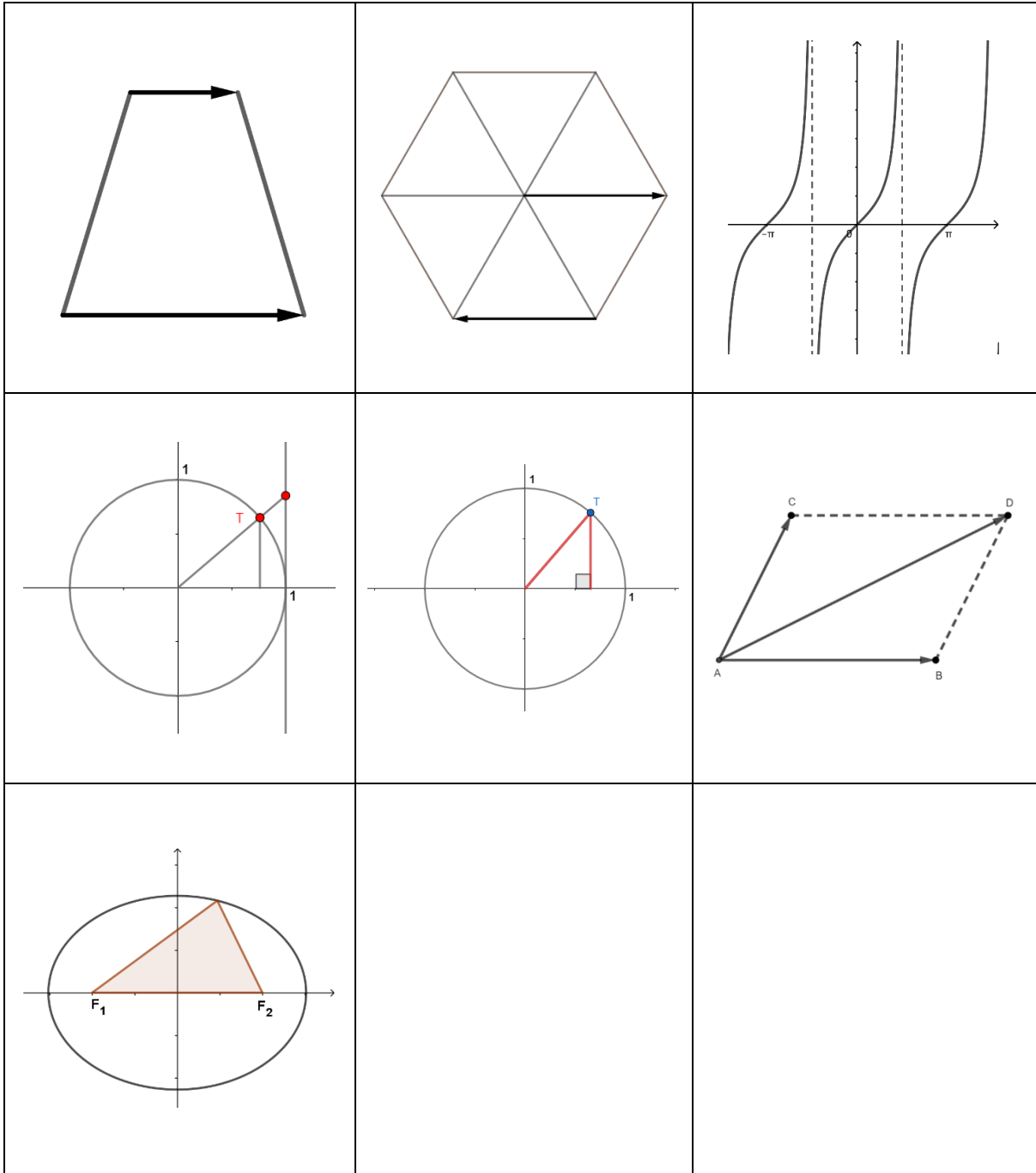
 <p>A right-angled triangle with a vertical leg of length <math>m</math>, a horizontal leg of length <math>n</math>, and a hypotenuse of length <math>p</math>. A small green square at the bottom-left corner indicates a right angle. The angle at the bottom-right vertex is labeled <math>\frac{m}{p}</math>.</p>	 <p>A triangle with a side of length 5, a side of length 10, and an included angle of <math>110^\circ</math> between them. The angle is marked with a green arc.</p>	<p><b>KOMPLANARNOST</b></p>
 <p>A 3D rectangular prism with a shaded plane cutting through it. Blue dots mark the vertices of the prism.</p>	 <p>A 3D rectangular prism with a shaded plane cutting through it. Blue dots mark the vertices of the prism.</p>	 <p>A 3D rectangular prism with a shaded plane cutting through it. Blue dots mark the vertices of the prism.</p>
 <p>A 3D rectangular prism with a shaded plane cutting through it, labeled <math>D</math>. Blue dots mark the vertices of the prism.</p>	 <p>A 3D pyramid with a shaded plane cutting through it. Dashed lines represent hidden edges.</p>	 <p>A sphere with a shaded plane cutting through it. A green angle is marked at the center of the sphere.</p>
 <p>A 3D pyramid with a shaded plane cutting through it. A green angle is marked at the base of the pyramid.</p>	 <p>A 3D pyramid with a shaded plane cutting through it. A green angle is marked at the base of the pyramid.</p>	 <p>A graph showing two parabolas on a coordinate system. The x-axis ranges from -4 to 4, and the y-axis ranges from -4 to 4. One parabola opens upwards with its vertex at (2, 0). The other parabola opens downwards with its vertex at (-2, 0).</p>



Kartice s pojmovima za 3. razred

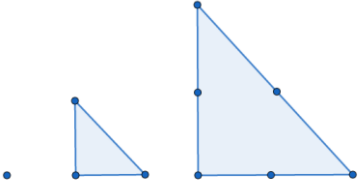

$f(-x) = f(x)$	$f(-x) = -f(x)$	$f(x + P) = f(x)$
$f(x) = A\sin(Bx + C)$	$(x - p)^2 + (y - q)^2 = r^2$	$(x - 3)^2 + (y - 25)^2 \leq 7^2$
<b>NORMALA</b>	$\begin{cases} 16a + 4b = 16 \\ -4a - b = 12 \end{cases}$	$e$

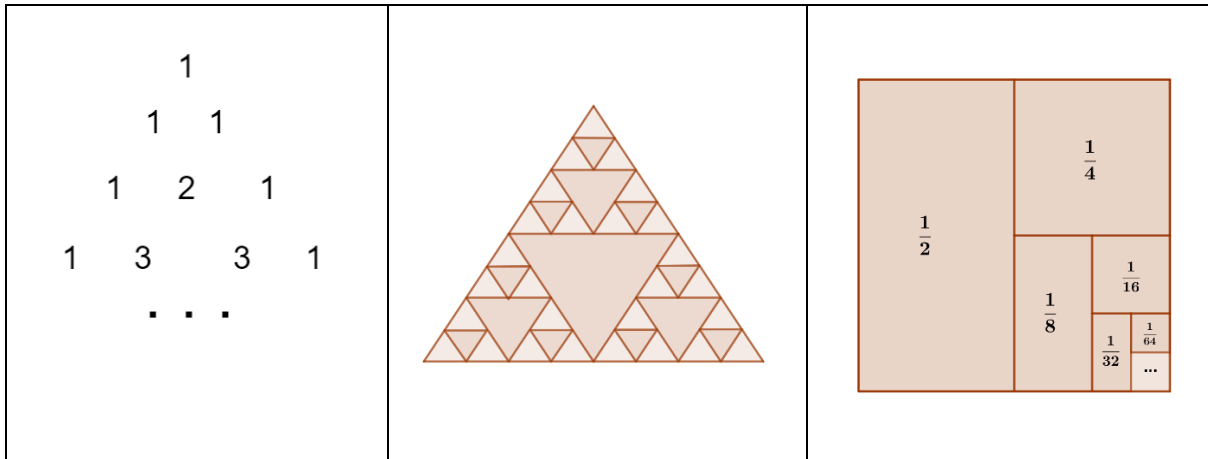
$\log_a 9$	$\ln b$	$\log_{\frac{1}{3}} y$
$A \times B$	$e^x$	$2^x$
 <p>A diagram of a hyperbola centered at the origin with two foci labeled <math>F_1</math> and <math>F_2</math>. Dashed lines represent the asymptotes and the bounding box of the hyperbola.</p>	 <p>A graph of a periodic function on a coordinate plane. The x-axis is labeled with <math>-2\pi</math>, <math>-\pi</math>, <math>\pi</math>, and <math>2\pi</math>. The function is shown as a solid curve oscillating around the x-axis, with a dashed curve above it.</p>	 <p>A graph of a periodic function on a coordinate plane. The x-axis is labeled with <math>-\pi</math> and <math>\pi</math>. The function is shown as a solid curve oscillating around the x-axis, with a dashed curve above it.</p>
 <p>A graph of an exponential growth function on a coordinate plane. The curve passes through the point <math>(0, 1)</math> and increases as <math>x</math> increases.</p>	 <p>A graph of an exponential decay function on a coordinate plane. The curve passes through the point <math>(0, 1)</math> and decreases as <math>x</math> increases.</p>	 <p>A graph of a function on a coordinate plane. The function has a vertical asymptote at <math>x = 0</math> and a horizontal asymptote at <math>y = 0</math>. The curve passes through the point <math>(0, 1)</math> and decreases as <math>x</math> increases.</p>





Kartice s pojmovima za 4. razred

$\binom{n}{k}$	$n!$	$(a + b)^n$
$1, 1, 2, 3, 5, 8, \dots$	$1, 4, 7, 10, 13, 16, \dots$	$a_n = a_1 + (n - 1)d$
$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$		



# Literatura

- [1] Antoliš S., Copic A., Antončić N. (2008). *Matematika 4, 1.dio*. Zagreb: Element
- [2] Antoliš S., Copic A., Antončić N. (2008). *Matematika 4, 2.dio*. Zagreb: Element
- [3] Antončić N., Špalj E., Volenec V. (2006.) *Matematika 3, 1.dio*. Zagreb: Školska knjiga
- [4] Antončić N., Špalj E., Volenec V. (2006.) *Matematika 3, 2.dio*. Zagreb: Školska knjiga
- [5] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 1, 1.dio*. Zagreb: Element
- [6] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 1, 2.dio*. Zagreb: Element
- [7] Dakić B., Elezović N. (2015). *Matematika 2, 1.dio*. Zagreb: Element
- [8] Dakić B., Elezović N. (2015). *Matematika 2, 2.dio*. Zagreb: Element
- [9] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 3, 1.dio*. Zagreb: Element
- [10] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 3, 2.dio*. Zagreb: Element
- [11] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 4, 1.dio*. Zagreb: Element
- [12] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 4, 2.dio*. Zagreb: Element
- [13] Dakić B., Elezović N. (2006). *Matematika 4, dodatak za 4. razred*. Zagreb: Element
- [14] Gusić J., Mladinić P., Pavković B. (2007). *Matematika 2, 1.dio*. Zagreb: Školska knjiga
- [15] Gusić J., Mladinić P., Pavković B. (2007). *Matematika 2, 2.dio*. Zagreb: Školska knjiga
- [16] Karninčić A. (2019). *Matematička igra Codenames – projektiranje: diplomski rad*. Split: Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Splitu
- [17] Katmada A., Mavridis A., Tsiatsos T. (2014). *Implementing a Game for Supporting Learning in Mathematics*. The Electronic Journal of e-Learning. 12 (3), (230-242).  
Preuzeto 1. srpnja 2020., s internetske stranice:  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1035662.pdf>
- [18] Klarin M. (2017). *Psihologija dječje igre*. Zadar: Sveučilište u Zadru.  
Preuzeto 5. svibnja 2020., s internetske stranice:  
[http://www.unizd.hr/Portals/41/elektronicka\\_izdanja/Psihologija\\_djecje\\_igre.pdf?ver=2017-09-08-103902-427](http://www.unizd.hr/Portals/41/elektronicka_izdanja/Psihologija_djecje_igre.pdf?ver=2017-09-08-103902-427)
- [19] Kurnik M., Pavković B., Zorić Ž. (2007). *Matematika 1, 1.dio*. Zagreb: Školska knjiga

- [20] Kurnik M., Pavković B., Zorić Ž. (2007). *Matematika 1, 2.dio*. Zagreb: Školska knjiga
- [21] Nekang, F. N. (2018). The use of mathematical games and secondary school students' achievement in mathematics in fako division, south west region of Cameroon. *Journal of Education and Entrepreneurship*. 5 (1), 20-31. Preuzeto 19. lipnja 2020., s internetske stranice: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED583755.pdf>
- [22] *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*. Narodne novine 7/2019.  
Preuzeto 15. travnja 2020., s internetske stranice:  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019\\_01\\_7\\_146.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019_01_7_146.html)
- [23] Pušić Ivana. (2015). *Učenje matematike kroz igru: diplomski rad*. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, 2015. Preuzeto 5. svibnja 2020., s internetske stranice:  
<http://www.mathos.unios.hr/~mdjumic/uploads/diplomski/PU%C5%A102.pdf>
- [24] Zorić Željka. Ciljevi, koncepti i procesi u matematičkom obrazovanju. ppt prezentacija

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTA U SPLITU  
ODJEL ZA MATEMATIKU

DIPLOMSKI RAD

**MATEMATIČKA IGRA MATOBOJ ZA  
SREDNJU ŠKOLU - PROJEKTIRANJE**

Lucija Škobić

**Sažetak:**

Uz sve tehnološke promjene i reforme u školstvu, nastavnici koriste nove metode i oblike rada u nastavi. Istraživanja pokazuju da je korištenje igara u nastavi matematike dobra strategija poučavanja matematike na svim razinama školovanja. Početkom 2017. godine osmišljena je igra Matematički Codenames za 7. i 8. razred kao pomagalo u nastavi matematike za osnovnu školu kojom bi se kod učenika razvijalo konceptualno znanje te poticalo povezivanje različitih matematičkih pojmova na kreativan način. U ovom radu je prikazano dizajniranje Matematičkog Codenamesa, sada Matoboj, za srednju školu. Ovo je projekt kojim se želi obogatiti nastava matematike te pridonijeti razvoju kognitivnih i socioemocionalnih sposobnosti kod učenika.

**Ključne riječi:**

grupni rad, asocijacija, komunikacija, kognitivni razvoj, konceptualno znanje

**Podatci o radu:**

45 stranica, 3 slike, 7 tablica, 24 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski

**Mentor:** doc.dr.sc. Gordan Radobolja

**Neposredna voditeljica:** Željka Zorić, v. pred.

**Članovi povjerenstva:**

doc.dr.sc. Gordan Radobolja

Željka Zorić, v. pred.

dr.sc. Aljoša Šubašić

Povjerenstvo za diplomske radove je prihvatilo ovaj rad 14. srpnja 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

FACULTY OF SCIENCE, UNIVERSITY OF SPLIT  
DEPARTMENT OF MATHEMATICS

MASTER'S THESIS

# MATHBATTLE, A MATH GAME FOR HIGH SCHOOL – DESIGNING

Lucija Škobić

**Abstract:**

With all the technological changes and reforms in education, teachers are using new methods and forms of teaching. Research shows that using games in math teaching is a good strategy for teaching math at all levels of schooling. At the beginning of 2017, the game Mathematical Codenames for 7th and 8th grade was designed as an aid in teaching mathematics for primary school, which would develop students' conceptual knowledge and encourage the connection of different mathematical concepts in a creative way. This paper presents the design of Mathematical Codenames – now called Mathbattle, a math game for high school. This is a project that aims to enrich the teaching of mathematics and contribute to the development of cognitive and socio-emotional abilities in students.

**Key words:**

group work, association, communication, cognitive development, conceptual knowledge

**Specifications:**

45 pages, 3 images, 7 tables, 24 references, original language: Croatian

**Mentor:** doc. dr. sc. Gordan Radobolja

**Supervisor:** Željka Zorić, senior lecturer

**Committee:**

Gordan Radobolja, assistant professor

Željka Zorić, senior lecturer

Aljoša Šubašić, PHD

This thesis was approved by a Thesis committee on July 14, 2020.