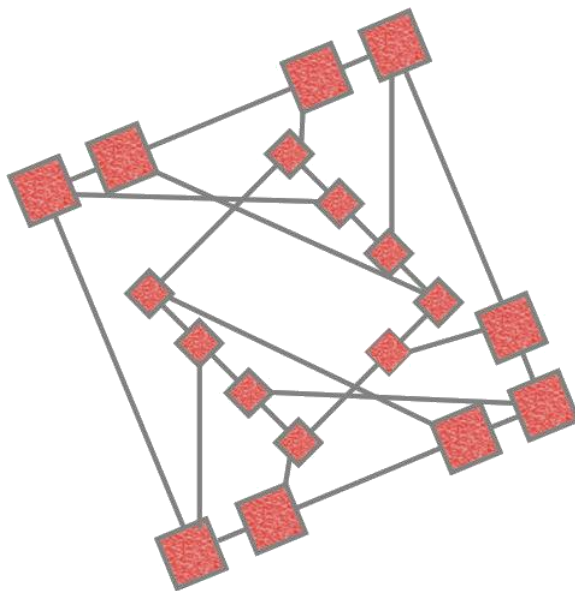


HRVATSKO MATEMATIČKO DRUŠTVO



11. KONGRES NASTAVNIKA MATEMATIKE REPUBLIKE HRVATSKE

Zagreb, 30. lipnja – 1. srpnja 2026.

SEKCIJA SREDNJE ŠKOLE

IMPLEMENTACIJA ISTRAŽIVAČKIH AKTIVNOSTI I PERSPEKTIVE MATEMATIČKOG MODELIRANJA

Kristina Markulin

kmarkulin@euss.cat

Escola universitària salesiana de Sarrià, Autonomno sveučilište u Barceloni

Prošireni sažetak

Matematiku kao alat za razumijevanje svijeta možemo promatrati u raznim kontekstima i koristeći različite didaktičke teorije. *Antropološka teorija didaktike* (ATD) nam omogućuje stavljanje u fokus samo gradivo koje se poučava i njegovu evoluciju. *Put učenja i istraživanja* (SRP po engleskom nazivu *study and research path*) (Bosch, 2018; Chevallard, 2015) je alat koji nam kroz leću ATD-a omogućava propitkivanje školske matematike identificiranjem didaktičkih fenomena, dizajniranjem i analizom samih SRP-ova i posljedično evolucijom fenomena izazvanom implementacijama. Predavanje donosi kratki pregled upotrebe i posljedica SRP-ova na srednjoškolskoj i sveučilišnoj razini u područjima matematike i statistike.

U fokusu je SRP u nastavi statistike na preddiplomskim studijima industrijskog i kemijskog inženjerstva u Barceloni, Španjolska. Kao i svaki SRP, početna točka je otvoreno generirajuće pitanje koje je u ovom slučaju, nakon višestrukih implementacija, dozrelo do sljedećeg: "Jesu li zone niskih emisija u Kataloniji učinkovito osmišljene i u kojoj mjeri njihova veličina utječe na njihovu učinkovitost?" (Fernández-Ruano i sur., 2025) Studenti, podijeljeni u timove, odgovaraju na zadano pitanje na temelju javno dostupnih podataka o kvaliteti zraka u Kataloniji i ostalim informacijama koje smatraju korisnim. Odgovor se predstavlja prvo profesorima ili komisiji sveučilišnih profesora, a odabrani radovi i entitetu za planiranje prometa i sektorski razvoj pri katalonskoj vladi. Samo generirajuće pitanje je geografski i tematski blisko interesima studenata, a potrebne alate i znanje za što kvalitetniju analizu stiču tijekom kolegija statistike na drugoj godini studija, bilo apliciranjem već uvedenih alata, bilo učenjem i istraživanjem u hodu po potrebi njihovog tima. Gradivo koje se većinom mobilizira za obradu podataka je prethodno naučena osnovna opisna statistika te inferencijalna statistika koja se obrađuje istovremeno s SRP-om. Softveri potrebni za sve navedeno su MS Excel i paket R Commander statističkog programa R-a. Izvedena pitanja tijekom analize dolaze iz studentske inicijative, dok profesor ima ulogu vodiča, a ne davatelja uputa.

SRP u statistici, ali i drugi prijedlozi usko ili šire vezani za srednjoškolsko gradivo funkcija, proporcionalnosti, kombinatorike, vjerojatnosti su se implementirali u različitim školama u Španjolskoj (Lombard i sur., 2024). Iako je prethodno opisani primjer SRP-a na sveučilišnoj razini statistike, moguće bi ga bilo implementirati i na nižim razinama skaliranjem obrade podataka i korištenjem *neformalne statističke inferencije* (Makar i Rubin, 2009). Navedene primjene SRP-ova su način korištenja matematike kao alat za modeliranje u raznim

kontekstima. Njihova održivost ovisi o didaktičkim potrebama, nastavničkoj spremi i motiviranosti, ali i uvelike o institucijskim uvjetima i restrikcijama – ekologiji.

Zašto i kako implementirati SRP-ove u nastavu je ne samo nastavnički nego i sadržajni te institucionalni izazov. Kroz predavanje će se proučiti kako SRP-ovi opstaju u raznim institucijama te kako se taj alat, osim za istraživanje, koristi za provođenje nastave.

Ključne riječi: antropološka teorija didaktike, put učenja i istraživanja, statistika

Literatura:

1. Bosch, M. (2018). Study and Research Paths: a model for inquiry. *International Congress of Mathematicians*, 3, 4001–4022.
2. Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: a case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th international congress on mathematical education: Intellectual and attitudinal challenges* (str. 173–187). Springer International Publishing.
3. Fernández-Ruano, L., Markulin, K., & Ruiz-Munzón, N. (2025). Design and implementation of a study and research path for teaching statistics: Impact of the dialectics. In M. Bosch, G. Bolondi, S. Carreira, C. Spagnolo, & M. Gaidoschik (Eds.) *Proceedings of the Fourteenth Congress of European Society for Research in Mathematics Education (CERME14)* (str. 2213–2220). Free University of Bozen-Bolzano and ERME.
4. Lombard, N., Barquero, B., Bosch, M., Vásquez, S., & Verbisck, J. (2024). Addressing the implementation problem in university teaching education: the case of study and research paths. In A. S. González-Martín, G. Gueudet, I. Florensa, & N. Lombard (Eds.), *Proceedings of the Fifth Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics INDRUM2024* (str. 841–850). Escola Universitària Salesiana de Sarrià Univ. Autònoma de Barcelona and INDRUM.
5. Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82–105.

MODELIRANJE FUNKCIJAMA U HRVATSKOM SREDNJOŠKOLSKOM MATEMATIČKOM OBRAZOVANJU

Jelena Pleština

jplestina@pmfst.hr

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu

Prošireni sažetak

Matematičko modeliranje istaknuto je kao važna sastavnica suvremenog matematičkog obrazovanja, no ono ne označava jednoznačno i stabilizirano područje školske matematike. Različite istraživačke tradicije i obrazovni sustavi različito određuju što se smatra modeliranjem, koje mu se svrhe pridaju i kako se uključuje u matematičko obrazovanje (Kaiser i Sriraman, 2006; Barquero, 2023). Budući da funkcije omogućuju opisivanje ovisnosti među veličinama, opisivanje promjena i predviđanja, one predstavljaju jedno od temeljnih sredstava kojima se *izvanmatematički* i *unutarmatematički* sustavi mogu opisati i proučavati. Iz toga proizlazi didaktički važno pitanje: u kojoj se mjeri modeliranje funkcijama u školskim resursima ostvaruje kroz konstrukciju, opravdavanje i vrednovanje modela, a u kojoj se mjeri svodi na primjenu već zadanih ili unaprijed sugeriranih modela.

Predavanje se oslanja na istraživanje o modeliranju funkcijama u hrvatskom srednjoškolskom matematičkom obrazovanju nakon kurikularne reforme uvedene 2019. godine (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2019). Alatima *antropološke teorije didaktike* (ATD) analizirani su resursi koji oblikuju *znanje za poučavanje* u instituciji hrvatskog srednjoškolskog matematičkog obrazovanja: kurikulum nastavnog predmeta Matematika; ispitni katalozi i ispiti državne mature; te odobreni srednjoškolski udžbenici. U ATD-u se modeliranje promatra kroz odnos *sustava* i *modela*: *sustav* je odabrani predmet proučavanja, *izvanmatematički* ili *unutarmatematički*, a *model* je matematička konstrukcija koja omogućuje proizvodnju znanja o sustavu (García i sur., 2006; Barquero, 2023).

Rezultati istraživanja pokazuju da je modeliranje u analiziranim resursima vidljivo i povezano s raznolikim izvanmatematičkim kontekstima. Ipak, funkcije se dominantno pojavljuju kao već zadani model, bilo pravilom preslikavanja, grafom ili pripadnošću određenoj familiji elementarnih funkcija. Matematička se aktivnost tada najčešće usmjerava prema računanju vrijednosti funkcije za zadani argument, određivanju praslike za zadanu vrijednost, određivanju parametra iz zadanih podataka, optimizaciji i interpretaciji rezultata u odnosu na zadani sustav. Čak i kada model nije izravno zadan, organizacija znanja prema familijama elementarnih funkcija — linearnim, kvadratnim, eksponencijalnim, logaritamskim i trigonometrijskim — često unaprijed usmjerava izbor modela. Zbog toga se pitanje prikladnosti odabrane funkcije za sustav koji se proučava rijetko pojavljuje kao sastavni dio aktivnosti modeliranja. Polinomi posebno dobro demonstriraju kako organizacija znanja može ograničiti školsku aktivnost modeliranja. Umjesto da se pojavljuju kao širi alat za modeliranje,

njihova se aktivacija u školskim resursima najčešće razdvaja kroz organizacije znanja o linearnim funkcijama i kvadratnim funkcijama (Pleština i sur., 2025). Time se smanjuju mogućnosti da učenici polinome različitih stupnjeva prepoznaju kao dio iste šire klase modela i da razviju povezanije znanje o polinomima.

Kroz predavanje će se razmotriti kako se postojeći zadaci iz analiziranih resursa mogu preoblikovati tako da se proces modeliranja ne svodi isključivo na primjenu zadanih modela. Postavljanje dovoljno širokog inicijalnog pitanja potiče aktivnost matematičkog modeliranja koja može ujediniti odvojene organizacije znanja i time doprinijeti koherentnijem i povezanijem znanju (García i sur., 2006).

Ključne riječi: antropološka teorija didaktike, funkcije, matematičko modeliranje

Literatura:

1. Barquero, B. (2023). Mathematical modelling as a research field: Transposition challenges and future directions. In P. Drijvers, C. Csapodi, H. Palmér, K. Gosztonyi, & E. Kónya (Eds.), *Proceedings of the 13th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 6–30). Alfréd Rényi Institute of Mathematics and ERME.
2. García, F. J., Gascón, J., Ruiz Higuera, L., & Bosch, M. (2006). Mathematical modelling as a tool for the connection of school mathematics. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 226–246. <https://doi.org/10.1007/BF02652807>
3. Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302–310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
4. Ministarstvo znanosti i obrazovanja. (2019). *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*, Narodne novine, 7/2019, 146.
https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_146.html
5. Pleština, J., Milin Šipuš, Ž., & Bašić, M. (2025). Polynomials—Unifying or Fragmenting High School Mathematics? *Education Sciences*, 15(7), 854. <https://doi.org/10.3390/educsci15070854>

LANČANICA I NJEZINE PRIMJENE U ARHITEKTURI

Jelena Bekavac Krčadinac¹, Goran Igaly², Vedran Krčadinac²

jelena.bekavac1@skole.hr, goran.igaly@math.hr, vedran.krčadinac@math.hr

¹OŠ Čučerje, ²PMF-Matematički odsjek

Prošireni sažetak

Idealizirani lanac ili teško uže, obješeno za oba kraja u homogenom gravitacijskom polju, poprima oblik krivulje koju zovemo lančanicom. Engleski znanstvenik Robert Hooke (1635.-1703.) primijetio je da je preokrenuta lančanica ujedno idealan oblik luka napravljenog od krutog materijala: „Ut pendet continuum flexile, sic stabit contiguum rigidum inversum“. Oblik lančanice koristi se u arhitekturi za lukove, svodove i kupole koji su sposobni nositi vlastitu težinu bez dodatnih potpornja.

U ovoj prezentaciji i na radionici demonstrirat ćemo s pomoću modela izrađenih na 3D printeru prednosti luka u obliku lančanice nad polukružnim lukom i lukovima drugih oblika. U prezentaciji ćemo pokazat primjere građevina u kojima je korištena lančanica, među kojima su djela katalanskog arhitekta Antonija Gaudíja (1852.-1926.) u Barceloni. Sudionici radionice imat će priliku vlastoručno isprobati naše modele lukova i njihovu (ne)stabilnost na raznim podlogama, sa i bez potpornja, pod opterećenjem ili bez opterećenja.

Prilikom izrade modela postavljali smo si mnoga pitanja: od koliko dijelova sastaviti luk, na kojim mjestima ga prerezati, koliko materijala i vremena trebamo za 3D printanje? Odgovore smo tražili matematičkim i fizikalnim idealizacijama, ali i zdravorazumskim rasuđivanjem. Smatramo da je tema lančanice vrlo pogodna za praktičan rad s učenicima. Takav pristup matematičkim sadržajima može približiti učenicima ulogu matematike kao alata za razumijevanje i oblikovanje svijeta. U nedostatku 3D printera, model luka u obliku lančanice moguće je izraditi od papira ili drugih materijala. Na web stranici MakingMathVisible.com dostupne su teme i materijali za praktičan rad s učenicima raznih uzrasta, a projekt je opisan u članku (Hart i Heathfield, 2017).

Ključne riječi: arhitektura, lančanica, praktična nastava

Literatura:

1. Hart, G., Heathfield, E. (2017): Making Math Visible, Bridges 2017 Conference Proceedings (urednici: Swart, D., Séquin, C., Fenyvesi, K.), Tessellations Publishing, Phoenix, Arizona, USA, str. 63-70.
<http://archive.bridgesmathart.org/2017/bridges2017-63.pdf>

POSTOTCI KAO ALAT FINACIJSKE PISMENOSTI – OD OSNOVNE DO SREDNJE ŠKOLE

Ivan Benić

ivan.benic2@skole.hr

Tehnička škola Slavonski Brod

Prošireni sažetak

Financijska pismenost danas je jedna od ključnih životnih vještina, a razumijevanje postotaka predstavlja njezin temeljni element. Učenici se s postotcima susreću svakodnevno - izloga trgovina preko različitih oblika popusta i akcijskih ponuda, pa sve do praćenja aktualnih ekonomskih pokazatelja poput inflacije, kamatnih stopa i promjena cijena. Unatoč toj prisutnosti, školska praksa pokazuje da učenici često razvijaju formalističko razumijevanje pojma postotka, što otežava njegovu primjenu u financijskim kontekstima.

Kurikulum nastavnog predmeta Matematika naglašava financijsku pismenost kroz cijelu obrazovnu vertikalu, od prvog razreda osnovne škole do srednje škole. Već u prvom razredu osnovne škole, u svrhu financijske pismenosti i potrebe uporabe novca u stvarnome životu, učenik u poznaje osnovnu jediničnu vrijednost novca koji se koristi u Hrvatskoj, eura, s kojim može računati u skupu brojeva do 20. Postotak kao razlomak s nazivnikom 100 uvodi u petom razredu, dok se njegova primjena u kontekstu PDV-a obrađuje u šestom razredu. U sedmom razredu postotci se povezuju s linearnim jednadžbama, a ta se veza dodatno produbljuje u prvom razredu srednje škole kroz ishod „Primjenjuje proporcionalnost, postotke, linearne jednadžbe i sustave linearnih jednadžbi“.

U radu se detaljno razrađuje pristup poučavanju postotaka kroz autentične materijale - promotivne letke trgovačkih lanaca. U prvoj aktivnosti učenici analiziraju stvarne popuste i provjeravaju točnost prikazanih cijena, čime uvježbavaju tri osnovna tipa zadataka: izračunavanje postotka od broja, pronalaženje broja na temelju postotka i izračunavanje postotne promjene. Dobiveni rezultati otvaraju prostor za raspravu o marketinškim praksama, zaokruživanju i minimalnom iskazanom popustu. Druga aktivnost stavlja učenike u ulogu potrošača s ograničenim budžetom, čime se dodatno razvijaju vještine planiranja, procjene vrijednosti i donošenja odluka.

Rezultati provedenih aktivnosti pokazuju da učenici lakše razumiju postotke kada ih povezuju s konkretnim životnim situacijama te da takav pristup potiče kritičko promišljanje i financijsku odgovornost.

U oblikovanju konceptualnog razumijevanja postotka ključno je sustavno udaljavanje od pretjeranog matematičkog formalizma i pokušaja rješavanja zadataka s postotcima pomoću algoritamskih postupaka ili unaprijed zadanih formula. Takav pristup kod učenika često stvara dojam da je riječ o apstraktnom i teško dostupnom pojmu, što dodatno učvršćuje pogrešnu predodžbu o postotku kao „matematičkom misteriju“.

Ključne riječi: financijska pismenost, postotci

Literatura:

1. Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije (NN 7/2019)
2. Kurikuli općeobrazovnih predmeta u srednjim školama na razinama 4.1 i 4.2 (NN 10/2025)
3. Benić, I., Borković, T., Crnković, M., Soldo, R. (2025): Matematika 1, udžbenik za prvi razred četverogodišnjih strukovnih škola, Alfa d.d., Zagreb

DOZVOLA ZA POGREŠKU

Antonija Capan, Zrinka Tomašković

antonija.capan3@gmail.com, tomaskoviczrinka@gmail.com

OŠ Grabrik, Gimnazija Karlovac

Prošireni sažetak

Analiza pogrešaka i okretanje paradigme oko pogrešaka sa osude (ili bar neodobravanja ako je osuda pregruba riječ) na prihvatanje pogrešaka u obrazovanju daju sasvim novo okruženje za poučavanje i učenje. Naime, svaka pogreška koja se dogodi postaje prilika za učenje i rast ili ključni trenutak u kojem se događa neko otkriće.

Mehanizmi korištenja pogrešaka javljaju se u mnogim domenama ljudskog života. Analizirajući kada i gdje je pogreška nastala, bilo radi utjecaja tehnologije, kvara, spleta okolnosti spoznaje se kontekst u kojem proučavamo neku pojavu. Možda pogreška pruža bolji uvid u kompleksnost neke pojave nego slučaj kada se pogreška ne dogodi. Analizirajući utjecaj ljudskog faktora (odluke ili doživljaja okolnosti u kojima je do pogreške došlo) pronalazi se način na koji bi se moglo povećati otpornost ljudi na doživljaj pogreške i pogrešku pretvoriti u nešto što osoba prihvaća kao dio života, izazov koji je moguće prevladati, a ne nepremostivu prepreku. Sve navedeno lako je uklopiti i u nastavu matematike.

Kada učenike suočimo s pogreškama oni mogu analizirati što nije funkcioniralo i kako to ispraviti, čime potičemo kritičko razmišljanje, analiziranje problema i rješavanje problema. Učiti mogu i na tuđim pogreškama i tako uvidjeti koliko shvaćaju gradivo, recimo kroz zamjenu uloga s nastavnikom. Važno je da učenici usvoje kako su pogreške prirodne, ponekad neizbježne i tako uče nositi se s neuspjehom i preokrenuti ga u izazov.

Brojne su metode pomoću kojih je moguće iskoristiti pogreške. Neke je moguće i lako i često koristiti, što će biti ilustrirano primjerima iz prakse. Već je spomenuta zamjena uloga s nastavnicima, otkrivanje pogreške u tvrdnji i ispravak iste, a i otkrivanje pogrešaka u rješavanju zadataka (uočavanje jednoobrazni primjeri koji navode na krive koncepte, pronalazak uobičajenih pogrešaka prilikom računanja, ...).

Pogreške u zadacima (one koje se javljaju u udžbenicima ili testovima u sklopu vanjskog vrednovanja obrazovanja) mogle bi biti i zasebna tema. Ipak su uklopljene ovdje, ne ulazeći u razloge zašto se javljaju, jer ih treba iskoristiti zbog prilike za analizu smislenosti zadataka. Kreativno promišljanje kako promijeniti zadatak da postane smislen, rješiv, ili promišljanje na koliko različitih načina se zadatak može promijeniti da je takav svakako zahtjeva više razine znanja. Promijenimo li pojavnost pogrešaka u prilike za učenje djelujemo i odgojno. Primjenjivost načina na koji se uči matematika, ali i onog naučenog u sklopu matematike postaje još i više iskoristivo u mnogim situacijama u kojima će se naši učenici naći u životu, poslije škole. Što može biti bolje nego dati odgovor na pitanje zašto ovo učimo/poučavamo.

Ključne riječi: analiza, pogreška, prilika

Literatura:

1. Bradatan, C. (2023.): U SLAVU NEUSPJEHA - Četiri lekcije iz poniznosti, Tim press
2. Matić el al.(2024): Matematika 2, 2. dio, Udžbenik matematike u drugom razredu srednje škole sa zadacima za rješavanje - 3 i 4 sata tjedno, Školska knjiga, str. 159.
3. Moser, J. S., Schroder, H. S., Heeter, C., Moran, T. P., & Lee, Y.-H. (2011). Mind your errors: Evidence for a neural mechanism linking growth mind-set to adaptive posterror adjustments. *Psychological Science*, 22(12), 1484–1489.
<https://doi.org/10.1177/0956797611419520> (pristupljeno 15.4.2026.)
4. Syed, M. (2017.): Kako učiti iz pogrešaka, Mozaik knjiga
5. <https://www.ncvvo.hr/drzavna-matura-2024-2025-prvi-rok/> (Matematika – osnovna razina, 27. zadatak) (pristupljeno 15.4.2026.)

RADIONICE IZ MATEMATIKE U PROJEKTU ZNADDAR

Marta Cifrek, Marina Ninković

mcifrek@mioc.hr, ninkovic@mioc.hr

XV. gimnazija, Zagreb

Prošireni sažetak

Projekt ZNADDAR – Znanost, znanje, rad i dar za društvo trogodišnji je projekt Hrvatskog matematičkog društva pokrenut u ožujku 2025., financiran iz Europskog socijalnog fonda plus u okviru natječaja „Jačanje kapaciteta organizacija civilnog društva za promociju STEM-a“. Ključni su partneri na projektu Hrvatsko astronomsko društvo, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Prirodoslovno-matematički fakultet, XV. gimnazija te nekoliko osnovnih škola u Zagrebu.

Projektom se želi osnažiti kapacitet dviju udruga – Hrvatskog matematičkog društva i Hrvatskog astronomskog društva – za provedbu STEM aktivnosti namijenjenih učenicima. To uključuje suradnju s fakultetima te osnovnim i srednjim školama, kao i organizaciju radionica koje pokrivaju teme iz matematike, informatike te fizike. ZNADDAR uključuje i edukacije zaposlenika i članova udruga HMD, HAD te partnerskih osnovnih i srednjih škola s ciljem razvijanja kompetencija za organizaciju i provedbu STEM aktivnosti namijenjenih učenicima.

Jedan od temeljnih elemenata projekta predstavljaju radionice iz matematike, programiranja u Pythonu te fizike. Konkretno, godišnje se planira oko 170 radionica za učenike i 15 javnih STEM manifestacija. Na radionicama iz informatike učenike se praktičnim zadacima uvodi u osnove programiranja u Pythonu, a radionice iz fizike obrađuju različite teme iz svakodnevnog života, kao što je magnetizam, s naglaskom na eksperimentalni i istraživački pristup. Radionice iz matematike održavaju se u XV. gimnaziji, na FER-u i na PMF-u. Namijenjene su učenicima viših razreda osnovne škole i prilagođene uzrastu, a osmišljene su kao interaktivni susreti koji matematiku prikazuju u drugačijem svjetlu od onoga što su učenici navikli u školskim klupama.

Raznim aktivnostima – od kvizova i timskih igara do izazovnih zadataka i istraživačkih tema, učenici otkrivaju da matematika može biti zabavna, kreativna i dostupna svima. Jedan je od ključnih ciljeva radionica rušenje predrasude da je matematika teška i rezervirana samo za „talentirane“. Pristupom prilagođenom dobi i interesu učenika, naizgled složeni matematički koncepti postaju razumljivi, a učenici razvijaju samopouzdanje, ustrajnost i volju za rješavanjem problema. Radionice istovremeno potiču logičko razmišljanje, kreativnost i suradnju, razvijajući kompetencije koje nadilaze okvire samog predmeta.

Na taj način radionice doprinose širem cilju projekta – popularizaciji matematike i jačanju matematičke pismenosti među učenicima uz dugoročni cilj izgradnje generacije koja matematiku doživljava kao alat za razumijevanje svijeta, a ne kao prepreku.

Na izlaganju bit će prikazan pregled projekta ZNADDAR s naglaskom na radionicama iz matematike. Radionice obrađuju teme poput kombinatorike (uključujući Dirichletov princip), fraktala (trokut Sierpinskog), vjerojatnosti, koordinatnog sustava, algebarskih izraza, geometrije prostora, teorije grafova (Königsberški mostovi, Eulerova staza), zlatnog reza (pojave u prirodi i umjetnosti) te teorije brojeva. Učenici rade samostalno i u skupinama, istražujući matematičke pravilnosti i koncepte bez oslanjanja na formalnu terminologiju i definicije. Ovakav pristup omogućuje učenicima da se susretnu s naprednim matematičkim idejama na intuitivan i njima pristupačan način, razvijajući pritom matematičko razmišljanje i istraživački duh. Posebna pozornost bit će posvećena načinu osmišljavanja radionica — načinu na koji se odabiru teme, strukturiraju aktivnosti te potiče aktivno sudjelovanje učenika. Izlaganje će biti popraćeno fotografijama s radionica koje ilustriraju kako radionice izgledaju u praksi.

Ključne riječi: matematika, STEM, ZNADDAR

Literatura:

1. <https://matematika.hr/projekti/znaddar/> (13.4.2026.)
2. <https://matematika.hr/projekti/znaddar/vise-o-projektu/> (13.4.2026.)
3. <https://www.fer.unizg.hr/zpm/raddar/> (13.4.2026.)

KAKO MATEMATIČKI MODELIRATI PLIMU I OSEKU?

Tomislav Cindrić, Matija Bašić, Željka Milin Šipuš

tomislav.cindric@math.hr, matija.basic@math.hr, zeljka.milin.sipus@math.hr

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Prošireni sažetak

Uloga matematičkog modeliranja sve češće se nameće, na različitim razinama i uz vrlo različite teorijske i empirijske pristupe, kao važna tema suvremenih istraživanja u obrazovanju. Združeno s rješavanjem problema, propisano je i kao jedna od pet temeljnih kompetencija hrvatskim kurikulumom za nastavu Matematike. Budući da kurikulum ne propisuje detaljne ishode za ovu kompetenciju, a u svjetskoj literaturi ne postoji konsenzus o definiciji edukacijskog modeliranja, nastavnici se u praksi često suočavaju s pitanjem kako modeliranje uspješno i sustavno provesti u učionici.

U priopćenju ćemo komentirati različite razine na kojima je moguće provesti matematičko modeliranje, oslanjajući se teorijski na koncept *Puteva učenja i istraživanja* (eng. Study and Research Paths – SRP) iz Antropološke teorije didaktike (Chevallard, 2019), te prezentirati rezultate analize dijela podataka prikupljenih kroz nastavu sveučilišnih kolegija *Metodika nastave matematike 3 i 4*, u sklopu kojih su se studenti bavili modeliranjem fenomena plime i oseke. Cilj istraživanja je sustavno analizirati institucijska ograničenja vezana uz matematičko modeliranje unutar čitave obrazovne vertikale te načine na koje se ta ograničenja odražavaju na studentske osobne kompetencije. Kompetencije potrebne za modeliranje su analizirane i na razini zatvorenog tipa zadatka kojeg su rješavali svi studenti u dvije generacije, i na razini otvorenog projektnog istraživanja (SRP-ova) manjih grupa studenata u trajanju od 10 tjedana.

Pri rješavanju zatvorenog tipa zadatka uočene su različite karakteristike u crtanju i interpretaciji grafova, uključujući uvođenje varijabli, mjernih jedinica (dimenzijska analiza), koordinatnog sustava i korištenja parametara u trigonometrijskim funkcijama. Analiza otvorenih projekata donosi niz ideja i pristupa koje su studenti koristili kako bi pronašli preciznije modele, te ih opisali koristeći naprednije matematičke alate i teorije. Usporedbom evolucije istraživanja dviju studentski grupa, te relevantnih potkompetencija koje su nužne u modeliranju ovisno o razini otvorenosti zadatka, dolazimo do konkretnijih opisa sastavnica matematičkog modeliranja i praktičnih savjeta za implementaciju matematičkog modeliranja na nižim razinama obrazovanja.

Ključne riječi: fenomen plime i oseke, matematičko modeliranje, otvoreni i zatvoreni tip zadatka

Literatura:

1. Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education* 12, 71–114.
<https://doi.org/10.24529/hjme.1205>

PITANJE NA KOJE TRAŽIMO ODGOVOR

Milena Ćulav Markičević

milena.culav@skole.hr

V. gimnazija, Zagreb

Prošireni sažetak

Matematika predstavlja nezaobilazan alat za razumijevanje svijeta koji nas okružuje, no ključan izazov u nastavi jest povezati apstraktne matematičke koncepte s interesima i znatiželjom samih učenika. Što naše učenike zanima? Što žele razumjeti?

Kako bi potaknula aktivnu ulogu učenika u procesu učenja, nastojim jednom godišnje u svakom razredu provesti mini istraživanje. Učenici se podijele u manje grupe (2 – 3 učenika) i imaju potpunu slobodu u osmišljavanju svog istraživačkog pitanja. Samim osmišljavanjem bave se jedan blok-sat. Ovo im je već veliki izazov. Trebaju za početak naći temu koja zanima sve članove grupe, primijetiti fenomen ili problem koji zasluhuje istraživanje. Zatim trebaju formulirati hipotezu, pretpostaviti što će biti odgovor na njihovo pitanje. Hipoteza mora biti takva da se može eksperimentalno provjeriti. Eksperiment mora biti takav da se može ponoviti. On treba biti pažljivo dizajniran kako bi prikupljeni podaci bili relevantni.

Nakon prikupljanja podataka, potrebno ih je analizirati kako bi utvrdili jesu li podaci u skladu s postavljenom hipotezom. Na temelju analize podataka donose se zaključci. Već na samom početku dobro je znati da je ovaj proces dinamičan pa se rezultati često podvrgavaju reviziji i mogu potaknuti daljnja istraživanja i postavljanje novih hipoteza. Sve navedeno dio je znanstvene metode koja je temelj znanstvenog istraživanja i omogućuje sustavno i objektivno pristupanje razumijevanju prirode i svijeta oko nas.

Znanstvenici pišu izvješća ili znanstvene članke o svojim istraživanjima kako bi podijelili svoje rezultate sa znanstvenom zajednicom i širom javnošću. Ovo omogućuje drugima da se upoznaju s istraživanjem i evaluiraju ga. Učenici predstavljaju svoje radove ostatku svog razreda.

U ovom izlaganju predstaviti ću navedeni način rada, s posebnim osvrtom na istraživačka pitanja učenika trećih razreda. Analizirat će se primjeri njihovih samostalno prikupljenih podataka na kojima su uspješno primijenili regresijsku analizu. Cilj je pokazati kako se kroz ovakav pristup matematika iz puke teorije pretvara u primjenjivu vještinu koja učenicima omogućuje sustavno, objektivno i kritičko razumijevanje fenomena iz njihove svakodnevice.

Ključne riječi: istraživanje, regresija, svakodnevnica

FORMATIVNO VREDNOVANJE U NASTAVI MATEMATIKE KAO POTPORA RAZUMIJEVANJU SVIJETA

Manuela Brnčić Dadić, Marija Jurišić Šarlija

manuela.brncic-dadic@skole.hr , marija.jurismic-sarlija@skole.hr

Obrtna tehnička škola Split, Zdravstvena škola Split

Prošireni sažetak

Matematika ima važnu ulogu u razumijevanju svijeta jer razvija logičko zaključivanje, analitičko mišljenje i sposobnost rješavanja problema. Kako bi učenici matematiku doživjeli kao smislen i primjenjiv alat, potrebno je osigurati nastavne pristupe koji potiču aktivno učenje i kontinuirano praćenje napretka. U tom kontekstu vrednovanje nadilazi granice tradicionalnog ocjenjivanja i postaje važan čimbenik razvoja matematičkih kompetencija.

Nastava matematike učenicima često predstavlja izazov ne samo zbog složenosti sadržaja nego i zbog teškoća u povezivanju matematičkih koncepata sa svakodnevnim životom. Polazište rada temelji se na shvaćanju da vrednovanje ne smije biti samo završna faza nastavnog procesa, već kontinuirani pedagoški alat koji nastavniku omogućuje pravodobno praćenje napretka učenika, prilagodbu poučavanja i poticanje unutarnje motivacije. Takav pristup učenicima omogućuje sigurnije usvajanje matematičkih znanja i razvijanje samostalnosti u učenju.

Dosadašnja istraživanja potvrđuju pozitivan utjecaj formativnog vrednovanja na ishode učenja. Kvalitetna i pravovremena povratna informacija usmjerava učenike prema dubljem razumijevanju matematičkih sadržaja i njihove primjene u stvarnim situacijama. Tradicionalni pristupi vrednovanju uglavnom su usmjereni na konačni rezultat, dok se proces razvoja matematičkog mišljenja često zanemaruje. Time učenici ostaju bez povratne informacije potrebne za ispravljanje pogrešnih shvaćanja i izgradnju stabilnih matematičkih temelja. Suvremeni pristupi naglašavaju važnost vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenja, pri čemu učenici aktivno sudjeluju u procjeni vlastitog napretka.

U radu se prikazuje koncept formativnog vrednovanja kao kontinuiranog procesa uklopljenog u svakodnevnu nastavu matematike. Poseban naglasak stavljen je na strategije koje učenicima omogućuju bolje razumijevanje matematičkih sadržaja i njihove povezanosti sa stvarnim životom. Strategija analogije potiče povezivanje novih sadržaja s poznatim iskustvima, kontrolne liste omogućuju praćenje razvoja matematičkih vještina, dok grupni odgovor služi za brzu procjenu razumijevanja razreda. Metode „Šaka od pet“ i „Četiri kuta“ potiču samoprocjenu i argumentiranje stavova, a strategija primjera i protuprimjera razvija preciznost matematičkog mišljenja i razlikovanje ispravnih zaključaka od pogrešnih interpretacija.

Primjena navedenih strategija doprinosi stvaranju nastavnog okruženja u kojem učenici matematiku doživljavaju kao alat za razumijevanje pojava, odnosa i problema iz svijeta koji ih okružuje. Povratna informacija pritom mora biti jasna, konkretna i usmjerena na daljnji napredak kako bi učenici razvijali matematičku pismenost, sigurnost u vlastite sposobnosti i spremnost na samostalno rješavanje problema. Formativno vrednovanje predstavlja važan element kvalitetne nastave matematike i doprinosi razumijevanju matematike kao alata za razumijevanje svijeta. Njegova primjena omogućuje razvoj matematičke pismenosti, samostalnosti i kompetencija potrebnih za cjeloživotno učenje te aktivno sudjelovanje u suvremenom društvu.

Ključne riječi: formativno vrednovanje, matematička pismenost, razumijevanje svijeta kroz matematiku, kritičko mišljenje

Literatura:

1. <https://hrcak.srce.hr/file/470469> (5.3.2026.)
2. <https://www.abacademies.org/articles/the-impact-of-formative-assessment-on-student-learning-outcomes-a-metaanalytical-review-16948.html> (5. 3. 2026.)

KAD AI POGRIJEŠI - UČENJE MATEMATIKE KROZ ANALIZU POGREŠAKA

Jelena Horvat, Mateja Šafarić Novak

jelena1144@gmail.com , mateja565@gmail.com

Tehnička škola Čakovec

Prošireni sažetak

Matematika ima ključnu ulogu u razumijevanju i oblikovanju suvremenog svijeta obilježenog ubrzanim tehnološkim razvojem, digitalnom transformacijom i sve većom primjenom umjetne inteligencije. Razvoj alata poput ChatGPT omogućuje učenicima brz pristup rješenjima matematičkih problema, ali istodobno otvara pitanje njihove pouzdanosti i utjecaja na proces učenja.

Kako učenici danas u velikoj mjeri koriste umjetnu inteligenciju pa i kod učenja matematike, zadaća nastavnika je usmjeriti ih na kvalitetno korištenje alata s velikim naglaskom na kritičko vrednovanje dobivenih informacija. Za uspješno rješavanje zadataka u području stereometrije potrebno je razumijevanje prostornih odnosa, primjena odgovarajućih formula i logičko zaključivanje. Upravo zbog te složenosti stereometrija predstavlja dobro područje za istraživanje automatski generiranih rješenja. Iz navedenih razloga, na satovima matematike učenika drugih razreda srednje škole smjera tehničara za elektroniku, tehničara za mehatroniku i tehničara za računalstvo, provedeno je istraživanje o načinima korištenja umjetne inteligencije u učenju matematike, s posebnim naglaskom na stereometriju, ali i na primjenu umjetne inteligencije u učenju ostalih predmeta.

U radu se istražuje uloga umjetne inteligencije u učenju matematike, s posebnim naglaskom na analizu pogrešaka u rješavanju zadataka iz stereometrije. Cilj istraživanja bio je ispitati na koji način učenici koriste alate umjetne inteligencije, u kojoj mjeri vjeruju dobivenim rješenjima te mogu li prepoznati i analizirati pogreške u tim rješenjima. Preko upitnika odgovorili su koliko često i na koje načine koriste alate umjetne inteligencije u obrazovanju, te kritički li vrednuju dobivene informacije. Nakon upitnika, učenici su dobili nastavni listić sa zadacima koje je riješila umjetna inteligencija, a oni su trebali kritički sagledati postupak i rješenje zadataka.

Rezultati pokazuju da učenici često koriste umjetnu inteligenciju, ali ne provjeravaju uvijek točnost dobivenih rješenja te koriste gotova rješenja bez objašnjenja postupaka. Aktivnosti usmjerene na analizu pogrešaka pokazale su se učinkovitima u razvoju kritičkog mišljenja i dubljeg razumijevanja matematičkih pojmova. Pritom, rad u paru pokazao se posebno učinkovitim jer je poticao argumentaciju, raspravu i zajedničko rješavanje problema. Učenici su istaknuli kako su ovakvim načinom rada poboljšali svoje razumijevanje matematičkih pojmova iz stereometrije i logičko zaključivanje u procesu rješavanja problema, ali i aktivnije sudjelovanje u nastavi.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, stereometrija, matematičko mišljenje, pogreške, kritičko mišljenje

Literatura:

1. Kurikulum za nastavni predmet Matematika za srednje strukovne škole na razini 4.2. u Republici Hrvatskoj, dostupno na https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_209.html (13.4.2026.)
2. Ž. Dijanić, I. Matić, J. Barišin, L. Jukić Matić, M. Zelčić, M. Mišurac, R. Gortan, V. Vujasin Ilić (2024): Udžbenik matematike za drugi razred srednje škole sa zadacima za rješavanje, Školska knjiga
3. S. Varošanec: Udžbenik za 2. razred gimnazija i strukovnih škola, Element, Zagreb

RAZOTKRIVAMO PROSTORNE OBLIKE I NJIHOVE TAJNE GeoGebrom

Zvezdana Jurić, Snježana Bošnjak

zjuri50@gmail.com , bosnjak.snjezana@gmail.com

Ugostiteljsko-turistička škola, Osijek, Elektrotehnička i prometna škola Osijek

Prošireni sažetak

Cilj predavanja je pokazati kako GeoGebra olakšava učenicima razumijevanje ključnih koncepata geometrije prostora. Učenici kroz interaktivne aplete istražuju osnovne elemente prostora i njihove međusobne položaje, a svaka promjena parametara odmah se reflektira u vizualizaciji, čime se formalni pojmovi povezuju s konkretnim prikazima. GeoGebra omogućuje neposredne povratne informacije u realnom vremenu, što pomaže u korekciji pogrešnih strategija i usvajanju koncepata.

Predavanje je usmjereno na nastavnike kojima bi pokazali niz autorskih apleta s naglaskom na razvoj prostorne vizualizacije i konceptualnog razumijevanja geometrijskih odnosa. Tijekom predavanja, nastavnicima će biti prikazane tri različite skupine zadataka u GeoGebri. U prvoj skupini učenici proučavaju i istražuju međusobne položaje točaka, pravaca i ravnina u prostoru. Druga skupina obuhvaća zadatke u kojima učenici provjeravaju razinu razumijevanja osnovnih pojmova geometrijskih tijela. Dok je treća skupina zadataka usmjerena na usvajanje pojma ortogonalne projekcije i njezine primjene.

U prvoj skupini zadataka će biti predstavljeni apleti u kojima učenik u realnom vremenu promatra promjene nastale pomicanjem točke, pravca ili rotacijom ravnine. Na taj način formalni pojmovi lakše se usvajaju uz vizualne prikaze. Ako učenik inicijalno pogrešno procijeni da se npr. dva pravca sijeku, promjenom perspektive u trodimenzionalnom prikazu utvrđuje se da je riječ o mimoilaznim pravcima. Takva vizualna provjera omogućuje korekciju pogrešne pretpostavke, pri čemu rotacija prikaza služi za uočavanje nesklada između početne procjene i stvarnog prostornog odnosa, čime se povratna informacija integrira u proces spoznaje i formiranja zaključka.

Druga skupina osmišljena je sa zadacima u kojima učenici provjeravaju i učvršćuju razumijevanje osnovnih pojmova vezanih uz geometrijska tijela, poput prizme, piramide, valjka i stošca. U tim su zadacima prikazani različiti pojmovi, obilježja ili dijelovi tih tijela, a učenik treba prepoznati traženi pojam, povezati ga s odgovarajućim tijelom ili odabrati točan odgovor. Takvi zadaci služe tome da učenici ne uče samo napamet nazive, nego da razvijaju dublje razumijevanje prostornih oblika i njihovih svojstava.

Treća skupina zadataka služi za primjenu stečenog znanja ortogonalne projekcije i njezine primjene pri određivanju mjere kuta. Učenici na apletu u pravilnoj četverostranoj piramidi određuju mjeru kuta između dviju ravnina ili između pravca i ravnine. Učenik treba prepoznati koje su ravnine ili koji pravac i ravnina su u pitanju, zatim izračunati kut koristeći

svojstva piramide. Ovim zadacima se potiče učenika na razumijevanje kutova u prostoru i povezivanje slike s računom.

Naglasak je na implementaciji istraživački usmjerenog učenja. Kroz interakciju s apletima učenici razvijaju sposobnost uočavanja svojstava geometrijskih konfiguracija, što doprinosi dubljem konceptualnom razumijevanju i povećanoj motivaciji učenika. Uz GeoGebbru učenje je brže, dinamičnije i vizualno bogatije, što posebno pomaže učenicima s poteškoćama u razvoju.

Predavanje uključuje prijedlog metodičke primjene apleta u nastavi: od inicijalne vizualizacije i vođenog istraživanja do samostalnog zaključivanja i formalizacije spoznaja. Sudionici će dobiti gotove aplete spremne za primjenu u nastavi. Ovim predavanjem želimo pokazati kako učenici mogu kroz eksperimentiranje u GeoGebri otkriti tajne 3D geometrije i tako promicati STEM pristup u nastavi matematike. Ovaj način učenja povezuje vizualizaciju, istraživanje i razumijevanje, čineći geometriju prostora pristupačnijom, zanimljivijom i bližom svakodnevnom životu učenika.

Ključne riječi: GeoGebra, geometrija prostora, interaktivno učenje

Literatura:

1. Keith Jones, Dave Pratt, Anne Watson, Key Ideas in Teaching Mathematics, Oxford University Press, Vol. 1, No. 8(2013), 10-14
2. Kovačević, N. *Dinamična geometrija: vizualizirati, konstruirati, dokazati*, Poučak, 2024.br.97, str.12-24.
3. Žitko, M. (2018). *GeoGebra - primjena u nastavi matematike i fizike* (lipanj 2018)
4. Kurikulum predmeta Matematike za srednje strukovne škole na razini (2025.)
5. <https://e-laboratorij.carnet.hr/geogebra-interaktivna-matematika> (26. svibnja 2017)
6. <https://www.geogebra.org/m/brwy4mw8> (17.5.2026. – Geometrija prostora)

STEAM FANZIN

Marijana Krnić, Niko Josipović

marijana.krnic@skole.hr, niko.josipovic3@skole.hr

Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb

Prošireni sažetak

Darovitost predstavlja spoj iznimno razvijenih intelektualnih i specifičnih sposobnosti, visoke razine kreativnosti te snažne unutarnje motivacije, osobina koje omogućuju postizanje izvrsnosti, te razvoj posebnih kompetencija u odabranim područjima.

Upravo na tim temeljima nastao je projekt STEAM fanzin: Ruđerov prozor u budućnost, usmjeren na prepoznavanje i poticanje darovitosti unutar STEAM područja – znanosti, tehnologije, inženjerstva, umjetnosti i matematike.

Projekt je financiran sredstvima Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih Republike Hrvatske u školskim godinama 2024./2025. i 2025./2026.

Stvoreno je poticajno okruženje u kojem su daroviti učenici dobili priliku zakoračiti izvan granica redovnih kurikulumata, istražiti teme koje ih istinski zanimaju te, uz podršku mentora i vanjskih stručnjaka proširiti znanja iz STEM-a i umjetničkih područja.

Rezultat rada učenika su stručni članci koji se objavljuju u godišnjoj publikaciji STEAM fanzin: Ruđerov prozor u budućnost. Naziv „fanzin“ odabran je u početnoj fazi projekta, no publikacija je prerasla početnu ideju te je oblikovana kao školski stručni časopis.

Prvi broj časopisa objavljen je (br. 1, god. 1, ISSN 3044-6848) i tiskan u 130 primjeraka, a dostupan je i u PDF formatu na mrežnim stranicama škole i školske knjižnice (<https://drive.google.com/file/d/1bfJ1WBX5UiTv0gbuXlfGgfgqt5JSV6J/view>), dok je drugi broj trenutačno u izradi.

U prvoj godini provedbe u svrhu recenziranja učeničkih radova ostvarena je suradnja s Fakultetom elektrotehnike i računarstva te Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu, a u drugoj godini suradnja je proširena i na Filozofski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

U izlaganju ćemo predstaviti prva dva broja školskog časopisa s naglaskom na matematičke radove čiji je autor učenik Niko Josipović.

Rad Mreža iza mreže čitatelja upoznaje s osnovama teorije grafova, matematičke discipline kojom se modeliraju različiti odnosi s pomoću grafova. U uvodnom dijelu obrađuju se elementarni pojmovi i koncepti teorije grafova. Kao primjena, uvodi se pojam mreža kao manje apstraktne strukture, uz prikaz njihovih vrsta — socijalnih, informacijskih i računalnih — te njihovih kvantitativnih i kvalitativnih svojstava, poput gustoće i zajednica. Stečena znanja primjenjuju se na primjeru heterogene mreže konstruirane na temelju uzorka objava s društvene

platforme X, pri čemu se analizira odnos između korisničkih (@) i tematskih (#) oznaka vezanih uz hrvatsko podneblje te otkrivaju obrasci unutar mreže, uz osvrt na ograničenja korištenih podataka.

Drugi rad bavi se tzv. Erdősevom metodom dokazivanja egzistencije određenog objekta primjenom teorije vjerojatnosti. Objašnjava se pojam nekonstruktivnog dokaza te se uvode osnovni pojmovi i teoremi iz teorije vjerojatnosti, uključujući slučajnu varijablu i matematičko očekivanje. Prikazuju se i tipični oblici vjerojatnosnog argumentiranja karakteristični za Erdősevu metodu te njihova primjena na odabrane probleme.

Ključne riječi: darovitost, školski časopis, STEAM

Literatura:

1. Kovač, V. (2015.): Vjerojatnosne i analitičke metode u kombinatorici, <https://natjecanja.math.hr/wp-content/uploads/2015/07/C-Vjerojatnosne-i-analiticke-metode-Vjeko-Kovac.pdf> (22. 8. 2025.).
2. Kovačević, D., Krnić, M., Nakić, A., Pavčević, M.O. (2020.): Diskretna matematika 1, FER, Zagreb
3. Matoušek, J., Vondrák, J. (2001.): The probabilistic method, Charles University, Department of Applied Mathematics
4. Rijavec, M. (2023.): Daroviti u društvu: identifikacija, obrazovanje i perspektive u životu, IEP, Zagreb.

MATEMATIKA KAO GLAVNI ALAT ZA MODULARNU NASTAVU

Marija Lujo, Biljana Kuhar

lujomarija2@gmail.com, biljamat5@gmail.com

Elektrotehnička škola, Zagreb

Prošireni sažetak

Jedna od značajnijih promjena ove školske godine uvođenje je modularne nastave u hrvatskim strukovnim školama. Modularna nastava predstavlja organizaciju učenja u zaokružene cjeline – module, koji objedinjuju potrebna teorijska i praktična znanja. Cilj takvog pristupa stjecanje je konkretnih kompetencija za tržište rada i usklađivanje obrazovnih programa s potrebama poslodavaca. Za razliku od prethodnog, „tradicionalnog“ pristupa, gdje su predmeti bili strogo odvojeni, modularna nastava povezuje različita područja učenja. Jedno od područja koje dobiva na važnosti je upravo matematika.

Matematika se prirodno povezuje s različitim područjima poput fizike, ekonomije, elektrotehnike i računarstva. Primjerice, u računarstvu omogućuje razumijevanje rada računala, razvoj efikasnih algoritama i razvoj naprednih tehnologija. Razvojem matematičkog razmišljanja stvara se temelj za logiku i strukturu pri sastavljanju algoritama. Nadalje, razvojem umjetne inteligencije, sve veća važnost daje se statistici i vjerojatnosti koji igraju veliku ulogu u obradi podataka.

Velika prednost matematike u modularnom pristupu upravo je njezina struktura i matematički pristup rješavanju problema. Proces rješavanja matematičkih problemskih zadataka uključuje razumijevanje problema, izradu plana, provedbu plana i provjeru rješenja. Takav pristup može se primijeniti u bilo kojem modulu u srednjoj školi.

U ovom kratkom izlaganju prikazat ćemo praktični uvid u provedbu modularne nastave u četverogodišnjoj strukovnoj školi, s posebnim naglaskom na integraciju matematičkih sadržaja u strukovne module. Analizira se naša uloga kao nastavnika matematike. Iako naizgled nema nikakvih promjena za nas kao nastavnike jer je Matematika ostala općeobrazovni predmet, velike se promjene događaju u pristupu nastavi i suradnji s nastavnicima struke. Posebna pažnja usmjerena je na identifikaciju i pozicioniranje općeobrazovnog matematičkog predmeta unutar kurikulumu te na njegovu funkcionalnu primjenu. Ističe se važnost matematike kao temeljnog alata za razvoj preciznosti, logičkog zaključivanja i rješavanja problema u tehničkim zanimanjima.

U završnom dijelu izlaganja prikazat ćemo rezultate ankete provedene među nastavnicima struke o korištenju matematičkih sadržaja u provedbi modularne nastave. Analizirat ćemo koliko često koriste matematiku, smatraju li da je važna za njihovu struku,

probleme i izazove kod korištenja matematičkih sadržaja te suradnju s nastavnicima matematike. Posebno ćemo analizirati razumiju li učenici primjenu matematike u struci te imaju li potrebno predznanje kako bi je primijenili.

Ključne riječi: matematičko razmišljanje, modularna nastava, strukovni moduli

Literatura:

1. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2025_01_10_85.html (21. 1. 2025.)
2. <https://narodne-novine.nn.hr/search.aspx?upit=elektrotehnika+i+ra%c4%8dunarstvo&naslovi=da&sortiraj=1&kategorija=1&rpp=10&qtype=3&pretraga=da> (25. 3. 2025.)

GRAF KAO PRIČA

Ivana Martinić

ivana.martinic@skole.hr

V. gimnazija, Zagreb

Prošireni sažetak

Suočeni s konceptima kinematike u prvom razredu srednje škole, učenici se na nastavi fizike često bore s interpretacijom grafova ovisnosti puta i brzine u vremenu. Dio problema proizlazi iz raskoraka između složenosti fizikalnih pojava i razine dostupnih matematičkih alata. Fizika od njih zahtijeva duboko razumijevanje povezanih prikaza u trenutku kada im nedostaju brojni matematički koncepti. S druge strane, učenici na grafove u matematici gledaju kao na apstraktne objekte, neuspješno povezujući matematički prikaz s realnim kontekstom. Upravo je 4. razred srednje škole, kada se derivacija uvodi kao problem trenutne brzine, dobra prilika za ponovno osvrtnje na prikaze gibanja i njihovu dublju analizu, posebno na složena gibanja s ubrzanjem koje nije konstantno.

Iako je derivacija u kurikulumu čvrsto vezana uz fizikalni koncept brzine, u praksi se taj kontekst brzo napušta. Učenici nakon uvođenja pojma derivacije uglavnom deriviraju prema naučenim pravilima fokusirajući se na računski postupak umjesto na značenje. Bez ciljanog povezivanja učenici teško interpretiraju ulogu nagiba tangente, a posebne im izazove zadaju predznaci brzine i akceleracije te njihovo objašnjenje u realnom kontekstu. Naročito im je zahtjevno skiciranje grafa derivacije funkcije na temelju zadanog grafa funkcije.

U radu ću predstaviti aktivnost koja koristi gibanje planinara kao kontekst za vizualizaciju kako bi učenici kroz svakodnevna pitanja o kretanju samostalno otkrili na koji način derivacija opisuje promjene ponašanja funkcije. Koristeći alat dinamične geometrije, učenici prate promjenu vrijednosti nagiba tangente tijekom gibanja planinara. Ovakav pristup olakšava skiciranje grafa derivacije jer učenik ne mora samostalno procjenjivati vrijednost nagiba, što je česta prepreka u napretku. Fokus je na interpretaciji lokalnih ekstrema, točaka pregiba te intervala monotonosti i zakrivljenosti u realnom okviru i njihovom povezivanju s derivacijom.

Integracija digitalnih alata i kontekstualnog učenja vodi do veće motivacije i boljeg razumijevanja. Učenici uspješnije formiraju zaključke o tome kako predznak derivacije određuje rast i pad funkcije, dok promjena derivacije upućuje na oblik grafa funkcije. Mogućnost brzog ispravljanja i eksperimentiranja unutar softvera dinamične geometrije smanjuje strah od pogreške i omogućuje učenicima da samostalno generaliziraju pravila koja će kasnije koristiti pri crtanju grafova polinoma.

Povezivanjem matematike i fizike u završnom razredu apstraktni matematički koncepti dobivaju fizikalno uporište, čime njihova svrha i nužnost postaju učenicima posve očigledni. Time derivacija prestaje biti samo mehanički postupak i postaje ključni instrument za predviđanje oblika grafa funkcije i dublje razumijevanje svakodnevnih pojava.

Ključne riječi: derivacija, graf

Literatura:

1. Planinić M., Sušac A., Ivanjek L., Milin Šipuš Ž., Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts, Physical review special topics - Physics education research 9, 2013.
2. Beichner, R. J. (1994): Testing interpreting ability in kinematics graphing. American Journal of Physics
3. <https://geogebra.github.io/docs/manual/en/> (25. 3. 2026.)

.

MOŽE LI MATEMATIKA ODLUČITI POBJEDNIKA UTRKE?

Matematičko modeliranje strategije u Formuli 1

Snježana Matic

snjezana.matic@skole.hr

Strukovna škola Sisak

Prošireni sažetak

Velika nagrada Mađarske 2019. godine jedan je od zanimljivih primjera strateške odluke u Formuli 1 koja je omogućila vozaču L. Hamiltonu pobjedu. Odluka da se Hamiltona pozove na dodatni pit-stop kako bi nastavio utrku na novim gumama u 49. od 70 krugova pokazala se ispravnom. Hamilton je nadoknadio zaostatak od 20 sekundi i četiri kruga prije kraja prestigao dotad vodećeg vozača M. Verstappena. Ovakvu odluku možemo interpretirati kao matematički problem optimizacije u kojem je potrebno procijeniti odnos između gubitka vremena u pit- stopu i potencijalne dobiti po krugu. Takve situacije pokazuju matematiku kao alat za razumijevanje i analizu brojnih složenih sustava odlučivanja.

Osim navedene utrke, u radu se analiziraju stvarne situacije iz Formule 1, primjerice strateške odluke temeljene na matematičkoj procjeni na Velikoj nagradi Belgije 2024. i Velikoj nagradi Velike Britanije 2025. Okruženje Formule 1 je takvo da se u njemu donose odluke na temelju analize velike količine podataka i matematičkih modela. Za vrijeme utrke timovi kontinuirano analiziraju vremena krugova, degradaciju guma, potrošnju goriva i promjene performansi bolida kako bi procijenili različite strategije utrke. U pozadini tih odluka se nalaze matematički modeli koji omogućuju usporedbu mogućih scenarija i odabir strategije kojoj je cilj minimizirati ukupno vrijeme utrke.

Rad pokazuje kako pojedine aspekte strategije utrke možemo interpretirati kroz matematičke koncepte koji su dio srednjoškolskog kurikulumu. Linearnom ili eksponencijalnom funkcijom možemo modelirati promjenu vremena kruga tijekom vožnje na istom setu guma, a model ukupnog vremena utrke u zavisnosti o strategiji pit- stopova vodi prema optimizacijskom problemu u kojem se minimum funkcije određuje se analizom njezine derivacije, odnosno pronalaženjem točke u kojoj funkcija postiže optimalnu vrijednost. Također valja spomenuti da grafička interpretacija podataka i usporedba različitih strategija omogućuje razumijevanje odnosa između različitih veličina te procjene valjanosti modela.

Rad je namijenjen nastavnicima matematike u srednjoj školi te predstavlja primjer kako se teme poput funkcija, grafičke interpretacije podataka, matematičkog modeliranja i optimizacije mogu povezati s motivirajućim i zanimljivim kontekstom. Analizom stvarnih utrka (može se oblikovati i kao projektni zadatak) učenici počinju doživljavati matematičke koncepte kao alat za razumijevanje i analizu stvarnih procesa u suvremenom tehnološkom okruženju.

Ključne riječi: modeliranje, optimizacija

Literatura:

1. Bender, E. (2000): *An Introduction to Mathematical Modeling*, Dover Publications
2. Ergast (2024): *Formula 1 Results and Statistics Database*. <https://ergast.com/mrd/> (13.4.2026.)
3. Formula 1 (2019): *Hungarian Grand Prix – Race report* (13.4.2026.)

KAD MATEMATIKA ZBUNJUJE: JESMO LI PROBLEM MI ILI ZADATAK?

Marina Njerš, Tamara Srnec

marina.njers@skole.hr , tamara.srnec@skole.hr

Gimnazija „Fran Galović“ Koprivnica, Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec

Prošireni sažetak

Matematika bi trebala biti alat za razumijevanje svijeta, no u učionici često postaje izvor nesporazuma. Ključno pitanje nije samo zašto učenici griješe, nego i koliko tim pogreškama doprinosi način na koji mi, nastavnici, komuniciramo matematičke ideje i postavljamo matematičke zadatke.

U ovom priopćenju analiziraju se tipične situacije iz srednjoškolske nastave u kojima dolazi do pogrešaka – kako na strani učenika, tako i na strani nastavnika. Poseban naglasak stavlja se na jasnoću formulacije zadataka i preciznost matematičkog jezika. Pokazuje se kako nedorečenosti, prešutne pretpostavke i oslanjanje na „očito“ mogu dovesti do različitih interpretacija i pogrešnih zaključaka.

Važno je razmisliti i analizirati postavljeni zadatak, razgovarati s učenicima o tome kako su ga shvatili te zajednički analizirati rješenja uz uvažavanje različitih interpretacija. Takav pristup omogućuje dublje razumijevanje matematičkih pojmova i razvija sposobnost argumentacije, a pogreške se pritom ne promatraju samo kao nedostatak znanja, nego kao vrijedan izvor učenja.

U izlaganju će se istaknuti važnost preciznog definiranja pojmova, jasnog razlikovanja matematičkih koncepata i sustavnog povezivanja različitih prikaza. Također će se predložiti konkretne smjernice za unapređenje nastave: pažljivije oblikovanje zadataka, poticanje učenika na verbalizaciju i objašnjavanje vlastitih postupaka te stvaranje okruženja u kojem je razumijevanje važnije od brzog dobivanja rezultata.

Cilj priopćenja je potaknuti nastavnike na kritičko promišljanje vlastite prakse i osvijestiti da jasnoća komunikacije nije dodatak nastavi matematike, nego njezin temelj.

Ključne riječi: matematička komunikacija, matematički zadatak

Literatura:

1. Aleksandra Pletikosić, Jurica Barišin, Ljerka Jukić Matić, Robert Gortan, Vesna Vujasin Ilić: MATEMATIKA 1 (1. i 2. dio): udžbenik matematike s dodatnim digitalnim sadržajima u prvom razredu srednje škole sa zadacima za rješavanje, 3 i 4 sata tjedno, Školska knjiga Zagreb, 2021.
2. Ivan Matić, Jurica Barišin, Ljerka Jukić Matić, Maja Zelčić, Marija Mišurac, Robert Gortan, Vesna Vujasin Ilić, Željka Dijanić: MATEMATIKA 2 (1. i 2. dio): udžbenik matematike u drugom razredu srednje škole sa zadacima za rješavanje, 3 i 4 sata tjedno, , Školska knjiga Zagreb, 2021.
3. <https://www.ncvvo.hr/kategorija/drzavna-matura/provedeni-ispiti/> - provedeni ispiti Državne mature
4. <https://natjecanja.math.hr/domaca-natjecanja/domaca-natjecanja-arhiva/> - zadaci sa školskih Natjecanja iz matematike – B razina
5. <https://umkomkoprivnica.weebly.com/mathema.html> - zadaci s matematičkog natjecanja Mathema Koprivnica (srednje škole, kategorija JEDAN i DVA)

TRAŽIMO SLIČNE TROKUTE

Tatjana Štambuk

stambuk.t@gmail.com

Ekonomsko-turistička škola Karlovac

Prošireni sažetak

Pojam sličnosti često koristimo u svakodnevnom životu. Prepoznavanje istih oblika važan je od ranog djetinjstva. Pažljivo promatranje, uočavanje istog ili različitog, bitan je dio učenja. U matematici pod sličnim geometrijskim likovima podrazumijevamo isti oblik, a različite dimenzije. S konceptom sličnosti geometrijskih likova učenici se upoznaju u osmom razredu. U nekoliko sati učenici se upoznaju s pojmom sličnosti, određuju slične likove, crtaju slične (umanjene ili uvećane) likove, određuju koeficijent sličnosti.

U prvom razredu srednje škole tema se obrađuje detaljnije. Učenici se upoznaju s poučcima o sličnosti trokuta i mogu dokazivati sličnost istih. Trokuti su obično već zadani, a učenici moraju dokazati da su slični. No zašto ne bismo postavili zadatke drugačije - da učenici prvo moraju pronaći slične trokute, a zatim dokazati da su slični! S učenicima sam provela radionicu na kojoj su morali dobro gledati, kombinirati, uspoređivati.

Za radionicu je potreban komad papira s kvadratima, škare, ravnalo ili trokut. Učenike sam podijelila u grupe po troje ili četvero. Učenici su prvo trebali izrezati dva pravokutna trokuta duljina kateta 6 cm i 8 cm. Zatim su dobili zadatak:

Preklopi trokute tako da im se preklapa barem jedan par stranica i barem jedan par vrhova. Trokute možeš i okrenuti na stražnju stranu.

1. Nacrtaj što više takvih pozicija.
2. Odaberi barem dvije pozicije u kojoj dobivaš slične trokute.
3. Precrtaj situacije u bilježnicu, označi trokute i dokaži da su slični.
4. Izračunaj duljine stranica trokuta sličnog zadanom.

Većini učenika nije bio jasan zadatak, pa sam ga morala detaljno objasniti i pokazati im jedan primjer. Nakon toga su polako su počeli okretati trokute, preslagivati ih, diskutirati. Najviše su problema imali u dokazivanju sličnosti.

Učenici vole rad u grupi jer mogu komunicirati, međusobno si pomagati, biti kreativni. Nastavnik mora paziti da dobro sastavi grupe, paziti da svi rade i surađuju, budu pristojni i tolerantni. Ponekad mora i pomagati, davati dodatna objašnjenja, ali i paziti da većinu posla naprave sami. U izlaganju ću opisati tijek radionice i probleme s kojima smo se susreli.

Ključne riječi: sličnost, trokut

POPOT PUTANJE KOMETA...

Zrinka Tomašković

tomaskoviczrinka@gmail.com

Gimnazija Karlovac

Prošireni sažetak

U kurikulumu za nastavni predmet Matematika za osnovne i srednje škole je elipsa, zajedno s ostalim krivuljama drugog reda, zauzela nezavidan položaj. Krivulja koja se uistinu krije posvuda oko nas, a i prije samo pedesetak godina je bila spominjana i u osnovnoj školi (vidi literaturu 2.) stavljena je u rang izbornog ishoda u nastavi sa 3. sata tjedno matematike u gimnaziji, a na jako uski ishod u nastavi sa više od tri sata tjedno.

Konstrukcija krivulje stavljena je sasvim po strani, a ona ustvari predivno opisuje neke pojave oko nas mnogo dostupnije nego njezin analitički oblik. Pojavnost elipse kao presječne krivulje valjka ili stošca elipsu gura u domenu predmeta poput nacrtne geometrije, ali nije sasvim nezamislivo proučavati ju u domeni matematike.

U izlaganju je ideja pokazati neke sasvim jednostavne konstrukcije elipse: prema definiciji, ali i pomoću kružnica zakrivljenosti (hiperoskulacijske kružnice), pomoću kružnica kojima je promjer velika i mala os elipse (perspektivna afinost), pomoću konjugiranih promjera, i sasvim lijepih konstrukcija - Rytzova konstrukcija elipse.

Također je ideja pokazati gdje se sve danas ipak javljaju elipse ili dijelovi elipsi; Elipse kod građevina i trgova možda ne uzrokuju oduševljenje kod učenika, ali će spominjanje nekih nebeskih tijela (Halleyev komet) ili krivulje prijelaza iz Zemljine putanje u putanju proizvoljnog nebeskog tijela (npr. Zemlja- Mars – Hohmanov transfer) sigurno izazvati barem interes.

Smisao proučavanja krivulja, elipse posebno, sigurno nije nestao, a u svijetu ekrana i promptova, jedna jednostavna vrtlarska konstrukcija sigurno donosi barem malo toliko potrebnog uzemljenja. Korištenje ruku prilikom razmišljanja donekle olakšava pamćenje i stvaranje čestica znanja, ali sigurno povećava osjećaj uspjeha i zadovoljstva.

Ključne riječi: elipsa, krivulje, motorika, predodžba

Literatura:

1. Dakić, B., Elezović, N. (2023.): Matematika 3, 2. dio, udžbenik za 3. razred gimnazija i strukovnih škola (3 ili 4 sata nastave tjedno), Element, Zagreb.
2. skupina autora (1972.): Zbirka zadataka iz matematike za sedmi razred, Školska knjiga, Zagreb.
3. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_146.html -Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije (pristupljeno 15.4.2026.)

ULOGA INTRINZIČNE MOTIVACIJE U NASTAVI MATEMATIKE TROGODIŠNJIH STRUKOVNIH ŠKOLA

Marijana Zarožinski

marijana.vrdoljak@skole.hr

Industrijsko-obrtnička škola Slavonski Brod

Prošireni sažetak

U trogodišnjim strukovnim školama ističe se problem s motivacijom kod učenika. Istraživanje o motivaciji i stavovima za učenje matematike pokazuje kako mnogi učenici strukovnih škola matematiku doživljavaju kao apstraktnu i nepovezanu s njihovom budućom profesijom (Muhrman, 2022). U pokušaju rješavanja tog problema ističe se teorija samoodređenja (Self-Determination Theory – SDT), kao okvir koji je potrebno zadovoljiti za podizanje motivacije kod učenika.

Teorija samoodređenja bavi se ljudskom motivacijom i emocijama te procesima koji olakšavaju proces rasta kod ljudi. Kao takva, važna je u području obrazovanja jer potiče korištenje prirodnih sklonosti učenika za učenjem koje nastavnici trebaju iskoristiti. Prema SDT-u, kad postoji intrinzična motivacija, onda postoji igranje, istraživanje i sudjelovanje u procesima učenja zbog urođene sklonosti prema novim znanjima.

Prema teoriji samoodređenja poseban naglasak stavljen je na zadovoljavanje triju temeljnih psiholoških potreba (Niemiec i Ryan, 2009):

- ✓ autonomije : dobrovoljno provodim vrijeme učeći;
- ✓ kompetentnosti: sposoban sam riješiti sve izazove koji su stavljeni pred mene u mom školovanju;
- ✓ povezanosti: ovo je moj razred, moja zajednica, moja grupa, moje okruženje gdje pripadam.

Kako je ova teorija u velikom broju istraživanja pokazala da je učinak učenja veći kod učenika koji imaju zadovoljene te tri temeljne potrebe, te postoji unutarnja motivacija za znanjem, tako je važno razlikovati nastavu koja podržava SDT od one koja to ne čini.

U kratkom priopćenju će biti predstavljena metodologija koja podržava SDT te usporedba s metodologijom koja ne podržava. Primijenjena je metodologija vođenog otkrivanja i problemske nastave kroz konkretne primjere u nastavi matematike u trogodišnjim zanimanjima.

Zaključno, nastava koja učenicima omogućuje aktivno sudjelovanje, izbor u učenju i osjećaj uspjeha može značajno utjecati na njihovu motivaciju za učenje matematike. Primjena metoda koje podržavaju autonomiju, kompetentnost i povezanost posebno je važna u

strukovnom obrazovanju, gdje je potrebno dodatno osnažiti interes učenika za matematičke sadržaje.

Ključne riječi: matematika, motivacija, teorija samoodređenja

Literatura:

1. Muhrman, K. (2022.). How can students in vocational education be motivated to learn mathematics? *Nordic Journal of Vocational Education and Training*, 12 (3), 47–70.10.
2. Niemiec, C. P. i Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/10.1177/1477878509104318>
3. Ryan, R. M., Deci i E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>

MATEMATIKA NA IZBORIMA ILI JE LI GLASANJE FER?

Nikol Radović, Petar Mladinić

nradovic@geof.unizg.hr, petar.mladinic1@zg.ht.hr

Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet

Prošireni sažetak

Svijet za koji škole pripremaju učenike malo (ili puno) se razlikuje od svijeta u kojem su naši kurikulumi osmišljeni. Je li moguće nešto učiniti? Najjednostavnije ne činiti ništa. No zadaća svakog nastavnika matematike morala bi pomoći učenicima u sagledavanju svijeta otkrivanjem matematike i tamo gdje svi (ne ljubitelji matematike) ne vide matematiku. Tema koja se nameće a ne razmatra se tako često su izbori. U kurikulumu nastave Građanskog odgoja str. 40 [5] u domeni demokracija između ostaloga proučavaju se izborni sustavi u Republici Hrvatskoj za zastupnike Hrvatskog sabora kao i zastupnika u Europski parlament, ali bez matematike. Je li to fer?

Naime, u RH bilo je tijekom 2025. godine nekoliko ciklusa izbora. Kada ste slušali protagoniste tog procesa svi su pobjednici. Je li to moguće? Razbacuju se izrazima relativna i apsolutna većina. Da li običan glasač razumije o čemu je riječ? Razumiju li naši učenici o čemu je tu riječ. U društvenim znanostima matematika se svodi na izračunavanje statističkih parametara (najčešće brojeva) i njihovo tumačenje ili grafičke prikaze za što zornijeg prikaza željene tvrdnje ili prikaza koji bolje odgovara.

Naši učenici nisu niti svjesni da svaki dan „odrađuju“ izbor. Bilo da je to odabir najdražeg pića, pizze (iako spada u nezdravu hranu) do izbora destinacije za naturalno putovanje. Čim je više učenika u procesu izbora na nivou razreda i izbori naoko jednostavni mogu dati neočekivane rezultate.

Kroz aktivnosti (koje pokrivaju svakodnevne situacije do izbora u RH) učenici će primjenjujući različite metode (relativne većine, *Bordin metoda*, *D'Hontova metoda*) pokušat će odgovoriti na pitanje iz naslova i tako matematički sagledati „šušur“ izbora. Svi ti izbori i odluke koje treba donijeti pomažu u sagledavanju važnosti matematike ali i izgradnje budućih glasača.

Ključne riječi: glasanje, matematika, metoda relativne većine, metoda Bordina, D'Hontova metoda

Literatura:

1. Cline, S. K. (2006) Classroom Voting in Mathematics, *Mathematics Teacher* | Vol. 100, No. 2, September, 100 – 104.
2. Mahoney, J. F. (2004) How Many Votes Are Needed to Be Elected President? *Mathematics Teacher* | Vol. 98, No. 3, 154 – 157.
3. Saeta, L.(2025) Don't Dilute My Vote! *Mathematics Teacher: Learning & Teaching PK –12*, Volume 118_Issue 05_May, 364 – 376.
4. Villiers, M., Nelson, L., Radović, N., Mladinić, P. (2025) *Je li demokracija fer?* – matematički pogled na glasanja i raspodjelu mandata, Hrvatska udruga nastavnika istraživača, Zagreb.
5. <https://mzo.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Publikacije/Medupredmetne/Kurikulum%20medupredmetne%20teme%20Gradanski%20odgoj%20i%20obrazovanje%20za%20osnovne%20i%20srednje%20skole.pdf/o9.o4.2o26./>

KREATIVNA GEOMETRIJA KROZ ORIGAMI SIMULACIJE

Merima Arnaut

merimaaaa@gmail.com

Mješovita industrijsko-obrtnička škola Karlovac

Prošireni sažetak

Origami je tradicionalna japanska umjetnost savijanja papira bez škara i ljepila. Origami je zanimljiv svim generacijama i jedna je od aktivnosti koja je u svakom pogledu opuštajuća. Ono što je kod origamija posebno važno je njegova ekonomičnost, jer svatko od nas ima kvadratni ili pravokutni papir u svom okruženju što ga čini dostupnim svima. Origami nas potiče na promišljanje, stvara osjećaj zadovoljstva, također stvara pozitivnu ovisnost, kao što razvija našu kreativnost i na taj način je u današnje vrijeme primjer odličnog alata za promjenu načina rada koje nam je donijelo digitalno doba.

Ono što mi kao nastavnici danas možemo, je iskoristiti origami kao odličan alat za razvijanje fine motorike kod učenika koja je u posljednje vrijeme dosta loša, a na taj način učenicima približiti matematiku i pokazati njezinu kreativnu stranu. Digitalni alati nam mogu pomoći u idejama koje želimo ostvariti prilikom stvaranja aktivnosti i olakšati proces stvaranja matematičkog origamija u razredu. Ovom radionicom cilj je povezati tradicionalnu tehniku origamija s digitalnim alatima u nastavi matematike, potaknuti kreativnost, logičko razmišljanje te potaknuti nastavnike na stvaranje origami simulacija u daljnjem procesu podučavanja koristeći jednostavne i besplatne digitalne alate GeoGebra kao alat za kreiranje konstrukcije i Origami Simulator za demonstraciju trodimenzionalnih oblika i realističnog ponašanja papira tijekom savijanja.

Radionica kombinira jednostavne, praktične i digitalne aktivnosti s ciljem približavanja primjene origamija u nastavi matematike na kreativan i suvremen način. Sudionici će radionicu započeti izradom modularne kocke od papira, čime se uvode u prostorno razmišljanje i osnovne principe savijanja. Nakon toga, u digitalnom alatu GeoGebra konstruirat će predložak za savijanje papira, koji će potom animirati u Origami Simulatoru kako bi vizualizirali proces transformacije iz 2D u 3D oblik. Kroz niz jednostavnih zadataka istraživat će načine savijanja papira u razlomke poput trećina, petina i proizvoljnih dijelova, te izrađivati simulacije tih podjela. Također će se baviti simulacijom mreža različitih geometrijskih tijela, čime se dodatno razvija razumijevanje prostornih odnosa. Završni zadatak uključuje izradu 3D animacije dijela kocke koju su prethodno složili, čime se zaokružuje proces od fizičke izrade do digitalne simulacije. Radionica završava demonstracijom naprednih origami konstrukcija – trisekcije kuta i duplikacije kocke – koje dodatno proširuju matematičku dimenziju aktivnosti.

Sudionici će nakon radionice biti osposobljeni za samostalnu izradu 3D simulacija koje mogu koristiti u nastavi kao vizualnu podršku pri prezentaciji origamija većim skupinama učenika, ali i kao inspiraciju za daljnje istraživanje i razvoj vlastitih nastavnih materijala.

Razvijanjem novog pristupa obrazovanju koristeći digitalne alate za predodžbu origamija razvija se logičko promišljanje kroz online alate i fina motorika i kreativnost kroz savijanje papira. Jednostavnošću korištenja GeoGebre kao i Origami Simulatora u svrhu bolje vizualizacije prostornih objekata polaznici će steći osnovne praktične vještine slaganja origamija, odnosno razviti osnovnu ideju kako origami mogu primijeniti u nastavnom procesu.

Ključne riječi: origami, simulacije, kreativnost, geometrija

Literatura:

1. Mitchel ,David: *Mathematical origami*, Tarquin Publications, Stradbroke, 2003.
2. Tandalm, Sundara Row: *Geometric Exercises In Paper Folding*, The Open Court Publishing Company,London, 1917.
3. <https://www.youtube.com/watch?v=Xz7zotuNOLI>

ENTROPIJA I MATEMATIKA

Aneta Copic i Ines Dukić

acopic@mioc.hr, idukic@mioc.hr

XV. gimnazija, Zagreb

Prošireni sažetak

Jedan od temeljnih fizikalnih zakona – drugi zakon termodinamike – na srednjoškolskom nivou ima vjerojatno najjednostavniju formulaciju, ali nju ne prati razumijevanje toga zakona. Kad kažemo da se entropija zatvorenog sustava uvijek povećava, ili da u zatvorenom sustavu spontano nastaje nered, to zvuči kao neki arbitrarni dekret, pa je legitimno pitanje: zašto? Na ovoj ćemo radionici kroz igru, odnosno pokus, na jednostavnom sustavu pokazati o čemu se radi koristeći matematiku. Entropija je vrlo složen pojam, usko vezan uz drugi zakon termodinamike, a mi ćemo na učenicima blizak način dati njihovu statističku interpretaciju. Budući da tijekom provedbe aktivnosti učenici prepoznaju elemente Pascalovog trokuta, binomne koeficijente te uspoređuju teorijsku i eksperimentalnu vjerojatnost, matematičarima je to dobar, nestandardni primjer Pascalovog trokuta i primjene vjerojatnosti.

Radionica je osmišljena kao primjer interdisciplinarnog nastavnog sata, nastalog u okviru Erasmus+ projekta STEPS. Na radionici će se u uvodnom dijelu obrazložiti motiv spajanja matematike i fizike te prikazati scenarij nastavnog sata. Nakon toga slijedi provedba pokusa, izvještaj, analiza rezultata te zaključak.

Ključne riječi: entropija, vjerojatnost, binomni koeficijent, drugi zakon termodinamike

STARI KONCEPTI ZA NOVE GENERACIJE

Mihaela Kelava, Mirta Đurašević

mihaela.kelava@skole.hr, mirta.durasevic@skole.hr

Gimnazija Bjelovar

Prošireni sažetak

Integracija virtualne (VR) i proširene stvarnosti (AR) u obrazovni proces otvara nove mogućnosti za vizualizaciju apstraktnih koncepata. Cilj ove radionice je predstaviti platformu Styly, alat za izradu virtualnih prostora, te istražiti njezinu primjenu u nastavi informatike i matematike. Sudionici će samostalnim radom na računalima izraditi svoje virtualne prostore i stvoriti preduvjete za realizaciju vlastitih ideja. Transformacija 2D matematičkih modela u 3D prostor omogućuje dublje razumijevanje prostornih odnosa, što je ključno za razvoj kompetencija u nacrtnoj geometriji i računalnom razmišljanju.

Suvremena nastava često se suočava s izazovom nedostatka prostorne vizualizacije kod učenika. Tradicionalne metode crtanja na papiru ili na ploči često nisu dovoljne za potpuno shvaćanje geometrijskih tijela preko njihovih projekcija i za rješavanje složenijih prostornih problema. Dosadašnja praksa pokazuje da primjena VR alata povećava angažman učenika i olakšava usvajanje znanja (Lukić Puškarić, 2024.) pomoću učenja kroz rad i igru i istraživanja u sigurnom virtualnom okruženju. Styly se u tom kontekstu nudi kao pristupačno rješenje jer ne zahtijeva napredno poznavanje korištenja računala, čime se fokus s tehnološke prepreke seli na kreativno rješavanje problema.

Radionica se ne fokusira samo na konkretnu primjenu platforme i alata generativne umjetne inteligencije (GenAI) kroz izradu modela, već na mogućnosti primjene u nastavi matematike, nacrtne geometrije, informatike, strukovnih ali i ostalih predmeta. Učenici koristeći GeoGebu mogu konstruirati pravce, ravnine i tijela u prostoru, a zatim te objekte promatrati iz različitih kutova unutar AR ili VR okruženja. U informatici, rad na platformi potiče razumijevanje koordinatnog sustava u tri dimenzije (osi x , y i z) te osnove 3D modeliranja i postavljanja virtualnih scena (preduvjet za izradu računalnih igara). Pedagoški cilj je prelazak s pasivnog promatranja na aktivnu konstrukciju gdje učenik postaje kreator digitalnog sadržaja, a ne samo njegov korisnik.

Kroz radionicu ćemo pokazati kako korištenje alata generativne umjetne inteligencije u kombinaciji s GeoGebrom i platformom Styly može poboljšati razumijevanje korelacije između matematike i informatike. Kroz praktične primjere poput postavljanja elemenata u virtualnom okruženju, učenici brže usvajaju koncepte perspektive i ortogonalne projekcije. Takav metodički pristup rezultira većom motivacijom i boljim rezultatima na testovima prostorne inteligencije u usporedbi s klasičnim metodama poučavanja. Budući da je zadaća nacrtne geometrije razvijanje prostornog zora, virtualno okruženje će učenicima omogućiti kretanje oko postavljenih modela i uočavanje glavnih projekcija (tlocrt, nacrt i bokocrt).

Šetnjom kroz virtualni prostor i pozicioniranjem unutar trodimenzionalnog objekta jasnije se mogu uočiti presjeci ravnine i geometrijskih tijela, kutovi između pravaca ili između pravca i ravnine te odnosi između geometrijskih tijela.

Platforma Styly predstavlja inovativni most između apstraktne matematike i primijenjene informatike. Implementacija ovakvih alata u školski kurikulum ne samo da osuvremenjuje nastavu, već priprema učenike za buduće izazove u STEM područjima.

Ključne riječi: generativna umjetna inteligencija, informatika, nacrtana geometrija, proširena stvarnost, virtualna stvarnost.

Literatura:

1. Lukić Puškarić, Maja (2024.): Povijest u nastavi, Vol. 35 No. 1, <https://hrcak.srce.hr/328304>

DRAMATIKA

Sonja Šulc

sonja.sulc@skole.hr

Klasična gimnazija, Zagreb

Nadbiskupska klasična gimnazija s pravom javnosti, Zagreb

Prošireni sažetak

Učinkovita nastava matematike podrazumijeva zornu, praktičnu, istraživačku te problemsku nastavu, a svi spomenuti pristupi temelje se na iskustvenom učenju. Dramski odgoj se također temelji na iskustvenom učenju, a dramski izraz njegov je glavni medij. U dramskom odgoju drama se predstavlja kao „...način spoznaje stvarnosti koji se događa sudjelovanjem u dubinski značajnim događanjima, pri čemu taj način spontano teži izražavanju prikazivanjem“ (Gruić i sur., 2018). Dramske aktivnosti izlaze u susret suvremenoj nastavi jer potiču razvoj kreativnog i stvaralačkog mišljenja, razvijaju životne vještine i utječu na pozitivno ozračje u razredu te ih je moguće implementirati i u nastavu matematike.

Na radionici će sudionici imati priliku praktično iskusiti svrhu dramskih aktivnosti u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda u domeni Algebra i funkcije. Nakon radionice predstaviti ću izvannastavnu aktivnost DraMatika koju sam pokrenula u školskoj godini 2024./2025. u Klasičnoj gimnaziji te ću obrazložiti dramske aktivnosti koje sam implementirala u nastavu matematike.

U skladu s posljedicama digitalizacije nastavnog procesa, matematička komunikacija učenika sve manje podrazumijeva razmjenu egzaktnih informacija kao i složeniji misaoni proces prilikom oblikovanja iskaza što rezultira vrlo skromnim izražavanjem matematičkom riječi. Cilj radionice jest ukazati na učinkovitost implementiranih dramskih aktivnosti u nastavi matematike s naglaskom na poticanju razumijevanja primjene funkcija te oslobađanju spontanosti u matematičkoj komunikaciji.

Ključne riječi: dramski odgoj, iskustveno učenje, matematička komunikacija, primjena funkcija

Literatura:

1. Krušić, V. 1997. *Izjava o stanju dramskoga odgoja i pedagogije u Hrvatskoj* U: Dramski odgoj, 2: 2-3. Zagreb: Hrvatski centar za dramski odgoj.

2. Gruić, I., Vignjević, J., Rimac Jurinović, M. 2018. Kazališna/dramska umjetnost u odgojno obrazovnom procesu – prijedlog klasifikacije i pojmovnika. U: Ana Petravić i Ana Šenjug Golub (ur.) *Višejezičnost i višekulturalnost kao izazov u obrazovanju danas i sutra*, str. 119-128. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

OD PLANIRANJA DO DIFERENCIJACIJE UZ PODRŠKU AI

Marija Jurišić Šarlija, Mirjana Gaćina Bilin

marija.jurismic-sarlija@skole.hr, mirjana.gacina-bilin@skole.hr

Zdravstvena škola, Split

Prošireni sažetak

Priprema nastave matematike vremenski je zahtjevan proces koji od nastavnika traži stalnu prilagodbu različitim razinama predznanja, sposobnostima i načinima učenja učenika. Osmišljavanje kvalitetnih i diferenciranih nastavnih materijala za heterogene razredne odjele tako postaje jedan od središnjih izazova suvremene nastavne prakse, osobito kada je cilj da učenici matematiku ne dožive kao skup apstraktnih pravila, već kao alat kojim razumijevaju i tumače svijet oko sebe.

Istraživanja na području primjene digitalne tehnologije u obrazovanju upućuju na to da alati temeljeni na umjetnoj inteligenciji mogu pozitivno utjecati na učinkovitost nastavnikova rada, osobito u segmentima planiranja, diferencijacije i povratne informacije (Holmes i sur., 2019). Međutim, sama dostupnost tehnologije ne jamči njezinu pedagoški smislenu primjenu. Učinkovita integracija zahtijeva jasnu metodološku strukturu, kritičku procjenu generiranih sadržaja te promišljanje o ulozi nastavnika u procesu odlučivanja (Selwyn, 2022).

Radionica je strukturirana kroz četiri međusobno povezane faze: generiranje osnovne strukture nastavnog sata s jasno definiranim ishodima učenja i aktivnostima, prilagodba nastavnog sadržaja različitim razinama razumijevanja učenika, diferencijacija zadataka prema stupnjevima složenosti te izrada nastavnih materijala i instrumenata formativnog vrednovanja. Kroz sve četiri faze sudionici aktivno koriste alate poput *ChatGPT-a*, *Claudea* i *Diffita for Teachers*, s ciljem izrade konkretnog i primjenjivog nastavnog scenarija.

Na kraju radionice svaki sudionik odlazi s izrađenom pripremom nastavnog sata odnosno gotovim produktom koji može odmah primijeniti u vlastitoj nastavi. Kroz vođene zadatke i strukturiranu refleksiju sudionici razvijaju kompetencije za samostalnu i metodički promišljenu primjenu alata umjetne inteligencije. Poseban naglasak stavlja se na osmišljavanje zadataka utemeljenih na pojavama i problemima iz svakodnevnog života koji učenicima pomažu uvidjeti da matematika nije sama sebi svrha, već moćan alat za razumijevanje i opisivanje svijeta koji ih okružuje.

Radionica doprinosi razvoju suvremenih didaktičkih pristupa i potiče refleksivnu nastavničku praksu. Njezin je temeljni cilj osnažiti nastavnike da tehnologiju podrede pedagoškim ciljevima kako bi nastava matematike postala prostor u kojemu učenici ne uče o matematici, već matematikom kao alatom za razumijevanje i opisivanje svijeta u kojemu žive.

Ključne riječi: diferencijacija, nastava matematike, umjetna inteligencija

Literatura

1. Holmes, W., Bialik, M., Fadel, C. (2019): *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*, Center for Curriculum Redesign, Boston.
2. Selwyn, N. (2022): *The Future of AI and Education: Some Cautionary Notes*, European Journal of Education, god. 57, br. 4, str. 620–631.

505

Učenci: Juraj Baljint, Fran Češljaš, Mia Grubiša, Tonka Hladnik, Ema Karačić, Mirta Kala Machata, Antonija Paulović, Karlo Vizec

Mentorica: Milena Čulav Markičević

milena.culav@skole.hr

V. gimnazija, Zagreb

Prošireni sažetak

U sklopu međunarodnog projekta [ICSE Science Factory](#), čiji je cilj potaknuti učenike da s pomoću prirodoslovnih znanosti osmisle rješenja za stvarne životne probleme, pokrenuli smo vlastitu školsku inicijativu usmjerenu na lakšu prilagodbu učenika prvih razreda.

Prepoznali smo da mnogi prvašići dolaskom u novu sredinu prolaze kroz razdoblje nesnalaženja i stresa. Naš tim osmislio je ideju: razviti sustav koji će, na temelju iskustava i savjeta starijih učenika, nuditi personalizirane preporuke za nove učenike. Na taj način željeli smo stvoriti alat koji će budućim prvašima olakšati prve korake u srednjoj školi.

Razvoj sustava temeljio se na empirijskom pristupu. Proveden je upitnik među učenicima od drugog do četvrtog razreda kako bi se prikupili savjeti i iskustva koje bi oni, s odmakom, dali samima sebi u prvom razredu. Na temelju tih podataka dizajniran je upitnik za prvašiće koji, nakon analize njihovih odgovora, generira prilagođene smjernice. Valjanost dobivenih rezultata i korisnost savjeta provjereni su kroz četiri fokus grupe s učenicima prvih razreda.

Na temelju dobivenih povratnih informacija, aplikacija je nadograđena uvođenjem AI asistentice te interaktivnim karticama podijeljenim u kategorije prema ključnim izazovima: motivacija, koncentracija, upravljanje tremom, tehnike učenja, organizacija vremena i pamćenje.

U suradnji s knjižnicom, povodom Noći knjige, dodani su i prijedlozi relevantne literature za svaku kategoriju.

Ovim bi plakatom predstavili aplikaciju dizajniranu od učenika za učenike kako bi ažurirali svoje postavke učenja: sos.petagimnazija.hr. Aplikacija, na kojoj se kontinuirano radi već dvije školske godine, dostupna je svima te predstavlja dugoročan doprinos kvaliteti školskog života.

Ključne riječi: učenje, trema, savjeti

MATEMATIČKO MODELIRANJE POMORSKIH OBJEKATA

Ivana Supićić, Branka Bajo

ivana.supicic@skole.hr , branka.bajol@skole.hr

Pomorska škola Zadar, OŠ Krune Krstića Zadar

Prošireni sažetak

U nastavi matematike često se javlja problem percepcije matematike kao apstraktne i odvojene od stvarnog života. Takav pristup može negativno utjecati na motivaciju učenika i razumijevanje matematičkih koncepata. Polazeći od ideje matematike kao alata za razumijevanje svijeta, cilj našeg rada bio je osmisliti projekt koji povezuje matematičke sadržaje s konkretnim objektima, suvremenim tehnologijama i širim društvenim kontekstom.

Poster prikazuje aktivnosti i rezultate međuškolskog projekta uključenih učenika srednje Pomorske škole Zadar i učenika Osnovne škole Krune Krstića u Zadru. Projekt je povezoao nastavne sadržaje matematike, informatike i tehničke kulture. Polazište rada bili su stvarni izložbeni primjerci sidra i kormila u holu Pomorske škole. U uvodnoj fazi učenici su upoznali njihovu povijesnu i simboličku dimenziju.

U središnjem dijelu projekta učenici su proveli niz matematičkih aktivnosti. Mjerili su stvarne dimenzije sidra i kormila, unosili ih u tablice i računali umanjena mjerila (1:50 za sidro i 1:20 za kormilo). Analizirali su geometrijsku strukturu objekata, složene geometrijske oblike razlagali na jednostavnije, te računali njihovu površinu, volumen i masu. Primjenjivali su i znanja iz trigonometrije, analitičke geometrije i omjere. Osmislili smo niz matematičkih zadataka i izradili digitalnu knjigu.

Dobivene izračune učenici su primijenili u digitalnom okruženju, izrađujući umanjene modele sidra i kormila u alatu Tinkercad. Programski pripremljeni modeli ispisani su primjenom 3D tehnologije. Pored toga, isti modeli izrađeni su ručno od drva i metala.

Izrađeni modeli i digitalna knjiga predstavljani su na Danima otvorenih vrata škole.

Rad potvrđuje da je matematika alat za razumijevanje svijeta kroz integraciju stvarnih objekata, interdisciplinarnog pristupa i digitalnih tehnologija. Projekt pokazuje da se takvim pristupom doprinosi smislenom učenju, te se omogućuje učenicima da matematiku dožive kao korisnu i primjenjivu.

Ključne riječi: interdisciplinarnost, matematičko modeliranje

Literatura:

1. Dakić, Elezović: Matematika 2, Element Zagreb
2. <https://www.tinkercad.com/>
3. <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>

Vidi nevidljivo : matematika u 3D svijetu

Marjeta Amanović, Marina Crvelin

marjeta.amanovic@skole.hr, marina.tonkovic@skole.hr

SSŠ Kralja Zvonimira, Knin; OŠ Gornja Poljica, Srijane

Prošireni sažetak

Matematika se u nastavnoj praksi često doživljava kao skup apstraktnih pravila i postupaka, što može dovesti do smanjene motivacije učenika i otežanog razumijevanja njezine svrhe. U obradi nastavne cjeline znanstvenog zapisa realnog broja učenici se često susreću s poteškoćama u razumijevanju veličina koje su izvan okvira njihova neposrednog iskustva. Kroz dugogodišnji rad u nastavi uočile smo da učenici mogu imati teškoća u predočavanju izrazito velikih i malih veličina, a nedostatak mogućnosti da ih povežu s konkretnim situacijama ponekad otežava njihovu interpretaciju i razumijevanje.

Motivacija za ovaj rad proizašla je iz potrebe da se apstraktni matematički sadržaji približe učenicima kroz vizualizaciju i ulogu aktivnih istraživača koji samostalno modeliraju podatke iz stvarnog svijeta. Suvremeni obrazovni pristupi naglašavaju da tehnologije proširene (AR) i virtualne stvarnosti (VR) mogu olakšati kognitivno procesiranje složenih matematičkih odnosa. Primjena ovih alata omogućuje učenicima vizualizaciju sadržaja koji su inače nevidljivi ljudskom oku. Takva vizualna podrška može biti od pomoći za razumijevanje znanstvenog zapisa realnog broja i primjenu potencija s cjelobrojnim eksponentima.

U središtu rada je nastavnička priprema realizirana kroz istraživačke aktivnosti: "U 3D svijetu geometrijskih tijela s GeoGebrom", „Zoološki vrt u učionici matematike“ i „Znanstveni zapis u svijetu planeta“. Koristeći AR aplikacije (GeoGebra 3D, AR 3D Animals i Planets AR), učenici su prikupljali realne podatke o geometrijskim tijelima, životinjama i planetima. Ključni dio aktivnosti bio je matematičko modeliranje: prikupljene informacije učenici su pretvarali u problemske zadatke namijenjene učenicima iz suradničke škole, čime je ostvarena korelacija s biologijom, fizikom i astronomijom.

Rezultati su pokazali iznimno visoku razinu angažmana i odgovornosti učenika. Brzo ovladavanje digitalnim alatima omogućilo je fokus na precizno formuliranje zadataka i točnost izračuna u znanstvenom zapisu. Suradnja osnovne i srednje škole potaknula je suradničko učenje kroz različite razine složenosti sadržaja, dok je vizualizacija u realnom prostoru omogućila učinkovitije usvajanje nastavnog gradiva.

Zaključno, AR alati predstavljaju snažan most između matematičke apstrakcije i stvarnosti. Iako njihova primjena zahtijeva precizno pedagoško vođenje i vremensko planiranje, ovi alati mogu biti od pomoći u nastavnom procesu i unaprijediti digitalne i matematičke kompetencije učenika. Ovakav pristup poučavanju potvrđuje vrijednost AR tehnologije u povećanju interesa za STEM područja i boljem razumijevanju nastavnih sadržaja.

Ključne riječi: aktivno učenje, proširena stvarnost, znanstveni zapis broja

Literatura:

1. Antunović, B. i sur. (2024): Matematika 8: Udžbenik matematike u osmom razredu osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb
2. Novak, S. (2020): Primjena virtualne stvarnosti u nastavi matematike, [https://repozitorij.pmf.unizg.hr/object/pmf:9409/FILE0]
3. Pletikosić, A. i sur. (2024): Matematika 1: Udžbenik matematike u srednjoj školi, Školska knjiga, Zagreb