



Matematika

za 2. razred opće gimnazije

Modul 1: Kompleksni brojevi

Priručnik za nastavnike

Više informacija o fondovima EU-a možete pronaći na internetskim stranicama Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije: www.strukturnifondovi.hr

Ovaj priručnik izrađen je radi podizanja digitalne kompetencije korisnika u sklopu projekta e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot-projekt), koji sufinancira Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova. Nositelj projekta je Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNET.

Impresum

Ključni stručnjaci:

Autori:

Aleksandra Brmbota, Karolina Brleković, Marina Njerš, Sanja Loparić

Urednica:

Štefica Dumančić Poljski

Stručnjak za dizajn odgojno-obrazovnog procesa ili metodičko oblikovanje nastavnih sadržaja:

Toni Milun

Stručnjak za dizajn i izradu digitalnih sadržaja te dizajn korisničkog sučelja:

Željka Car

Neključni stručnjaci:

Stručnjaci za inkluzivno obrazovanje:

Jasmina Ivšac Pavliša, Maja Peretić

Stručnjak za pristupačnost:

Vedran Podobnik

Recenzenti:

Recenzent za metodičko oblikovanje sadržaja:

Nikola Koceić Bilan

Recenzent za inkluzivnu prilagodbu sadržaja:

Ana Parać Burčul

Lektor:

Ivan Kojundžić

Priprema i prijelom:

Algebra d.o.o.

Podizvoditelj:

Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu

Naručitelj i nakladnik:

Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNET

Mjesto izdanja:

Zagreb

Više informacija:

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 500

www.carnet.hr



Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom
[Creative Commons Imenovanje -Nekomercijalno-Dijeli 3.0 Hrvatska.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/hr/)

Sadržaj

Impresum.....	3
Uvodni dio priručnika	6
Kako koristiti priručnik	6
Što je DOS?.....	18
Didaktički trokut: učenik – učitelj – DOS.....	24
Didaktička uloga multimedijских i interaktivnih elemenata DOS-a.....	25
Povezivanje DOS-a s tradicionalnim pristupima	27
Motivacija, poticanje i vrednovanje uz DOS	29
Suvremene nastavne metode i DOS	31
Metodičko-didaktički aspekti uporabe DOS-a u radu s učenicima s posebnim obrazovnim potrebama.....	32
Modul 1:Kompleksni brojevi.....	34
Ciljevi, ishodi, kompetencije	34
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja ovog modula DOS-a.....	35
Digitalni alati i dodatni sadržaji.....	35
1.1. Skup kompleksnih brojeva	39
<i>Ciljevi, ishodi, kompetencije</i>	<i>39</i>
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	40
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	42
1.2. Zbrajanje, oduzimanje i množenje kompleksnih brojeva	44
Ciljevi, ishodi, kompetencije	44
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	45
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	48
1.3. Potenciranje kompleksnih brojeva	50
Ciljevi, ishodi, kompetencije	50
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	51
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	53
1.4. Dijeljenje kompleksnih brojeva	55
Ciljevi, ishodi, kompetencije	55

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	56
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	58
1.5. Apsolutna vrijednost kompleksnog broja	61
Ciljevi, ishodi, kompetencije	61
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	62
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	65
1.6. Kompleksna ravnina	68
Ciljevi, ishodi, kompetencije	68
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	69
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	71
Aktivnosti za samostalno učenje	74
Ciljevi, ishodi, kompetencije	74
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	74
Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe	76
Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda	78
Ciljevi, ishodi, kompetencije	78
Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice	78
Pojmovnik	80

Uvodni dio priručnika

Kako koristiti priručnik

Priručnik za primjenu DOS-a je prateći materijal uz digitalne obrazovne sadržaje (DOS) iz matematike za sedmi i osmi razred osnovne škole te prvi i drugi razred opće gimnazije (Matematika 7, Matematika 8, Matematika 1 i Matematika 2).

Sastoji se od dva bitno različita dijela: općeg dijela i dijela namijenjenog određenom razredu.

Prvi dio priručnika (prvih 7 poglavlja) priručnika daje uvod o digitalnim obrazovnim sadržajima i njihovoj ulozi u suvremenim metodama poučavanja. Ovaj dio je identičan za sve razrede.

Drugi dio priručnika daje preporuke nastavnicima za korištenje konkretnih jedinica DOS-a i multimedijalnih elemenata u odgojno-obrazovnom procesu, navodi dodatne digitalne alate i sadržaje koji će doprinijeti ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda te daje smjernice i sadržaje za rad s učenicima s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (inkluzija).

Priručnik je dostupan u tri formata: PDF, ePub (format za elektroničke knjige, može se preuzeti i čitati na računalima i mobilnim uređajima) i OneNote (Microsoft OneNote 2016, digitalna bilježnica koja omogućuje na jednom mjestu održavanje bilješki i informacija s dodatnim prednostima; mogućnosti naprednog pretraživanja i umetanja multimedije).

U prvom poglavlju, koje je upravo pred Vama, navedene su upute kako koristiti priručnik na primjeru OneNote inačice.

OneNote inačica priručnika

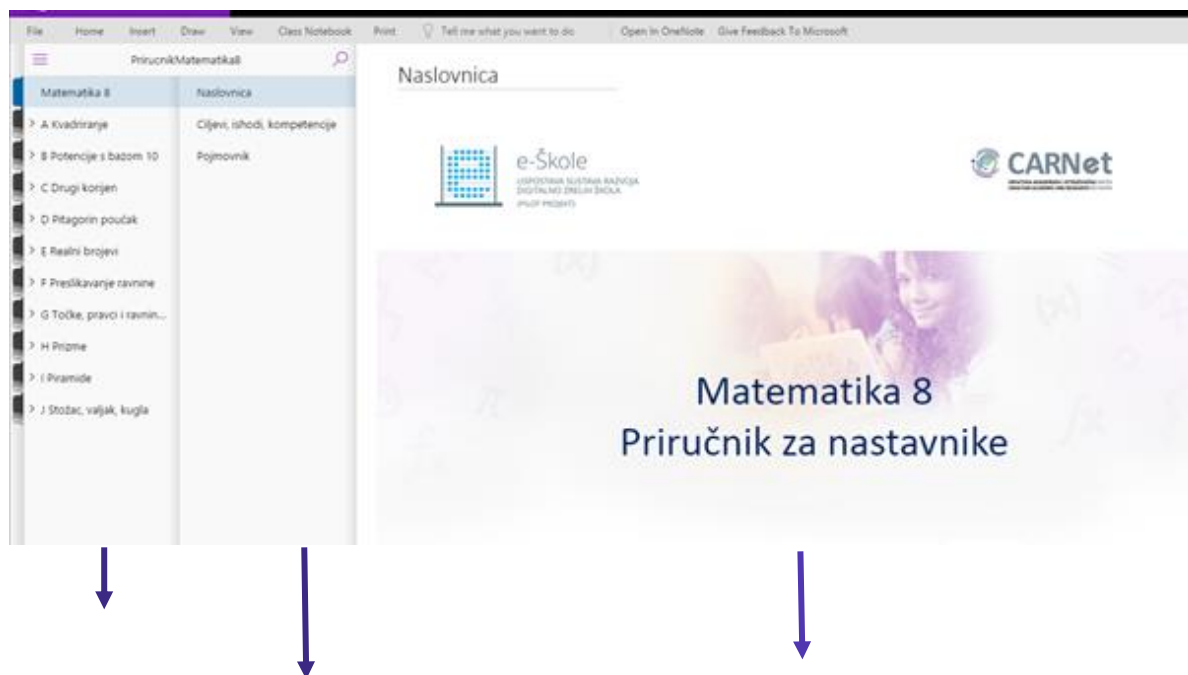
Osnovne značajke OneNote-a su:

- automatsko spremanje
- mogućnost pisanja na proizvoljnom mjestu svake stranice
- mogućnost ubacivanja svih vrsta sadržaja, dokumenata i poveznica
- mogućnost reorganiziranja i ponovnog korištenja stranica i odjeljaka
- pripadni moćni alati za označavanje i pretraživanje
- mogućnost spremanja poveznice na originalne sadržaje prilikom kopiranja
- brzo i pregledno kretanje kroz pojedine dijelove dokumenta.

OneNote inačica priručnika sadrži sve što i pdf inačica te dodatne stranice „Pomoćni interaktivni sadržaji“ na kojima su interaktivni i multimedijски sadržaji umetnuti u OneNote. Tako pripremljene sadržaje učitelji i nastavnici mogu lako koristiti za nastavu te prema potrebi mijenjati i prilagoditi svojim potrebama.

U OneNote priručniku sadržaji su grupirani u odjeljke, sekcije i stranice unutar sekcija. Početni odjeljci sadrže poglavlja prvog, općeg dijela priručnika. Slijede odjeljci koji se odnose na konkretan DOS. Svaki DOS podijeljen je na module, a moduli na jedinice, što je detaljno opisano u sljedećem poglavlju.

Sadržaji koji se odnose na module konkretnog DOS-a nalaze se na stranicama odjeljka s naslovom modula, a sadržaji na razini jedinice se nalaze na stranicama sekcija s naslovima jedinica. Moduli su označeni slovima A, B, C, ..., a jedinice brojevima 1.1, 1.2 itd.



Odjeljci i sekcije

Stranice

Sadržaj stranice

Uvodni odjeljak (na slikama to je prvi odjeljak Matematika 8) ima stranice:

- **Naslovnica**
- **Ciljevi, ishodi, kompetencije**
 - Ovdje su navedeni ciljevi i zadaće, odgojno-obrazovni ishodi i generičke kompetencije na razini cjelovitog DOS-a prema kojima je izrađen DOS.
- **Pojmovnik**
 - U priručniku se nalazi pojmovnik ključnih pojmova prenesen iz konkretnog DOS-a.

The screenshot shows a Microsoft OneNote window titled 'Priručnik Matematika 8'. The left sidebar contains a table of contents with the following items:

- Matematika 8
- A Kvadriranje
- B Potencije s bazom 10
- C Drugi korijen
- D Pitagorin poučak
- E Realni brojevi
- F Preslikavanje ravnine
- G Točke, pravci i ravnine
- H Prizme
- I Piramide
- J Stožac, valjak, kugla

The main content area displays the 'Ciljevi, ishodi, kompetencije' section for 'Matematika 8'. It is organized into three main categories:

- Ciljevi i zadaće**
 - Usvojiti osnovna matematička znanja i razviti matematičke vještine
 - Primjena matematičkog jezika u komunikaciji i izražavanju te u različitim okruženjima
 - Rješavanje problemskih situacija
 - Upotrebljavanje matematičkog načina rasuđivanja te kritičkog promišljanja
 - Učinkovita i promišljena uporaba tehnologije za usvajanje znanja i vještina
 - Razvijanje samopouzdanja, samoprocjene, upornosti, odgovornosti, uvažavanja te pozitivnog odnosa prema matematici i radu općenito
 - Osvještavanje važnosti matematike i prepoznavanje njene uloge u svakodnevnom životu
- Odgojno-obrazovni ishodi**
 - Primijeniti kvadriranje i korjenovanje pri rješavanju problema u matematici, drugim obrazovnim područjima i svakodnevnom životu
 - Primijeniti potenciranje s bazom 10 pri rješavanju problema u matematici, drugim obrazovnim područjima i svakodnevnom životu
 - Primijeniti Pitagorin poučak pri rješavanju problema u matematici, drugim obrazovnim područjima i svakodnevnom životu
 - Primijeniti realne brojeve pri rješavanju problema iz matematike, drugih područja ili svakodnevnom životu
 - Primijeniti preslikavanja ravnine
 - Prepoznati prostorne oblike u jednostavnim situacijama izvan matematičkog konteksta koristeći se mjernim jedinicama u matematici i svakodnevnim situacijama
 - Koristiti se mjernim jedinicama u matematici i svakodnevnim situacijama
 - Riješiti problem iz matematike i svakodnevnog konteksta koristeći se mjernim obilježjima geometrijskih tijela
- Generičke kompetencije**
 - Rješavanje problema
 - Donošenje odluka
 - Metakognicija
 - Suradnja
 - Digitalna pismenost i korištenje tehnologija
 - Aktivno građanstvo

Slijede odjeljci koje obrađuju pojedine module (označeni slovima A, B, C ...). Svaki modul ima uvodnu sekciju (1.0. u modulu A, 2.0. u modulu B ...) i sekcije po jedinicama (1.1., 1.2. ... u modulu A; 2.1., 2.2. u modulu B itd.)

Uvodna sekcija svakog modula sadrži sljedeće stranice (na ilustracijama koje slijede to je modul A *Kvadriranje*):

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Navedeni su ciljevi i zadaće, odgojno-obrazovni ishodi i generičke kompetencije na razini modula.

Priručnik Matematika 8

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Metodički prijedlozi

Digitalni alati i dodatni sad...

Operativni plan

Ciljevi, ishodi, kompetencije

DOS Matematika 8

1. Kvadriranje

Ciljevi i zadaće

- Usvojiti osnovna matematička znanja i razviti matematičke vještine
- Primjena matematičkog jezika u komunikaciji i izražavanju te u različitim okruženjima
- Rješavanje problemskih situacija
- Upotrebljavanje matematičkog načina rasuđivanja te kritičkog promišljanja
- Učinkovita i promišljena uporaba tehnologije za usvajanje znanja i vještina
- Razvijanje samopouzdanja, samoprocjene, upornosti, odgovornosti, uvažavanje te pozitivnog odnosa prema matematici i radu općenito
- Osvještavanje važnosti matematike i prepoznavanje njene uloge u svakodnevnom životu.

Odgojno-obrazovni ishodi

- Kvadrirati racionalni broj
- Procijeniti vrijednost kvadrata
- Napisati umnožak kvadrata kao kvadrat umnoška te količnik kvadrata kao kvadrat količnika i obrnuto
- Kvadrirati zbroj i razliku dvaju brojeva
- Prepoznati u algebarskim izrazima kvadrat zbroja i kvadrat razlike
- Rastaviti razliku kvadrata na faktore
- Primijeniti kvadriranje pri rješavanju problema iz matematike, drugih područja ili svakodnevnog života

Generičke kompetencije

- Razvoj digitalnih kompetencija
- Učiti kako učiti
- Razvoj sposobnosti rješavanja problema
- Razvoj kritičkog mišljenja
- Razvoj kreativnosti
- Komunikacija i suradnja

Metodički prijedlozi

Ovdje se nalaze metodički prijedlozi o mogućnostima korištenja sadržaja modula. To je sažetak metodičkih prijedloga za korištenje jedinica ovog modula, odnosno preporuke koje su primjenjive na sve jedinice.

Neki metodički prijedlozi i preporuke identični su u više modula, no ta ponavljanja su ostavljena kako bi se moduli mogli koristiti samostalno i odjeljak koji se odnosi na pojedini modul sadrži sve podatke i komentare neovisno o tome spominju li se isti u još nekom drugom modulu.

Digitalni alati i dodatni sadržaji

Informacije na ovoj stranici podijeljene su u tri grupe.

Popis i kratki savjeti za korištenje digitalnih alata

- Navedeni su digitalni alati koji su preporučeni u priručniku za korištenje u ovom modulu, svrha korištenja i poveznice na kojima se nalaze detaljne upute.
- Većina preporučenih digitalnih alata spominje se u svakom modulu, ponavljanja su ostavljena kako bi se moduli mogli koristiti samostalno i odjeljak koji se odnosi na pojedini modul sadrži sve podatke i komentare neovisno o tome spominju li se još u nekom drugom modulu.

Dodatni materijali i poveznice za izvođenje nastave uz DOS

- Navedene su poveznice na sve sadržaje predložene u jedinicama modula kao pomoć u izvođenju nastave. Tako ih nastavnici mogu naći na jednom mjestu.

Poveznice na dodatne izvore i važne reference za nastavnike

- Ovdje su predloženi izvori na kojima nastavnici sami mogu pronaći i odabrati sadržaje koji im mogu pomoći u izvođenju nastave. To su interaktivni sadržaji (animacije, simulacije...), video materijali, izvori na kojima se nalaze prijedlozi pokusa i učeničkih projekata te također stručni članci vezani uz područje matematike koje obrađuje modul.
- Veliki broj navedenih izvora spominje se u svakom modulu, ponavljanja su ostavljena kako bi se moduli mogli koristiti samostalno i odjeljak koji se odnosi na pojedini modul

sadrži sve podatke i komentare neovisno o tome spominju li se još u nekom drugom modulu.

The screenshot shows a digital textbook interface. On the left, there is a sidebar with a table of contents for 'Priručnik Matematika 8'. The main content area is titled 'Digitalni alati i dodatni sadržaji' and lists several digital tools and resources:

- DOS Matematika 8**: 1. Kvadriranje
- Popis i kratki savjeti za korištenje digitalnih alata**
- GeoGebra**: Računalni program dinamične geometrije. Povezuje interaktivnu geometriju, algebru, tablice, grafove, analizu i statistiku. Program je otvorenog koda, dostupan na hrvatskome jeziku na www.geogebra.org. Više o GeoGebri pročitajte na: <https://e-laboratori.carnet.hr/>.
- LearningApps**: Jednostavno sučelje za izradu različitih interaktivnih sadržaja kao što su kvizovi i igrice uparivanja. Dostupno je na poveznici <https://learningapps.org/createApp.php>.
- Polynomials Calculator**: Internetski kalkulator koji se, između ostalog, može iskoristiti za računanje s algebarskim izrazima. Dostupan je na poveznici [Polynomials Calculator](https://www.mathsisfun.com/polynomial-calculator/).
- Kahoot**: Ovo je aplikacija koja omogućava kratke provjere za sve učenike u isto vrijeme. Preporučamo za ponavljanje gradiva. Na početku nastavnog sata možete provjeriti što su učenici usvojili na prethodnom satu, a na kraju nastavnog sata možete provjeriti kako su razumjeli nastavnu jedinicu na tom satu. Kahoot daje statistiku rezultata odmah po završetku kviza. Kahoot je besplatan za korištenje. Sadrži veliku arhivu gotovih materijala koje možete preuzeti i koristiti, preraditi ili možete izraditi novi kviz. Učenici trebaju pametni telefon, tablet ili računalo s pristupom internetu. Više o Kahootu pročitajte na linku [e-laboratori](https://e-laboratori.carnet.hr/).
- Sway**: Sway je online alat za izradu, organizaciju i dijeljenje sadržaja u obliku interaktivne mrežne stranice: svojevrsan hibrid između prezentacije i klasične mrežne stranice. Pomoću Swaya možete napraviti prezentacije, interaktivne sadržaje, izvještaje, fotoalbume, radne materijale za nastavu i slično. Izrada i organizacija sadržaja pojednostavljena je korištenjem gotovih predložaka rasporeda i dizajna.

Operativni plan

To je popis jedinica unutar modula s predviđenim brojem sati za njihovu obradu.

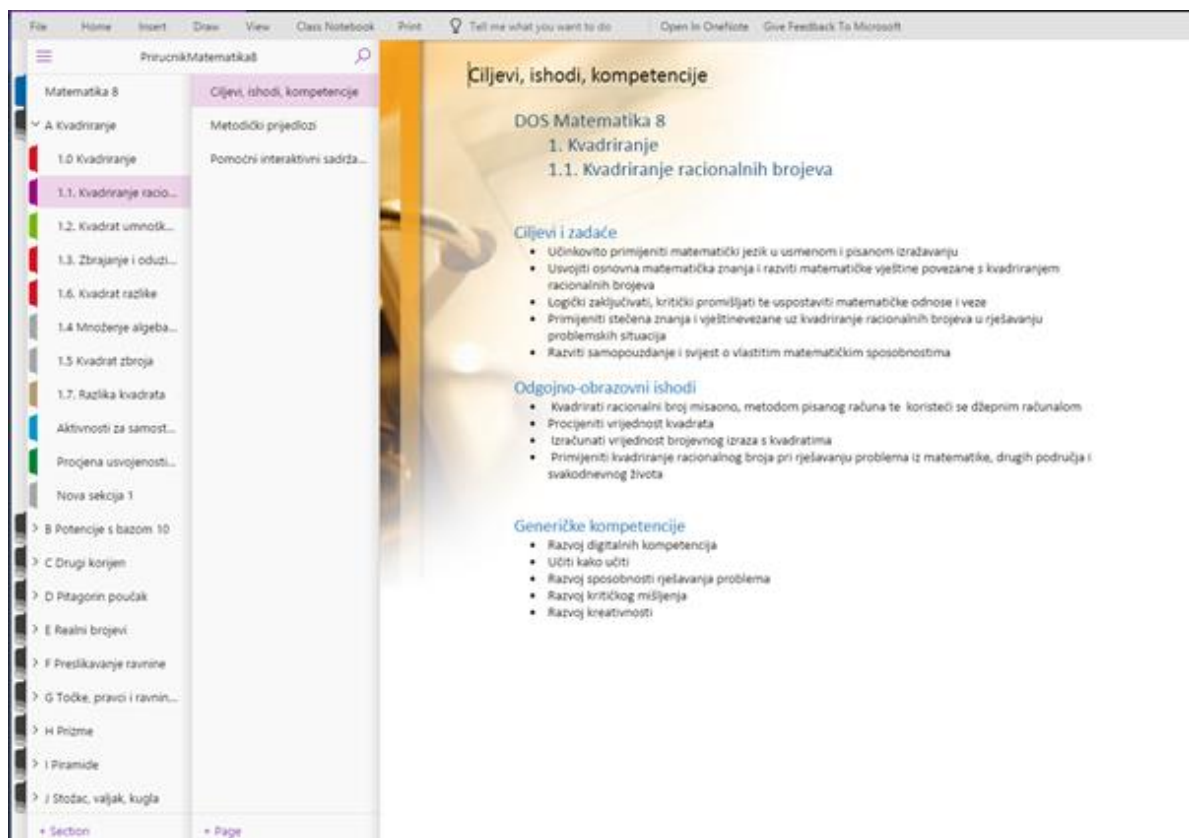
The screenshot shows a OneNote interface with a sidebar on the left containing a table of contents for 'Priručnik Matematika 8'. The 'Operativni plan' section is selected, displaying a table of contents for the '1. Kvadriranje' module. The table has three columns: 'Modul', 'Jedinica DOS-a', and 'Broj sati'.

Modul	Jedinica DOS-a	Broj sati
1.	Kvadriranje	16 + 1
	1.1. Kvadriranje racionalnih brojeva	3
	1.2. Kvadriranje umnoška i količnika	2
	1.3. Zbrajanje i oduzimanje algebarskih izraza	2
	1.4. Množenje algebarskih izraza	2
	1.5. Kvadrat zbroja	2
	1.6. Kvadrat razlike	2
	1.7. Razlika kvadrata	3
	Aktivnosti za samostalno učenje	1
	Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda	

Sekcije uz svaku jedinicu modula (na ilustracijama to je jedinica *1.1 Kvadriranje racionalnih brojeva*) sadrže sljedeće stranice:

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Navedeni su ciljevi i zadaće, odgojno-obrazovni ishodi i generičke kompetencije za konkretnu jedinicu. Prema njima je izrađen sadržaj jedinice.



Metodički prijedlozi

Ovdje se nalaze metodički prijedlozi o mogućnostima korištenja sadržaja konkretne jedinice. Oni nisu pripreme za nastavni sat već prijedlozi nastavniku koje dijelove sadržaja može i na koji način koristiti u nastavi.

Pomoćni interaktivni sadržaji

Ovdje su interaktivni, multimedijски sadržaji umetnuti u OneNote.

Sekcija "Metodički prijedlozi" podijeljena je na dva dijela:

(a) *Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice*

Započinje s općim uputama vezanim uz različite svrhe primjene jedinice (npr. obrada, ponavljanje ...), odnos prema ostalim jedinicama modula i eventualnu vezu s drugim modulima. Navedena je i preporuka koji se oblici učenja i poučavanja mogu primijeniti pri korištenju sadržaja jedinice.

Slijede prijedlozi primjene sadržaja jedinice:

- Uvod i motivacija
- Razrada sadržaja učenja i poučavanja
- Završetak.

Ova podjela prati strukturu korištenu u DOS-u i tim redosljedom izdvojeni su dijelovi sadržaja koje je pogodno koristiti u nastavi. Redosljed nije sugestija organizacije nastavnog sata. Cjelovito osmišljavanje i priprema izvođenja nastave prepušteni su nastavniku, kao i izbor mjesta na kojima će uklopiti sadržaje jedinice DOS-a.

- Dodatni prijedlozi

Ovdje su navedeni dodatni prijedlozi koji mogu pomoći nastavniku u ostvarenju odgojno-obrazovnih ishoda predviđenih u jedinici. To su poveznice na digitalne sadržaje, ukazivanje na neka alternativna metodička rješenja i sl.

(b) *Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe*

- Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Svaka jedinica sadrži dijelove koji po složenosti ili sadržaju izlaze izvan okvira programa. Oni su na ovom mjestu u priručniku istaknuti, kao i prijedlozi nastavniku kako organizirati njihovo izvođenje i prezentaciju rezultata. Ponekad su u priručniku navedeni i prijedlozi zadataka/aktivnosti koji se ne nalaze u jedinici.

Aktivnosti za učenike koji žele znati više i za darovite učenike birane su kao projektni zadaci ili dodatne teme za samostalno istraživanje. Mogu se provoditi samostalno ili u manjim skupinama.

- Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju teškoće

Digitalni obrazovni sadržaji izrađeni su u skladu sa standardima pristupačnosti tako da su dizajn, funkcionalnosti i sam sadržaj pristupačni svim korisnicima uključujući i osobe s poteškoćama.

Stručnjaci za inkluzivno obrazovanje razradili su prijedloge i smjernice nastavnicima za svaku jedinicu.

The image shows a digital textbook interface with a sidebar on the left containing a table of contents for 'Priručnik Matematika 2'. The main content area displays the 'Metodički prijedlozi' (Methodological proposals) for the topic '1.1. Kvadriranje racionalnih brojeva' (Squaring rational numbers). The interface includes a top menu bar with options like 'File', 'Home', 'Insert', 'Draw', 'View', 'Class Notebook', and 'Print'. The sidebar on the left lists various mathematical topics from 'Matematika 2' to 'Stožac, valjak, kugla'. The main content area is titled 'Metodički prijedlozi' and contains several sections: 'Planirani broj nastavnih sati: 3 sata', 'Uvod i motivacija', 'Razrada sadržaja učenja i poučavanja', 'Dilepno računalo', 'Procjena izmora kvadrata racionalnog broja', 'Kvadrat mjeslovitog broja', 'Istraživanje kvadrata prirodnih brojeva', 'Preračunavanje mjernih jedinica za površinu', 'Redoslijed računskih operacija', 'Primjena', and 'Zanimljivost'. Each section contains detailed text and bullet points providing teaching suggestions and activities for the topic.

Zanimljivost
Prije kraja, predstavljena je zanimljivost vezana za lahovske poja i promjer postojeća lahovske figure pješaka. Ta je zanimljivost iskorisćena i za zadatak. Zadatak može biti osmišljen i kao projektni i nagradni zadatak za učenike.

Završetak
U završnom je dijelu dan osvrt na najvažnije ishode koje je učenik trebao ostvariti u ovoj jedinici.

Dodatni prijedlozi

- Motivacijski primjer može biti ideja za školski projekt Matematika u školskom vrtu. Prilikom kvadrati ne moraju biti jedan izvan drugog već jedan unutar drugog. Svaki razred može u svom dijelu zasaditi cvijeće, ljekovito bilje, itd.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za učenike koji žele znati više predlažemo:

Pet načina za izračun kvadrata dvoznamenkastog broja:
<http://math-equation.com/methods-to-square-two-digit-numbers-in-seconds/>

Kako izračunati kvadrate velikih brojeva:
<http://wiredaboutmath.com/2007/11/04/how-to-square-large-numbers-quickly-part-1/>

Metode starih Veda za mentalno računanje kvadrata brojeva:
<http://brilliant.org/discussions/thread/vedic-maths-trick-to-find-squares-of-numbers-2/>

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama, predlažemo da učenici koriste konkretne didaktičke materijale, dječno računalo i slično. Neka kvadriraju samo prirodne brojeve i taj kvadrat i prikazuju stapanjem konkretna u obliku kvadrata.

Računala (google):
<https://sites.google.com/site/ymvukovicmatematika/8-razred/8-1-kvadriranje-igra>
<https://www.mathlearningcenter.org/web-apps/geomaster/>
<https://www.mathsfun.com/qaqaqa-root.html>

Za učenike s oštećenjem vida preporuča se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, lupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad ustručno valja koristiti (tablica, šilo, štaci ekrana, itd.). U scenarijima valja odabrati one elemente koji imaju zvučni zapis kao što su videozapisi koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmenom ili predločnom s kratkom uputom na što učenik valja usmjeriti pozornost tijekom gledanja videopisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporuča se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastave jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika za gledanje videopisa. Učenici s motoričkim teškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim teškoćama korisnik govorne tehnologije, istu valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S izborom na to da učenici s motoričkim teškoćama obično imaju stručnu podršku u vidu asistenta, preporuča se pomoć asistenta pri uvlačenju zaslona tijekom prolaska nastavnom jedinicom i označavanju količina na brojevnom pravcu.

Za učenike s intelektualnim teškoćama valja prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, nastavne materijale, kao i sadržaje, u skladu s obrazovnim programom po kojem se učenik školuje. Važno je napraviti odabir zadataka koje učenik može riješiti, ali ne na taj način da učenik jednostavno rješava prva tri zadatka već valja odrediti one ključne zadatke koji će mu omogućiti usvajanje izdvojenih odgojno-obrazovnih ishoda. U radu s učenicima valja koristiti elemente kao što su ilustracije i fotografije te na taj način temu kvadriranja, što je moguće više, povezati sa svakodnevnim životom. Zadatke valja rastavljati na manje korake i usmjeravati učenika prilikom rješavanja. Ako je moguće, preporuča se više puta ponoviti gledanje videopisa. Učenici s intelektualnim teškoćama mogli bi dobiti prvi ishod učenja ove jedinice uz korištenje dječjeg računala, te četviti ishod – primjeniti kvadriranje racionalnih brojeva pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Kad god je to moguće, zadatak valja popratiti vizualnom podrškom, primjerice, dodati slike/grafičke simbole koji prate ključne pojmove iz zadatka. Simbole je moguće preuzeti iz nekomercijalne galerije simbola: <http://www.arsapac.org/>

Za učenike s poremećajima govorno-jezično-govorne komunikacije u kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i nužno odgovaranje usmenim putem.

Za učenike sa specifičnim teškoćama učenja (primjerice učenici s disleksijom, dijagrafijom, diskalkulijom i jezičnim teškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). U pripremi se dodatnih materijala savjetuje: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti povećanjem tiska. Valja voditi računa da im se pojednostavne sve upute (posebno učenicima s jezičnim teškoćama). U istaknutoj definiciji kvadriranja potrebno je ukloniti elekt odraz. Dopustiti im korištenje dječjeg računala pri rješavanju zadataka.

Za učenike s poremećajima u ponašanju važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice, izrade plakata ili PowerPoint prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastave jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjenjena ponašanja, ali ga ne treba kritizirati i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenih ponašanja.

Interaktivni sadržaji koji su umetnuti u OneNote navedeni su kao poveznice u popisu "Dodatni materijali i poveznice za izvođenje nastave uz DOS".

File Home Insert Draw View Class Notebook Print Tell me what you want to do Open in OneNote Give Feedback To Microsoft

PriručnikMatematika8

Matematika 8
A Kvadriranje
1.0 Kvadriranje
1.1. Kvadriranje racio...
1.2. Kvadrat umnoži...
1.3. Zbrajanje i oduzi...
1.6. Kvadrat razlike
1.4 Množenje algeba...
1.5 Kvadrat zbroja
1.7. Razlika kvadrata
Aktivnosti za samost...
Procjena usvojenosti...
Nova sekcija 1
B Potencije s bazom 10
C Drugi korijen
D Pitagorin poučak
E Realni brojevi
F Preslikavanje ravine
G Točke, pravci i ravnin...
H Prizme
I Piramide
J Stožac, valjak, kugla

Ciljevi, ishodi, kompetencije
Metodički prijedlog
Pomoćni interaktivni sadržaji

Tuesday, May 23, 2017 10:35 PM

Pomoćni interaktivni sadržaji

DOS Matematika 8
1. Kvadriranje
1.1. Kvadriranje racionalnih brojeva

Geogebra:
Za usjetljavanje izračuna craza s kvadriranjem, množenjem/djeljenjem i zbrajanjem/oduzimanjem racionalnih brojeva.

[Kvadrat broja](#)

U kućicu ispred zadatka upišite slovo kvadratića koji sadrži točan odgovor.

A	B	C
10	-20	1
D	E	F
54	20	2
G	H	I
-30	-49	0

odabir zadatka

- $1\frac{1}{4} - 0.5 \cdot 8^2 + 3 \cdot 0.5^3$
- $\frac{-5}{100} (20)^2$
- $-0.25 + (-1.5)^2$
- $150 \cdot (0.4)^2$
- $\left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 - 1$
- $10.5^2 - 9.5^2$
- $14.4 \cdot (-1.2)^2$
- $[-(-3.5)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^2] \cdot 1.2$
- $\frac{16}{25} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2$

Opisani sadržaji identični su onima koji se nalaze u pdf inačici priručnika, razlika je djelomično u njihovom rasporedu.

Ukoliko vam treba pomoć u snalaženju s OneNoteom možete pročitati i ove kratke upute.



Hrvatski-ONENOTE
2016 WIN QUICK START

Što je DOS?

Što je DOS?

Pojam "digitalni obrazovni sadržaj" (DOS) je naziv za sadržaj namijenjen korištenju u obrazovanju za učenje i poučavanje, a koji je pohranjen na računalu, elektroničkom mediju ili je objavljen na Internetu.

Digitalni obrazovni sadržaji izrađeni u sklopu pilot projekta e-Škole namijenjeni su učenicima za samostalno učenje i samoprocijenu kod kuće i na nastavnom satu. Nastavnik će koristiti DOS zajedno s priručnikom kako bi obogatio svoj način poučavanja i primjenom novih strategija i metoda učeniku omogućio aktivno učenje.

Cilj DOS-a je poticati kod učenika aktivno učenje na inovativan, učinkovit, motivirajući i pojedincu prilagođen način. Nastavniku pak DOS omogućava ostvarivanje definiranih odgojno-obrazovnih ishoda uz primjenu razolikih strategija, pristupa i metoda poučavanja.

U DOS-u su korištene sve prednosti digitalnih tehnologija poput interaktivnosti, nelinearnosti, multimedijalnosti, modularnosti i prilagodljivosti.

Digitalni obrazovni sadržaji izrađeni su u skladu sa standardima pristupačnosti tako da su dizajn, funkcionalnosti i sam sadržaj pristupačni svim korisnicima uključujući i osobe s poteškoćama.

Struktura DOS-a

Digitalni obrazovni sadržaji iz matematike pokrivaju cjelokupni opseg trenutačno važećeg kurikuluma/nastavnog programa određenog razreda i obuhvaća ukupni godišnji fond školskih sati predviđenih za matematiku.

Svaki DOS je podijeljen na jedinstvene samostalne cjeline – module (po deset u svakom razredu). Moduli koji čine cjeloviti DOS realizirani su kao zasebni paketi sadržaja koje je, osim kao dio cjelovitog DOS-a, moguće koristiti neovisno o drugim modulima istog DOS-a.

Svaki modul se sastoji od nekoliko jedinica, a svaka jedinica obuhvaća sadržaj učenja i poučavanja za čije provođenje je predviđeno jedan do tri školska sata. Jedinice su međusobno povezane i nadovezuju se jedna na drugu. Odabrani redoslijed jedinica je prijedlog autora, no ponekad su moguća i drugačija rješenja.

Jedinice kao dio modula

Svaka jedinica ima sljedeće dijelove:

- uvod i motivaciju: Na početku...
- razradu sadržaja učenja i poučavanja
- Završetak: ...i na kraju.

Na početku su navedeni odgojno-obrazovni ishodi za tu jedinicu DOS-a.

ŠTO ĆU NAUČITI?

Matematika 1 > Brojevi > 1.1. Skupovi

1.1. Skupovi

Europska unija
Zajedno do fondova EU

ŠTO ĆU NAUČITI?

- ✓ Definirati osnovne računске radnje sa skupovima
- ✓ Provesti osnovne računске radnje sa skupovima
- ✓ Rabiti matematički jezik vezan za skupove
- ✓ Riješiti jednostavnije problemske zadatke sa skupovima

Uvod i motivacija

Na početku...

Jedinice započinju motivacijskim primjerom.

Na početku...

Obujam jedne Kuće-kocke u Rotterdamu je 422 m^3 . Kolika je duljina plošne dijagonale?



Kubuswoningen, Rotterdam

Označimo duljinu stranice kocke s a . Obujam kocke je $V = a^3$.

Plošna dijagonala je $d = a\sqrt{2} = \sqrt[3]{V} \cdot \sqrt{2}$.

Možemo li ovaj izraz srediti, svesti na jedan korijen?

Najčešće su primjeri povezani sa svakodnevnim životom i osobnim iskustvima učenika.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Razrada sadržaja učenja i poučavanja načinjena je sukladno načelima konstruktivističke nastave matematike u kojem se od učenika očekuje da uočavaju, istražuju, proučavaju, opažaju, povezuju i zaključuju kako bi izgradili vlastito matematičko znanje.

Pri tome se koriste multimedijски elementi:

- ilustracije/fotografije
- 2D i 3D animacije
- video zapisi
- interakcije (elementi koji zahtijevaju interakciju učenika sa sadržajem).

Primjer 1.

Primjeri sadrže pitanja ili računске zadatke koji su detaljno pojašnjeni i riješeni.



Zadatak 1.

Rješenje

Zadaci su dani u obliku interakcija u kojima učenik dobiva povratnu informaciju o točnosti rješenja ili se rezultat i dijelovi postupka dobivaju pomoću tipke Rješenje.



Praktična vježba

U jedinicama se nalaze opisi praktičnog rada učenika. Često su popraćeni crtežima, animacijama ili video zapisom.



Povezani sadržaji

Korelacije s drugim predmetima posebno su istaknute kao bi učenicima skrenuli pažnju na njih i potaknuli ih da povezuju znanja usvojena u pojedinim predmetima. Možete ih koristiti kao ideju za međupredmetne teme pogodne za učeničke projekte.



Projekt


Projekti i projektni zadaci su ponuđeni kao drugačiji pristup učenju. Kroz njih učenik kroz različite oblike rada uči i primjenjuje naučeno kako bi realizirao i ostvario ciljeve projekta. U radu na projektu i projektnim zadacima moguće je osmisliti zadatke za različite razine učeničkog znanja tako da u njima mogu sudjelovati svi učenici.

U priručniku su navedeni prijedlozi i preporuke kako organizirati rad na projektu i koje upute dati učenicima.



Kutak za znatiželjne

U "Kutku za znatiželjne" nalaze se obogaćeni sadržaji koji su izvan okvira obaveznog programa/kurikuluma. Prvenstveno su namijenjeni darovitim učenicima. Sadržaji se obogaćuju tako da se ishodi iz obaveznog kurikuluma proširuju sadržajima koji se inače rijetko dotiču pa se uči šire ili se postojeći ishodi dopunjavaju složenijima pa se uči dublje. Neki od sadržaja predstavljaju akceleraciju jer se nalaze u obaveznom kurikulumu viših razreda.



Zanimljivost

Ruski se matematičar Nikolai Grigorievich Chebotaryov (1894. – 1947.) bavio algebrom polinoma. Hobi mu je bio faktorizacija izraza $x^n - 1$ za razne vrijednosti cijeloga broja n . Svoja je razmišljanja i rezultate bilježio na papir jer u vrijeme kada je živio, nije bilo računala koja nam danas olakšavaju račun.

Jedinice sadrže niz zanimljivosti. Možete ih koristiti kao motivaciju u bilo kojem dijelu nastavnog sata.

Završetak

...i na kraju

Na kraju svake jedinice nalazi se podsjetnik na najvažnije dijelove jedinice, zadatci za ponavljanje, prijedlozi za daljnje istraživanje, ideje za suradničko učenje, igre ili prijedlozi za projekte.

Matematika 1 > Koordinatni sustav u ravni > 5.5. Primjena koord. natnog sustava

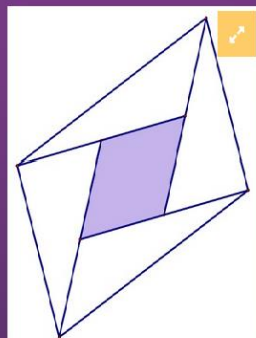
...i na kraju

Riješite ovaj geometrijski zadatak s pomoću analitičke geometrije.

Stranice romba produžite kao na skici za dužinu stranice romba. Spojite dobivene vrhove. Koliko je puta površina dobivenog četverokuta veća od površine romba?

Za početak ćemo zadati vrhove romba $A(2, 1)$, $B(7, 3)$, $C(9, 8)$ i $D(4, 6)$.

Pokušajte poopćiti zaključak.



Rješenje

PROCIJENITE SVOJE ZNANJE



Rubrika *Procijenite svoje znanje* nalazi se na kraju odabranih jedinica. Sastoji se od niza konceptualnih pitanja i zadataka za učenje, vježbanje i samoprocjenu usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda. Zadaci su oblikovani na jedan od sljedećih načina:

- odabir točno/netočno;
- višestruki odabir s jednim točnim odgovorom;
- višestruki odabir s više točnih odgovora;
- unos točnog odgovora;
- uparivanje odgovora;
- uparivanje povlačenjem i postavljanjem elemenata (teksta, markera, slika, dijelova ili cijelih formula i simbola);
- grupiranje elemenata;
- uređivanje poretka elemenata;
- odabir i umetanje riječi koje nedostaju iz ponuđenih odgovora;
- umetanje riječi koje nedostaju upisom;
- unos rješenja na sliku (npr. dijagram i sl.).

Rubrika *Procijenite svoje znanje* namijenjena je učeniku za samostalni rad te mu služi kao alat za samoprocjenu usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda na razini jedne odnosno nekoliko jedinica. Učenik dobiva povratnu informaciju o usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda.

Aktivnosti za samostalno učenje

Matematika 1 > Brojevi > 1. Aktivnosti za samostalno učenje

1. Aktivnosti za samostalno učenje

U posebnoj jedinici *Aktivnosti za samostalno učenje* nalaze se aktivnosti namijenjene učenicima za samostalan rad koje pomažu u učenju i usvajanju odgojno-obrazovnih ishoda modula te aktivnosti koje učenicima nude da dodatno istraže teme vezane uz modul. Sadržavaju nekoliko vrsta zadataka, često s primjerima iz svakodnevnog života, u kojima su stopljena znanja i vještine usvojene u pojedinim jedinicama modula. Zadaci su različite razine složenosti te su neki namijenjeni svim učenicima, a neki učenicima koji žele znati više i darovitim učenicima.

Jedinicom *Aktivnosti za samostalno učenje* možete se koristiti u cijelosti na nastavnom satu na kraju obrazovnog ciklusa obuhvaćenog ovim modulom ili u dijelovima koji dopunjavaju pojedine jedinice.

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda

Matematika 1 > Linearna funkcija > Procjena znanja

Procjena znanja

Posebna jedinica *Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda* sadržava zadatke za procjenu usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda modula i učenike uputite na nju na kraju obrazovnog ciklusa obuhvaćenog modulom.

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda osmišljena je u obliku interaktivnih provjera znanja, vještina i mišljenja i učenicima služi za ponavljanje te im daje povratnu informaciju o točnosti rješenja i o usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda modula. Samovrednovanjem i praćenjem vlastitog napretka učenik na temelju osobnih postignuća dobiva smjernice za daljnje učenje.

Pojmovnik

U svim jedinicama DOS-a pojmovi koje se željelo istaknuti pisani su podebljanim slovima.

Najvažniji pojmovi navedeni su i u Pojmovniku. Klik na pojam vodi na početak jedinice u kojoj je definiran.

Didaktički trokut: učenik – učitelj – DOS

Nastava je organizirana, cilju usmjerena odgojno-obrazovna djelatnost. Odnos triju čimbenika nastave: učenika, nastavnika i nastavnih sadržaja opisuje didaktički trokut. Pritom su učenik i nastavnik subjekti nastavnog procesa, a nastavni sadržaji (sadržaji učenja) su predmet nastave. Naglašavanje važnosti pojedinog čimbenika nastave označavaju sintagme kao nastava orijentirana na učenika, nastavnika ili nastavne sadržaje.

DOS kao nastavni sadržaj namijenjen je prvenstveno učeniku s ciljem poticanja aktivnog učenja na učinkovit, motivirajući i pojedincu prilagođen način. Stoga je u didaktičkom trokutu učenik - nastavnik - DOS naglašena važnost učenika i međudjelovanje učenika i nastavnog sadržaja (u našem slučaju DOS-a). Uloga nastavnika kao nužnog subjekta nastavnog procesa u ovom trokutu i njegovo međudjelovanje s učenikom i DOS-om još pojačavaju orijentiranost nastave na učenika.

DOS omogućava učenje i poučavanje u različitim okruženjima, prikladan je za korištenje na nizu različitih platformi od mobilnih uređaja do stolnih računala, uključuje primjenu multimedijских elemenata, omogućava različite pristupe učenju i poučavanju. Mogućnost samoprocjene usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda i praćenje vlastitog napretka daje učeniku smjernice za daljnje učenje odnosno vraća ga na jedinice DOS-a čiji ishodi nisu u potpunosti usvojeni.

DOS slijedi suvremena nastavna načela:

- poticanje cjelovitog razvoja i dobrobiti učenika;
- povezanost sa životnim iskustvima, očekivanjima i usvojenim znanjima učenika;
- aktivna uloga učenika u učenju;
- izbornost i individualizacija;
- usmjerenost prema suradnji;
- osiguravanje poticajnog i sigurnog okruženja;
- relevantnost za sadašnji život;
- zanimljivost kao osnova pozitivne motivacije;
- poticanje inkluzije i uvažavanje različitosti;
- vertikalna povezanost sa sadržajima koji prethode i koji se nastavljaju te horizontalna povezanost s ostalim predmetima, međupredmetnim temama i modulima;
- odgovarajući omjer širine i dubine znanja i vještina.

Time DOS proširuje okvire didaktičkog trokuta i njegovom implementacijom nastavni proces postaje didaktički mnogokut.

Učenici uče u okruženju koje omogućuje konstruiranje znanja utemeljeno na problemima i projektima te aktivnom i iskustvenom učenju usmjerenom prema pitanjima i istraživanju.

Didaktička uloga multimedijских i interaktivnih elemenata DOS-a

Današnji učenici, bitno više od prijašnjih generacija, odrastaju okruženi multimedijama, izloženi brzom protoku i dostupnosti informacija. Nove tehnologije sastavni su dio svakodnevnog života i nužno imaju utjecaj i na nastavni proces, kao što je već navedeno u prethodnom poglavlju.

Multimedijским elementima omogućuje se prezentacija obrazovnih sadržaja kombinacijom slike, zvuka i teksta te uključivanje interaktivnih elemenata koji zahtijevaju interakciju učenika sa sadržajem. Sve to doprinosi privlačenju pozornosti učenika, zainteresiranosti i motivaciji te razumijevanju sadržaja i primjeni stečenih znanja u novim situacijama.

Multimedijски i interaktivni elementi DOS-a

Multimedijски elementi DOS-a uključuju:

- zvučni zapis
- fotografije/ilustracije
- video zapis
- 2D i 3D animacije.

Ovo su elementi niske razine interaktivnosti, pri čemu interaktivnost uključuje pokretanje, zaustavljanje ili pauziranje nekog elementa.

- Interaktivni elementi srednje razine interaktivnosti uključuju:
- pomicanje ili grupiranje dijelova sadržaja povlačenjem miša ili nekom drugom aktivnošću
- obrazac za ispunjavanje
- označavanje odgovora
- unos teksta, formula ili audio zapisa
- povećavanje grafičkog prikaza do velikih detalja (engl. zoom in) i sl.

Nalaze se u standardnim zadacima za učenje, ponavljanje i samoprovjeru odgojno-obrazovnih ishoda kao što su npr. da/ne pitalice, višestruki odgovori, povlačenje na sliku, uparivanje, grupiranje elemenata itd.

- Elementi visoke razine interaktivnosti uključuju:
- didaktične igre
- simulacije s mogućnošću unosa ulaznih parametara i prikazivanja rezultata ovisno o unesenim parametrima
- mogućnost dobivanja povratnih informacija
- 3D prikaz uz mogućnost manipulacije elementom, i sl.

Značajna uloga multimedijских elemenata u DOS-u je upravo interaktivnost. Interaktivni elementi omogućuju aktivno sudjelovanje učenika u nastavnom procesu. Kroz manipulaciju određenih elemenata učenici mogu uočavati pravilnosti, postavljati i provjeravati hipoteze te metodom nepotpune indukcije donositi opće zaključke. Interaktivni elementi visoke razine omogućuju uvođenje eksperimenta u nastavu matematike.

Samovrednovanjem i praćenjem vlastitog napretka učenik na temelju osobnih postignuća dobiva smjernice za daljnje učenje.

Povezivanje DOS-a s tradicionalnim pristupima

Znanje je oduvijek bilo jedan od osnovnih instrumenata razvoja društvenih zajednica i uspješnih nacionalnih gospodarstava. U suvremenim uvjetima, osobito globalizacijskim, novostvorena znanja kao rezultat istraživanja i inovacije, postaju ne samo temelj već i ključni čimbenik razvoja nekog društva. Za uspješnu tranziciju prema društvu utemeljenom na znanju uz tradicionalan pristup, nužni su novi pristupi obrazovanju i poučavanju.

Sve se više raspravlja o tzv. cjeloživotnom učenju, odnosno o aktivnosti učenja tijekom života, s ciljem unapređivanja znanja, vještina i sposobnosti unutar osobne, građanske, društvene i poslovne perspektive.

Osim formalnog obrazovanja u obrazovnim institucijama poput škola, veleučilišta i fakulteta, sve se veća pozornost pridaje neformalnom obrazovanju putem dodatne edukacije na tečajevima i seminarima te informalnom obrazovanju koje pojedinac stječe vlastitim radom, komunikacijom, čitanjem, razvijanjem vještina, iskustava i znanja.

Uz koncept cjeloživotnog učenja najčešće se vezuju ciljevi ekonomske prirode, primjerice postizanje veće konkurentnosti na tržištu rada. Međutim, cjeloživotno učenje usmjereno je prema osobi i njenim individualnim sposobnostima, poboljšanju njenog ponašanja, raspolaganju informacijama, povećanju znanja, razumijevanju, novim stavovima. Koncept cjeloživotnog učenja, razvijen u šezdesetim godinama prošlog stoljeća, odgovor je na problem neusklađenosti između obrazovanja mladih i odraslih osoba.

Da bi mogli ostvariti koncept cjeloživotnog učenja, do kraja obaveznog obrazovanja treba razviti određene kompetencije koje predstavljaju temelj za daljnje učenje.

Tradicionalni pristupi učenju i poučavanju dugo su bili obilježeni razredno-satnim i predmetno-satnim sustavom te frontalnom nastavom što ne može zadovoljiti zahtjeve koncepta cjeloživotnog učenja.

Nastavni proces treba omogućiti:

- uvođenje novih oblika učenja
- istraživačko i eksperimentalno poučavanje
- ispitivanje i procjenu različito postavljenih ishoda učenja
- doprinos općem sustavu obrazovanja
- doprinos razvoju svakog učenika prema njegovim sposobnostima.

DOS je razvijen na tragu ovih zahtjeva. Suvremena nastavna tehnologija ne negira tradicionalne pristupe nastavi već se na njima temelji i proširuje broj i značaj didaktičkih elemenata nastave sagledavajući ih u novim odnosima (didaktički mnogokut).

Razrada sadržaja učenja i poučavanja u jedinicama DOS-a prati tradicionalnu metodiku poučavanja matematike.

U uvodu se opaža/uvodi problem pri čemu se u najvećoj mogućoj mjeri koriste primjeri iz svakodnevnog života. Nakon toga se, ovisno o problemu, upotrebljavaju različite znanstvene metode: analiziranje, sintetiziranje, apstrahiranje, induciranje, deduciranje, generaliziranje, specijaliziranje ili upotreba analogija. Da bi se u potpunosti usvojio sadržaj dan je niz primjera i zadataka s rješenjima. Sistematizacija i povezivanje sadržaja te procjena znanja, također su sastavni dio DOS-a. Samoprocjena daje učeniku samostalnost pri učenju, ali zahtjeva i odgovornost te smjernice za daljnje učenje.

Multimedijski elementi doprinose motivaciji, boljem razumijevanju sadržaja i aktivnom sudjelovanju učenika u nastavi.

U DOS-u se nastavnici susreću s digitalnim alatima i raznim digitalnim sadržajima. Radi lakše implementacije digitalnih tehnologija u nastavu matematike u ovaj priručnik je uključen popis digitalnih alata, svrha korištenja i poveznice na kojima se nalaze detaljne upute. Navedeni su dodatni materijali i poveznice na sadržaje koji mogu pomoći u izvođenju nastave uz DOS te poveznice na izvore gdje nastavnici sami mogu pronaći i odabrati odgovarajuće sadržaje (animacije, simulacije, video materijale, izvore na kojima se nalaze prijedlozi pokusa i učeničkih projekata te stručne članke vezane uz područje matematike koje obrađuje modul).

To je pomoć nastavniku u uvođenju novih oblika učenja.

Implementacija digitalnih tehnologija u nastavu matematike dodatno motivira učenike i nastavu čini maštovitom i atraktivnom. Digitalni alati i sadržaji imaju značajnu ulogu u provođenju mjerenja i obradi rezultata, a simulacije zorno predočuju procese koje iz različitih razloga inače nismo u mogućnosti tako jasno vidjeti.

Motivacija, poticanje i vrednovanje uz DOS

Motivacija je unutarnja snaga koja pokreće čovjeka na aktivnost i usmjerava ga k ostvarenju određenog cilja.

Motiviranje učenika za nastavu obuhvaća sve što potiče na učenje, usmjerava ga, i potiče osobni interes za određeni predmet ili područje te povećava osobnu razinu postignuća.

Motivacija u nastavi sastavni je dio uvodnog dijela nastavnog sata pri uvođenju i predstavljanju problema, no može biti prisutna u svim stadijima nastavnog sata: pri obradi, vježbanju ili ponavljanju nastavnih sadržaja.

Većina jedinica DOS-a započinje motivacijskim primjerom. Najčešće su primjeri povezani sa svakodnevnim životom i osobnim iskustvima učenika.

U razradi sadržaja naći ćete zanimljivosti koje možete koristiti kao motivacijske elemente u bilo kojem dijelu sata.

Interaktivnost i elementi igre također motiviraju učenike.

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda u svakom modulu DOS-a osmišljena je u obliku interaktivnih provjera znanja, vještina i mišljenja i učenicima služi za ponavljanje te im daje povratnu informaciju o točnosti rješenja i o usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda pojedinog modula. Samoprocjenom i praćenjem vlastitog napretka učenik na temelju osobnih postignuća dobiva smjernice za daljnje učenje.

Svrha ovakvih procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda u cjelovitom digitalnom obrazovnom sadržaju je pedagoško-motivacijska.

Na kraju nekih jedinica je nekoliko konceptualnih pitanja i zadataka kojima se ostvaruje svrha ovakvih procjena. Dodatno, u posebnoj jedinici (Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda) možete pronaći više interaktivnih zadataka za provjeru usvojenosti svih odgojno-obrazovnih ishoda cijeloga modula.

Zadaci koji su sastavni dio procjene oblikovani su na jedan od sljedećih načina:

- odabir točno/netočno
- višestruki odabir s više točnih odgovora
- odabir jednog točnog odgovora (uključujući i matematičke simbole i jednostavne formule)
- uparivanje odgovora
- uparivanje povlačenjem i postavljanjem elemenata (teksta, slika, dijelova ili cijelih formula i simbola)
- grupiranje (razvrstavanje) elemenata
- uređivanje poretka elemenata
- odabir i umetanje riječi koje nedostaju iz ponuđenih odgovora

- umetanje riječi koje nedostaju upisom
- numeričko umetanje (mogućnost zadavanja intervala brojeva u kojem se nalazi rješenje)
- povlačenje riječi koje nedostaju iz ponuđenih odgovora
- povlačenje rješenja na sliku (npr. dijagram i sl.).

Prilikom rješavanja zadataka kod kojih se očekuje od učenika upisivanje riječi koja nedostaje, obrazovni sadržaj neće, kao točno, prihvatiti rješenje koje je matematički točno, ako je riječ pogrešno napisana (pravopisna pogreška). Ova opaska nije unesena u obrazovne sadržaje kako se pažnja učenika ne bi skrenula s matematike na pravopis, no u takvim situacijama bit će potrebna pomoć nastavnika.

Suvremene nastavne metode i DOS

DOS omogućava učenje i poučavanje u različitim okruženjima i različite pristupe učenju i poučavanju.

U školskom okruženju DOS je moguće koristiti za rad u učionici opće namjene. Poželjno je da učionice budu opremljene prijenosnim ili stolnim računalima, interaktivnom pločom ili pametnim ekranom i sl.

Osobitost DOS-a je mogućnost njegova korištenja na raznim uređajima (mobilni telefoni, tableti, prijenosna i stolna računala) te je pogodan i za rad izvan školskog okruženja.

Kroz aktivnosti za učenje, način prezentacije sadržaja i elemente za procjenu usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda DOS stavlja težište na promicanje suvremenih nastavnih metoda, na strategije i pristupe kao što su rješavanje problema, istraživačka i projektna nastava i suradničko učenje te razvoj kritičkog mišljenja, sposobnosti rješavanje problema i donošenja odluka, metakogniciju, digitalnu pismenost i aktivno građanstvo.

U skladu s prirodom nastave matematike i matematike kao znanstvenog područja, DOS osobito snažan naglasak stavlja na aktivnosti koje potiču iskustveno učenje, projektno učenje i učenje kroz istraživanje. DOS sadrži interaktivne elemente u kojima učenici imaju mogućnost mijenjanja vrijednosti različitih parametara te na temelju rezultata uočavaju pravilnosti, postavljaju i provjeravaju hipoteze, a metodom nepotpune indukcije donose opće zaključke.

Multimedijski i interaktivni elementi omogućuju aktivno i iskustveno učenje usmjereno prema pitanjima, problemima i istraživanjima, konstruiranje znanja utemeljeno na problemima i projektima te razvijanje učenikovih kompetencija za snalaženje u novim situacijama.

Metodičko-didaktički aspekti uporabe DOS-a u radu s učenicima s posebnim obrazovnim potrebama

Kao što je na početku priručnika navedeno, metodičko-didaktički prijedlozi za učenike s posebnim obrazovnim potrebama koji uključuju darovite učenike kao i učenike s različitim teškoćama slijede svaku nastavnu jedinicu kao i aktivnosti za samostalno učenje. Inkluzivni pristup u procesu obrazovanja podrazumijeva učenje o različitosti od strane drugih kao i jedan podržavajući i ravnopravni odnos. U nas se već niz godina njeguje inkluzivni pristup u smislu uključenosti učenika s teškoćama u sustav obrazovanja na način da su uvažene njihove individualne potrebe putem uvođenja različitih prilagodbi i osiguravanja podrške.

Učenici s teškoćama su heterogena skupina pa tako zadatak koji je težak jednom učeniku s disleksijom neće biti težak drugome učeniku s istom teškoćom. Kako bi im se osigurala primjerena podrška prilikom obrazovanja, važno je prepoznavati te razumjeti njihova obilježja i poznavati osnovne vrste prilagodbi. Timski rad u okviru kojega surađuju predmetni nastavnici, stručni tim škole, pomoćnici i roditelji bi trebao iznjedrati različite mogućnosti prilagodbe za što učinkovitije usvajanje sadržaja iz matematike i fizike za svakog učenika ponaosob. Metodičko-didaktički prijedlozi koji se odnose na učenike s teškoćama su u početnim modulima i jedinicama napisani na način da obuhvate temeljne smjernice za svu djecu s teškoća te su kroz daljnje jedinice razrađeni specifično u odnosu na sadržaj same jedinice kao i na obilježja određene teškoće.

Primjerice, u matematici za osmi razred, u nastavnoj jedinici 1.2. koja se odnosi na uređene parove nastavnicima je sugerirano da obrate pažnju na jezično složenije zadatke koje valja pojednostaviti i popratiti vizualnim primjerima kako za učenike koji se školuju po prilagođenom programu tako i za učenike s disleksijom i/ili diskalkulijom:

PriručnikMatematika7

imaju stručnu pomoć asistenta, preporučuje se da asistent pomogne pri uvećanju zaslona u obradi nastave jedinice i u označavanju koeficijenta na brojevnom pravcu. Pojedine zadatke valja jošito prilagoditi (ili skratiti i popratiti slikama (grafičkim simbolima): <https://www.arasaas.org/>). Zadatak Serpinj građom može se predstaviti učenicu na sljedeći način:

Luna i Nikola sanjali se kod (20;4, 8;14), prošetali će do (20;22, 13;27). Razgledat će (29;4, 17;26), (36;62, 22;52), (18;13, 23;2), (23;8, 27;52) te na kraju (19;21, 30;15).

a) U kojem se gradu nalaze Luna i Nikola?

b) Imenuj ustanovu ispred koje su se našli i park pokraj te ustanove.

c) Na kojem trgu su pojeili sladoled?

d) Na kerti pronađimo i imenujmo znamenitosti koje su posjetili.

e) Ako ih baka želi odvesti na (5;02, 2;07), što bi tamno i Luna i Nikola mogli raditi?

U prijedlozima se nastavnike podsjeća na uporabu funkcionalnosti koje su ugrađene u DOS-ove, a mogu olakšati praćenje nastave učenicima sa specifičnim teškoćama učenja kao i onima koji imaju teškoće vizualne obrade (promjena fonta, boje pozadine, uvećanje zaslona). Nadalje, ostvarene su poveznice između samoga gradiva i obilježja teškoća koje mogu probuditi učenikov interes za nastavne sadržaje, na primjeru iz fizike (sedmi razred, jedinice 1.5 i 1.7):

„Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se povezati masu tijela i mjerne jedinice s interesima učenika koji su često iznimno izraženi ili atipični u svim zadacima u kojima je to moguće. Primjerice, ako učenik voli kuhanje, može ostalim učenicima demonstrirati svoj omiljeni recept kao i mase pojedinih sastojaka.“

„Uvijek je važno uzeti u obzir moguću senzoričku preosjetljivost učenika s poremećajem iz spektra autizma na određene podražaje te u skladu s tim prilagoditi nastavnu jedinicu (miris svijeće s aromom vanilije).“

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju teškoće nisu zamišljeni na način da osiguravaju prilagođeni materijal za poučavanje niti svojevrсни „recept“, već nastavnike podsjećaju na prilagodbu načina poučavanja i one segmente nastavne jedinice koje bi trebalo dodatno pojasniti, ponoviti, pojednostaviti, predstaviti na drugačiji način ili na razinu složenosti zadatka od kojih valja odabrati one jednostavnije. U prijedlozima je naglašena važnost uporabe pomagala koja olakšavaju učenje te svih aspekata digitalne tehnologije.

Inkluzivni pristup podrazumijeva uvažavanje različitosti koje je izrazito važno razviti kao vrijednost kod učenika tipičnoga razvoja zbog čega se, uz ostale prijedloge, preporuča provoditi što više vršnjačke suradnje (primjerice u aktivnostima za slobodno učenje).

Modul 1: Kompleksni brojevi

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće MODULA

- Upoznavanje s kompleksnim brojevima koji predstavljaju osnovicu za rješavanje kvadratnih jednadžbi
- Ovladati osnovnim računskim operacijama i potencijama s kompleksnim brojevima
- Upoznati pojam konjugirano-kompleksnog broja te modula kompleksnog broja
- Geometrijski interpretirati kompleksni broj u kompleksnoj ravnini
- Upotrebljavanje matematičkog načina rasuđivanja te kritičkog promišljanja
- Učinkovita i promišljena uporaba tehnologije za usvajanje znanja i vještina
- Razvijanje samopouzdanja, samoprocjene, upornosti, odgovornosti, uvažavanja te pozitivnog odnosa prema matematici i radu općenito

Odgojno-obrazovni ishodi

- Razlikovati prirodne, cijele, racionalne, realne i kompleksne brojeve
- Prikazati kompleksni broj u algebarskom obliku te u Gaussovoj ravnini
- Računati s kompleksnim brojevima
- Interpretirati geometrijsko značenje modula kompleksnog broja
- Razvijati vještine učinkovitog korištenja tehnologije za prikupljanje i upotrebu informacija te savladavanja matematičkih sadržaja
- Primijeniti digitalne alate za prikazivanje, istraživanje i rješavanje matematičkih problema s kompleksnim brojevima

Generičke kompetencije

- Rješavanje problema
- Aktivno učenje
- Istraživanje različitih mogućnosti
- Kreativno i kritičko promišljanje
- Provođenje zamisli i djelovanje
- Suradnja
- Digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- Samovrednovanje

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja ovog modula DOS-a

U ovome modulu učenici 2. razreda susreću se s novim skupom brojeva, s kojim do sada nisu imali prilike raditi: sa skupom kompleksnih brojeva. Postojeća znanja o skupovima prirodnih, cijelih, racionalnih i realnih brojeva primjenjuju kod uvođenja skupa kompleksnih brojeva.

Digitalne obrazovne sadržaje iz ovog modula možete koristiti na različite načine, bilo u cijelosti bilo u dijelovima, te ih prilagoditi vašim učenicima i školskom okruženju.

Pripremljene sadržaje možete koristiti kao materijal za metodu "obrnute učionice", tako da učenicima zadajete dijelove sadržaja kroz koje oni samostalno prolaze, a nakon toga u učionici možete zajednički analizirati zadatke i rješavati dileme.

Pripremljeni su i prijedlozi istraživačkih zadataka kojima se matematičke teme povezuju sa svakodnevnim životom te se tako proširuju uobičajeni matematički pristupi.

Digitalni obrazovni sadržaji pogodni su i za organiziranje timskog i suradničkog rada učenika, pri čemu pripremljene sadržaje možete koristiti i u nekom virtualnom okruženju za komunikaciju i suradnju, primjerice društvenoj mreži Yammer, okruženju za timove Teams ili razrednoj digitalnoj bilježnici OneNote.

Uz svaku jedinicu je u priručniku OneNote pripremljena i posebna stranica "Pomoćni interaktivni sadržaji", na kojoj ćete pronaći umetnute interaktivne i multimedijske sadržaje za jednostavno korištenje s učenicima.

Digitalni alati i dodatni sadržaji

Popis i kratki savjeti za korištenje digitalnih alata

U modulu Kompleksni brojevi koristili smo:

GeoGebra

[GeoGebra](#) je računalni program dinamične geometrije. Povezuje interaktivnu geometriju, algebru, tablice, grafove, analizu i statistiku. Program je otvorenog koda, dostupan na hrvatskom jeziku. Više o GGB možete pročitati na stranicama [e-laboratorija](#).

Mali video tečaj korištenja kompleksnih brojeva u GGB napravila je Aleksandra-Maria Vuković: [Kompleksni brojevi u GeoGebri](#).

Tekstualne upute upotrebe kompleksnih brojeva u GeoGebri možete pročitati u radu koji je napisao Šime Šuljić [Kompleksni brojevi](#).

[Mala škola GeoGebre](#) autora Damira Belavića također se nalazi u bazi materijala na Geogebrihim stranicama.

[KompleksniBrojevi1](#) (YouTube)

GGB aplete u ovom modulu smo koristili za:

- Provjeru razine usvojenosti računa s kompleksnim brojevima
- interaktivnu provjeru nejednakosti trokuta u Gaussovoj ravnini
- određivanje skupa točaka zadanih uvjetom (modulom) u Gaussovoj ravnini koje za rješenje imaju pravac ili kružnicu.

Plickers

Ovo je aplikacija koja omogućuje kratke provjere za sve učenike u isto vrijeme. Učenicima trebaju kartice koje im nastavnici mogu isprintati, a nastavnicima trebaju računalo, pametni telefon, projektor i internetska veza. Učenici odgovaraju, a odgovor se bilježi. Aplikacija izrađuje i odlične statistike, koje su vidljive za period koji korisnik odabere.

Upute za korištenje možete pronaći na: [Plickers - A Step by Step Tutorial](#)

Plickers predlažemo za kratke provjere na početku i na kraju sata, za provjeru usvojenosti novih pojmova i podsjećanje na nove pojmove. Za pitanja se mogu koristiti i pitanja iz jedinica.

Više pročitajte na linku [e-laboratorij](#).

Kahoot

Ovo je aplikacija koja omogućuje kratke provjere za sve učenike u isto vrijeme. Preporučujemo je za ponavljanje gradiva. Na početku nastavnog sata možete provjeriti što su učenici usvojili na prethodnom satu, a na kraju nastavnog sata možete provjeriti kako su razumjeli nastavnu jedinicu na tom satu. Kahoot daje statistiku rezultata odmah po završetku kviza. Kahoot je besplatan za korištenje. Sadrži veliku arhivu gotovih materijala koje možete preuzeti i koristiti se njima, preraditi ih ili možete izraditi novi kviz. Učenici trebaju pametni telefon, tablet ili računalo s pristupom internetu.

Više o Kahoot-u pročitajte na linku [e-laboratorij](#).

Dodatni materijali i poveznice za izvođenje nastave uz DOS

Kada spominjemo kompleksne brojeve, nezaobilazni su fraktali. Pogledajte kratki video s učenicima kao uvod u modul Kompleksni brojevi: <<Fraktali.mp4>>

Pri realizaciji modula Kompleksni brojevi mogu vam pomoći i ovi sadržaji:

- [Kalkulator kompleksnih brojeva](#) (engleski jezik).
- **MS Excel** također računa i s kompleksnim brojevima.
- Npr. [dijeljenje kompleksnih brojeva](#)

- Naredbe koje su dostupne u excelu za rad s kompleksnim brojevima su:

Complex Numbers	
<u>COMPLEX</u>	Converts user-supplied real and imaginary coefficients into a complex number
<u>IMABS</u>	Returns the absolute value (the modulus) of a complex number
<u>IMAGINARY</u>	Returns the imaginary coefficient of a complex number
<u>IMARGUMENT</u>	Returns the argument Θ (an angle expressed in radians) of a complex number
<u>IMCONJUGATE</u>	Returns the complex conjugate of a complex number
<u>IMCOS</u>	Returns the cosine of a complex number
<u>IMCOSH</u>	Returns the hyperbolic cosine of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMCOT</u>	Returns the cotangent of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMCSC</u>	Returns the cosecant of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMCSCH</u>	Returns the hyperbolic cosecant of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMDIV</u>	Returns the quotient of two supplied complex numbers
<u>IMEXP</u>	Returns the exponential of a complex number
<u>IMLN</u>	Returns the natural logarithm of a complex number
<u>IMLOG10</u>	Returns the base-10 logarithm of a complex number
<u>IMLOG2</u>	Returns the base-2 logarithm of a complex number
<u>IMPOWER</u>	Calculates a complex number raised to a supplied power
<u>IMPRODUCT</u>	Returns the product of up to 255 supplied complex numbers
<u>IMREAL</u>	Returns the real coefficient of a complex number
<u>IMSEC</u>	Returns the secant of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMSECH</u>	Returns the hyperbolic secant of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMSIN</u>	Returns the sine of a complex number
<u>IMSINH</u>	Returns the hyperbolic sine of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>
<u>IMSQRT</u>	Returns the square root of a complex number
<u>IMSUB</u>	Subtracts two complex numbers
<u>IMSUM</u>	Calculates the sum of two complex numbers
<u>IMTAN</u>	Returns the tangent of a complex number <i>(New in Excel 2013)</i>

- Različiti primjeri s GGB:
- [Računanje s kompleksnim brojevima](#) (svi dostupni apleti iz modula *Kompleksni brojevi*)

Poveznice na dodatne izvore i važne reference za nastavnika

Možda bi vas zanimale i ove teme:

Preporučujemo diplomski rad Lucije Kune: [Kompleksni brojevi u nastavi matematike](#) sa Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Odjel za matematiku (Mentor: doc. dr. sc. Ivan Matić), Osijek, 2014., u kojem se analiziraju i uspoređuju različiti udžbenici i pristup kompleksnim brojevima s evaluacijom i analizom rezultata provjere znanja na određenom uzorku učenika četvrtih razreda gimnazije o uspješnosti svladavanja kompleksnih brojeva.

Dodatne sadržaje možete pronaći na platformi GO-LAB. GO-LAB je virtualni laboratorij pogodan za istraživanje. Sadrži mnogobrojne matematičke sadržaje. Što je GO-LAB pročitajte na [e - laboratorij](#).

Operativni plan

	Modul	Jedinice DOS-a	Broj sati
1.	Kompleksni brojevi		12 + 1
		1.1. Skupovi kompleksnih brojeva	1
		1.2. Zbrajanje, oduzimanje i množenje kompleksnih brojeva	2
		1.3. Potenciranje kompleksnih brojeva	2
		1.4. Dijeljenje kompleksnih brojeva	2
		1.5. Apsolutna vrijednost kompleksnog broja	2
		1.6. Kompleksna ravnina	3
		Aktivnosti za samostalno učenje	1
		Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda	

1.1. Skup kompleksnih brojeva



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Upoznati pojam imaginarne jedinice
- Spoznati osnovna znanja o skupu kompleksnih brojeva
- Primijeniti matematički jezik u usmenom i pisanom izražavanju

Odgojno-obrazovni ishodi

- Definirati skup kompleksnih brojeva kao proširenje skupa realnih brojeva \mathbb{R}
- Razlikovati imaginarnu jedinicu od imaginarnog broja
- Prikazati kompleksni broj u algebarskom obliku
- Primijeniti svojstvo jednakosti dvaju kompleksnih brojeva u zadacima

Generičke kompetencije

- Aktivno učenje
- Samostalno učenje
- Korištenje informatičke tehnologije
- Rješavanje problema

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **1 sat**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni, suradnički te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

U uvodu upoznajemo učenike u kojim područjima znanosti i života koristimo kompleksne brojeve, osim, naravno, u matematici.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Uvodno ponavljanje

Za uvodno ponavljanje o skupovima brojeva možete iskoristiti digitalne obrazovne sadržaje o realnim brojevima u Matematici 1. Ponovite svojstva brojeva u skupovima prirodnih, cijelih, racionalnih i realnih brojeva.

Imaginarna jedinica i imaginarni broj

Nakon definiranja imaginarne jedinice riješite dane primjere. Naglasite učenicima po čemu se razlikuju dani primjeri. Slijedi samostalno rješavanje zadataka učenika. Spomenite učenicima da zadatci slijede nakon primjera i da su s njima povezani. Rješenja zadataka potrebno je upisati u prazne okvire. Zadatci su osmišljeni za vježbanje računanja s imaginarnom jedinicom, a kod učenika razvijaju preciznost.

Definirajte imaginarni broj te upozorite učenike na razliku između imaginarne jedinice i imaginarnog broja.

Skup kompleksnih brojeva i algebarski prikaz kompleksnog broja

Učenicima definiramo skup kompleksnih brojeva, algebarski prikaz kompleksnog broja te realni dio i imaginarni dio kompleksnog broja. U primjerima učenicima treba objasniti razliku između realnog i imaginarnog dijela te pokazati zašto su svi realni brojevi kompleksni te zašto ne vrijedi obrnuto.

Kao ilustraciju pokazati animaciju o skupovima brojeva. Nakon toga u zadatku provjeriti znanje učenika o elementima skupova brojeva. Učenici prazna polja popunjavaju znakovima + ili -, ovisno o pripadnosti navedenog broja skupu brojeva.

Zatvorenost skupova na računске radnje

S učenicima komentirati zatvorenost skupova na računске radnje zbrajanja i oduzimanja te ih potaknuti na razmišljanje u zadatku o zatvorenosti skupova brojeva na računске radnje množenja i dijeljenja. Zajednički komentirati s učenicima računске radnje potenciranja i korjenovanja.

Animacija prikazuje zatvorenost skupova brojeva na računске radnje.

Jednakost kompleksnih brojeva

Definirati učenicima kada su dva ili više kompleksnih brojeva jednaki. Primjer s tri podzadatka u nastavku to opisuje. Naglasiti učenicima razliku između navedenih primjera. Sljedeći primjer pokazuje kako primijeniti jednakost kompleksnih brojeva u zadacima s nepoznicama.

Uvježbajmo

Niz zadataka različitih razina složenosti pripremljen je za uvježbavanje različitih aspekata uporabe kompleksnih brojeva. Zadaci mogu izvrsno poslužiti za samoprocjenu usvojenosti sadržaja, jer učenici odmah dobivaju povratnu informaciju o rješenju zadatka.

Predlažemo da odaberete zadatke koji najbolje odgovaraju mogućnostima vaših učenika, a svakako bi bilo dobro da dio zadataka bude njihov samostalni rad.

Završetak

Na samom kraju ove jedinice DOS-a pronaći ćete prijedlog istraživačkog zadatka kojim povežemo sadržaje iz matematike s učeničkim okruženjem i interesima.

Uputite učenike na pretraživanje Interneta.

O signalima mogu pročitati iz nekoliko izvora na engleskom jeziku. Npr. [Signal processing](#) i [Signal Processing Toolbox](#).

Dodatni prijedlozi

U [OneNote metodičkom priručniku](#) nalaze se poveznice videa na Youtube-u o kompleksnim brojevima (engleski jezik). Koristite ih kao dodatni sadržaj.

Na kraju nastavne jedinice, prije rješavanja zadataka za samoprocjenu, može se napraviti neki kviz, primjerice Kahoot kviz, kako bi se unijelo malo dinamike i natjecateljskog duha, a ujedno i kako bi se ponovile osnovne činjenice o kompleksnim brojevima. Više o Kahoot kvizovima možete pročitati na [e-laboratoriju](#).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za učenike koji žele znati više predložimo istraživanje Interneta i teme kompleksnih brojeva.

Kompleksni brojevi u uskoj su vezi s fraktalima. Učenici mogu istraživati primjenu fraktala.

Na tu temu može se proučiti rad koji je napisao Włodzimierz Klonowski [Analiza signala i slika upotrebom teorije kaosa i fraktalne geometrije](#).

Za dodatne projektne zadatke možete se koristiti poveznicama na engleskom jeziku u kojima je objašnjena primjena fraktala u:

- Geografiji: [Fraktali u prirodi](#) i [Obala](#)
- Umjetnosti: [Fraktali u umjetnosti](#)
- Medicini: [Neuroznanost](#).

A sve te, kao i mnoge druge poveznice, možete pronaći na [Analiza fraktala](#).

Darovite učenike uputite na dodatno istraživanje kompleksnih brojeva u korelaciji s fizikom u [GO - LAB](#)-u.

Što je GO-LAB pročitajte na [e - laboratorij](#).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadacima.

Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.

1.2. Zbrajanje, oduzimanje i množenje kompleksnih brojeva



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Ovladati računskim radnjama s kompleksnim brojevima
- Osvijestiti proširenje skupa realnih na skup kompleksnih brojeva
- Razvijanje samopouzdanja, upornosti, odgovornosti te pozitivnog odnosa prema matematici i radu općenito

Odgojno-obrazovni ishodi

- Računati s kompleksnim brojevima (zbrajanje, oduzimanje i množenje)
- Primijeniti svojstvo asocijativnosti, komutativnosti i distributivnosti množenja prema zbrajanju
- Primijeniti digitalne alate za savladavanje računa s kompleksnim brojevima

Generičke kompetencije

- Rješavanje problema
- Aktivno učenje
- Kreativno i kritičko promišljanje
- Digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- Samovrednovanje

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **2 sata**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni rad, suradnički te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

Motivacijske ilustracije pokazuju ljepotu fraktala, odnosno Mandelbrotov skup.

U ovoj jedinici pokušat ćemo djelomično odgovoriti na pitanje o povezanosti ovih fascinantnih prizora s matematikom i kompleksnim brojevima.

Može se učenike uputiti i na [video o Mandelbrotovom skupu](#).

Video Vimeo je dostupan u [OneNote metodičkom priručniku](#).

Na kraju jedinice definirat ćemo Mandelbrotov skup i pojam fraktala.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Uvodno ponavljanje

U prvom bloku zadataka ponovimo s učenicima: što je imaginarna jedinica, kako prikazujemo kompleksni broj, pravila računanja s binomima (kako bi učenici lakše i brže naučili računanje s kompleksnim brojevima koje možemo promatrati kao binome) te svojstva asocijativnosti, komutativnosti i distributivnosti množenja prema zbrajanju u skupu realnih brojeva za zbrajanje (oduzimanje) i množenje (kako bi ih učenici kasnije mogli primijeniti i na skupu kompleksnih brojeva).

Zbrajanje kompleksnih brojeva

Prema analogiji sa skupom \mathbf{R} te svojstvima binoma, možemo definirati zbrajanje kompleksnih brojeva.

Nakon zajedničkog rješavanja primjera neka učenici najprije sami pokušaju zapisati pravilo zbrajanja dvaju kompleksnih brojeva.

Slijedi zadatak s dopunjavanjem, koji bi učenici trebali samostalno i brzo riješiti primjenjujući pravilo zbrajanja kompleksnih brojeva (posebno realnih, odnosno imaginarnih dijelova) te svojstvo jednakosti kompleksnih brojeva.

U sljedećem zadatku od učenika se dodatno očekuje vještina računanja s razlomcima, odnosno s korijenima.

Oduzimanje kompleksnih brojeva

Redoslijed je kao i kod zbrajanja: primjer, zaključak o pravilu oduzimanja, jednostavniji zadatci dopunjavanja te zahtjevniji zadatci za računanje (bitno je uočiti promjenu predznaka kod kompleksnog broja koji oduzimamo). Na kraju učenicima treba pokazati da se oduzimanje može svesti na zbrajanje suprotnim brojem.

Množenje kompleksnih brojeva

Izborna je tema u ovoj jedinici Euklidov algoritam za određivanje najveće zajedničke mjere. Učenici će otkriti algoritam rješavajući konkretan zadatak i uz pomoć animacije koja vizualizira korake algoritma.

Ponovimo, utvrdimo i uvježbajmo

Prije prelaska na složenije zadatke ponovimo pravila računskih radnji s kompleksnim brojevima prateći 2D animaciju.

Prema analogiji sa skupom realnih brojeva, uz pomoć interaktivnog zadatka, učenici sami dolaze do spoznaje o svojstvima računskih radnji zbrajanja i množenja u skupu kompleksnih brojeva.

Slijedi uvježbavanje računskih radnji uz pomoć GGB apleta koji generira zadatke. Predlažemo da učenici nastave dalje s učenjem kad budu sigurni da su ovladali računom. Ovu vježbu mogu raditi i kod kuće, kao ponavljanje računanja s kompleksnim brojevima. Poveznica na GGB aplet je dostupna u [OneNote metodičkom priručniku](#).

Dodatni sadržaj

Kao dodatnu temu predlažemo dokaz svojstava računskih radnji zbrajanja i množenja: asocijativnosti, komutativnosti i distributivnosti množenja prema zbrajanju. Od učenika se očekuje da samostalno pokuša dokazati svojstva koja nisu dokazana u jedinici (asocijativnost množenja, komutativnost zbrajanja i distributivnost množenja prema zbrajanju). To bi se moglo zadati i kao rad kod kuće.

Uvježbavanje

Svakako bi trebalo riješiti složenije zadatke koji slijede. Učenicima je dostupan video u kojem se rješava prvi od pet zadataka, u kojem bi trebali uočiti detalje kako riješiti složenije zadatke s kombinacijom potenciranja, množenja i zbrajanja. Može se napraviti malo natjecanje. Dogovorite se o nagradi za najbrža četiri učenika koji točno riješe sve zadatke, s tim da svaki učenik riješi po jedan zadatak na ploči (prijedlozi mogućih nagrada: ocjena, bilješka u imeniku, čokoladica, dodatni bod/bonus na sljedećoj pismenoj provjeri).

Zanimljivost

Konačno možemo povezati motivacijski dio sata s temom jedinice. Uvodno će učenici pročitati što je Mandelbrotov skup, odnosno fraktal. Predlažemo da se podijele u grupe i istraže dodatno tu temu.

Učenicima koji žele znati više o Mandelbrotu i fraktalima mogu se ponuditi linkovi:

- [Stranica o Mandelbrotu](#) (engleski jezik)
- hrvatski matematički elektronski časopis [math.e](#).

Ako su u učionici dostupni tehnologija i Internet, mogu to učiniti i na satu, ali im se može dati i kao mali istraživački rad kod kuće.

Završetak

Na samom kraju ove jedinice DOS-a pronaći ćete ideje o grupnom radu na satu ili o samostalnom istraživanju učenika o fraktalima, Mandelbrotovom skupu te Julijinom skupu, koji se razlikuje od Mandelbrotovog po tome što mu je početni $z_0 \neq 0$. Sve fraktalne slike nastaju primjenom dviju računskih radnji s kompleksnim brojevima: množenjem kompleksnog broja sa samim sobom i zbrajanjem kompleksnih brojeva.

Domaći sadržaji:

- Šime Šuljić: [Mandelbrotov skup](#) (math.e)
- [Mandelbrotov skup u Geogebri](#) (autor: Šime Šuljić)
- V. Antončić, A. Galinović: [Galerija fraktala](#) (math.e) - tekst između ostalog o Julijinom i Mandelbrotovom skupu, kako nastaju Pitagorino stablo, Kochova pahulja i krivulja te Sierpinski trokut
- [Fraktali](#) (Nova Akropola) - zanimljiv tekst o fraktalima
- [Fraktali](#) (Galaksija) - još malo o fraktalima
- [Julijin skup](#) (stranica na engleskom jeziku) - za dodatno istraživanje.

DOS jedinicu završavamo samovrednovanjem učenika.

Dodatni prijedlozi

Ideje za dodatne aktivnosti:

- Upoznavanje s pojmom fraktala kroz primjere u stvarnom životu (crteži i video):
 - u ljudskom tijelu – pluća, žile, mozak
 - u prirodi – brokula, kristali leda.
- U povodu npr. Večeri matematike, mogu se pripremiti radionice:
 - crtanje (trokut ili tepih Sierpinskog, Kochova krivulja, Apolonijeva mreža)
 - modeliranje nekih oblika (Mengerova spužva, Sierpinski piramida).
- Može se napraviti mala izložba fraktalnih 2D i 3D uradaka. Najbolji radovi prema ocjeni učenika i profesora koji su pogledali izložbu mogu se nagraditi npr. ocjenom ili na neki drugi način.

Ideje za radionice možete potražiti na internetu, a neki od linkova su:

Izrada *trokuta ili tepiha Sierpinskog, Sierpiski piramide, Mengerove spužve* (engleski jezik):

- [Trokut i tepih Sierpinski](#)
- [Kochova pahulja](#)

- [Mengerova spužva](#)
- [Sirepinski piramida](#)
- [Tri matematičke slagalice od papira.](#)
- Video kao motivaciju/ideju za izradu fraktalnih likova (Apolonijeva mreža i sl.) možete pronaći u [OneNote metodičkom priručniku](#).

Upoznavanje s pojmom fraktala posebno je pogodno za povezivanje s nekim drugim predmetima:

- Predložimo da učenici, nakon što su pronašli neke primjere u stvarnom životu, u suradnji s profesorima iz **biologije** istraže gdje se fraktali pojavljuju u živome svijetu (npr. rast bakterija ili populacija; generiranje različitih krajolika - primjeri u prirodi; predviđanje vremena u meteorologiji).
- Umjetnička scena je prepuna fraktala, stoga predložimo da s profesorima iz **likovne umjetnosti** učenici dodatno istraže tu temu.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za učenike koji žele znati više, predložimo da pokušaju u Geogebri načiniti dinamički uradak izrade fraktala, tako da najprije istraže već postojeće [GGB materijale](#), a zatim pokušaju nešto slično napraviti sami.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika za

praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s poremećajima u glasovno-govornoj komunikaciji nije potrebno prilagođavati nastavne materijale niti pojednostavljivati zadatke. Više je važno voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati govoru pred cijelim razredom.

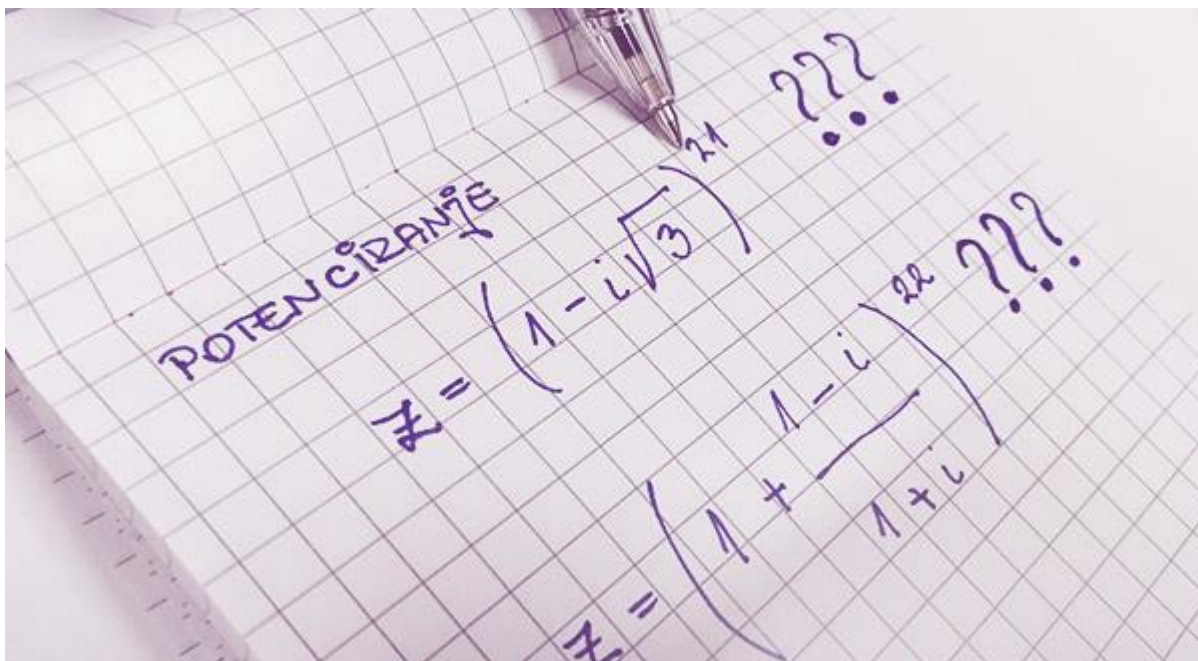
Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje video zapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, njome se valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja količina na brojevnom pravcu. Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane.

Kod učenika s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja primijeniti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti neki od ponuđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska. Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

1.3. Potenciranje kompleksnih brojeva



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Izvesti pravila za potenciranje imaginarne jedinice
- Naučiti primjenjivati pravila za potenciranje imaginarne jedinice u složenijim zadacima
- Učinkovita i promišljena uporaba tehnologije za usvajanje vještine računanja potencije imaginarne jedinice

Odgojno-obrazovni ishodi

- Primijeniti pravila potenciranja imaginarne jedinice
- Riješiti kombinirane zadatke s računskim radnjama i potencijama kompleksnih brojeva
- Primijeniti digitalne alate za savladavanje računa s potencijama broja i

Generičke kompetencije

- Kritičko promišljanje
- Korištenje informatičke tehnologije
- Samostalno učenje
- Istraživanje

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **2 sata**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni rad, suradnički te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

Motivacijski primjer je video koji učenike treba navesti na promišljanje o sadržaju i podsjetiti ih na važna pravila za rad. Prije puštanja video materijala s objašnjenjem, učenicima napišite dokaz i zamolite ih da sami pokušaju naći grešku. Video koristite ako nitko ne uoči što je pogrešno u dokazu.

U nastavku je dobro ponoviti pojam potencije, pravila za računanje s potencijama te pojam imaginarne jedinice.

Za brzo ponavljanje možete koristiti navedene zadatke, koje možete prebaciti u [plickers](#).

Plickers je aplikacija za izradu i provedbu kvizova, o kojoj detalje za primjenu možete pronaći u OneNote priručniku.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Potencije broja -1

Potaknite učenike na promišljanje služeći se interaktivnim sadržajem. Što mogu zaključiti o vezi između rezultata i eksponenta? Rezultate neka prikažu na brojevnom pravcu. Događa se rotacija između brojeva -1 i 1 . Za koliko stupnjeva?

Neka učenici napišu zaključak, a nekoliko njih neka pročita taj zaključak.

Potenciranje imaginarne jedinice

Istražimo za početak što se događa prilikom množenja imaginarne jedinice brojevima -1 , 1 , $-i$, i .

Neka učenici sami izračunaju. Mogu li nešto zaključiti? Nakon rasprave pokažite im ilustraciju cirkularnosti množenja imaginarne jedinice. Istaknite i navedenu zanimljivost, a u Pomoćnim interaktivnim sadržajima za ovu jedinicu potražite zanimljive linkove na temu.

U nastavku pokažite potenciranje imaginarne jedinice. Nakon i^8 , ako ne uoče zakonitost, neka sami izrade proračun za još nekoliko eksponentata. Slijedi zaključak i konačna formula. Primjenu formule možete im prikazati na dva ponuđena primjera, a nakon toga slijede zadatci, čije se rješenje može provjeriti uz pomoć Plickersa ili izradom na ploči.

Uputite učenike na mogućnost uvježbavanja računanja na Generatoru zadataka s potenciranjem imaginarne jedinice.

Uvježbajmo

U nastavku uvježbajmo potenciranje imaginarne jedinice u sklopu složenijih zadataka sa zbrajanjem, oduzimanjem i množenjem. Pokažite učenicima primjere i predložite im različite načine njihova rješavanja. Raspravite na koji način izabrati. Provjeru usvojenosti sadržaja koji su do sada obrađeni možete provesti preko interaktivnog zadataka.

Potaknite raspravu o pripadnosti brojeva skupu **R** i **C**.

Završetak

Za kraj s učenicima riješite primjer. Što je rezultat? Kojem skupu brojeva pripada? O čemu ovisi hoće li imaginarni dio kompleksnog broja biti 0 ili ne? Zadajte učenicima da osmisle nekoliko primjera gdje kao rezultat zbrajanja, oduzimanja i potenciranja kompleksnih brojeva dobijemo realan broj. Riješite učeničke zadatke zajedno, pokušajte naći pravilnost kod tih zadataka.

Dodatni prijedlozi

1) Za dodatno uvježbavanje, razumijevanje koraka prilikom rješavanja zadataka potenciranja imaginarne jedinice, provjeru, ali i osmišljavanje novih zadataka, dajte upute učenicima ili zajedno s njima vježbajte uz pomoć [Kompleksnog kalkulatora](#).

Osim što računa, kalkulator pokazuje i korake kojima se došlo do rezultata, s podsjetnikom na definicije i formule koje se primjenjuju.

2) Pogledajte s učenicima video [Rules and Materials](#).

S učenicima napravite svoju igru POTOPITE BROD.

3) Pripremite BINGO sa zadatcima s potencijama imaginarne jedinice. Broj polja BINGO kartice vaš je odabir. Pokažite učenicima rješenja (kojih ima dva puta više od polja na kartici), pa ih zamolite da izaberu rješenja koja će upisati u polja na kartici. Zatim učenicima dajte zadatke, koje mogu rješavati redom ili prema odabiru. Kada pronađu sve zadatke koji imaju rješenja s njihove BINGO kartice, pobijedili su. Uzvik je: BINGO!

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

S učenicima koji žele znati više pogledajte [video](#) (engleski jezik) koji daje sasvim različit pristup kompleksnim brojevima, komentirajte, razradite ideju, crtajte.

Upoznajte ih s kompleksnim brojevima kao alatom za izradu animacija uz kvaternione u članku "[Matematika ide u kino](#)" (engleski jezik).

Za one koji žele znati više obradite pojam kvaterniona.

Raspravite [o upotrebi kompleksnih brojeva u električnim strujnim krugovima](#) (prijedlog: pozovite stručnjaka).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike koji imaju posebne odgojno obrazovne potrebe predlažemo da pripremite kartice s postupkom računanja potencija imaginarne jedinice. Kartice možete izraditi s pomoću [Kompleksnog kalkulatora](#).

Svaka kartica je jedan korak. Učenici neka povežu kartice u niz koji vodi do rješenja.

Upotrijebite [Generator zadataka](#) za uvježbavanje.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi sa zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi

tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, njome se valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona kod praćenja nastavne jedinice i označavanja količina na brojevnom pravcu. Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane.

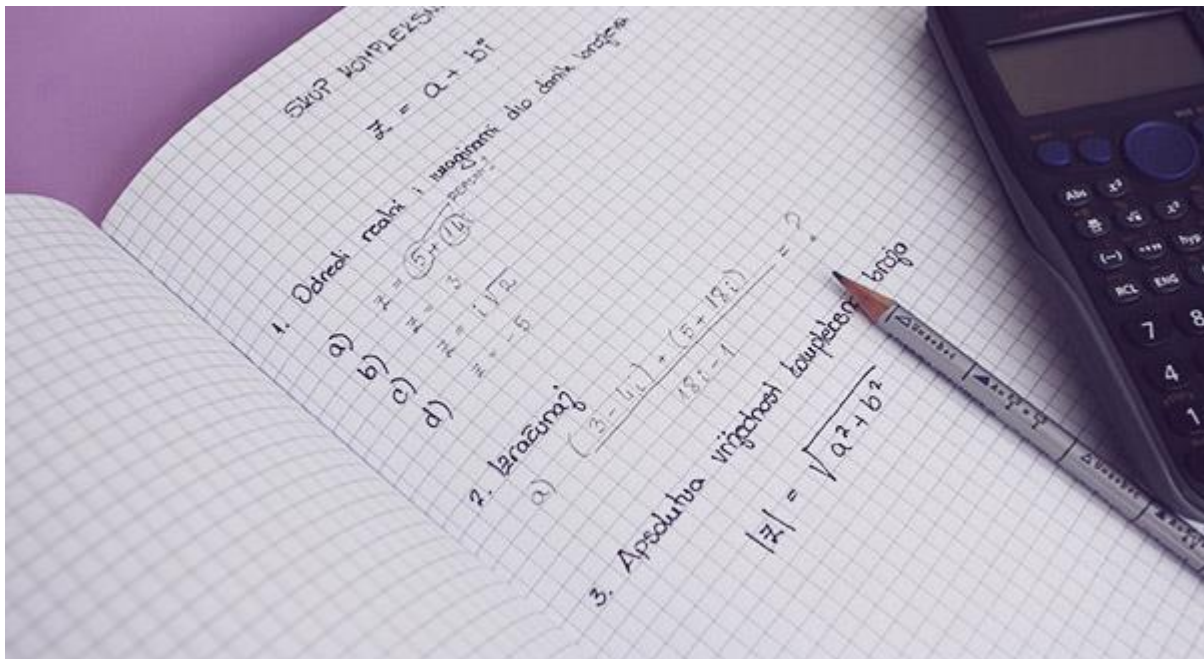
Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija valja koristiti individualizirani pristup. Nije potrebno prilagođavati nastavne materijale niti pojednostavljivati zadatke. Važnije je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati govoru pred cijelim razredom.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska. Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se uporaba vizualne podrške, tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.

1.4. Dijeljenje kompleksnih brojeva



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Primijeniti matematički jezik u usmenome i pisanome izražavanju
- Spoznati osnovna matematičke znanja i razviti matematičke vještine povezane s dijeljenjem kompleksnih brojeva
- Razviti samopouzdanje i svijest o vlastitim matematičkim sposobnostima
- Učinkovito i promišljeno upotrebljavati tehnologiju

Odgojno-obrazovni ishodi

- Odrediti konjugirano-kompleksni broj
- Izvesti svojstvo umnoška para konjugirano-kompleksnih brojeva
- Dijeliti dva kompleksna broja
- Riješiti složenije zadatke s računskim radnjama i potencijama kompleksnih brojeva
- Primijeniti digitalne alate za savladavanje postupka dijeljenja kompleksnih brojeva

Generičke kompetencije

- Rješavanje problema
- Donošenje odluka
- Samovrednovanje
- Kritičko promišljanje
- Samostalno učenje

- Digitalna pismenost i korištenje tehnologija

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **2 sata**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni rad, suradnički te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

Motivacijski primjer pokazuje postupak rješavanja jednadžbi. Jednadžbe u kojima se pojavljuje zbrajanje ili oduzimanje možemo riješiti, ali jednadžbe u kojima se pojavljuje množenje dvaju kompleksnih brojeva ne možemo riješiti ako ne naučimo dijeliti kompleksne brojeve. U uvodu se ponavlja zbrajanje, oduzimanje i množenje kompleksnih brojeva.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Konjugirano kompleksni brojevi

Definira se pojam konjugirano kompleksnog broja i u nekoliko primjera određuju vrijednosti konjugirano kompleksnih brojeva. Dolazi se i do činjenice da je konjugirano kompleksni broj konjugirano kompleksnog broja jednak početnom. Ovaj zaključak bi učenici sami trebali izvesti na temelju primjera. Na prvoj ilustraciji je prikazana cikličnost radnje konjugiranja. Na drugoj ilustraciji nalazi se Augustin Louis Cauchy, francuski matematičar koji je na početku 19. stoljeća prvi upotrijebio naziv konjugirano kompleksni broj.

U nastavku, preko zadataka u kojima se treba pomnožiti kompleksni broj s konjugirano kompleksnim brojem, učenici mogu zaključiti da će taj umnožak uvijek biti nenegativan realan broj. Poželjno je da sami pokušaju naslutiti čemu bi to bilo jednako prije nego što matematički pokažu da je taj umnožak jednak zbroju kvadrata realnog i kvadrata imaginarnog dijela. Navedena su svojstva konjugiranja i dokazano je svojstvo da je zbroj konjugirano kompleksnih brojeva jednak konjugirano kompleksnom zbroju. Učenici mogu samostalno pokazati ostala svojstva.

Dijeljenje kompleksnih brojeva

Kod dijeljenja kompleksnih brojeva prvo se pokazuje postupak dijeljenja s realnim brojem, definira se inverzni broj te određuje inverzni broj kompleksnog broja. Postupak dijeljenja dvaju kompleksnih brojeva detaljno je prikazan u video primjeru. Da bi uspješno dijelio kompleksne brojeve, važno je da učenik poveže postupak u kojem se "rješava" kompleksnog broja s postupkom racionalizacije nazivnika kod razlomaka koji sadrže binome s kvadratnim korijenom. Ovdje je važno napomenuti i činjenicu da nazivnik nikada nije jednak 0.

Za uvježbavanje postupka dijeljenja pripremljen je aplet koji generira dva kompleksna broja i provjerava rješenje učenika.

U tablici su prikazana svojstva računskih radnji u skupu kompleksnih brojeva.

Učenicima je predloženo da za računanje s kompleksnim brojevima iskušaju uporabu programa Microsoft Excel.

Element procjene usvojenosti ishoda

U bloku zadataka provjeravaju se ishodi vezani uz kompleksne brojeve koje su učenici proučavali u prve četiri jedinice. Razlikovanje prirodnih, cijelih, racionalnih, realnih i kompleksnih brojeva te računanje s kompleksnim brojevima. Uključene su tvrdnje čiju istinitost treba ispitati, zadatci s ponuđenim rješenjima, zadatci dopunjavanjem i zadatci spajanja pitanja s rješenjima.

Završetak

Na samom kraju ove jedinice DOS-a nalazi se kratak sažetak najvažnijih pojmova koji se nalaze u ovoj jedinici.

Dodatni prijedlozi

[Geogebra aplet](#) može se iskoristiti za uvježbavanje osnovnih računskih radnji na više načina. Učenik može samostalno uvježbavati samo neku od odabranih računskih radnji ili istovremeno sve računске radnje, uključujući i kvadriranje kompleksnog broja. Osim samostalnog rada, može se provesti natjecanje između učenika koji u zadanom vremenu trebaju dati što više odgovora. Također se može organizirati grupni rad, gdje svaki od učenika u grupi izračuna jedan dio zadatka te zajednički unose rješenja u aplet.

Ako ima potrebe, može se iskoristiti niz videa koji su dostupni na YouTubeu, a pokazuju postupak dijeljenja dvaju kompleksnih brojeva.

U [OneNote metodičkom priručniku](#) možete pronaći niz kraćih videa autora Tonija Miluna.

Na hrvatskom jeziku je objavljen i video [Aritmetičke operacije na skupu C](#), koji obuhvaća sve računске radnje s kompleksnim brojevima.

Korisni mogu biti i izvori (engleski jezik):

[Khan akademija](#) - video upute o konjugiranju kompleksnih brojeva i o dijeljenju kompleksnih brojeva te niz zadataka za uvježbavanje konjugiranja i dijeljenja kompleksnih brojeva

[Mathwarehouse](#) - postupak dijeljenja, video upute i zadaci za uvježbavanje

[Virtualnerd](#) - postupak dijeljenja

[Geogebra aplet](#) za uvježbavanje s objašnjenim postupkom dijeljenja.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za učenike koji žele znati više predlažemo da pokušaju sami dokazati svojstva konjugiranja kompleksnih brojeva. U DOS-u je pokazano kako se dokazuje svojstvo da je konjugirano kompleksni zbroj dva kompleksna broja jednak zbroju konjugirano kompleksnih brojeva. Analogno se mogu dokazati i ostala svojstva.

Rješavajući jednadžbu $z \cdot w = 1$, u kojoj se traži inverz kompleksnog broja $z = x + yi$, koristeći jednakost kompleksnih brojeva, može se zaključiti da će inverz biti oblika $\frac{x}{x^2 + y^2} + \frac{-y}{x^2 + y^2}i$.

Također se može dokazati da je $\frac{z}{w} = \frac{z \cdot \bar{w}}{|w|^2}$.

Nakon što učenici shvate potrebu grafičkog prikazivanja kompleksnih brojeva i potrebu za dvjema dimenzijama (ova tema je obrađena u DOS jedinici 1.6), mogu povezati konjugiranje kompleksnog broja s refleksijom s obzirom na os x.

Učenici mogu povezati [grafički prikaz dijeljenja kompleksnih brojeva](#) s algebarskim.

Neki će učenici kod grafičkog prikaza dijeljenja kompleksnih brojeva uočiti vezu između kutova koje zatvaraju radij vektori kompleksnih brojeva i radij vektor kvocijenta, a može se uočiti i veza između modula. Na taj način se produbljuje znanje vezano uz trigonometrijski prikaz kompleksnog broja.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Također predlažemo da se koristite raznim vrstama kalkulatora s kompleksnim brojevima. Ako se učenici služe pametnim telefonima ili tabletima, može se pronaći aplikacija koja simulira kalkulator kompleksnih brojeva. Na taj način i ti učenici mogu provoditi sve računske radnje s kompleksnim brojevima.

Ponekad se učenicima mogu dati gotove formule za računske radnje s kompleksnim brojevima. Na taj način će se njihovo računanje svesti na uvrštavanje realnih i imaginarnih dijelova u gotove "šablone".

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja), kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi sa zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje video zapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja upotrijebiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona kod praćenja nastavne jedinice i označavanja količina na brojevnom pravcu.

Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom, već valja odabrati ključne.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija valja koristiti individualizirani pristup. Važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati govoru pred cijelim razredom.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti neki od predviđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije iz zadatka, definicije, ključne riječi (konjugirano kompleksni broj, ne negativan broj, inverzni broj), oznake (z, z^{-1}) ili formule istaknute podebljanjem tiska.

Važno je zadatak vizualno urediti tako da svaki zadatak bude zabilježen u posebnom retku, primjerice:

Odredite konjugirano kompleksni broj broja:

a) $z_1 = -4 - 2i$

b) $z_2 = -\sqrt{2}$

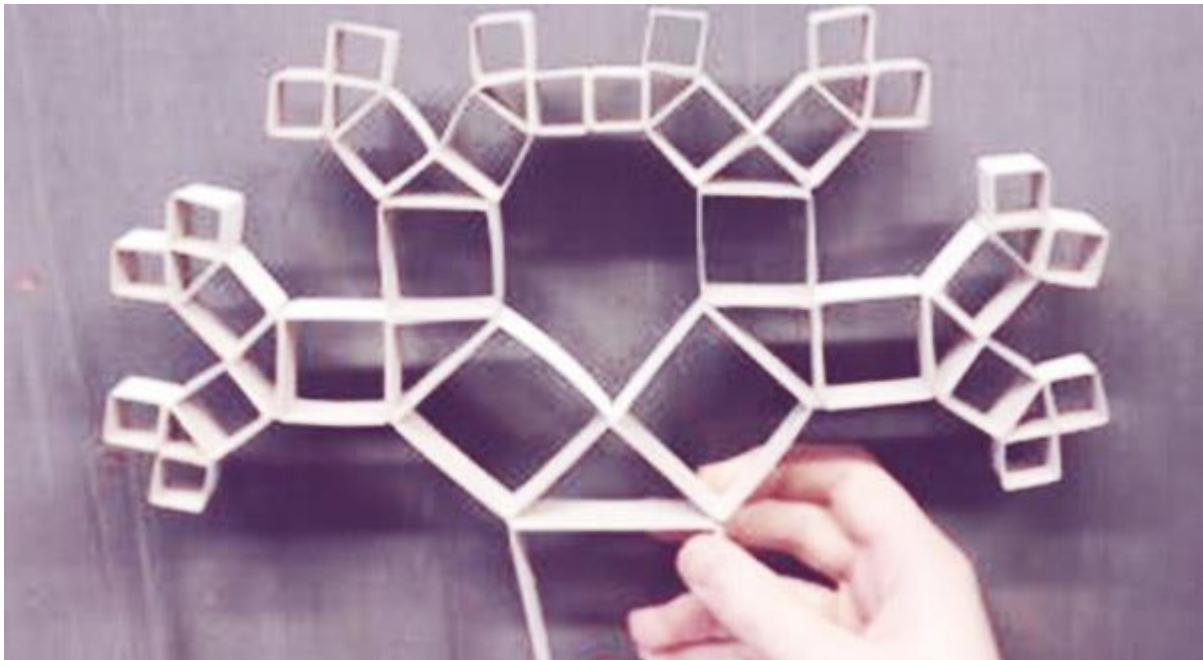
c) $z_3 = \pi i$.

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

Kod učenika s poremećajem pažnje valja voditi računa o jasnoj strukturi tijekom predstavljanja nastavne jedinice. Kod prijelaza sa zadatka na zadatak valja provjeravati je li učenik spreman za idući zadatak te ga na to i usmjeriti. Upute valja ponoviti kada god se to pokaže potrebnim. Interes učenika za nastavnu jedinicu moguće je održati postavljanjem pitanja koja su povezana s vlastitim iskustvima učenika (primjerice: Koja je najniža temperatura koju si imao/la prilike osjetiti?).

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se uporaba vizualne podrške tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Ako je moguće, treba povezati gradivo ove jedinice sa specifičnim interesima učenika.

1.5. Apsolutna vrijednost kompleksnog broja



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Razumjeti pojam i svojstva apsolutne vrijednosti
- Uvježbati računanje s apsolutnom vrijednošću
- Razlikovati i procijeniti pogreške

Odgojno-obrazovni ishodi

- Računati apsolutnu vrijednost realnoga broja
- Povezati apsolutnu vrijednost s udaljenosti na brojevnom pravcu
- Koristiti apsolutnu vrijednost pri računu pogreške

Generičke kompetencije

- Usmena i pisana komunikacija
- Sposobnost kritike i samokritike
- Sposobnost generalizacije

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **2 sata**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni, suradnički te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

Motivacijski primjer izrade Pitagorinog stabla uvodi nas u nastavak priče o kompleksnim brojevima. Učenicima se može zadati da na internetu pronađu različite oblike Pitagorinog stabla i uoče fraktalnost tog stabla (samosličnost), s čime smo se upoznali u drugoj jedinici. Možete napraviti razredno fraktalno stablo ili se podijeliti u grupe. Nakon odgledanog videa svaka grupa, ako je potrebno, (link je u [OneNote metodičkom priručniku](#)) može pokazati svoju kreativnost. Stablo može biti simetrično, ali i ne mora biti (u nekom trenutku crtanja jednakokrani pravokutni trokut može se zamijeniti ranostraničnim i u tom trenutku stablo prestaje biti simetrično). Učenicima treba dati slobodu uporabe tehnike izrade stabla (izrezivanje papira, oblikovanje kartonom, kolaž, crtanje i bojenje) kao i odabir oblika (simetrično ili nesimetrično stablo). Ovdje mogu doći do izražaja učenici kojima matematika nije jača strana, ali se likovno lijepo izražavaju pa mogu pokazati svoje umjetničke sposobnosti i vještine.

Ovu DOS jedinicu počinjemo s Pitagorom i završit ćemo s njime.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Ponovimo

Zajedno s učenicima ponovite osnovne pojmove koji će nam trebati u ovoj jedinici, rješavanjem zadataka dopunjavanjem. Ponudili smo učenicima i podsjetnik na neke pojmove prilikom rješavanja zadataka za ponavljanje.

Definiranje apsolutne vrijednosti

Prije same definicije apsolutne vrijednosti treba s učenicima osvijestiti nemogućnost usporedbe dvaju kompleksnih brojeva. Prilikom ispitivanja svih mogućih slučajeva usporedbe realnih i imaginarnih dijelova dvaju kompleksnih brojeva dobro bi bilo istaknuti slučaj jednakosti dvaju kompleksnih brojeva (i ponoviti kad su dva kompleksna broja jednaka). Isto tako, može se raspravljati o slučajevima koji kad su realni i imaginarni dijelovi jednog kompleksnog broja veći, odnosno manji od drugog kompleksnog broja. Tada bi se teoretski moglo utvrditi: $(x_1 < x_2 \text{ i } y_1 < y_2) \Rightarrow (z_1 < z_2)$ ili obrnuto. Međutim, problem nastaje kad su kod realnog i imaginarnog dijela različiti predznaci, odnosno već kod broja i usporedba nema smisla, jer ne znamo je li broj veći ili manji od nule:

1. slučaj	2. slučaj
$i > 0 / \cdot i$	$i < 0 / \cdot i$
$i \cdot i > 0 \cdot i$	$i \cdot i < 0 \cdot i$
$i^2 > 0$	$i^2 > 0$
$-1 > 0$	$-1 > 0$

U oba slučaja smo dobili neistinitu nejednakost.

Neka učenici zaključe sami da:

- se svaka dva kompleksna broja ne mogu uvijek usporediti (bez dodatnih uvjeta) \Rightarrow kompleksne brojeve **ne uspoređujemo**
- ne možemo govoriti o "kompleksnom broju većem/manjem od 0"
- ne koristimo izraz "negativan kompleksni broj" (suprotan broj je broj kojem realni i imaginarni dijelovi mijenjaju predznak).

Tek sada su učenici spremni definirati modul, odnosno apsolutnu vrijednost kompleksnog broja, malo drukčije nego u skupu realnih brojeva (jedan od pojmova u skupu kompleksnih brojeva koji se ne definiraju po analogiji sa skupom \mathbb{R} zbog nepostojanja relacije uređaja).

U nastavku će učenici samostalno dokazati da vrijedi $z \cdot \bar{z} = |z|^2 \geq 0$.

Uočimo

Nakon povijesne crtice o tome kada se u povijesti počinje ozbiljno govoriti o kompleksnim brojevima, odnosno modulu kompleksnog broja, i tko je zaslužan za uvođenje kompleksnog broja u matematiku, učenici će riješiti jedan zadatak dopunjavanjem. Predlažemo da učenici razmisle o nekim pravilima koja vrijede za par konjugirano kompleksnih brojeva. Stoga smo u izornoj temi dodali nekoliko pitanja za one koji žele i mogu više, čime učenike navodimo da dođu do nekih generalnih spoznaja o paru konjugirano kompleksnih brojeva te o njihovim modulima.

Svojstva modula/Dodatna tema

Predlažemo da učenici samostalno (za domaću zadaću) pokušaju dokazati svojstva modula kompleksnog broja.

Jedan način dokaza o modulu umnoška učenici mogu, ako žele, napraviti sami u nastavku, uz pomoć ponuđenih koraka.

U osnovna tri svojstva modula koja učenici trebaju usvojiti da bi lakše i uspješnije rješavali zadatke s modulom, ponuđene su im kao dodatne teme nejednakost trokuta i obrnuta nejednakost trokuta. Kako je ove nejednakosti najlakše dokazati geometrijskom interpretacijom, to će i učiniti u sljedećoj jedinici (Kompleksna ravnina). Ovdje trebaju uočiti da

se nejednakost modula razlike direktno dobije iz nejednakosti modula razlike direktno dobije iz nejednakosti modula zbroja, uvrštavanjem suprotnog broja od z_2 , broja $-z_2$.

Uvježbajmo

U ovim primjerima ćemo učenicima pokazati jednostavnost rješavanja zadataka primjenom svojstva modula. Neka pokušaju riješiti iste zadatke ne primjenjujući ta svojstva.

Drugi primjer će nam poslužiti da uočimo još jedno svojstvo modula: $|z| = 0 \Leftrightarrow z = 0$.

Uz zadatke koji slijede za vježbu i ponavljanje ponuđena su rješenja. Učenici bi trebali samostalno riješiti ovaj blok zadataka. Predlažemo da se nagrade najbrži učenici, koji su sve uspješno riješili te prezentirali svoja rješenja na ploči.

Primjena

Ako učenici dosad nisu čuli za Pitagorine trojke, svakako ih treba uvodno upoznati s tim pojmom. Neka pokušaju sami doći do odgovora na pitanje što su Pitagorine trojke (imaju poveznicu na Hrvatsku enciklopediju, mrežno izdanje). Uputite ih na dodatne sadržaje na Internetu.

Više o Pitagorinim trojkama možete pronaći na poveznicama:

- iz [Hrvatske enciklopedije](#)
- PDF datoteka: [Andrej Dujella: Pitagorine trojke](#)
- [GGB aplet](#) o traženju Pitagorinih trojki
- [Pitagorine trojke i kompleksni brojevi](#).

Ovdje se može vidjeti kako nije jednostavno pronaći prirodne brojeve s tim svojstvom i koliko nam kompleksni brojevi olakšavaju traženje tih trojki. U [OneNote metodičkom priručniku](#) je poveznica na GGB aplet: *Pitagorine trojke i kompleksni brojevi*. Uputa za rad dana je u samom apletu. Učenici mijenjanjem realnog i imaginarnog dijela kompleksnog broja dobivaju različite Pitagorine trojke. Potaknite učenike da najprije sami izračunaju a , b i c pa tek zatim neka provjere rješenja klikom na polja ispred slova a , b i c . Povežite kompleksni broj s dobivenom trojkom. Predlažemo da na ploči napravite tablicu u koju će učenici redom upisivati koje rješenje su dobili za odabrani kompleksni broj.

Kompleksni broj z	Pitagorina trojka (a,b,c)
$-1 + 2i$	(3, 4, 5)
$-3 + 2i$	(5, 12, 13)
$9 + 5i$	(56, 90, 106)

Itd.

Raspravite s učenicima za koji kompleksni broj ne postoje Pitagorine trojke, odnosno što se događa kad su realni (imaginarni) dijelovi dvaju kompleksnih brojeva suprotni brojevi. Što se

događa kad su realni i imaginarni dio istog kompleksnog broja jednaki ili suprotni brojevi. Kada se rješenja ponavljaju?

Završetak

Na samom kraju ove jedinice učenici će pronaći podsjetnik na najvažnije formule koje su do sada naučili o kompleksnim brojevima. Da bi došli do slike koja nudi sistematizaciju, moraju pronaći rješenja zadataka i smjestiti ih na pravo mjesto. Sistematizacija kompleksnih brojeva nalazi se u [OneNote metodičkom priručniku](#), kao i Wordov dokument koji možete prilagoditi svojim potrebama.

Dodatni prijedlozi

U dogovoru s profesorima iz **povijesti** učenici mogu kronološki poredati sve matematičare koje smo do sada spominjali u jedinicama i upoznati se s njihovim radom i djelovanjem u području matematike, ali i mogućim drugim područjima djelovanja (Mandelbrot, Sierpinski, Menger, Bosman, D'Alambert, Cauchy, Gauss, Argand, Hamilton).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za učenike koji žele znati više predložimo da pokušaju dokazati:

$$\text{Nejednakost trokuta: } |z_1 + z_2| \leq |z_1| + |z_2|; \quad |z_1 + z_2| \geq |z_1 - z_2|; \quad |z_1 - z_2| \leq |z_1| + |z_2|$$

$$\text{Obrnuta nejednakost trokuta: } |z_1 - z_2| \geq \left| |z_1| - |z_2| \right|$$

Primjenjujući svojstva modula kao činjenicu da su moduli konjugirano kompleksnih brojeva jednaki $|z| = |\bar{z}|$, iz čega slijedi zapis $|z|^2 = |z| \cdot |\bar{z}|$

Kao pomoć pri dokazivanju ovih tvrdnji učenicima se može ponuditi sljedeći sadržaj (engleski jezik): Paul's online Math Notes.

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi sa zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, njome se valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona kod praćenja nastavne jedinice i označavanja količina na brojevnom pravcu. Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane.

Kod učenika s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja primijeniti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

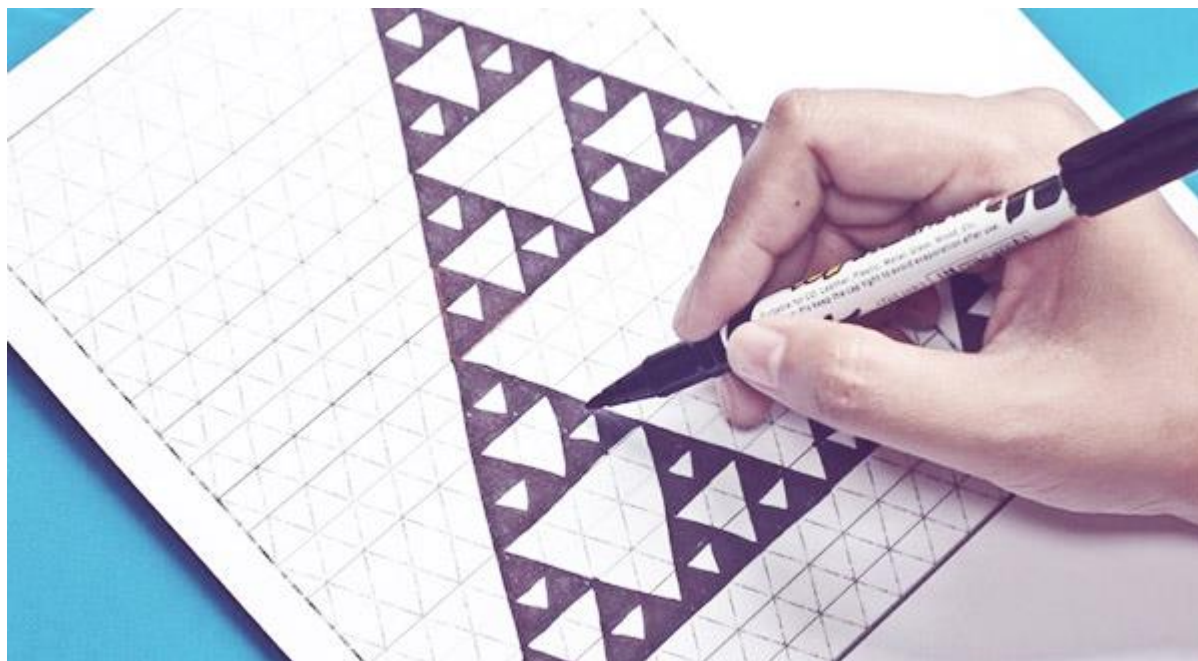
Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti neki od ponuđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska. Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

Kod učenika s poremećajem pažnje valja voditi računa o jasnoj strukturi tijekom predstavljanja nastavne jedinice. Kod prijelaza sa zadatka na zadatak valja provjeravati je li učenik spreman za sljedeći zadatak te ga na to i usmjeriti. Upute valja ponoviti kada god se to pokaže potrebnim. Interes učenika za nastavnu jedinicu moguće je održati postavljanjem pitanja koja su povezana s vlastitim iskustvima učenika (primjerice: Koja je najniža temperatura koju si ti imao/la prilike osjetiti?).

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku, tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Ako je moguće, povezati gradivo ove jedinice sa specifičnim interesima učenika.

1.6. Kompleksna ravnina



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Primijeniti matematički jezik u usmenome i pisanome izražavanju
- Spoznati osnovna matematičke znanja i razviti matematičke vještine povezane s koordinatnim sustavom u ravnini
- Razviti samopouzdanje i svijest o vlastitim matematičkim sposobnostima

Odgojno-obrazovni ishodi

- Smjestiti kompleksni broj u Gaussovu ravninu
- Interpretirati geometrijsko značenje zbroja, razlike i modula kompleksnog broja uz pomoć digitalnih alata
- Povezati udaljenost dvaju kompleksnih brojeva s modulom razlike tih brojeva
- Odrediti u Gaussovoj ravnini skup točaka zadan uvjetom

Generičke kompetencije

- Rješavanje problema
- Donošenje odluka
- Metakognicija
- Suradnja
- Digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- Aktivno građanstvo

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj nastavnih sati: **3 sata**

Ovu jedinicu možete upotrijebiti u cijelosti ili u dijelovima; za obradu, vježbanje, ponavljanje ili samostalni, suradnički, te projektni rad učenika.

Uvod i motivacija

Motivacijski primjer je priča o Sir Williamu Rowanu Hamiltonu, koji je kompleksnim brojevima dao novo značenje. Ta priča je odgovor na izjave poput: "Kada završim školu ovo mi i tako neće trebati". Bez kompleksnih brojeva predivnih digitalnih krajolika iz Gospodara prstenova, Avatara, Ratova zvijezda, itd. ne bi bilo. Kompleksni brojevi u ravnini, a zatim u prostoru, početna su točka animiranja.

Animacija zmijske je vrlo jednostavan, početnički korak pri izradi animacija, za koji se koristi kompleksne brojeve u kompleksnoj ravnini.

Učenicima možete najaviti: "Da biste jednog dana znali napraviti ovakve i bolje animacije, potrebno je istražiti svijet kompleksne ravnine."

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Kompleksna ravnina

Uvodimo pojam kompleksne ravnine, definiramo realnu i imaginarnu os i pridružujemo naziv Gaussova ravnina. Na ploču crtamo ili projiciramo (na bijelu ploču) koordinatni sustav iz GeoGebre. Imenujemo osi i definiramo preslikavanje realnog i imaginarnog dijela kompleksnog broja u točku u ravnini. Kroz **Primjer 1.** vježbamo pridruživanje kompleksnih brojeva točkama u Gaussovoj ravnini. U nastavku, kroz blok zadataka uvježbavamo prikazivanje kompleksnih brojeva u kompleksnoj ravnini, ali i ponavljamo računske radnje s kompleksnim brojevima iz prošlih nastavnih jedinica.

Geometrijsko značenje modula, zbroja i razlike kompleksnog broja

Primjenjujući Pitagorin poučak povežimo udaljenost kompleksnog broja od ishodišta s apsolutnom vrijednosti kompleksnog broja iz prošle nastavne jedinice. U nastavku učenicima prikažite interakciju te pozovite njih nekoliko da mijenjaju vrijednosti klizača. Postavite im sljedeća pitanja:

- Što primjećujete? Kako grafički pronaći zbroj dvaju kompleksnih brojeva?
- Koja nejednakost vrijedi za zbroj apsolutnih vrijednosti i apsolutnu vrijednost zbroja dvaju kompleksnih brojeva?

Učenici mogu primijetiti vezu između zbroja apsolutne vrijednosti i apsolutne vrijednosti zbroja dvaju kompleksnih brojeva. Tu vezu treba i dokazati. Učenici trebaju uočiti trokut i na njemu primijeniti nejednakost trokuta te na taj način dokazati nejednakost koju smo naveli u prošloj jedinici.

U nastavku, kroz rješavanje **Primjera** grafički oduzimamo dva kompleksna broja. Primjenjujući sukladnost trokuta dolazimo do zaključka da je razlika dvaju kompleksnih brojeva jednaka njihovoj udaljenosti.

U sljedećem **Primjeru** u kompleksnoj ravnini crtamo zbroj dvaju kompleksnih brojeva te uz drukčiju formulaciju nejednakosti trokuta (za svaki trokut vrijedi da je duljina svake stranice veća od razlike duljina preostalih dviju) izvodimo još jednu nejednakost koja je navedena u prošloj jedinici.

Navedite učenike da napišu barem još jednu nejednakost koju mogu uočiti na ovoj ili prethodnoj interakciji.

Primjene koordinatnog sustava

Navodimo kompleksne brojeve koji imaju istu apsolutnu vrijednost. Učenici ovo trebaju sami uočiti. Crtamo zajedno s učenicima u kompleksnoj ravnini. Ako su uočili da svi imaju istu apsolutnu vrijednost, neka sami navedu još poneki broj. Što čine svi brojevi koji imaju istu apsolutnu vrijednost. Ako se sjetimo da je apsolutna vrijednost udaljenost kompleksnog broja od ishodišta, svi su jednako udaljeni od ishodišta, a to je zapravo KRUŽNICA.

Zapisujemo tvrdnju i prelazimo na zadatke. Blok zadataka možete koristiti i u Plickersu ili Kahootu.

Treći zadatak riješite zajedno na ploči ili potpitanjima pomozite učenicima da ga riješe.

Uvježbajmo

Za dodatno uvježbavanje predlažemo interaktivne kvizove (engleski jezik):

- [KhanAcademy](#) - kompleksna ravnina
- [Grafičko zbrajanje i oduzimanje](#)
- [IXL](#).

Završetak

Ovu jedinicu počeli smo pričom o 3D animacijama čija je osnova rotacija. Za kraj riješite zadatak u kojem kompleksni broj množimo imaginarnom jedinicom, pa rješenje množimo imaginarnom jedinicom i tako dalje. Neka učenici uoče što se dogodilo nakon četiri množenja. Neka prikažu sva rješenja u kompleksnoj ravnini. Što uočavaju? Za koji kut se broj rotira nakon množenja s i .

Istražite i rotacije za $-i$, $2i$ i $-2i$.

Dodatni prijedlozi

Za ponavljanje možete riješiti još jedan kviz (engleski jezik):

- [Mathopolis](#)
- ili izraditi vlastite materijale za kvizove različitog tipa zajedno s učenicima:
- [SuperTeacherTools](#).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Igre u kompleksnoj ravnini, Šime Šuljić:

- članak s portala znanstvenih časopisa [Hrčak](#)
- [članak](#) u kojem autor daje upute za rad u GeoGebri i povezuje sa kompleksnim brojevima. Upute su početak istraživanja za one koji žele znati više.

Upoznajmo [kvaternione](#) i njihovu upotrebu u 3D animacijama (engleski jezik).

Matematika i [3D film](#) (engleski jezik).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Također predlažemo da iskoristite one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi sa zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja), kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.).

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi

tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju.

Napišite kratke upute na hrvatskom koristeći materijale s linka [Ponavljanje](#). Napravite kartice za domino da učenik poveže kompleksni broj i njegov prikaz u kompleksnoj ravnini.

Na svaki zadatak za vježbu stavite QR code, da ga učenik može skenirati i provjeriti rješenje. Kako upotrijebiti kodove, pogledajte u [Pomoćni interaktivni sadržaji](#).

U scenarijima valja odabirati uređaje u skladu s motoričkim mogućnostima učenika. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, njome se valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom, već valja odabrati ključne.

Kod učenika s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja primijeniti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti neki od ponuđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska. Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima u ponašanju je važno osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili powerpoint prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

Kod učenika s poremećajem pažnje valja voditi računa o jasnoj strukturi tijekom predstavljanja nastavne jedinice. Kod prijelaza sa zadatka na zadatak valja provjeravati je li učenik spreman za sljedeći zadatak te ga na to i usmjeriti. Upute valja ponoviti kad god se to pokaže potrebnim. Interes učenika za nastavnu jedinicu moguće je održati postavljanjem pitanja koja su povezana s vlastitim iskustvima učenika (primjerice: Koja je najniža temperatura koju si ti imao/la prilike osjetiti?).

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Ako je moguće, treba povezati gradivo ove jedinice sa specifičnim interesima učenika.

Aktivnosti za samostalno učenje

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Istražiti i proširiti stečena znanja o kompleksnim brojevima
- Uvježbati računanje u skupu kompleksnih brojeva
- Primijeniti stečena znanja o kompleksnim brojevima u matematici i drugim obrazovnim područjima

Odgojno-obrazovni ishodi

- Razlikovati prirodne, cijele, racionalne, realne i kompleksne brojeve
- Prikazati kompleksni broj u algebarskom obliku te u Gaussovoj ravnini
- Računati s kompleksnim i konjugirano kompleksnim brojevima te modulom kompleksnog broja
- Interpretirati geometrijsko značenje modula
- Razvijati vještine učinkovitog korištenja tehnologije za prikupljanje i upotrebu informacija te savladavanja matematičkih sadržaja
- Primijeniti digitalne alate za prikazivanje, istraživanje i rješavanje matematičkih problema s kompleksnim brojevima

Generičke kompetencije

- Sposobnost primjene znanja u praksi
- Istraživačke vještine
- Učenje iz vlastitih grešaka

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Planirani broj sati: minimalno 1 sat

U svim jedinicama dostupni su različiti zadatci i primjeri koji omogućuju i potiču samostalno učenje i samovrednovanje te dodatni sadržaji za učenike koji žele znati više.

U ovoj zasebnoj jedinici pripremljeni su različiti oblici zadataka, interaktivnih i multimedijjskih sadržaja koji omogućuju učenicima uvježbavanje i utvrđivanje sadržaja te proširivanje i primjenu u novom kontekstu.

Fraktali

Aktivnosti za učenike sadrže zadatke više i niže kognitivne razine.

Prva vježba motivira učenika na konstrukciju Zmajevu fraktalnu krivulju. Uputa učenicima je da konstrukciju naprave u Geogebri. Više o korištenju Geogebre pročitajte u [Maloj školi Geogebre](#) (autor: Damir Belavić).

Predložimo da učenici u timovima izrade Sierpinski tetraedar. Dane su slikovne upute. Zadatci u nastavku pomažu kod izrade tetraedra.

Dana je kratka biografija Sierpinskog.

Cardanova formula

Kroz povijesnu priču o matematičkim dvobojima objašnjena je Cardanova formula. Dodatni sadržaj na tu temu možete istražiti u materijalu u [OneNote metodičkom priručniku](#).

Kompleksna ravnina

Za učenike su pripremljeni geogebri apleti. Interaktivni je to sadržaj gdje učenici mogu isprobati različite situacije, pratiti što se mijenja te donositi zaključke. Vezano uz aplete postavljeni su i zadatci koji proširuju učenikovo znanje o kompleksnoj ravnini.

Dodatni sadržaj na temu kompleksnih brojeva možete istražiti u geogebri e-udžbeniku u [OneNote metodičkom priručniku](#).

Učenike potičemo na suradničko učenje, empatiju i pomaganje, čime ujedno dobivaju i povratnu informaciju od vršnjaka o svojim matematičkim i emocionalnim kompetencijama.

Izmjenjuju se "obični", interaktivni te kontekstualni zadatci, tako da se promjenom dinamike dulje zadržava pažnja učenika na samim sadržajima, čime se potiče i ustrajnost i samostalnost u radu.

Svaki zadatak ima i pripremljeno rješenje pa učenici mogu samovrednovanjem procijeniti svoju uspješnost u rješavanju zadataka.

Dodatni prijedlozi

Učenici mogu upotrijebiti i mobilnu aplikaciju *Državna matura* za vježbanje zadataka. Više o aplikaciji na poveznici: [aplikacija](#).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima koji imaju posebne odgojno-obrazovne potrebe

Metodički prijedlozi i napomene za rad s učenicima koji žele znati više i s darovitim učenicima

Za one koji žele znati više pripremljeni su složeniji zadatci.

Svaki zadatak ima pripremljeno i rješenje pa učenici mogu samovrednovanjem procijeniti svoju uspješnost u rješavanju zadataka.

Dodatni sadržaji za istraživanje fraktala (engleski jezik): [Analiza fraktala](#).

Metodički prijedlozi, smjernice, standardi pristupačnosti i dodatni sadržaji za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da su oni heterogena skupina i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako je važno imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi sa zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na praćenje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama u učenju.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje video zapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, njome se valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja

nastavne jedinice i označavanja količina na brojevnom pravcu. Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane.

Kod učenika s poremećajima glasovno-govorne komunikacije kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja primijeniti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u grupi. Učenike koji ne govore tečno (mucanje) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama u učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti neki od ponuđenih fontova (primjerice Verdana ili Dyslexia). Prilikom pripreme dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska. Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem aktivnosti kao što je izrada Sierpinskog tetraedra putem slikovnih uputa ili konstruiranje zmajeve krivulje. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne kritizirati ga i uspoređivati s drugima ako je došlo do neprimjerenog ponašanja.

Kod učenika s poremećajem pažnje valja voditi računa o jasnoj strukturi tijekom predstavljanja nastavne jedinice. Kod prijelaza sa zadatka na zadatak valja provjeravati je li učenik spreman za sljedeći zadatak te ga na to i usmjeriti. Upute valja ponoviti kada god se to pokaže potrebnim. Interes učenika za nastavnu jedinicu moguće je održati postavljanjem pitanja koja su povezana s vlastitim iskustvima učenika.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se uporaba vizualne podrške, tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda

Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće

- Upoznavanje s kompleksnim brojevima koji predstavljaju osnovicu za rješavanje kvadratnih jednadžbi
- Ovladati osnovnim računskim operacijama i potencijama s kompleksnim brojevima
- Upoznati pojam konjugirano-kompleksnog broja te modula kompleksnog broja
- Geometrijski interpretirati kompleksni broj u kompleksnoj ravnini
- Upotrebljavanje matematičkog načina rasuđivanja te kritičkog promišljanja
- Učinkovita i promišljena uporaba tehnologije za usvajanje znanja i vještina
- Razvijanje samopouzdanja, samoprocjene, upornosti, odgovornosti, uvažavanja te pozitivnog odnosa prema matematici i radu općenito

Odgojno-obrazovni ishodi

- Razlikovati prirodne, cijele, racionalne, realne i kompleksne brojeve
- Prikazati kompleksni broj u algebarskom obliku te u Gaussovoj ravnini
- Računati s kompleksnim brojevima
- Interpretirati geometrijsko značenje modula kompleksnog broja
- Razvijati vještine učinkovitog korištenja tehnologije za prikupljanje i upotrebu informacija te savladavanja matematičkih sadržaja
- Primijeniti digitalne alate za prikazivanje, istraživanje i rješavanje matematičkih problema s kompleksnim brojevima

Generičke kompetencije

- Rješavanje problema
- Istraživanje različitih mogućnosti
- Kreativno i kritičko promišljanje
- Provođenje zamisli i djelovanje
- Digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- Samovrednovanje

Metodički prijedlozi o mogućnostima primjene sadržaja jedinice

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda na kraju modula Kompleksni brojevi osmišljena je u obliku interaktivnih provjera znanja, vještina i stavova, s ciljem ponavljanja i samoprocjene

učenja te davanja povratnih informacija koje će pomoći učeniku u samovrednovanju znanja i vještina radi praćenja vlastitog napretka.

Samovrednovanjem i praćenjem potiče se samoregulacija procesa učenja, tj. učenik dobiva smjernice za daljnje učenje na temelju vlastitih postignuća.

Svrha ovakvih procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda u cjelovitom digitalnom obrazovnom sadržaju jest pedagoško-motivacijska (formativna), a ne dijagnostička.

Procjena usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda omogućuje provjeru različitih kognitivnih razina postignuća – reprodukcija, primjena i rješavanje problema; daje učeniku povratnu informaciju o točnosti rješenja koja je unio te o usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda ovog modula.

Za učenike koji žele znati više predložimo samostalno istraživanje teme kompleksni brojevi u skladu s preporukama koje su navedene u jedinicama ovog modula. Također preporučujemo učenicima da riješe zadatke vezane uz kompleksne brojeve, koji su se pojavljivali na Državnoj maturi prijašnjih godina. Zadaci su dostupni na stranicama [Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja](#).

U nastavku su dodatni zadatci za učenike koji žele dodatno provjeriti znanje.

<<KOMPLEKSNI BROJEVI- zadaci za dodatnu vježbu.docx>>

Pojmovnik

Izvor: CARNET-ova Dokumentacija za nadmetanje: NABAVA USLUGA IZRADE OTVORENIH DIGITALNIH OBRAZOVNIH SADRŽAJA

Cjeloviti digitalni obrazovni sadržaj (cjeloviti DOS)

Cjeloviti digitalni obrazovni sadržaj je obrazovni sadržaj u digitalnom obliku koji pokriva cjelokupni kurikulum ili nastavni program određenog predmeta za određeni razred. Jedan cjeloviti DOS obuhvaća cjelokupni godišnji fond školskih sati za kurikulum ili nastavni program određenog predmeta za određeni razred, prema postojećem nastavnom planu te dodatne sate za samostalno učenje i vrednovanje kod kuće.

Darovita djeca

Darovita djeca su ona djeca koja posjeduju sklop osobina, visoko natprosječnih općih ili specifičnih sposobnosti, visokoga stupnja kreativnosti i motivacije koji im omogućava razvijanje izvanrednih kompetencija i dosljedno postizanje izrazito natprosječnoga postignuća i/ili uratka u jednome ili u više područja. (definicija preuzeta i prilagođena iz *Prijedloga okvira za poticanje iskustava učenja i vrednovanje postignuća darovite djece i učenika*, 2016.)

Digitalni obrazovni materijal

Digitalni obrazovni materijal je bilo kakav obrazovni materijal u digitalnom formatu neovisno o obliku (e-udžbenik, dio e-udžbenika, e-knjiga, cjeloviti multimedijalni materijali, obrazovna igra, digitalizirana verzija tiskanih obrazovnih materijala, on-line tečaj i dr.) i kontekstu za koji je izrađen (za primjenu u formalnom, neformalnom ili informalnom obrazovnom kontekstu).

Jedan digitalni obrazovni materijal je materijal koji sadržajno pokriva najmanje 5 nastavnih sati u potpunosti i podrazumijeva metodičko oblikovanje.

Jedan digitalni obrazovni materijal NIJE samo jedan izolirani grafički ili multimedijalni prikaz, niti prezentacija u digitalnom formatu. Nadalje, jedan digitalni obrazovni materijal NIJE tekstualni dokument (npr. word dokument) ili pdf verzija tekstualnog dokumenta koji ne podrazumijeva metodičko oblikovanje te sadržajno ne pokriva najmanje 5 nastavnih sati.

Digitalni obrazovni sadržaj (DOS)

Digitalni obrazovni sadržaj je sadržaj namijenjen korištenju za učenje i poučavanje, a koji je pohranjen na računalu, elektroničkom mediju ili je objavljen na Internetu. DOS je namijenjen prvenstveno učenicima za učenje, provjeru znanja i korištenje na nastavnom satu. Sekundarno, DOS je namijenjen i učenicima za samostalno učenje i rad kod kuće te, zajedno s pripadajućim priručnikom, nastavnicima za poučavanje.

Interakcija

Interakcija je multimedijalni element ugrađen u sadržaj čija interaktivnost podrazumijeva pokretanje, zaustavljanje ili pauziranje nekog elementa, akcije kao što su pomicanje ili grupiranje dijelova sadržaja povlačenjem miša ili nekom drugom komandom, obrazac za ispunjavanje, označavanje odgovora, unos teksta, formula ili audio zapisa, povećavanje grafičkog prikaza do velikih detalja, didaktična igra, simulacija s mogućnošću unosa ulaznih parametara i prikazivanja rezultata ovisno o unesenim parametrima, mogućnost dobivanja povratnih informacija, interaktivna infografika, interaktivni video, žiroskopski prikaz, 3D prikaz uz mogućnost manipulacije elementom i sl.

E-pristupačnost

E-pristupačnost je nadilaženje prepreka i poteškoća na koje osobe nailaze kada pokušavaju pristupiti proizvodima i uslugama koji se zasnivaju na informacijskim i komunikacijskim tehnologijama (Europska komisija, 2005.)

Inkluzivni odgoj i obrazovanje (uključivi odgoj i obrazovanje, inkluzija)

Inkluzivni odgoj i obrazovanje (uključivi odgoj i obrazovanje, inkluzija) je uvažavanje različitosti i specifičnosti svakog pojedinca kroz odgoj i obrazovanje koji odgovara na različite odgojno-obrazovne potrebe sve djece i svih učenika, a temelji se na uključivanju i ravnopravnom sudjelovanju svih u odgojno-obrazovnom procesu. (definicija preuzeta i prilagođena iz *Prijedloga okvira za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanje postignuća djece i učenika s teškoćama*, 2016.)

Jedinica DOS-a

Jedinica DOS-a obuhvaća dio, cijelu ili više tema određenih kurikulumom ili nastavnim programom nekog predmeta metodički obrađenih tako da obuhvaćaju sadržaj učenja i poučavanja predviđen za provođenje od jednog do tri školska sata. Jedinicu DOS-a čine sljedeći obavezni dijelovi: Uvod i motivacija, Razrada sadržaja učenja i poučavanja i Završetak.

Kognitivne razine postignuća

Kognitivne razine postignuća obuhvaćaju razinu reprodukcije znanja, primjene znanja i rješavanje problema. Reprodukcijska razina znanja kao najniža kognitivna razina postignuća obuhvaća razumijevanje gradiva (imenovanje, definiranje, ponavljanje, izvješćivanje, razmatranje, prepoznavanje, izražavanje, opisivanje). Viša kognitivna razina postignuća je primjena znanja koja podrazumijeva konceptualno razumijevanje gradiva (raspravljavanje, primjena, tumačenje, prikazivanje, izvođenje, razlikovanje). Rješavanje problema je najviša kognitivna razina postignuća koja podrazumijeva sposobnost analize, sinteze i vrednovanja gradiva (uspoređivanje, razlučivanje, predlaganje, uređivanje, organiziranje, kreiranje, klasificiranje, povezivanje, prosuđivanje, izabiranje, rangiranje, procjenjivanje, vrednovanje, kombiniranje, predviđanje).

Modul DOS-a

Jedan modul DOS-a obuhvaća smisleno povezan sadržaj učenja i poučavanja koji obuhvaća određeni broj jedinica DOS-a, koje obuhvaćaju jednu ili više tema određenih kurikulumom ili nastavnim programom nekog predmeta.

Multimedijalni element

Multimedijalni element je zvučni zapis, fotografije, ilustracije, video zapis ili 2D i 3D animacije.

Nastavni sadržaj

Nastavni sadržaj je konkretna građa i zadatci (aktivnosti) za usvajanje i razvijanje odgojnih i obrazovnih znanja, vještina i navika kojima se ostvaruje određeni odgojno-obrazovni ishod ili skup odgojno-obrazovnih ishoda.

Objavljeni obrazovni sadržaj

Objavljeni obrazovni sadržaj je sadržaj namijenjen korištenju u obrazovne svrhe objavljen u tiskanom ili digitalnom formatu uz pozitivnu stručnu recenziju ili pozitivnu evaluaciju od strane korisnika sadržaja.

Obrazovni sadržaj

Obrazovni sadržaj je sadržaj, tiskanog ili digitalnog tipa, razvijen s primarnom namjenom korištenja u obrazovne svrhe, bilo u nastavi ili izvan nje, za formalno, neformalno ili informalno obrazovanje.

Odgojno-obrazovni ishod (ishod učenja)

Odgojno-obrazovni ishod (ishod učenja) je jasni iskaz očekivanja od učenika (što učenici znaju, mogu učiniti i koje stavove/vrijednosti imaju razvijene) na kraju nekog dijela učenja i poučavanja. Ovisno o razini na kojoj je izražen, neki odgojno-obrazovni ishod može se odnositi na razdoblje od jednog nastavnog sata, tematske cjeline, cijele godine ili ciklusa učenja i poučavanja nekog nastavnog predmeta ili međupredmetne teme. Ishodi mogu biti određeni kao znanja, vještine i/ili stavovi/vrijednosti.

Osoba s invaliditetom

Osoba s invaliditetom je osobe koja ima dugotrajna tjelesna, mentalna, intelektualna ili osjetilna oštećenja, koja u međudjelovanju s različitim preprekama mogu sprečavati njihovo puno i učinkovito sudjelovanje u društvu na ravnopravnoj osnovi s drugima (Konvencija o pravima osoba s invaliditetom, 2006). Prema istoj konvenciji, invaliditet nije samo oštećenje koje osoba ima, nego je rezultat interakcije oštećenja osobe (koje nije samo tjelesno oštećenje kao najvidljivije) i okoline iz čega proizlazi da društvo neprilagođenošću stvara invaliditet, ali ga kroz tehničke prilagodbe prostora, osiguranje pomagala i drugih oblika podrške može i ukloniti. U kontekstu digitalnih obrazovnih sadržaja prilagodbe se odnose na primjenu principa univerzalnog dizajna i poštivanje standarda e-pristupačnosti pri izradi materijala.

Otvoreni obrazovni sadržaj

Otvoreni obrazovni sadržaj je sadržaj slobodno dostupan za korištenje, doradu i izmjenu od trećih strana bez dodatne naknade.

Repozitorij digitalnih obrazovnih sadržaja / Repozitorij digitalnih nastavnih materijala

Repozitorij digitalnih obrazovnih sadržaja/Repozitorij digitalnih nastavnih materijala je repozitorij digitalnih nastavnih materijala izrađen u sklopu pilot projekta e-Škole.

Suvremena pedagoška metoda

Suvremena pedagoška metoda je metoda koja potiče aktivan rad učenika kroz projektni i timski rad, rješavanje problema, učenje putem otkrivanja, stvaralačko učenje te poticanje kritičkog razmišljanja.

Učenik/dijete s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama

Učenik/dijete s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama je daroviti učenik/dijete ili učenik/dijete s teškoćama u razvoju.

Učenici/djeca s teškoćama

Učenik/dijete s teškoćama je dijete/učenik kojemu je u odgojno-obrazovnom sustavu potrebna dodatna podrška u učenju i/ili odrastanju. Prema Zakonu o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, NN 94/13. (pročišćeni tekst) učenici s teškoćama (Članak 65.) su: – učenici s teškoćama u razvoju, – učenici s teškoćama u učenju, problemima u ponašanju i emocionalnim problemima, – učenici s teškoćama uvjetovanim odgojnim, socijalnim, ekonomskim, kulturalnim i jezičnim čimbenicima. U Pravilniku o osnovnoškolskom i srednjoškolskom odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju (NN 24/15) navode se skupine vrsta teškoća: 1. Oštećenja vida, 2. Oštećenja sluha, 3. Oštećenja jezično-govorne-glasovne komunikacije i specifične teškoće u učenju, 4. Oštećenja organa i organskih sustava, 5. Intelektualne teškoće, 6. Poremećaji u ponašanju i oštećenja mentalnog zdravlja, 7. Postojanje više vrsta teškoća u psihofizičkom razvoju.