

Međupredmetna povezanost matematike s ostalim predmetima razredne nastave

Mikulec, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:494366>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-08**

Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Teacher Education - Digital repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Lucija Mikulec

**MEĐUPREDMETNA POVEZANOST MATEMATIKE S
OSTALIM PREDMETIMA RAZREDNE NASTAVE**

Diplomski rad

Petrinja, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Lucija Mikulec

**MEĐUPREDMETNA POVEZANOST MATEMATIKE S
OSTALIM PREDMETIMA RAZREDNE NASTAVE**

Diplomski rad

Mentor rada:

doc. dr. sc. Goran Trupčević

Petrinja, rujan 2022.

Sadržaj

Sažetak	
Summary	
1. Uvod	1
2. Matematika oko nas	2
2.1. Matematika i prirodne znanosti	2
2.2. Matematika u umjetnosti	3
2.3. Matematika u tehnici	4
3. Matematika u nastavi	5
3.1. Domene.....	6
3.2. Ishodi iz kurikula	8
4. Korelacija i integracija	9
4.1. Unutarpredmetno i međupredmetno povezivanje.....	12
5. Povezivanje Matematike s drugim predmetima	14
5.1. Matematika i Hrvatski jezik	15
5.1.1. Primjeri povezivanja Matematike i Hrvatskog jezika	19
5.2. Matematika i Priroda i društvo	24
5.2.1. Primjeri povezivanja Matematike i Prirode i društva.....	26
5.3. Matematika i Likovna kultura	32
5.3.1. Primjeri povezivanja Matematike i Likovne kulture.....	34
5.4. Matematika i Glazbena kultura.....	37
5.4.1. Primjeri povezivanja Matematike i Glazbene kulture	38
5.5. Matematika i Tjelesna i zdravstvena kultura	42
5.5.1. Primjeri povezivanja Matematike i Tjelesne i zdravstvene kulture	44
5.6. Rasprava	48
Zaključak.....	53
Literatura	55

Sažetak

Matematika je neizostavan dio naših života, a matematičko je znanje nužno i u razumijevanju koncepata drugih područja poput društvenih studija, glazbe i umjetnosti. Važnost međupredmetnog povezivanja, osim u samoj vezi matematike s ostalim nastavnim područjima, očituje se i u načinu na koji učenici primaju i zadržavaju informacije. Primjenom interdisciplinarnosti u nastavi zadovoljavaju se koraci ostvarenja optimalnog učenja i učenicima se pružaju zaokružena cjelina i razumijevanje sadržaja na dubljoj razini. Pregledom kurikula nastavnih predmeta za osnovne škole i gimnazije donesenih 2019. godine mogu se pronaći poticaji za korelaciju u razradama odgojno-obrazovnih ishoda. U ovom su radu prikazani neki od načina na koje se međupredmetno povezivanje s Matematikom može provesti u praksi, a provedena je i analiza kurikula koja je, među ostalim, pokazala da se Matematika malo ili uopće ne spominje u kurikulumima ostalih predmeta, dok *Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* navodi mogućnosti korelacije matematičkih sadržaja sa sadržajima ostalih predmeta u gotovo polovici ukupnoga broja odgojno-obrazovnih ishoda obuhvaćenih razrednom nastavom. Hrvatski jezik i Priroda i društvo nastavni su predmeti koji se, prema kurikulumu, mogu povezati s matematičkim sadržajem u najvećoj mjeri, a sadržaji domene D-Mjerenje u tome su najzastupljeniji.

Donošenjem novog kurikula nastavlja se vrlo potrebna preobrazba tradicionalne nastave u suvremenu koja ispunjava zahtjeve modernoga društva, kojega je matematika neizostavan dio, no učitelji i nastavnici ne bi se u provedbi interdisciplinarnoga pristupa u nastavi trebali oslanjati isključivo na smjernice iz kurikula. Mogućnost međupredmetnog povezivanja mnogo je veća od one izravno navedene kurikulumom pa je dužnost svakog učitelja i nastavnika samostalno se informirati i usavršavati svoje nastavničke kompetencije sa svrhom pružanja sveobuhvatne i kvalitetne nastave.

Ključne riječi: Matematika, razredna nastava, međupredmetno povezivanje, integracija i korelacija

Summary

INTERDISCIPLINARY CONNECTION OF MATH AND OTHER SUBJECTS IN LOWER CLASSES OF PRIMARY SCHOOL

Mathematics is an indispensable part of our lives, and mathematical knowledge is also necessary in understanding the concepts of other fields such as social studies, music and art. The importance of cross-curricular connection, apart from the connection of mathematics with other teaching areas, is also evident in the way students receive and store information. By applying interdisciplinarity in teaching, the steps to achieving optimal learning are met and students are provided with a well rounded unit and understanding of the content on a deeper level. By reviewing the curriculum of teaching subjects for elementary schools and high schools adopted in 2019, incentives for correlation can be found in the elaboration of educational outcomes section. This paper aims to present some of the ways in which cross-curricular connections with Mathematics can be implemented in practice, and also discusses results of curriculum analysis, which showed, among other things, that Mathematics is little or not mentioned at all in the curricula of other subjects, while the *Curriculum of the subject Mathematics for elementary schools and high schools* lists the possibilities of correlation of mathematical contents with the contents of other subjects in almost half of the total number of educational outcomes included in early middle school teaching. The Croatian language and Nature and society are the subjects that, according to the curriculum, can be connected with the mathematical content to the greatest extent, and the contents of the domain D-Measurement are the most represented in this.

Implementation of the new curriculum continues the much-needed transformation of traditional teaching into a present day one that meets the demands of modern society, of which mathematics is a vital part. However, teachers should not rely exclusively on guidelines from the curriculum in implementing an interdisciplinary approach in teaching. The possibility of cross-curricular connection is much greater than that directly stated in curriculum, and it is the duty of every teacher to autonomously inform and improve their teaching competencies with the aim of providing comprehensive and high-quality teaching.

Keywords: Math, elementary school education, interdisciplinary connections, integration and correlation

1. Uvod

Matematika ima važnu ulogu u ljudskoj logici, mišljenju i općenito u životu od samog postanka svijeta. Prema riječima Rogera Bacona, slavnoga srednjovjekovnog pionira znanosti, matematika je ključ svih znanosti, a time je i usko povezana s njima i njihovim poučavanjem (O'Connor i Robertson, 2003). Odrednicama aktualne kurikularne reforme i eksperimentalnoga programa pod nazivom *Škola za život* učiteljima i nastavnicima daje se više slobode u odabiru sadržaja i metoda poučavanja sa svrhom poticanja samostalnosti, kreativnosti i spremnosti na cjeloživotno učenje kod učenika osnovnih i srednjih škola. Reforma time omogućuje i potiče primjenu interdisciplinarnoga pristupa nastavi koji podrazumijeva povezivanje sadržaja učenja u smislene logičke cjeline unutar jednog predmeta, a tako i između različitih predmeta, što bi učenicima trebalo bitno olakšati usvajanje nastavnog sadržaja, ali i omogućiti njegovu trajnu pohranu.

U skladu s kurikularnom reformom iz 2019. godine, koja u obrazovne programe implementira obilježja interdisciplinarnosti, ovim se diplomskim radom nastoji istražiti važnost interdisciplinarnosti u nastavi, prikazati već postojeću vezu Matematike s ostalim predmetima razredne nastave te predočiti mogućnosti međupredmetnog povezivanja proučavanjem literature i kurikula te primjerima iz prakse.

U drugom se poglavlju pobliže opisuje važnost matematike kao znanosti i njezina prisutnost i uloga u prirodnim i tehničkim znanostima te u umjetnosti.

Treće poglavlje donosi kratak pregled strukture nastavnoga predmeta Matematike u razrednoj nastavi kroz domene, temeljne odrednice i ishode učenja prema aktualnom kurikulu.

Četvrtim se poglavljem objašnjavaju interdisciplinarni pristup u nastavi, ciljevi i značajke korelacije i integracije te unutarpredmetno i međupredmetno povezivanje sadržaja u planiranju nastave i u izvedbi nastavnoga procesa.

U petom se poglavlju sustavno prikazuje povezanost sadržaja nastavnoga predmeta Matematike s Hrvatskim jezikom, Prirodom i društvom, Likovnom kulturom, Glazbenom kulturom te Tjelesnom i zdravstvenom kulturom promatranjem literature i primjerima iz prakse. Analizom *Kurikuluma za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije*

prikazuje se i razmatra dana mogućnost korelacije Matematike unutar okvira odgojno-obrazovnih ishoda kurikula.

2. Matematika oko nas

Teško je zamisliti dan bez matematike. Od jednostavnih radnji računanja novca potrebnog za kupnju do mjerenja sastojaka i računanja vremena potrebnoga za pripremu jela, matematika je sastavni dio naših života. Ona ističe svaki proces i obrazac koji se događa u svijetu i neizostavan je dio svih znanosti, zbog čega se s pravom naziva kraljicom znanosti i njezinim jezikom. Matematika se danas primjenjuje diljem svijeta kao osnovni alat u proučavanju mnogih područja, uključujući prirodne znanosti, tehniku i umjetnost.

2.1. Matematika i prirodne znanosti

Prirodne znanosti definirane su kao „akademske discipline koje obrađuju ukupnost organiziranog i sustavnoga znanja zasnovanoga na iskustvu (opažanje, eksperimentiranje) te na racionalnom uvidu u području prirodne zbilje (prirodne pojave i procesi)“ (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021a). U prirodne se znanosti ubrajaju biologija, fizika, kemija i bioznanosti te iz njih izvedene discipline. Dok se neke od njih poput primijenjene znanosti, koriste tek rezultatima matematike i osnovnih znanosti, druge su bez nje gotovo nezamislive. Mnoge se prirodne znanosti bave problemima koji se mogu prikazati brojevima i geometrijskim figurama, a znanstvenici istražuju njihove veze i zakone provodeći eksperimente i koristeći se rezultatima za razvoj novih modela i teorija.

Praćenja promjena živih bića i mjerenje vremena nužan su dio razumijevanja prirodnih pojava u biologiji i iziskuju uporabu osnovnog oblika matematike za daljnju obradu rezultata i donošenje zaključaka. Dodig (2017) matematiku u biologiji prikazuje kroz primjere zlatnog reza u rasporedu latica ruža, listova u biljkama, galaksijama i ljudskom tijelu, no i u kombinatorici DNA računanjem ukupnih sljedova nukleotida u DNA, što je biozima posebno zanimljivo jer svaka kombinacija nukleotida rezultira drukčijom informacijom (genetičkom uputom), a time i biološkim karakteristikama kao što su boja očiju, visina, boja kose i dr.

Matematika je možda jezik znanosti, ali matematika u fizici poseban je dijalekt tog jezika. Fizičari imaju tendenciju miješati konceptualnu fiziku s matematičkim simbolizmom, što duboko utječe na način na koji se jednadžbe primjenjuju i tumače. Uporaba matematike u

fizici ima svrhu predočivanja značenja o fizičkim sustavima, a ne izražavanja apstraktnih odnosa (Redish, 2006). Algebra prvo pruža pisani algebarski oblik za izražavanje matematičkih ideja, a zatim i za izražavanje odnosa, što iziskuje mnogo više razine matematičkoga znanja i razumijevanja.

Kemija uključuje stvaranje molekula iz atoma koji se prirodno pojavljuju u svijetu te se od samih njezinih početaka matematika rabi za stvaranje kvantitativnih i kvalitativnih modela kao pomoći u razumijevanju elemenata koji čine molekule. Mjerenja vezana za atomske čestice velik su dio onoga što je kemija. Protoni, neutroni i elektroni imaju masu i električni naboj koji se mogu mjeriti, a njihovi su obrasci pomogli kemičarima da steknu uvid u prirodu atoma i molekule koje ti atomi mogu tvoriti. Jedna od interakcija matematike i kemije koja je sada toliko poznata da se uzima zdravo za gotovo jest način na koji se određene količine uravnotežuju ili čuvaju kada dođe do kemijske reakcije. U kemijskoj reakciji mase ulaznih tvari u reakciju moraju biti jednake masama proizvoda nastalih reakcijom. Kemičari se također od samog početka koriste geometrijskim oblicima u svrhu izrade dijagrama za pomoć u razmišljanju o problemima koji uključuju molekule i za pomoć u prikazivanju njihovih strukturnih formula (Malkevitch, bez dat.).

2.2. *Matematika u umjetnosti*

Kad pogledamo koje je matematičko znanje likovnim umjetnicima potrebno za stvaranje, započinjemo s linijama od kojih dolazimo do geometrijskih likova i tijela, vizualne udaljenosti i perspektive. Većina oblika koji se nalaze u prirodi mogu se predočiti osnovnim geometrijskim figurama kao što su trokut, pravokutnik, kvadrat, kocka, piramida, cilindar ili kugla itd. Dlan ruke u likovnoj se umjetnosti može prikazati kao kvadrat ili kocka, a planina bi mogla biti piramida, odnosno trokut. Prostor i ploha veoma su bitni elementi u slikarstvu i kiparstvu. Tijekom stvaranja skulpture kipar vodi brigu o prostoru, dimenzijama, težištu komplementarnim skupovima i geometrijskim oblicima koje će iskoristiti (Biller, 1995).

Perspektiva ili način na koji je prikazan prostor na ravnoj plohi jedan je od temeljnih elemenata koje proučavamo pri analizi slike. Perspektivom se slikari služe za postizanje iluzije o dubini prostora te, iako postoji više varijanata perspektiva, najčešće se primjenjuje linearna. Još nazivana i geometrijskom, pravilna ili matematička, linearna perspektiva temelji se na prirodnom zakonu kojim se udaljivanjem od promatrača likovi smanjuju razmjerno udaljenosti i svi nestaju u jednoj točki (Sruk, 2019).

Isprepletenost matematike i umjetnosti vidimo i u samoj činjenici da su mnogi veliki svjetski umjetnici ujedno bili i matematičari, fizičari, inženjeri i izumitelji, a kao primjer može se uzeti veliki Leonardo da Vinci i njegovo poznato djelo *Vitruvijev čovjek* koje označuje iznimnu vezu geometrije, likovne umjetnosti i biologije.

Matematika u glazbi nije ništa manje prisutna. Već promatrajući temeljna obilježja glazbe kao što su kompozicija, ritam i mjera te sama obilježja zvuka (frekvencija, zvučni valovi, rezonancija...) može se zaključiti kako je matematika njihov neizostavan dio (Sruk, 2019). Osim očitoga matematičkog utjecaja na samo nazivlje notnih vrijednosti (osminka, četvrtinka, polovinka...), za skladanje i izvođenje glazbenog djela potrebno je dobro poznavanje pojmova dobe, osnovne jedinice vremena u glazbi, i mjere koju nalazimo na početku svake partiture glazbenog djela, a koja se prikazuje razlomkom, pri čemu brojnik označuje broj doba unutar jednog takta, a nazivnik označuje jedinicu mjere, tj. vrijednost jedne dobe (Adžaga, 2016). Pri stvaranju skladbe autor se koristi kombiniranjem i zbrajanjem notnih vrijednosti i njihovih pauza kako bi postigao sklad i harmoniju u svojem djelu. Elizabeta Adžaga prikazuje ulogu matematike i u računanju akustičkih obilježja prostora, refleksije zvuka, difrakcije zvučnog vala te apsorpcije i difuzije zvuka kao bitnih čimbenika u izvođenju glazbe (Adžaga, 2014). Nije teško razumjeti odakle misao Abdulaha Sidrana, bosanskohercegovačkog književnika i filmskog scenarista: „Možda su matematika i muzika jedno te isto... samo što se jedno vidi, a drugo čuje... Muziku ne možeš vidjeti, matematiku ne možeš čuti... a možda su isto...” (Sruk 2019; str. 22).

2.3. Matematika u tehnici

Dok je u umjetnosti, samo naizgled, manje prisutna, u tehnici koja se zasniva na spoznajama prirodnih znanosti, ponajprije fizike i kemije, naslijeđenim znanjima i vještinama te planiranjem i matematičkim proračunima opće je poznata potreba za matematikom. Sistematizacija tehničkih znanosti jest kompleksna i razlikuje se po zemljama, a u Republici Hrvatskoj brodogradnja, elektrotehnika, građevinarstvo, metalurgija, računalstvo, strojarstvo, tehnologija prometa i transporta, zrakoplovstvo, raketna i svemirska tehnika samo su neka od polja tehnike s njima pripadajućim granama poput automatike, energetike, zaštite okoliša i dr. (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021b).

Šćepanović u svojem radu prikazuje matematiku u arhitekturi, još jednom velikom polju tehnike, analizirajući svjetski poznate primjere moderne arhitekture poput crkve *Air Force Academy Cadet Chapel* te planetarija *Tycho Brahe Planetarium* stavljajući ih u kontekst

matematičkih oblika i razmjera. Za mogućnost stvaranja modernih i klasičnih arhitekturnih čuda, ali i tradicionalnih izdržljivih i svrsishodnih građevina možemo zahvaliti upravo matematičkim izračunima prostora, ploha, krivulja i drugih bitnih elemenata građevine (Šćepanović, 2015).

3. Matematika u nastavi

Prema *Kurikulumu nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (2019), jedna od svrha nastave Matematike jest razvoj matematičke pismenosti kao preuvjeta za cjelokupni razvoj pojedinca kao individue i aktivnoga člana zajednice. Na stranicama OECD-a, *Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj*, matematička se pismenost objašnjava kao sposobnost pojedinca da matematički zaključuje i formulira te uporabljuje i tumači matematiku za rješavanje problema u različitim kontekstima stvarnoga svijeta (Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj [OECD], 2022)

Matematičke kompetencije, kako je navedeno u preporukama Europske komisije, jedne su od ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje. Prijeko potrebna znanja iz matematike uključuju solidno poznavanje brojeva, mjera i struktura, osnovnih operacija te razumijevanje matematičkih pojmova i koncepata. Pojedinaac treba posjedovati vještine za primjenu osnovnih matematičkih principa i procesa u svakodnevnim kontekstima kod kuće i na poslu (npr. financijske vještine) te bi trebao biti sposoban rasuđivati matematički, razumjeti matematički dokaz i komunicirati matematičkim jezikom, koristiti se odgovarajućim pomagalicama, uključujući statističke podatke i grafove (European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, 2019).

Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije (2019) navodi da matematička pismenost pomaže pojedincima da upoznaju ulogu koju matematika ima u svijetu i da donose dobro utemeljene prosudbe i odluke koje su potrebne konstruktivnim, angažiranim i promišljenim građanima 21. stoljeća. Na temelju usvojenih znanja, vještina i procesa na nastavi Matematike učenici bi trebali moći: primijeniti matematički jezik u obradi informacija te u usmenome i pismenom izražavanju; rješavati problemske situacije; matematički rasuđivati promišljanjem i argumentiranim raspravama; razviti svijest i samopouzdanje o svojim matematičkim sposobnostima i pozitivan odnos prema radu i matematici te prepoznati vrijednost i ulogu matematike u funkcioniranju i dobrobiti društva.

Pozitivan, odnosno negativan odnos prema matematici jedan je od problema u našem društvu. Kada se govori o poteškoćama u učenju, poteškoće u učenju matematike društveno su prihvaćene i smatra ih se nečim uobičajenim i neizbježnim. Prema izvješću PISE iz 2018. godine, oko 69 % učenika u Hrvatskoj postiglo je 2. ili višu razinu matematike, dok je prosjek, prema OECD-u, 76 %, što upućuje na ispodprosječne rezultate hrvatskih petnaestogodišnjaka. Prosječan uspjeh u području čitanja i matematike u Hrvatskoj je stabilan od početka sudjelovanja u PISA-i (od 2006. godine), što pokazuje da je reforma sustava odgoja i obrazovanja bila itekako nužna (Avvisati i sur., 2019).

Promatrajući istraživanja provedena u nižim razredima osnovne škole, ovaj problem nije vidljiv kao u srednjoškolskom obrazovanju. Učenici razredne nastave u najvećem broju slučajeva matematiku smatraju izrazito zanimljivim predmetom ispunjenim različitim zadacima, matematičkim problemima i igrama (Mišurac Zorica i Cvitanović, 2012). Postavlja se pitanje je li razlog loše reputacije koja je dodijeljena matematici sama matematika ili angažiranost nastavnika u kreiranju smislene i kvalitetne nastave prilagođene psihofizičkim potrebama učenika.

Zbog složenosti i specifičnosti ovoga nastavnog predmeta te radi dubinskog razumijevanja matematičkih pojmova, procesa i koncepata, nužna je primjena načela postupnosti. Visok stupanj apstraktnosti u matematici također iziskuje dobru metodičku prerađu (Mišurac Zorica i Cvitanović, 2012). Uzimajući u obzir intelektualna ograničenja određenih dobnih skupina, u razrednoj nastavi to podrazumijeva poučavanje sadržaja kroz učenicima bliske situacije i na konkretnim primjerima. Zbog izrazite hijerarhije logičkoga slijeda u poučavanju sadržaja matematike zahtijeva se potpuno poznavanje osnovnih sadržaja kao preduvjet za svladavanje složenijih (Mišurac Zorica i Cvitanović, 2012).

3.1. Domene

Nastava predmeta Matematika ostvaruje se povezivanjem domena i matematičkih procesa: „prikazivanje i komunikacija, povezivanje, logičko mišljenje, argumentiranje i zaključivanje, rješavanje problema i matematičko modeliranje te primjena tehnologije“ (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019; str. 7).

Domene toga nastavnog predmeta proizlaze iz potrebe za grupiranjem srodnih matematičkih ideja oko kojih se izgrađuju koncepti i grane matematike. Udio pojedine domene u godini učenja određuje se uzimajući u obzir razvojne sposobnosti učenika, a aktualni kurikulum navodi ih pet: A – Brojevi, B – Algebra i funkcije, C – Oblik i prostor, D –

Mjerenje i E – Podatci, statistika i vjerojatnost (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019). Iz samog tumačenja domena već su jasno vidljive mogućnosti korelacije i nužnost međupredmetnog povezivanja sadržaja.

Domena „Brojevi“ odnosi se na izvođenje osnovnih aritmetičkih postupaka i usvajanje osnovnih apstraktnih pojmova matematike, broja i skupa, krećući se od skupa prirodnih brojeva s nulom prema skupovima cijelih, racionalnih, iracionalnih, realnih i kompleksnih brojeva. Znanja usvojena u toj domeni čine temelje za daljnje matematičko obrazovanje i nužna su za svakodnevno funkcioniranje u svim aspektima života (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

„Algebra je jezik za opisivanje pravilnosti u kojemu slova i simboli predstavljaju brojeve, količine i operacije, a varijable se upotrebljavaju pri rješavanju matematičkih problema“ (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019; str. 12). „Algebra i funkcije“ domena je u kojoj se učenici koriste različitim vrstama prikaza, izgrađuju algebarske izraze, grafove i tablice te uočavanjem pravilnosti i ovisnosti određuju funkcije prikazujući ih algebarski (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

Područje geometrije obuhvaćeno je domenom „Oblik i prostor“ u kojoj učenici proučavaju oblike, njihov položaj i odnos, rastavljaju ih i sastavljaju, izvode geometrijske transformacije te tvrdnje i pretpostavke dokazuju algebarskim izrazima i crtežima sa svrhom pronalaska primjene matematičkih rješenja u svakodnevnome okruženju (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

Sadržajem iz domene „Mjerenje“ učenici će povezati matematiku s vlastitim iskustvom, ostalim nastavnim područjima i sa svakodnevnim životom. Nakon usvajanja standardnih mjernih jedinica za duljinu, masu, volumen, površinu, brzinu, kut, temperaturu i novac koristit će se njima za procjenjivanja, preračunavanja i mjerenja te interpretiranje rezultata (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

Posljednja domena „Podatci, statistika i vjerojatnost“ temelji se na postupcima prikupljanja, obrade, analize i prikaza podataka u pravilnom obliku primjenjujući jezik statistike. Uočavanje zajedničkih elemenata među podacima ima za svrhu predviđanje ishoda i događaja, odnosno izračunavanje vjerojatnosti (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

3.2. *Ishodi iz kurikula*

Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije iz 2019., osim opisa i svrhe predmeta, odgojno-obrazovnih ciljeva učenja i poučavanja te strukture, navodi i odgojno-obrazovne ishode po razredima i organizacijskim područjima, domenama.

Pri opisu pojedinoga odgojno-obrazovnog ishoda navedeni su sljedeći elementi:

„– odgojno-obrazovni ishod

– razrada ishoda

– odgojno-obrazovni ishodi na razini usvojenosti »dobar« na kraju razreda

– sadržaji

– preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda“ (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019; str. 15).

Odgojno-obrazovni ishodi jasan su i sažet opis toga što se od učenika očekuje u pojedinoj domeni ili konceptu, ovisno o godini učenja nastavnoga predmeta. Ishodi mogu označivati određena znanja i vještine te stavove, odnosno vrijednosti. Razradom ishoda dodatno se preciziraju odgojno-obrazovna očekivanja i aktivnosti u sklopu pojedinog ishoda. U odjeljku „sadržaji“ navode se najvažniji odgojno-obrazovni sadržaji ili teme koje se realiziraju u sklopu tog ishoda (npr. skup prirodnih brojeva do 20 i nula, brojka, brojeva riječ, brojeva crta...). Odgojno-obrazovni ishodi daju odgovor na pitanja što će učenici znati, moći učiniti i koje će stavove ili vrijednosti razviti u određenoj domeni na kraju odgojno-obrazovnog razdoblja (Nacionalni dokument okvira za vrednovanje procesa i ishoda učenja u osnovnoškolskome i srednjoškolskome odgoju i obrazovanju, 2017). To se sažeto prikazuje u stupcu „odgojno-obrazovni ishodi na razini usvojenosti »dobar« na kraju razreda“. Preporukama za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda pobliže se opisuju sadržaji i daju primjeri aktivnosti kojima se ishodi mogu ostvariti u nastavi. Prikazuju se načini na koje se sadržaj može objasniti učenicima te se navode ključni postupci i ograničenja (npr. upozorava se na to da se u prvome razredu ne vrednuje primjena riječi brojka, brojeva riječ ili znamenka) (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

4. Korelacija i integracija

Učenje i pamćenje nerazdvojni su pojmovi jer, naposljetku, pamćenje je jedini dokaz da smo nešto naučili (Jensen, 1995). U idealnim uvjetima rezultat učenja trebalo bi biti stvaranje dugotrajnog pamćenja koje bi nam omogućilo primjenu naučenih znanja i vještina u svako vrijeme na svakome mjestu, što je jedan od ciljeva cjeloživotnog učenja. Unatoč tomu, učenje se danas često svodi na puko kratkotrajno pamćenje sadržaja bez razumijevanja. Potrebu za korelacijom i integracijom u nastavi možemo potražiti upravo u psihologiji učenja.

Kako navodi Jensen (1995) u svojoj knjizi *Super-nastava* učenje se provodi na tjelesnoj, emocionalnoj, bihevioralnoj i staničnoj razini istodobno i događa se jačanjem sinapse, odnosno stvaranjem sinaptičkih veza u mozgu. Nove veze ne možemo stvarati bez novih interakcija, radnji i vježbi, onoga što u tradicionalnim školama prepunima frontalne i pasivne nastave nedostaje. Čovječanstvo je napredovalo do onoga na čemu smo danas upravo eksperimentirajući i tražeći nove načine prilagodbe uvjetima u kojima se nalazi, a standardizirani testovi onemogućuju upravo to, potrebu za istraživanjem i prilagodbom, čime se ujedno zaustavlja i razvijanje „pametnog mozga“ jer ono zahtijeva visoke procese kritičkog mišljenja, kreativnosti i alternativnih metoda.

Jensen jednadžbu za to kako učimo najbolje prikazuje na sljedeći način.

Osobna povijest (uvjerenja, iskustva, vrijednost, znanje) + sadašnje okolnosti (okolina, osjećaji, ljudi, kontekst, ciljevi, raspoloženje) + input (5 osjetila; vizualno, auditivno, kinestetičko, olfaktorno ili gustatorno) + obrada (preferencije u učenju; stanja, lijeva/desna hemisfera, limbično, apstraktno ili konkretno) + značenje (povezivanje iskustva, podataka i podražaja da se formiraju zaključci i stvore obrasci koji daju značenje našem životu) + odgovor (7 vrsta inteligencije; verbalno-lingvistička, prostorna, tjelesno-kinestetička, glazbeno-ritmična, intrapersonalna, matematičko-logička, interpersonalna) = optimalno učenje! (Jensen, 1995).

Promatrajući sve čimbenike optimalnog učenja možemo zaključiti kako je pri učenju novog sadržaja bitno učenicima omogućiti primanje informacija putem različitih kanala (živa riječ, konkretan materijal, slikovni prikaz itd.), uzimajući u obzir učeničke životne situacije i mogućnosti te tražeći veze i značenja u naučenom sadržaju. Ako učenicima ne omogućimo

ovakvo učenje i poučavanje ne možemo očekivati da iz učionice i konačno, obrazovnog sustava, iziđu s trajnim, cjeloživotnim znanjem koje će znati kada i na koji način primijeniti.

Korelacija i integracija u nastavi imaju za cilj upravo ovo, optimalnost učenja. Korijeni integrirane nastave mogu se pronaći još u 19. stoljeću pojavom prvih kritika tradicionalne nastave. Suvremenim konstruktivizmom utemeljenim na teorijama Jeana Piageta i Lava Vigotskog u tradicionalnom razredu nastoji se smanjiti sljedeće:

- frontalno poučavanje
- pasivnost u učenju
- nagrađivanje tišine
- površna obrada velike količine materijala
- standardizirani testovi
- učenje napamet činjenica i detalja (Čudina-Obradović i Brajković, 2009).

Ovakvi se nedostaci žele zamijeniti učenjem iz iskustva i konkretnog materijala, aktivnim učenjem, naglaskom na procesima mišljenja i učenikovom samostalnošću, čime bi se učenikova misaona aktivnost usmjerila prema povezivanju različitih spoznaja i cjelovitom razumijevanju života i njegovih pojava, što bi za cilj imalo trajno znanje primjenjivo u svim životnim situacijama (Čudina-Obradović i Brajković, 2009).

Integrirano poučavanje, interdisciplinarno poučavanje, holističko poučavanje, korelacija, tematsko poučavanje i slično sve su samo „pokušaji povezivanja učenikovog procesa učenja iz različitih disciplina u cjelinu koja objašnjava neku pojavu, pojam, središnju misao ili temu“ (Čudina Obradović i Brajković, 2009; str. 22).

Korelacija, najjednostavnije rečeno, označuje suodnos ili međusobnu povezanost, a u nastavi se korelacijom nastoji ostvariti povezanost znanja u jednu harmoničnu cjelinu, čime bi učenici mogli stjecati znanja i vještine brže i s više razumijevanja (Salopek, 2012). Čudina Obradović i Brajković (2009) korelaciju objašnjavaju kao oblik integriranog poučavanja pri kojemu se povezuju isti pojmovi kroz dva ili više različitih područja.

Korelacije, prema Salopek (2012), mogu biti tematske i strukturalne, pri čemu se za tematske odabire tema, a za strukturalne pojam. Tematskom se korelacijom uspoređuje ono o čemu se govori, odnosno kroz predmete se provlači zajednička tema npr. proučavamo obilježja proljeća na satu Prirode i društva, čitamo priče i pjesme s tematikom proljeća na satovima Hrvatskog jezika, proljeće prikazujemo kroz sliku na satu Likovne kulture.... Prema

Skupnjak (2009), tematske se korelacije i integracije u razrednoj nastavi najčešće ostvaruju kroz prigodne teme poput Dana kruha, Božića ili kroz teme iz Prirode i društva, primjerice, Proljeće, Promet, Zdravlje, Obitelj. U tematskim se korelacijama sadržaji matematike ne pojavljuju često, većinom kroz poneki tekstualni zadatak, no to ne znači da moramo izmišljati čuda samo kako bismo matematiku „ugurali“ u sadržaj. Veze je potrebno uspostavljati, no ne i forsirati. Ako ne postoji prirodna veza nekog sadržaja, neće imati smisla jer se njome neće povećati uspješnost odgojno-obrazovnog učinka.

Huzjak (2002) potiče uporabu strukturne korelacije za koju smatra da je mnogo korisnija i zanimljivija. U strukturnoj korelaciji kroz nastavne satove umjesto teme provlačimo sadržajni pojam, npr. linija, ritam, simetrija i slično. Strukturnom korelacijom učenicima omogućujemo stvaranje spoznaja o strukturi, odnosno unutarnjem uređenju svijeta u kojem živi putem neočitih veza. Za primjer Huzjak (2001) prikazuje odnos brojeva 13 i 26, maloga i dvostruko većega čekića te djeteta visokog 90 cm i odrasloga čovjeka visokog 180 cm. Tematski se u ovom odnosu ne može pronaći nikakva poveznica, no, proučivši odnose u kojima se nalaze elementi, dolazimo do zajedničkog nazivnika, omjera dvostruke vrijednosti. Strukturu dakle možemo opisati kao nevidljivo vezivo koje drži neku pojavu na okupu.

Integracija znači povezivanje, spajanje dijelova u cjelinu te ima svrhu širenja i produbljanja pogleda na svijet provođenjem jedne teme kroz više područja ili predmeta i izražavanjem različitim načinima (usmeno, pismeno, likovno ili glazbeno). „Dakle, kada je riječ o korelaciji, u jednom se području ili predmetu spominju, opisuju i traže primjeri istog pojma ili pojave u drugom području ili predmetu. Možemo reći da je korelacija, zapravo, najlabaviji stupanj integracije“ (Salopek, 2012; str. 8).

Razredna je nastava zbog svojih specifičnosti idealno razdoblje za provođenje integrirane nastave. Jedan učitelj koji planira i kontrolira učenje i poučavanje više različitih predmeta lako može uskladiti teme i sadržaje tijekom mjesečnog ili dnevnog planiranja nastave. U predmetnoj je nastavi korelacije teže izvesti, no ne i nemoguće, zahtijevaju samo dobro timsko planiranje i trud (Skupnjak, 2009).

Dok je korelacija najlabaviji stupanj integracije, integrirani dan najveći je oblik. Integriranim danom više predmeta integrira se oko zajedničke teme te nije ograničen samo na nastavni sat i školu, već se često proširuje u učeničke projekte. Ovakav oblik nastave obilježava aktivno učenje s visokim stupnjem samostalnosti te zahtijeva dobru pripremu i planiranje (Salopek, 2012). Integrirani dan moguće je realizirati u tri varijante koje se u praksi

često kombiniraju, a započinje dogovorom s učenicima što će se toga dana raditi. Prva varijanta integriranog dana zasniva se na fleksibilnosti vremena koje se strukturira po potrebi, dok učenici zajedno odrađuju iste sadržaje. U drugoj varijanti učenici podijeljeni u nekoliko većih skupina rade na svojim vlastitim zadacima te se nakon nekoga vremena mijenjaju. Treća varijanta u središte stavlja učenikovu samostalnost i odgovornost u ostvarenju zadataka, a učenik u kontroli ima i slijed i vrijeme koje će potrošiti na zadatke. Na kraju integriranog dana učenici s učiteljima raspravljaju o provedenim aktivnostima (Bognar i Matijević, 2005).

Zadaća je integracijsko-korelacijskog sustava razvijati sposobnost zapažanja i otkrivanja stvaralačkoga pristupa temi, razvijati maštu i stvaralaštvo, otkriti koji su to zajednički, a koji različiti dijelovi sadržaja koji se uči, razviti sposobnost logičkog i kritičkog mišljenja i zaključivanja te procjenjivanja sposobnosti (Salopek, 2012).

4.1. Unutarpredmetno i međupredmetno povezivanje

Korelacija u nastavi ostvaruje se na dvjema razinama: korelacija sadržaja unutar nastavnoga predmeta (unutarpredmetna korelacija) i korelacija sa sadržajem ostalih predmeta (međupredmetna korelacija). Korelacije provedene kroz sadržaj poučavan u istom godištu, odnosno razredu, pripadaju horizontalnoj korelaciji, dok se povezivanje sadržaja među različitim godinama naziva vertikalnom korelacijom (Šimunović, 2006).

Međupredmetne veze određuju zajedničke svrhe različitih predmetnih područja. Zajednički nazivnik ili 'crvena nit' koja povezuje pojedine predmete jest prijenos strategija učenja, podataka, koncepata, pravila, vještina mišljenja, emocija, gledišta, komunikacija itd. (Siherl-Kafol, 2008, prema Huzjak, 2016). Nepovezano se znanje ne usvaja lako i lako se zaboravlja pa je stoga potrebno uspostaviti i izvršiti prijenos znanja, odnosno prijenos učinka učenja iz jednoga predmetnog područja u drugo (Huzjak, 2016). Međupredmetne korelacije mogu biti sadržajne ili metodičke. Metodičke se korelacije odnose na povezivanje nastavnih metoda rada tipičnih za neke predmete (Šimunović, 2006), pa se tako u Hrvatskom jeziku i Matematici može naći zajednička metoda rada na tekstu (npr. rješavanje tekstualnih zadataka). Sadržajna međupredmetna povezanost očituje se u zajedničkom odnosu sadržaja različitih školskih predmeta (npr. ravne i zakrivljene crte u Likovnoj kulturi i Matematici) (Šimunović, 2006). Moglo bi se reći da su metodičke međupredmetne korelacije već prirodno implementirane u nastavni proces i nije ih potrebno planirati, dok sadržajne korelacije mogu biti već postojeće u samome nastavnom programu i udžbenicima, ali i ne moraju, nego ih učitelji mogu sami pronaći i provesti s pomoću raznih aktivnosti.

Korelacija i integracija čine i sastavni dio kurikula za nastavni predmet Matematiku za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. Primjere međupredmetnog povezivanja možemo vidjeti u razradi ishoda tijekom svih osam razreda osnovne škole.

Tablica 1.

Primjer naznačenosti mogućnosti korelacije u razradi ishoda u kurikulumu iz Matematike

odgojno-obrazovni ishodi	razrada ishoda	odgojno-obrazovni ishod na razini usvojenosti »dobar« na kraju razreda
MAT OŠ A.1.3. Koristi se rednim brojevima do 20.	Čita i zapisuje redne brojeve. Uočava redoslijed i određuje ga rednim brojem. Razlikuje glavne i redne brojeve. Korelacija s Hrvatskim jezikom, Prirodom i društvom i Tjelesnom i zdravstvenom kulturom.	Rednim brojevima prikazuje redoslijed i određuje prvoga i posljednjega u redu.

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Kao što se može vidjeti u tablici 1., već u prvom razredu osnovne škole naznačena je mogućnost provedbe povezivanja Matematike s Hrvatskim jezikom, Prirodom i društvom te Tjelesnom i zdravstvenom kulturom pri poučavanju rednih brojeva, a na isti način i za većinu drugih tema. Budući da se ishodima navode ključni pojmovi čije se poznavanje vrednuje i čije se povezivanje s drugim predmetima potiče, možemo zaključiti kako su korelacije u kurikulumu u velikoj mjeri strukturne.

5. Povezivanje Matematike s drugim predmetima

Velika je većina učenika svjesna važne uloge koju matematika ima u njihovu životu, no sama nastava matematike uglavnom im je dosadna i uče je radi ocjene koja im je najjača motivacija (Benček i Marenić, 2006).

Na učenje matematike možemo ih motivirati na dva načina:

- 1) pokazati učenicima svrhu učenja matematike kroz primjenu matematičkih znanja u svakodnevnom životu,
- 2) učenje matematike predočiti kroz učenje drugih područja umjetnosti i znanosti.

(Dražić i Jurasić, 2013).

Učitelji razredne nastave u izvrsnoj su poziciji za provođenje međupredmetnog povezivanja jer u svakom trenutku imaju mogućnost prilagoditi i prenamijeniti sadržaj i ciljeve nastave kako bi zadovoljili potrebe učenika. Matematiku najčešće zamišljamo u vezi s predmetima poput Prirode i društva, no ostali predmeti također pružaju veliku mogućnost korelacije sadržaja s matematičkim. Korelaciju u nastavi možemo iskoristiti na više načina, a danas su najraširenija dva:

- 1) Korelaciju koristimo kao nastavnu metodu na način da se u sklopu primarne nastave matematike pozovemo na postojeća znanja i vještine iz drugih nastavnih predmeta;
- 2) Nastavu organizirati interdisciplinarno na način da se u isto vrijeme kroz istu temeljnu temu obrađuje gradivo iz nekoliko predmeta, pri čemu se nastavne teme matematike i ostalih predmeta mogu prožimati u većoj ili manjoj mjeri. (Dražić i Jurasić, 2013, str. 157)

Dok su neke korelacije poput povezanosti s fizikom u nastavi matematike već prirodno implementirane, ostale će učitelji i nastavnici sami trebati otkrivati. Iako priprema ovakve interdisciplinarne nastave zahtijeva dvostruko više vremena od pripreme klasičnog sata, zadovoljstvo i uspješnost učenika trebali bi svakom učitelju biti povod za ulaganje više truda u planiranje nastavnoga procesa (Dražić i Jurasić, 2013).

5.1. Matematika i Hrvatski jezik

Hrvatski jezik u izravnoj je vezi sa svim ostalim predmetima razredne nastave samim time što je jezik poučavanja te je gotovo nemoguće ignorirati golemu mogućnost povezivanja sadržaja Hrvatskog jezika sa svim ostalim predmetima, a tako i s Matematikom. Nastava predmeta Hrvatski jezik organizirana je u trima međusobno povezanim predmetnim područjima: hrvatski jezik i komunikacija, književnost i stvaralaštvo te kultura i mediji.

Hrvatski jezik i komunikacija obuhvaćaju jezične djelatnosti slušanja, čitanja i pisanja i odnosi se na ovladavanje komunikacijom stjecanjem jezične kompetencije na hrvatskome standardnom jeziku. Književnost i stvaralaštvo temelji se na čitanju i recepciji književnih tekstova radi njihovih osobnih, nacionalnih, društvenih, kulturnih i estetskih vrijednosti, a predmetno područje kultura i mediji odnosi se na „istraživanje veza između tekstova i njihovih oblika, između kultura življenja i društvenih odnosa, međuodnosa autora i publike te visoke umjetnosti i popularne kulture“ (Kurikulum nastavnog predmeta Hrvatski jezik za osnovne škole i gimnazije, 2019; str. 10). Mutak navodi kako korelacija matematike i hrvatskog jezika postoji na više razina:

1. etimologija i matematika = nazivi pojmova, postupaka ili operacija (supstitucija, kolinearnost, diskriminanta, postotak, promil) - mnoge riječi u matematici u svojem korijenu imaju uputu kako nešto napraviti,
2. gramatika i matematika = postojanje pravila koja treba naučiti napamet (npr. sibilizacija: k,g,h ispred i mijenjaju se u c,z,s; formula za kvadrat binoma)
3. čitanje s razumijevanjem (Mutak, 2013, str. 182).

Dražić i Jurasić navode i veliku ulogu književnosti u nastavi matematike i, prema Astrid Beckmann, prikazuju tri kategorije književnih tekstova kojima se učitelji mogu koristiti u nastavi matematike, a to su:

- „1) tekstovi u kojem se matematički sadržaji pojavljuju u malom dijelu ukupnog teksta,
- 2) kratki tekstovi koji se u cijelosti bave matematikom,
- 3) opsežni književni tekstovi koji su u cijelosti posvećeni matematičkim sadržajima.“ (Dražić i Jurasić, 2013; str. 157).

Dok u Hrvatskoj tekstovi treće vrste gotovo i ne postoje, tekstovi druge kategorije česta su pojava u školskim udžbenicima, posebice u onima za niže razrede jer ovamo pripadaju različite brojalice i pjesmice kojima učenici usvajaju osnovne sadržaje i definicije.

Tekstovi prve kategorije odnose se na sva književna djela u kojima se može pronaći bilo koja količina i opsežnost matematičkog sadržaja poput Verneova *Put na mjesec* u kojem se mogu pronaći matematički sadržaji parabole i hiperbole. Tekstovi u kojima pak nema nikakvih matematičkih sadržaja također mogu pronaći primjenu u nastavi matematike čineći idealnu podlogu za postavljanje zadataka (Dražić i Jurasić, 2013).

Dražić i Jurasić navode i neke mogućnosti uporabe književnog teksta u nastavi matematike. Matematičkom lektinom učenike se potiče na čitanje književnoga djela s nekim matematičkim sadržajem na koji se zatim referira na satu pri obradi gradiva. Čitanje pripremljenih tekstova na satu može imati uvodnu motivacijsku svrhu, a može i poslužiti kao sistematizacija gradiva na kraju sata (npr. čitanje i recitiranje pjesmice s matematičkim sadržajem). Učenicima zanimljiva aktivnost može biti i samostalno stvaranje književnih djela u kojima se moraju poslužiti i matematičkim znanjem te koja mogu poslužiti kao osnova mnogih budućih satova (Dražić i Jurasić, 2013).

Kurikulum za nastavni predmet Hrvatski jezik za osnovne škole i gimnazije navodi samo jedan ishod u kojemu se spominje mogućnost korelacije s matematikom.

Tablica 2.

Odgojno-obrazovni ishod koji je moguće korelirati s Matematikom

odgojno-obrazovni ishod	razrada ishoda	odgojno-obrazovni ishod na razini usvojenosti »dobar« na kraju razreda
OŠ HJ A.1.3.	– razlikuje slovo od drugih znakova	– čita s razumijevanjem riječi i kratke rečenice primjerene početnomu opismenjavanju
Učenik čita tekstove primjerene početnomu opismenjavanju i jezičnome razvoju.	– prepoznaje slova – povezuje napisano slovo s glasom – povezuje glasove i slova u slogove i cjelovitu riječ te riječi u rečenicu – čita riječi, rečenice, tekstove primjereno početnomu opismenjavanju – odgovara na jednostavna pitanja nakon čitanja teksta – postavlja pitanja primjereno početnom opismenjavanju – prikazuje i čita podatke u grafičkim prikazima i tekstovima drugih nastavnih predmeta (npr. Matematika, Priroda i društvo...)	

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Hrvatski jezik za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Kao što se može iščitati iz tablice 2., ishod je namijenjen učenicima prvog razreda osnovne škole i odnosi se na početno učenje čitanja, a matematički sadržaj može se povezati s domenom E – Podatci, statistika i vjerojatnost, pri čemu učenici očitavaju različite grafičke prikaze.

Kurikulum za nastavni predmet Matematika za osnovne škole i gimnazije donosi mnogo više mogućnosti povezivanja Matematike i Hrvatskog jezika.

Tablica 3.*Odgojno-obrazovni ishodi u kojima je naznačena korelacija s Hrvatskim jezikom*

odgajno-obrazovni ishodi			
1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
MAT OŠ A.1.1.	MAT OŠ A.2.1.	MAT OŠ A.3.1.	MAT OŠ A.4.1.
Opisuje i prikazuje količine prirodnim brojevima i nulom.	Služi se prirodnim brojevima do 100 u opisivanju i prikazivanju količine i redoslijeda.	Služi se prirodnim brojevima do 10 000 u opisivanju i prikazivanju količine i redoslijeda.	Služi se prirodnim brojevima do milijun.
MAT OŠ A.1.3.	MAT OŠ A.2.2.	MAT OŠ D.3.1.	MAT OŠ D.4.1.
Koristi se rednim brojevima do 20.	Koristi se rimskim brojkama do 12.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	Procjenjuje i mjeri volumen tekućine.
MAT OŠ B.1.2.	MAT OŠ D.2.1.	MAT OŠ D.3.2.	MAT OŠ D.4.2.
Prepoznaje uzorak i nastavlja niz.	Služi se jedinicama za novac.	Procjenjuje i mjeri masu tijela.	Uspoređuje površine likova te ih mjeri jediničnim kvadratima.
MAT OŠ D.1.2.	MAT OŠ D.2.2.	MAT OŠ D.3.3.	MAT OŠ E.4.2.
Služi se hrvatskim novcem u jediničnoj vrijednosti kune u skupu brojeva do 20.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	Određuje opseg likova.	Opisuje vjerojatnost događaja.
MAT OŠ E.1.1.	MAT OŠ E.2.2.	MAT OŠ D.3.4.	
Služi se podacima i prikazuje ih piktogramima i jednostavnim tablicama.	Određuje je li neki događaj moguć ili nemoguć.	Procjenjuje i mjeri volumen tekućine.	
		MAT OŠ E.3.1.	
		Služi se različitim prikazima podataka.	

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Kao što je navedeno u tablici 3., u prvom razredu osnovne škole mogućnost povezivanja sadržaja Matematike i Hrvatskog jezika izravno se naznačuje u razradi pet ishoda, od kojih dva pripadaju domeni A – Brojevi, jedan domeni B – Algebra i funkcije, te po jedan domeni D – Mjerenje i E – Podatci, statistika i vjerojatnost. U drugom razredu

osnovne škole korelacija sadržaja naznačuje se u razradi pet ishoda, od kojih dva pripadaju domeni A – Brojevi, dva domeni D – Mjerenje i jedan domeni E – Podatci, statistika i vjerojatnost. U kurikulumu za treći razred osnovne škole mogućnost korelacije Matematike i Hrvatskog jezika naznačuje se u razradi šest ishoda. Jedan ishod pripada domeni A – Brojevi, četiri domeni D – Mjerenje i jedan domeni E – Podatci, statistika i vjerojatnost. Za četvrti razred osnovne škole naznačena su 4 ishoda, od kojih jedan pripada domeni A – Brojevi, dva domeni D – Mjerenje i jedan domeni E – Podatci, statistika i vjerojatnost. Iz preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnoga ishoda u realizaciji navedenih ishoda nužna je upotreba znanja Hrvatskog jezika za upoznavanje znamenaka kojima se zapisuju brojevi; za učenje pravilnog izgovora, zapisivanja i čitanja rednih brojeva te razlikovanja glavnih i rednih brojeva; za korištenje jezikom izvorne stvarnosti, jezikom slike, jezikom modela, jezikom matematičkih znakova i govornim jezikom; u spoznavanju brojenja unaprijed i unatrag (redom i od zadanoga broja) te brojenja zadanim korakom. Jezične su djelatnosti potrebne i u uočavanju pravilnosti nizanja u okolini (dani u tjednu, izmjena dana i noći, refren pjesme i slično); u upoznavanju osnovne jedinične vrijednost hrvatskoga novca; u povezivanju brojevnih riječi i zapisa broja, što vrijedi i za učenje rimskih brojeva te u upoznavanju standardnih mjernih jedinica i njihovih oznaka. Učenike se također osposobljuje za ispravnu uporabu riječi *moguće ili nemoguće* za utvrđivanje vjerojatnosti (Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019).

5.1.1. Primjeri povezivanja Matematike i Hrvatskog jezika

- Imenovanje matematičkih pojmova

Učenici se u početnoj nastavi matematike susreću s mnogim dosad nepoznatim nazivima pojmova, postupaka ili operacija. Pribrojnik, zbroj, umanjenik, umanjitelj, umnožak, količnik, opseg, površina, množenje, dijeljenje i drugo samo su neki od pojmova koje učenici moraju usvojiti i na razini čitanja i pisanja i na razini samog razumijevanja riječi i primjene u zadacima, što samo po sebi povezuje sadržaje Hrvatskog jezika (HJ) i Matematike jer se učenike istodobno uči matematičkom sadržaju i pravilima hrvatskoga standardnoga jezika.

- Pisanje i čitanje brojeva

Još jedna prirodna veza HJ-a i Matematike jesu brojevi koje učenici, da bi se dalje njima koristili u računanju, prvo moraju naučiti čitati i pisati, brojkom i slovima. U pisanju brojeva i

brojevnih riječi treba se paziti na određena pravila pa učenici na primjer moraju naučiti koje brojeve pisati kao jednu riječ, a koje kao dvije ili više riječi, u kojim se brojevnim riječima piše bjelina i u kojima se može pisati veznik *i*. Kao i pri učenju novih matematičkih pojmova, učenje brojeva aktivira osnovne jezične djelatnosti čitanja i pisanja kao temelja nastave Hrvatskog jezika.

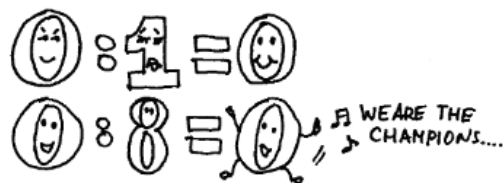
- Matematičke pjesme

Pjesme i brojalice nisu samo dio Glazbene kulture već i književni tekstovi i kao takvi važan dio nastave HJ-a. Ako se u njih umetne i matematički sadržaj, postaju savršeno sredstvo korelacije. Matematičke pjesme učenici prvo slušaju, zatim čitaju i interpretiraju kao književni tekst, čime se ostvaruju odgojno-obrazovni ishodi iz domene A – Hrvatski jezik i komunikacija i B – Književnost i stvaralaštvo, a ujedno se ponavlja i spomenuti matematički sadržaj. Neki od primjera matematičkih pjesama jesu *3ičava pjesma* pjesnika Paje Kanižaja i *Nula* Dubravke Glasnović. U *3ičavoj pjesmi* Pajo Kanižaj na zabavan način dijelove riječi zamjenjuje brojkama do 10 (te3jeb, po2la, če3 itd.). Pjesma se može iskoristiti kao motivacija za učenje pravilnog čitanja i pisanja brojeva do 10, razvijanja sposobnosti povezivanja broja i brojevne riječi te brojenja od 1 do 10 i od 10 do 1. Pjesmica *Nula*, kao što se može zaključiti i iz naslova pjesme, govori o nuli i o računanju nulom. Učenici s pomoću ove šaljive pjesmice mogu naučiti i zapamtiti kako se zbraja, oduzima, množi i dijeli s nulom, a autorica je svaku strofu popratila i ilustracijom koja će se učenicima, zasigurno, svidjeti.

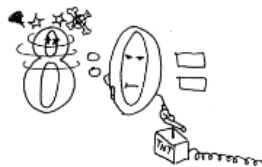
Slika 1.

Ulomak iz pjesmice Nula

*Kad sa Jedan dijeliš mene,
rezultat se ne okrene.
Nula podijeljeno s osam
Nulu daje, a ja to sam!*



*Ali sada savjet slušaj:
NIKADA ni ne pokušaj
s Nulom neki broj podijelit'
jer se nećeš baš veselit.*



Izvor: (Glasnović Gracin, 2000)

- Zadatci riječima

Tekstualni zadatci ili zadatci riječima zadaju probleme učenicima upravo zbog svojega jezičnog konteksta. Čitanje s razumijevanjem učenicima je često problem i na nastavi hrvatskog jezika, a u matematici loša svladanost ovog područja rezultira nemogućnošću prevođenja matematičkog jezika na materinski i obrnuto. Promatrajući najčešće teškoće, djeca ne griješe toliko često u samom postupku računanja koliko u odabiru računске operacije. Kako bi bio uspješan u rješavanju matematičkog tekstualnog zadatka, učenik najprije mora razumjeti tekst zadatka, odnosno matematičke izraze i koncepte te ih prevesti na svakodnevni materinski jezik. Nakon što je potpuno razumio zadatak na jezičnoj razini sada ga treba zapisati u obliku matematičke formule i riješiti ga, nakon čega rezultat treba ponovno prevesti s matematičkih simbola na svakodnevni jezik. Učenicima nije dovoljno davati samo proceduralne recepte i definicije. Prije nego što se krene u samo rješavanje zadatka nastavnik treba provjeriti razumije li dijete terminologiju rabljenu u zadatku tako da djetetu postavlja pitanja: koje je značenje toga matematičkog izraza, kako je nastao, gdje se nalazi ključna riječ i slično kako bi mu se olakšali razumijevanje i prevođenje (Sharma, 2001).

U rješavanju tekstualnih zadataka učenici istodobno vježbaju čitanje s razumijevanjem, jezično izražavanje, logičko razmišljanje i matematički sadržaj. Iako tekstualni zadatci već sami po sebi čine vezu HJ-a i Matematike, u jezični kontekst zadatka mogu se ubaciti i pojmovi i sadržaj nastave HJ-a ili ih se može pretvoriti u kratke priče, čime se učenike motivira na rješavanje. Zanimljive primjere matematičkih tekstualnih zadataka sa sadržajem HJ-a prikazuje Požgaj (2018) na slikama 2. i 3.

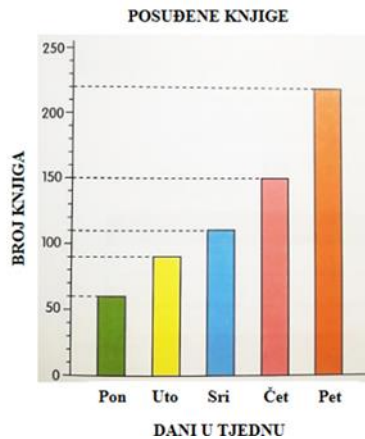
Slika 2.

Primjer tekstualnog zadatka

Nastavna cjelina: Zbrajanje i oduzimanje brojeva, Množenje brojeva

Zadatak: Promotri slikovni prikaz koji prikazuje broj posuđenih knjiga iz školske knjižnice tijekom pet dana. Izračunaj i odgovori na sljedeća pitanja:

- Koliko je knjiga posuđeno u srijedu?
- Koliko je knjiga više posuđeno u petak nego u ponedjeljak?
- Koliko knjiga bi se trebalo još posuditi da bi broj posuđenih knjiga u četvrtak bio jednak broju posuđenih knjiga u petak?
- Kojeg je dana posuđeno dva puta više knjiga nego u srijedu?



Izvor: (Požgaj, 2018)

Slika 3.

Primjer tekstualnog zadatka

Nastavna cjelina: Množenje i dijeljenje brojeva

Zadatak: Pročitaj priču o Zdravoljupcima i odgovori na pitanja.

U čudesnom selu Zdravoljupci živi sedam Zdravoljubaca. U ulici Brokula glavni je Brokula Branko koji živi na broju 3. Patlidžan Patrik živi na udaljenosti 4 dm od njega. Brokula Branko i Patlidžan Patrik dobri su prijatelji pa često zajedno šecu do ulice Mrkva. U ulici Mrkva živi Mrkva Mirko na broju 7. Mrkva Mirko uvijek im se čudi koliki put prevaljuju. Brokula Branko je 5 puta udaljeniji od Mrkve Mirka nego od Patlidžana Patrika. Njihovo druženje čuje i Jagoda Jana iz ulice Jagoda koja je dvije ulice dalje od Mrkve Mirka. Jagoda Jana ljuti se na Krušku Klaru jer joj ne želi doći u posjet. A sve to zbog Češnjaka Luke jer se nalazi na pola njihove udaljenosti koja iznosi 92 cm. Najudaljenija ulica je ulica Banana u kojoj živi Banana Bela. Banana Bela je vladarica sela Zdravoljupci. Kada osjeti da se u njenom selu nešto čudno događa, Banana Bela dolazi do najbližeg Zdravoljupca. Najbliži Zdravoljubac jednako je udaljen od Jagode Jane i Kruške Klare.

- Kolika je udaljenost Brokule Branka i Mrkve Mirka?
- Kolika je udaljenosti Jagode Jane i Kruške Klare?
- Tko je najbliži Zdravoljubac Banani Beli?

Izvor: (Požgaj, 2018)

Požgaj navodi još jedan primjer uporabe zadataka s riječima tako da ih učenici sami smišljaju na zadanu temu, čime se ostvaruje i stvaralački dio nastave HJ-a. Sastavljanje zadataka s riječima, ovisno o matematičkom sadržaju, nije uvijek lako i može zahtijevati dosta preciznosti, no u učenika potiču logičko mišljenje i dubinsko razumijevanje matematičkih koncepata. Za vježbanje množenja i dijeljenja Požgaj predlaže da učenici osmisle priču u kojoj će upotrijebiti dva broja npr. 87 i 3, a za zbrajanje i oduzimanje da osmisle matematičku priču u kojoj će upotrijebiti zadane riječi (npr. rođendan, balon, poklon) (Požgaj, 2018).

- Matematika kroz pričanje priča

Kratke pripovjedne vrste mogu poslužiti kao izvrsna motivacija i vodič u obradi nekoga nastavnog sadržaja. Prethodno je prikazan primjer tekstualnog zadatka u obliku priče, no Posedi (2019) navodi drukčiji pristup uporabi priče na satu Matematike. Priča nije bila samo puki zadatak riječima nego književni tekst, priča koja je interpretativno ispričana i iskorištena za obradu i ponavljanje tijekom cijeloga nastavnog sata te se na ovaj način međupredmetna povezanost nastave HJ-a i matematike dovodi na najvišu razinu.

5.2. Matematika i Priroda i društvo

Priroda i društvo sam je po sebi veoma interdisciplinarnan predmet koji obuhvaća i spaja znanja prirodoslovnoga, društveno-humanističkoga i tehničko-informatičkoga područja koja bi učenicima trebala omogućiti bolje razumijevanje svijeta u kojemu se nalaze, lakše snalaženje u njemu i donošenje odluka za vlastitu dobrobit te dobrobit društvene zajednice i okoliša. Nastavni predmet Priroda i društvo kao takav poučava se samo u prvim četirima razredima osnovne škole, a obuhvaća sadržaje predmeta viših razreda: Prirode, Povijesti, Biologije, Kemije, Fizike, Geografije i Tehničke kulture. Kako bi se svi sadržaji skladno ukomponirali, predmet Priroda i društvo organiziran je koncepcijski, odnosno obuhvaća koncepte: A – Organiziranost svijeta oko nas, B – Promjene i odnosi, C – Pojedinaac i društvo te D – Energija (Kurikulum nastavnog predmeta Priroda i društvo za osnovne škole, 2019).

Prema istraživanju koje su provele Kostović-Vranješ i Šolić, učitelji razredne nastave vrlo slabo povezuju matematičke sadržaje sa sadržajima predmeta Prirode i društva, a kao razlog tomu autorice navode nevoljkost odstupanja od sigurnosti dugogodišnje prakse te nedovoljnu osposobljenost učitelja za provođenje interdisciplinarnoga pristupa ovih dvaju predmeta (Kostović Vranješ i Solić, 2011).

Kurikulum za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije izravno navodi mogućnost korelacije Matematike i Prirode i društva (PID) u 17 odgojno-obrazovnih ishoda prikazanih u tablici 4., od kojih je najviše, osam, u drugom razredu, a najmanje, dva, u trećem razredu. Najmanje su zastupljeni sadržaji iz domene B – Algebra i funkcije, dok su sadržaji ostalih domena podjednako zastupljeni. *Kurikulum nastavnog predmeta priroda i društvo za osnovne škole* ne navodi mogućnosti korelacije s Matematikom ni u jednom odgojno-obrazovnom ishodu.

Tablica 4.*Odgojno-obrazovni ishodi u kojima je naznačena korelacija s Prirodom i društvom*

Odgojno-obrazovni ishodi			
1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
MAT OŠ A.1.3.	MAT OŠ A.2.1.	MAT OŠ A.3.1.	MAT OŠ A.4.1.
Koristi se rednim brojevima do 20.	Služi se prirodnim brojevima do 100 u opisivanju i prikazivanju količine i redoslijeda.	Služi se prirodnim brojevima do 10 000 u opisivanju i prikazivanju količine i redoslijeda.	Služi se prirodnim brojevima do milijun.
MAT OŠ B.1.2.	MAT OŠ A.2.2.	MAT OŠ D.3.1.	MAT OŠ E.4.1.
Prepoznaje uzorak i nastavlja niz.	Koristi se rimskim brojkama do 12.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	Provodi jednostavna istraživanja i analizira dobivene podatke.
MAT OŠ D.1.2.	MAT OŠ B.2.1.		MAT OŠ E.4.2.
Služi se hrvatskim novcem u jediničnoj vrijednosti kune u skupu brojeva do 20.	Prepoznaje uzorak i kreira niz objašnjavajući pravilnost nizanja.		Opisuje vjerojatnost događaja.
MAT OŠ E.1.1.	MAT OŠ D.2.1.		
Služi se podacima i prikazuje ih piktogramima i jednostavnim tablicama.	Služi se jedinicama za novac.		
	MAT OŠ D.2.2.		
	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.		
	MAT OŠ D.2.3.		
	Procjenjuje i mjeri vremenski interval.		
	MAT OŠ E.2.1.		
	Koristi se podacima iz neposredne okoline.		
	MAT OŠ E.2.2.		
	Određuje je li neki događaj moguć ili nemoguć.		

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

5.2.1. *Primjeri povezivanja Matematike i Prirode i društva*

- Mjerenje vremena

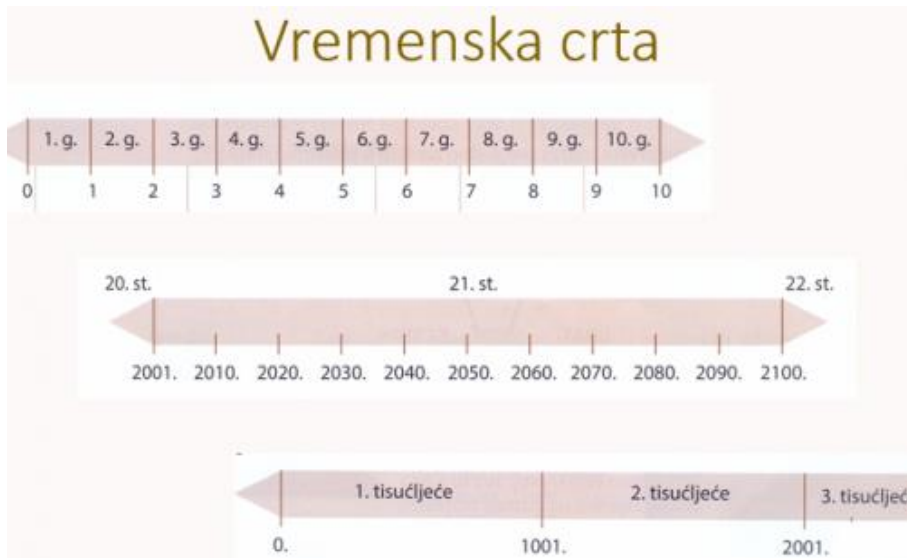
Jedan od ciljeva nastavnoga predmeta Priroda i društvo (PID) jest spoznavanje i razumijevanje organiziranosti svijeta oko nas u vremenu i prostoru. Od učenika se očekuje da nauči uspješno mjeriti vrijeme, očitano vrijeme iskazivati riječima te procjenjivati i mjeriti trajanje svakodnevnih i ostalih životnih aktivnosti. Pri svemu tome morat će se služiti matematikom. Kako bi uspješno usvojili ovaj nastavni sadržaj, učenici moraju poznavati brojeve i znati brojiti, poznavati mjerne jedinice za iskazivanje vremena (sekunde, minute, sate...), znati mjeriti vrijeme, očitati vrijeme, očitano vrijeme iskazati riječima te prikazati vremenski slijed.

- Prikazivanje i analiza podataka

Prikazivanje i analiza podataka čini sadržaj nastave matematike, a u nastavi PID-a dijagramima, tablicama i grafikonima mogu se prikazivati različiti podatci vezani uz sadržaj nastave Prirode i društva (praćenje vremenskih prilika i temperatura, vrijeme potrebno za razgradnju otpada, plan dana itd.). Čest način prikazivanja događaja i promjena u vremenu u nastavi PID-a jest i s pomoću vremenske crte ili lente vremena koja bi se u matematičkom kontekstu mogla poistovjetiti s brojevnim pravcem. Brojevni se pravci najčešće primjenjuju u prikazu slijeda vremena, u prikazu događaja iz prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, odnosno pri učenju odnosa godina, desetljeća, stoljeća i tisućljeća.

Slika 4.

Lenta vremena ili vremenska crta



Izvor: Vremenska crta [Slika] (bez dat.)

<https://www.profil-klett.hr/repozitorij-materijali/vremenska-crta-0>

Aktivno, istraživačko i iskustveno učenje obilježja su nastave PID-a koja se u razrednoj nastavi ostvaruju provođenjem jednostavnih eksperimenata i pokusa tijekom kojih učenik postavlja pretpostavke, prikuplja podatke, mjeri i očitava te prikazuje i analizira te podatke. Primjer jednostavnog eksperimenta za drugi razred osnovne škole koji kombinira mjerenje vremena i prikupljanje podataka prikazala je Gulaš (2016) u svojem radu. Učenici promatranjem i bilježenjem kretanja i slijetanja kukaca na improvizirane cvjetove (Legove kockice sa šećernom otopinom) tijekom određenog razdoblja uče o važnosti oprašivanja i funkcioniranja prirode, ujedno i vježbaju i matematički sadržaj vezan uz mjerenje vremena i analizu i prikazivanje podataka.

- Geometrijski oblici oko nas

Učenje geometrije započinje otkrivanjem geometrijskih tijela na konkretnim modelima izdvajanjem oblika predmeta iz okoline. Učenici geometrijska tijela i likove mogu tražiti u svojoj učionici, školi, domu, parku, dvorištu i uočiti kako se sve što nas okružuje može donekle opisati i prikazati s pomoću geometrijskih oblika (kuća = kocka, planina = piramida, sunce = krug itd.) Učenje o prometnim znakovima također pruža odličnu mogućnost vježbanja geometrijskih likova na satu Prirode i društva tako da učenici prometne znakove podijele u skupine prema njihovim bojama i oblicima.

- Površina i broj stanovnika

Iako se površina u razrednoj nastavi još ne računa s pomoću formule, nego se s pomoću kvadratne mreže sadržaj se svejedno može povezati i dovesti u kontekst sa sadržajem učenja o svojoj domovini. Na primjerima površina sela, gradova, županija i država s učenicima se mogu procjenjivati odnosi među predmetima, odnosno među površinama (veće-manje), a mogu se i provoditi računске operacije s brojevima stanovnika manjih gradova i sela. Učenici mogu procjenjivati koji gradovi imaju više stanovnika s obzirom na površinu te učiti i kako razvijenost područja i mogućnosti gospodarstva imaju ulogu u broju stanovnika.

- Izvanučionička nastava i matematički zadatci s kontekstom

Učiteljica razredne nastave Jožefa Vogrinec (2021) prikazala je i svoj pothvat u povezivanju sadržaja Matematike i PID-a. Organiziranjem „učionice“ u prirodi Vogrinec je pokazala gdje se sve matematika može pronaći u blizini škole i u svakidašnjem životu te kako je kroz pokret u prirodi možemo svladati i razumjeti brže i na zanimljiviji način. Učenici su dobili isprintane radne listove te, prateći upute (npr. Pješaćenje započni na školskom dvorištu. Promotri srebrnu ploču na zidu; Pođi do ograde pored škole itd.), rješavali svakojuke matematičke zadatke. U nastavku su navedeni neki od njih:

- Kojeg je ploča oblika? _____

Slika 5.

Ploča za zadatak



Izvor: (Vogrinec, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

- Prebroji uspravne šipke između dvaju stupova i izračunaj koliko ih ima.
-

Slika 6.

Ograda za zadatak



Izvor: (Vogrinec, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

- Mrav se uspinje na prvu stubu. Koliko centimetara mora hodati da bi stigao na vrh stube? _____

Slika 7.

Stube koje učenici mjere za zadatak



Izvor: (Vogrinec, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

- U šumi odaberi 4 panja i prebroji godove, utvrdi koje su starosti bila srušena stabla. Zapiši brojeve i razvrstaj ih po veličini od najmanjih do najvećih.

_____, _____ < _____ < _____ < _____

Slika 8.

Učenici za zadatak broje godove na panjevima



Izvor: (Vogrinc, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

- Pronađi zelenu zakrivljenu crtu na igralištu. Pokraj nje je bijela ravna crta. Koji je put kraći? _____
- Kuhari su pripremili iznenađenje za vas. Svaki učenik može odabrati kornet, sladoled na štapiću ili sladoled u loptici i pojesti ga. Napiši u tablicu što i koliko čega ste odabrali. Koja geometrijska tijela predočuju?

Slika 9.

Tablica za zadatak

	Geometrijsko tijelo	Broj
Kornet		
Sladoled na štapiću		
Sladoled u loptici		

Izvor: (Vogrinc, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

Slika 10.

Sladoled za zadatak



Izvor: (Vogrinec, 2021)

<https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

Strikinac (2021) na sličan način pokušava podignuti svijest o važnosti znanja matematike i količini uporabe matematike svuda oko nas organiziranjem raznih aktivnosti s matematičkim kontekstom, a u nastavku su navedene neke od njih.

- „Izrada Mljetskog kolarina“: izradi etnonakita za izložbu na školskome sajmu prethodilo je računanje broja potrebnih perlica i botuna prebrojavanjem nizova perlica i računanjem, pri čemu su vježbali tablicu množenja, pisano množenje, zbrajanje do 1000 te redosljed izvođenja računskih radnji. Sadržaj PID-a može se vidjeti u ulozi i utjecaju pravila, prava i dužnosti na zajednicu prisustvovanjem na školskom sajmu i učenjem o kulturi zavičaja.

Slika 11.

Mljetski kolarin



Izvor: Mljetski kolarin [Slika] (2020).

<https://np-mljet.hr/radionica-izrade-hrvatskog-tradicijskog-nakita/>

- „Pokret“ – različita kretanja u prirodi: izlet u špilju Veternicu pretvoren je u veliki matematički zadatak i istraživanje sa svrhom izračuna u koje vrijeme se treba krenuti javnim prijevozom da se pred špiljom bude u potrebno vrijeme. Učenici su, među ostalim, morali prikupiti podatke i izmjeriti koliko traje vožnja tramvajem od škole do Črnomerca, proučiti vozni red tramvaja broj 11 za subotu i vozni red autobusa s Črnomerca i slično, nakon čega su napravili izračun, čime su vježbali jedinice za mjerenje vremena, zbrajanje i oduzimanje, čitanje, tumačenje i prikazivanje podataka te njihovo prikupljanje.
- „Bonton“: kroz radionicu „Uporaba pribora za jelo i ponašanje za stolom“ učenici su vježbali množenje i dijeljenje dvoznamenkastim brojevima. Matematičkim zadatkom bilo je potrebno izračunati u koliko će se grupa provesti radionica i koliko će pribora biti potrebno za sve učenike ako jednoj radionici mogu prisustvovati 24 učenika, broj je prijavljenih učenika 98 te su za provedbu radionice za jednog učenika potrebni plitki tanjur, duboki tanjur, desertni tanjur, žlica, 2 vilice, 2 noža, 1 desertna vilica, platnena salveta i čaša.

5.3. Matematika i Likovna kultura

Predmet Likovna kultura provodi se 35 sati godišnje u svim razredima osnovne škole i ostvaruje se putem triju domena: A – Stvaralaštvo i produktivnost, B – Doživljaj i kritički stav i C – Umjetnost u kontekstu te kroz niz manjih ili većih cjelina vezanih uz obvezne i izborne teme. Svrha je nastavnoga predmeta Likovne kulture usvojiti likovnu i vizualnu pismenost, razviti osobni i društveni identitet te sposobnosti kreativnosti i stvaralaštva primjenom različitih tehnika, alata i medija (Kurikulum nastavnog predmeta Likovna kultura za osnovne škole i Likovna umjetnost za gimnazije, 2019). Učitelji i nastavnici imaju potpunu slobodu u odabiru sadržaja kojima će se ostvariti odgojno-obrazovni ishodi iz kurikula za Likovnu kulturu, što uvelike olakšava i potiče uporabu interdisciplinarnoga pristupa i međupredmetnog povezivanja u planiranju i provođenju nastave.

Kuščević i suradnici (2020) u svojem istraživanju navode stavove učiteljica o mogućnostima korelacije Matematike i Likovne kulture. Iako se učiteljice slažu s tvrdnjama da povezivanje likovnih i matematičkih sadržaja omogućuje kreativno mišljenje i izražavanje učenika, omogućuje provođenje istraživačke nastave u razredu, omogućuje razvoj perceptivnih sposobnosti učenika i općenito intelektualnih sposobnosti, također priznaju da ga

ne povezuju onoliko često koliko bi trebale. Najveću mogućnost povezivanja sadržaja iskazuju pri učenju brojeva i računskih radnji u matematici, kada se služe likovnim sadržajima i prikazima, a u likovnoj se kulturi koriste geometrijskim oblicima.

Huzjak (2016) u svojem istraživanju prikazuje utjecaj međupredmetnog povezivanja na uspješnost učenika pri poučavanju likovne kulture. Istraživanje je provedeno u prvim, petim i osmim razredima, pri čemu se u prvim razredima koreliraju likovne teme ploha i geometrijska i slobodna tijela s matematičkim temama geometrijski lik i tijela u prostoru. Iako manje prisutna nego u višim razredima zbog manje razvijenosti kognitivnih sposobnosti, uspješnost metode međupredmetnog povezivanja i dalje postoji i u nižim razredima osnovne škole. Dok je za većinu hipoteza iz istraživanja veća značajnost zabilježena u 8. razredu, u prvim je razredima međupredmetno povezivanje posebno pridonijelo pozitivnim rezultatima u učeničkoj osjetljivosti za likovni materijal i postupke rukovanja njime. Općenito gledajući, učenici uključeni u eksperimentalni proces poučavanja međupredmetnim povezivanjem postigli su statistički značajno bolji transfer znanja, stupanj osjetljivosti na likovne materijale i postupke, stupanj originalnosti i motivacije.

Tablica 5.

Odgojno-obrazovni ishodi u kojima je naznačena korelacija s Likovnom kulturom

Odgojno-obrazovni ishodi			
1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
MAT OŠ B.1.2.	MAT OŠ B.2.1.	MAT OŠ D.3.1.	
Prepoznaje uzorak i nastavlja niz.	Prepoznaje uzorak i kreira niz objašnjavajući pravilnost nizanja.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	
MAT OŠ C.1.2.			
Crta i razlikuje ravne i zakrivljene crte.			
MAT OŠ C.1.3.			
Prepoznaje i ističe točke.			

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Likovnu je kulturu, prema *Kurikulumu za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije*, moguće korelirati s Matematikom u pet ishoda, od kojih tri pripadaju prvom razredu te po jedan drugom i trećem razredu. Za četvrti se razred izravno ne navodi mogućnost korelacije, a zastupljene su domene B – Algebra i funkcije, C – Oblik i prostor i D – Mjerenje.

5.3.1. Primjeri povezivanja Matematike i Likovne kulture

- Točka, crta, ploha

U mnogim su pogledima integracija i korelacija Matematike i Likovne kulture prirodne i postoje same po sebi. Najbolji su primjer za to likovni pojmovi poput točke, crte, plohe, prostora koji su ujedno i matematički sadržaj. U likovnim se umjetnostima prostor veže uz prostorno-plastičko oblikovanje: kiparstvo i arhitekturu, a ploha uz crtačke ili slikarske tehnike. U prvom razredu motiv za likovni rad mogu biti „vesele crte“, pri čemu se učenici igraju različitim crtama na plohi, ali ih lako mogu osvješčivati kroz većinu likovnih radova i tehnika poput žice, tempera, flomastera, tuša itd.

- Simetrija

Iako se u razrednoj nastavi simetrija na satovima Matematike još ne spominje, to ne znači da se učenike ne treba upoznati s njom. Leptir i rukavice motivi su koji se često upotrebljavaju u nastavi Likovne kulture, a djeci su dobro poznati. S matematičkoga gledišta učenicima možemo objasniti simetriju i asimetriju, a s likovnog učenike potaknuti na uporabu likovnog materijala i različitih tehnika.

- Geometrijski oblici

Geometrijski su oblici sadržaj i Likovne kulture i Matematike, odnosno ujedno matematički i likovni pojmovi. Geometrijske oblike učenici na satovima Likovne kulture mogu prikazivati s pomoću raznih materijala i koristiti se njima u izradi radova raznih motiva i u primjeni likovnih tehnika. Geometrijska se tijela najčešće vežu uz pojmove prostora i prostorno-plastičkog oblikovanja ili arhitekture, dok se geometrijski likovi prikazuju na plohi crtačkim ili slikarskim tehnikama.

Kurikulum za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije (2019), iako nije izravno naznačeno, prikazuje mogućnost korelacije ovih sadržaja s Likovnom kulturom. U preporuci za ostvarivanje odgojno-obrazovnoga ishoda MAT OŠ C.2.2. predlaže se provoditi što veći broj aktivnosti koje uključuju sastavljanja i rastavljanja modela geometrijskih oblika

te uporabu različitih slagalica s geometrijskim oblicima. Slagalice je najprije potrebno slagati prema zadanome predlošku, a zatim smislene likove kreirati sami prema određenim pravilima. Kao primjer navodi se lik, odnosno motiv dinosaura pri čijem je slaganju potrebno upotrijebiti pet trokuta, tri kruga, četiri kvadrata i tri pravokutnika. Ovakva se aktivnost može provesti i na satu Likovne kulture tako da učenici sami izrezuju oblike iz kolaža te ih zatim lijepe na papir stvarajući zadani motiv. Gotovi radovi također se na satovima Matematike mogu iskoristiti za mjerenje i računanje opsega.

Huzjak (2016) u svojem se istraživanju također koristi geometrijskim oblicima u prikazu interdisciplinarnog poučavanja Likovne kulture i Matematike. Za motiv uzima kuću koju učenici izrađuju modelirajući papir i pritom oblikujući različite geometrijske oblike.

Geometrijski se oblici mogu se oblikovati i prostorno-plastičkim tehnikama pa učenicima možemo zadati da od glinamola ili plastelina prikažu ili same geometrijske oblike ili motive koje će sastaviti od takvih oblika (npr. kuća).

- Ritam

Ritam, pravilna izmjena ili ponavljanje elemenata, u matematici se može pronaći u pravilnosti nizanja brojeva i općenito nizanjima i uzorcima. Na satovima Likovne kulture nastavna jedinica koja se odnosi na ritam često se korelira s Matematikom, i to specifično geometrijskim likovima koji se nižu jedan za drugim. Učenici geometrijske likove mogu crtati ili ih izrezivati pa lijepiti u nizu na papir, čime se postiže ritam. Motivi koji se na LK-u često upotrebljavaju za ovu nastavnu jedinicu jesu ogrlica (izrada ogrlice), gusjenica te ornamenti ili detalji narodne nošnje, ali ritam mogu prikazati i nizanjem brojeva koje će crtati i ukrašavati.

Slika 12.

Primjer dječjeg rada s elementima ritma i geometrijskog sadržaja



Izvor: Stonoga, bez dat.

<http://likovna-kultura.ufzg.unizg.hr/jedinice.12.htm>

- Mjerenja

Mjerenje se u nastavi Likovne kulture može iskoristiti na različite načine. Učenici u izradi likovnog rada mogu dobiti zadatak koristiti se samo crtama određene duljine ili načiniti neki motiv, na primjer kuću određenih dimenzija, a ista se aktivnost, samo s manje detalja, može provesti i na satovima Matematike.

- Šestar

U trećem razredu osnovne škole učenici se susreću sa šestarom radi crtanja i konstruiranja kružnica, pravokutnika i kvadrata. Ova aktivnost sama po sebi sadržava i likovne i matematičke elemente, a možemo je proširiti zadajući učenicima da s pomoću šestara, konstruirajući kružnice, pravokutnike i kvadrate, naprave zadane motive ili da nacrtaju nešto što su sami osmislili. To može biti nešto apstraktno ili konkretno poput kuće, mačke, ljudskog lica i slično. Učenici će na maštovit način razvijati finu motoriku, vještinu korištenja šestarom i znanje konstruiranja geometrijskih likova.

- Računska gusjenica

Računska ili matematička gusjenica dobro je poznato i korisno metodičko pomagalo i konkretan materijal za pomoć pri početnom brojenju, zbrajanju i oduzimanju do 20. Računske gusjenice s učenicima se mogu izraditi na satovima Matematike i na satovima Likovne kulture ovisno o načinu izrade. Gusjenice se mogu izraditi od raznog materijala i u različitim veličinama, a bitno je samo imati 10 + 10 različitih elemenata za prebrojavanje.

Slika 13.

Računske gusjenice



Izvor: (Marincel Cindrić, 2020)

http://www.os-druga-bj.skole.hr/Produzeni_boravak_ucenika?news_id=2131

5.4. Matematika i Glazbena kultura

Glazbena kultura u osnovnoj školi izvodi se 35 sati godišnje i ostvaruje se trima domenama: A – Slušanje i upoznavanje glazbe, B – Izražavanje glazbom i uz glazbu i C – Glazba u kontekstu. Iako je odnos zastupljenosti domena tijekom odgojno-obrazovnih ciklusa predložen kurikulumom, podložan je promjenama koje određuju učitelji s obzirom na interese i specifičnosti određenoga razrednog odjela. Ovakva fleksibilna organizacija predmeta moguća je zbog same prirode glazbe koja omogućuje integraciju i interdisciplinarnost pri izvođenju nastave. Neki od odgojno-obrazovnih ciljeva predmeta Glazbena kultura jesu razvijati učeničke glazbene sposobnosti i kreativnost, potaknuti učenike na bavljenje glazbom, razviti svijest o očuvanju povijesno-kulturne baštine i omogućiti cjelovit razvoj učenika kao pripadnika zajednice (Kurikulum nastavnog predmeta Glazbena kultura za osnovne škole i Glazbena umjetnost za gimnazije, 2019).

Glazba pozitivno utječe na pojedinca na razne načine. Jensen (1995) navodi neke od prednosti korištenja glazbom u nastavi koje vrijede u svim glazbenim i neglazbenim predmetima pa tako i u Matematici. Glazba ubrzava učenje i motivira na rad; u grupu unosi energiju i potiče na povezivanje; pruža opuštanje nakon stresnih situacija; smanjuje hiperaktivnost kod učenika; povećava pažnju i koncentraciju te može poslužiti kao zvučna zavjesa za izoliranje od ometajuće buke. Pri korištenju glazbom u nastavi treba voditi brigu o tome što se njome želi postići. Jensen navodi i primjere glazbenih djela kojima je prikladno koristiti se tijekom određenih aktivnosti i situacija. Ako se glazbom koristimo u pozadinsku svrhu, predlaže djelo poput Vivaldijeva „Četiri godišnja doba“, u svrhu kreativnoga rješavanja problema Chopinovu „Revolucionarnu etidu“ te „Labuđe jezero“ Čajkovskog, za poticanje na razmišljanje Haydnove simfonije i Straussov „Na lijepom plavom Dunavu“, a za uvodne aktivnosti epske glazbe iz filmova.

Prema istraživanju Šulentić Begić i Špoljarić (2011) provedenom u prvim trima razredima osnovne škole glazbene aktivnosti bilo koje vrste najzastupljenije su bile na satovima Prirode i društva, zatim na satovima Tjelesne i zdravstvene kulture i Hrvatskog jezika, te potom Likovne kulture, dok na satovima Matematike nisu uopće bile zastupljene. Autorice pretpostavljaju kako je shvaćanje Matematike kao ozbiljnog predmeta imalo veliku ulogu u ovakvom ishodu, no navode i da bi upravo zato što je učenicima matematika većinom teška trebalo na sate uvesti glazbene aktivnosti iz motivacijskih, ali i rekreacijskih razloga, što potkrepljuju smjernicama iz *Nastavnog plana i programa za nastavu glazbe* iz 1984. godine

koji bavljenje glazbenim aktivnostima navodi kao način aktivnog odmaranja učenika od rada na „težim“ sadržajima drugih nastavnih područja.

Tablica 6.

Odgojno-obrazovni ishodi u kojima je naznačena korelacija s Glazbenom kulturom

Odgojno-obrazovni ishodi			
1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
MAT OŠ B.1.2.			
Prepoznaje uzorak i nastavlja niz.			

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

U Kurikulumu za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije mogućnost korelacije s Glazbenom kulturom navodi se u samo jednom odgojno-obrazovnom ishodu. Unatoč tomu, treba uzeti u obzir da su mogućnosti korelacije raznovrsne i na učiteljima je da ih otkrivaju, dok je kurikulum samo poticaj i usmjerenje.

5.4.1. Primjeri povezivanja Matematike i Glazbene kulture

- Brojenje slogova

Brojenje slogova u riječima i tekstovima pjesama u nastavi matematike, osim za samu aktivnost brojenja, možemo iskoristiti i za postavljanje računskih zadataka. Učenicima se može zadati zadatak da prvo zajedno ili samostalno izbroje koliko ima slogova u nekoj riječi, nekom stihu ili strofi pjesme te da brojeve zapišu. Tim se brojevima dalje može računati ili ih iskoristiti za postavljanje tekstualnih zadataka.

- Note

Iako se notno pismo u Kurikulumu za nastavni predmet Glazbene kulture za osnovne škole i Glazbene umjetnosti za gimnazije spominje tek u četvrtom razredu, učenike sa samim notama i notnim vrijednostima možemo upoznati i prije. Prema Kurikulumu za nastavni predmet Matematika za osnovne škole i gimnazije, pojmovi cjelina i polovina spoznaju se već u prvom razredu, a u drugom razredu to se znanje proširuje. Učenike za početak možemo upoznati s imenima nota, a zatim ih i prikazati s pomoću tortnih prikaza. Na taj se način istodobno pripremaju za učenje razlomaka u petom razredu i učenje notnih zapisa u četvrtom razredu.

Koutsoupidou (2009, prema Plavec, 2020) donosi nekoliko zanimljivih aktivnosti koje se temelje na povezivanju matematičkog sadržaja vjerojatnosti (određivanje je li događaj ostvariv ili neostvariv) i glazbenih sadržaja. Aktivnost koja povezuje note i vjerojatnost naziva se *Kolom sreće*. Za provedbu aktivnosti potrebno je izraditi dva kola koja će na sebi imati notna trajanja polovinke i četvrtinke. Učenici su podijeljeni u dvije skupine i stoje na jednoj strani učionice. Po jedan učenik iz svake skupine vrti kolo na učiteljev znak, a cilj je doći s jedne strane učionice do druge. Ako se kolo zaustavi na polovinki učenici rade dva koraka, a, ako stane na četvrtinki, jedan korak. Kola mogu biti jednaka ili sadržavati drukčiji broj nota. Nakon završetka aktivnosti s učenicima se raspravlja o tome koja je skupina pobijedila i zašto te hoće li ta skupina opet pobijediti ako se igra ponovno. Učenici, osim vježbanja značenja i trajanja notnih vrijednosti, odnosno da polovinka ima dulje trajanje, a četvrtinka kraće, uspoređuju i vjerojatnosti dvaju događaja.

- Matematičke pjesmice i brojalice

Pjesme i brojalice čine velik dio dječjih života i sastavni su dio nastave Glazbene kulture. U školi, posebice u prvom razredu osnovne škole, dječjim pjesmicama možemo se koristiti u motivacijske svrhe i za bolje upamćivanje nastavnih sadržaja. Razlog su tomu jednostavni glazbeni elementi i tekst koji djeci omogućuju lako pjevanje i razumijevanje sadržaja poruke sadržane u tekstovima pjesama (Arief i Isnan, 2020).

Primjer 1. Brojalica „Jedan – dva“

Jedan – dva
Jedan, dva, do neba,
tri, četiri, po sekiri,
pet, šest, bit će ples,
sedam, osam, do pol osam,
devet, deset, ti si mali crni pesek.

(Ambruš-Kiš i sur., 2020)

Ova kratka brojlica uvrštena je u udžbenik za Glazbenu kulturu za prvi razred *Glazbeni krug 1* i idealna je za učenje brojeva do 10 i brojenje do 10. Po istom principu mogu se smisliti razne druge brojalice koje se mogu primjenjivati i na satovima Matematike u

motivacijske svrhe i na satovima Glazbene kulture kao primjer koreliranja glazbe s matematičkim sadržajima.

Primjer 2. Pjesmice „Geometrijska tijela“ i „Geometrijski likovi“

Geometrijska tijela

*Mi smo geometrijska tijela,
imamo lijepa šarena odijela.*

KOCKA, KVADAR, PIRAMIDA, VALJAK, KUGLA.

*Mi smo geometrijska tijela,
imamo lijepa šarena odijela.*

(Čupić i sur., 2017)

Čupić i suradnici (2017) u svojem radu „Edukativne igre u nastavi matematike“ navode razne primjere uporabe matematičkih pjesmica u praksi. „Geometrijska tijela“ naziv je pjesmice i igre kojoj je svrha prepoznavanje i imenovanje geometrijskih tijela: kocke, kvadra, piramide, valjka i kugle. Za pjevanje pjesmice potrebni su modeli geometrijskih tijela i tamburin. Uz pjevanje pjesme dolaze i određena pravila. Učenici, zajedno s učiteljicom, stupaju u formaciji kruga pjevajući prvi dio pjesmice. U trenutku kad treba nabrojiti geometrijska tijela, stupanje staje. Jedan učenik u sredini kruga pokazuje velike modele geometrijskih tijela, a učenici ih imenuju. Nakon što su imenovali sva tijela igra se nastavlja.

Geometrijski likovi

*Sad zaigrajmo kolo svi
geometrijski likovi.*

KVADRAT, PRAVOKUTNIK, TROKUT, KRUG

*Sad zaigrajmo kolo svi
geometrijski likovi,
geometrijski likovi.*

(Čupić i sur., 2017)

„Geometrijski likovi“ pjesmica je i igra koja se izvodi na vrlo sličan način kao i prethodna pjesmica i služi za ponavljanje geometrijskih likova. Pravila su igre jednaka, samo što umjesto stupanja učenici plešu u ritmu pjesme (Čupić i sur., 2017).

Primjer 3. Pjesmica „1, 2, 3, 4, 5“

1, 2, 3, 4, 5

Jedan dva i tri, četiri i pet

čarobnih je brojeva svijet.

1, 2, 3, 4, 5

5, 4, 3, 2, 1

Jedan dva i tri, četiri i pet

čarobnih je brojeva svijet.

(Čupić i sur., 2017)

Pjevajući pjesmicu „1, 2, 3, 4, 5“ učenici će pravilno brojiti od 1 do 5 i od 5 do 1. Pravila su igre jednostavna. Učenici stupaju u formaciji kolone, a nakon prvog dijela pjesmice svi zajedno broje od 1 do 5 koračajući 5 koraka unaprijed, a potom od 5 do 1, koračajući 5 koraka unatrag (Čupić i sur., 2017).

Primjer 4. Pjesmice „Kocka i kvadrat“ i „Pravac“

„Kocka i kvadrat“ i „Pravac“ pjesmice su čije su tekstove osmislili i uglazbili studenti Učiteljskog studija u Čakovcu i Zagrebu, a prikazala ih je Plavec (2020) u svojem radu „Povezanost glazbe i matematike u razrednoj nastavi“. Pjesmicom „Kocka i kvadrat“ učenicima se pomaže da trajno zapamte razliku između kocke kao geometrijskog tijela i kvadrata kao geometrijskog lika, a spominje se i dijeljenje nulom radi rime. Plavec predlaže da učenici na dijelu pjesme npr. $2 + 2 = 4$ zbrajaju na prste lijeve i desne ruke tako da prvi pribrojnik prikažu prstima lijeve, a drugi pribrojnima desne ruke te ruke zatim spoje za prikaz zbroja. Drugi je prijedlog da učenici u jednoj ruci drže model kocke, a u drugoj na papiru nacrtan kvadrat te u određenom dijelu pjesme prikažu model ili papir. U dijelu pjesme u kojemu se spominje dijeljenje nulom učenici mogu rukama po zraku nacrtati nulu i zatim kimati glavom lijevo-desno „ne“.

5.5. Matematika i Tjelesna i zdravstvena kultura

U suvremeno doba interneta, televizije i sjedilačkog načina života nije potrebno posebno isticati važnost tjelesne aktivnosti u životu ljudi. Tjelesnom se aktivnošću smatra bilo koji pokret proizveden od skeletnih mišića koji zahtijevaju trošenje energije (Caspersen, Powell i Christenson, 1985, prema Marinčević, 2019). To podrazumijeva i razne aktivnosti kod kuće, na poslu te u školi. Tjelesna i zdravstvena kultura predmet je koji se provodi u cijeloj vertikali odgojno-obrazovnog sustava s jednim od ciljeva zadovoljavanja osnovne ljudske potrebe za kretanjem te oblikovanjem aktivnog, zdravog, sposobnog i zadovoljnog učenika.

Tjelesna i zdravstvena kultura ostvaruje se na četirima predmetnim područjima: A – Kineziološka teorijska i motorička znanja, B – Morfološka obilježja, motoričke i funkcionalne sposobnosti, C – Motorička postignuća i D – Zdravstveni i odgojni učinci tjelesnog vježbanja (Kurikulum nastavnog predmeta Tjelesna i zdravstvena kultura za osnovne škole i gimnazije, 2019)

Kretanje i tjelovježba uvedena u redovitu učionicu ne potiču samo zdraviji način života. Istraživanje pokazuje da mnogi učenici zapravo i bolje uče kada su tjelesno aktivni. Tjelovježba ne samo da poboljšava cirkulaciju i jača kosti i mišiće nego također potiče i proizvodnju dopamina, stvara jače živčane veze i oslobađa endorfine u sustav. Svi ovi čimbenici omogućuju učenicima bolja akademska postignuća (Reed, Einstein, Hahn, Hooker, Gross and Kravitz, 2010, prema Kaittani i sur., 2017). Vazou i suradnici (2012) navode i obilježja integracije matematičkih sadržaja i tjelesne i zdravstvene kulture u obliku poboljšanja intrinzične motivacije učenika za rad.

Vazou i Skrade (2016) pozitivnu vezu matematike i tjelesne aktivnosti prikazali su u svojem istraživanju u kojem su upotrijebili komplet aktivnosti pod nazivom *Move for Thought*, odnosno „Pokret za razmišljanje“ koji nudi integrirane tjelesne aktivnosti za učenje u osnovnoj školi za integraciju Tjelesne i zdravstvene kulture s ostalim predmetima. Komplet je besplatan i dostupan na *web*-stranicama Ministarstva obrazovanja Iowe te uključuje deset aktivnosti koje se mogu prilagoditi bilo kojem razredu osnovne škole i za bilo koje predmetno područje. Aktivnosti su osmišljene tako da omoguće podučavanje usredotočeno na akademsku lekciju, dok su učenici istodobno i tjelesno aktivni i temelje se na razvojno prikladnim temeljnim motoričkim vještinama (uglavnom lokomotorne vještine, skakanje, preskakanje, životinjski hod) koji su jednostavni, laki za izvođenje i umjerenog intenziteta.

Rezultati istraživanja pokazali su uspjeh integracije tjelesnih aktivnosti na satovima Matematike poboljšanim matematičkim uspjehom kod učenika. Igrolike aktivnosti navedene u kompletu možda nisu prikladne za učenje novih sadržaja ili rješavanje problemskih zadataka, no prikladnu funkciju možemo im pronaći u ponavljaju sadržaja.

Matijašević, P. i Matijašević, B. (2020) navode mogućnost povezivanja matematičkih sadržaja s Tjelesnom i zdravstvenom kulturom u razrednoj nastavi na trima područjima:

„1) Povezivanje matematičkih geometrijskih sadržaja (geometrijski likovi i tijela)

2) Povezivanje matematičkih sadržaja povezanih s računskim operacijama

3) Povezivanje matematičkih sadržaja povezanih s mjernim jedinicama“ (Matijašević, P. i Matijašević, B., 2020; str. 5).

Ključ integracije i korelacije nalazi se u prikazu teorijskog sadržaja u živome svijetu oko nas. Matematički sadržaj o crti tako se može pretvoriti u potragu za crtama u dvorani, početno učenje o brojevima može se realizirati prebrojavanjem na početku svakog sata Tjelesne i zdravstvene kulture, a matematičko se mjerenje može povezati i s mjerenjima postignuća na tjelesnom (Matijašević, P. i Matijašević, B., 2020; str. 5).

Tablica 7.

Odgojno-obrazovni ishodi u kojima je naznačena korelacija s TZK-om

Odgojno-obrazovni ishodi			
1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
MAT OŠ A.1.3.	MAT OŠ D.2.2.	MAT OŠ D.3.1.	
Koristi se rednim brojevima do 20.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	Procjenjuje, mjeri i crta dužine zadane duljine.	
MAT OŠ B.1.2.	MAT OŠ E.2.1.	MAT OŠ D.3.2.	
Prepoznaje uzorak i nastavlja niz.	Koristi se podacima iz neposredne okoline.	Procjenjuje i mjeri masu tijela.	
MAT OŠ C.1.3.		MAT OŠ D.3.3.	
Prepoznaje i ističe točke.		Određuje opseg likova.	

Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Prema *Kurikulumu za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije*, mogućnost korelacije matematičkih ishoda s Tjelesnom i zdravstvenom kulturom (TZK) navodi se u osam odgojno-obrazovnih ishoda, od kojih tri u prvom i trećem razredu i dva u drugom razredu, dok se u četvrtom razredu ne navodi nikakva mogućnost korelacije s TZK-om. Domena D – Mjerenje zauzima četiri od osam mjesta, pri čemu se predlaže korelacija sadržaja TZK-a i najviše povezuje s matematičkim sadržajima procjenjivanja i mjerenja.

5.5.1. Primjeri povezivanja Matematike i Tjelesne i zdravstvene kulture

- Brojenje i prebrojavanje

Matematika je u određenoj mjeri sastavni dio svakoga nastavnog predmeta, a na satovima Tjelesne i zdravstvene kulture (TZK) to je posebno uočljivo. Brojenje ponavljanja određene vježbe tijekom razgibavanja i skupljanje učenika u vrstu radi prebrojavanja kratke su aktivnosti prisutne na gotovo svakom satu TZK-a. Učenici se naglas prebrojavaju kako bi se podijelili u parove ili skupine, a istodobno vježbaju znanje rednih brojeva te mogu vježbati brojenje u skupu brojeva do 20. Od učenika možemo tražiti da se prebrojavaju na razne načine, unaprijed i unatrag (od zadanoga broja i redom), da broje zadanim korakom počevši s dva i pet redom (2, 4, 6...ili 5, 10, 15...) i od zadanoga broja (npr. od broja 5 broje po 2: 5, 7, 9...), a zatim i da se odvoje u dvije skupine, od kojih jedna čini učenike s parnim, a druga učenike s neparnim brojevima.

- Geometrijski sadržaji

Zornost, zavičajnost i konkretnost bitna su načela u suvremenoj nastavi. Apstraktne matematičke pojmove poput crte, geometrijskih tijela i likova učenici će najlakše zapamtiti i naučiti ako ih prepoznaju u svojoj okolini. Učenici u prvom razredu uče o različitim vrstama crta koje se mogu uočiti i u školskoj dvorani ili na igralištu, a od učenika se može tražiti i da opišu pojedinu vrstu crta gibanjem u prostoru, primjerice oponašanjem kretanja ravne ili zakrivljene crte trkom. Analizom školskoga nogometnog, rukometnog ili košarkaškog igrališta učenicima se jasno mogu prikazati geometrijski likovi poput kvadrata i pravokutnika, dok se nastavna pomagala kao što su lopta, strunjača i švedski sanduci mogu iskoristiti u prikazu geometrijskih tijela kugle i kvadra (Matijašević, P. i Matijašević, B., 2020).

U prikazu geometrijskih likova mogu poslužiti i sami učenici od kojih možemo tražiti da u parovima ili skupinama svojim tijelima oblikuju različite vrste trokuta i pravokutnika ili čak pokušaju ispisati slova i kraće riječi i prepoznati koje su sve geometrijske oblike upotrijebili u prikazu.

- Mjerenja i mjerne jedinice

Mjerne jedinice i mjerenja tijekom nastave TZK-a spominju se pri mjerenju morfoloških karakteristika djece i procjena motoričkih sposobnosti, pri čemu nastavnik ima mogućnost uključiti učenike u postupak. Mjerenjem tjelesne težine učenici spoznaju mjere za težinu (dekagram i kilogram), a mjerenjem tjelesne visine učenici uče o metrima, centimetrima i milimetrima. Pri skoku udalj iz mjesta ponovno se susreću s mjernim jedinicama (metar, centimetar i milimetar), pri mjerenju njihove brzine utrčanju na 300 metara susreću se s pojmovima minute i sekunde, a pri trčanju na 30 metara barataju sekundama i desetinkama sekunde (Rodić, 2014). Kroz aktivnosti trčanja na 30 i 300 metara s učenicima se može vježbati i procjena udaljenosti većih od jednog metra uspoređujući put koji pretrčavaju i dužine igrališta.

Slika 14.

Mjerenje visine na nastavi TZK-a



Izvor: Zdravstveni odgoj u 7. razredu, 2013.

(http://os-vnazor-komletinci.skole.hr/print/?prt_name=news&prt_id=195)

Opseg podlaktice, pretklon raznožno i poligon natraške još su neka mjerenja koja se provode u razrednoj nastavi, a učenike u procese mjerenja možemo uključiti tako da si međusobno pomažu pri mjerenju i bilježenju podataka u tablice. U tablice mogu upisivati podatke inicijalnih i završnih mjerenja koji se zatim na satovima Matematike mogu upotrijebiti za izradu stupčastih dijagrama, različite grafičke prikaze, procjene i evaluacije.

Mjeriti se može i školsko igralište, a zabilježeni rezultati ovog kao i svih ostalih mjerenja mogu poslužiti i za vježbanje preračunavanja mjernih jedinica.

- Plesni koraci

Sastavni dio TZK-a čine i plesovi, odnosno izvođenje raznovrsnih ritmičnih i plesnih struktura s jednostavnim koreografijama poput folklornih i suvremenih plesova. Pri učenju nekog plesa ili koreografije plesači pamte uzorke u koracima plesovima po taktovima (npr. jedan, dva, tri, jedan dva tri) kako bi sinkronizirali pokrete među plesačima i plesali uz točan ritam glazbe. Plesanje je odlična aktivnost u kojoj učenici mogu uočavati uzorke, nizove i ritam u glazbi, kao i dijelove matematike.

- „Uhvati loptu“

Jednostavne računске operacije mogu se vježbati tijekom običnog dodavanja loptom u kojemu učenik drugom učeniku zadaje zadatak ovisno o sadržaju (npr. $5 + 6$), a učenik koji hvata loptu mora točno odgovoriti na postavljeno pitanje kako bi mogao nastaviti igru (Matijašević, P. i Matijašević, B. 2020).

- „Matematička štafeta“

Vježbanje matematičkih računskih operacija kroz sadržaje tjelesnog odgoja provodi se unutar natjecateljskih igara s hitnom izvedbom tako da se na primjer u štafetnoj utrci svakom učeniku u skupini dodijeli vlastiti broj. Učitelj zadaje jednostavan zadatak s računskim operacijama zbrajanja, oduzimanja, množenja ili dijeljenja (npr. $25 : 5 =$), nakon čega učenik iz svake skupine kojemu je dodijeljen broj 5 izvršava motorički zadatak. Prednost određenoj skupini donose brzina i točnost izračuna tijekom utrke (Rodić, 2014).

- „Matematički sportski memory“

Učenicima uvijek draga igra „Memory“ može se pretvoriti u odličnu aktivnost koja će povezati sportske i matematičke elemente. Sve što je potrebno za pripremu te aktivnosti jest da učitelj prije samoga sata na papir napiše računске zadatke oduzimanja, zbrajanja, dijeljenja ili množenja te pripremi odvojene papiriće s rješenjima. Papirići s rješenjima zatim se rasporede širom dvorane i pokriju čunjevima, a učenici u dvije ekipe traže rješenja zadataka koje čita učitelj (Matijašević, P. i Matijašević, B. 2020).

- „Čaše“

Zanimljivu natjecateljsku aktivnost koja kombinira elemente TZK-a i Matematike naziva „Čaše“ opisala je Božac (2019) u svojem radu. Aktivnost je provedena u prvom razredu u glavnom, B-dijelu sata sa svrhom vježbanja zbrajanja i oduzimanja brojeva do 10. Za aktivnost je na 10 čaša potrebno zalijepiti brojeve od 0 do 10 te osmisliti onoliko zadataka koliko je učenika u razredu. Učenike se podijeli u dvije kolone, a zadatak svakog učenika u koloni jest otrčati do učiteljice, uzeti zadatak, riješiti ga u što kraćem vremenu te ga staviti u odgovarajuću čašu (npr. zadatak $10 - 2$ treba staviti u čašu s brojem 8). Nakon što su svi učenici riješili svoj zadatak učiteljica zajedno s učenicima provjerava jesu li učenici točno uparili zadatke s rezultatom. Aktivnost se može provesti na satu TZK-a i na satovima Matematike ako prostor to dopušta, a matematički sadržaj može se mijenjati i prilagoditi različitim nastavnim sadržajima.

- „Dan-Noć“

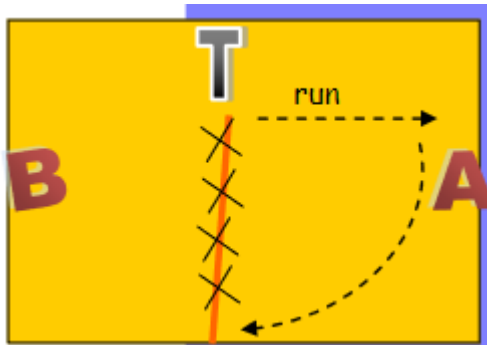
„Dan-Noć“ jednostavna je igra koja se može primijeniti u raznim situacijama i na satovima TZK-a i Matematike, a možemo je obogatiti matematičkim sadržajem tako da učitelj umjesto „Dan“ i „Noć“ izgovara rečenice vezane uz sadržaj koji se uči (npr. $6 \cdot 4 = 24$ ili 5 decimetara je 50 centimetara), a učenici se spuštaju u čučanj ako je izjava učitelja pogrešna i ustaju ako je točna.

- „Do zida“

„Do zida“ je jedna od aktivnosti navedenih u već spomenutom „Move for thought“ paketu koja se može prilagoditi različitim nastavnim sadržajima. Aktivnost započinje tako da učitelj objašnjava učenicima što predočuju A i B (npr. A = neparan broj i B = paran broj). Slova se zalijepe na dva zida učionice te učiteljica zadaje zadatak prvom djetetu u redu. Učenik zatim trči prema zidu (A ili B), ovisno o tome koje slovo predočuje točan odgovor. Učitelj će potvrditi je li odgovor točan i tada dijete ide na kraj reda, a aktivnost se ponavlja sa sljedećim djetetom u redu novim pitanjem. Aktivnost se može provesti i tako da se za svako pitanje ili izjavu sva djeca istodobno pomaknu do odgovarajućeg zida da bi dala odgovor, a zatim se vratila u red. Osim zadavanja zadataka, mogu se prikazati i dvije slike, jedna s točnim i jedna s pogrešnim odgovorom, a trčanje se može zamijeniti hodanjem, poskakivanjem ili preskakanjima.

Slika 15.

Aktivnost „Do zida“ iz paketa Pokret za razmišljanje



Izvor: Vazou, „Move for Thought” Integrated Physical Activities for Learning in the Elementary School Classroom

https://educateiowa.gov/sites/files/ed/documents/1213_np_lt_MoveforThought_0.pdf

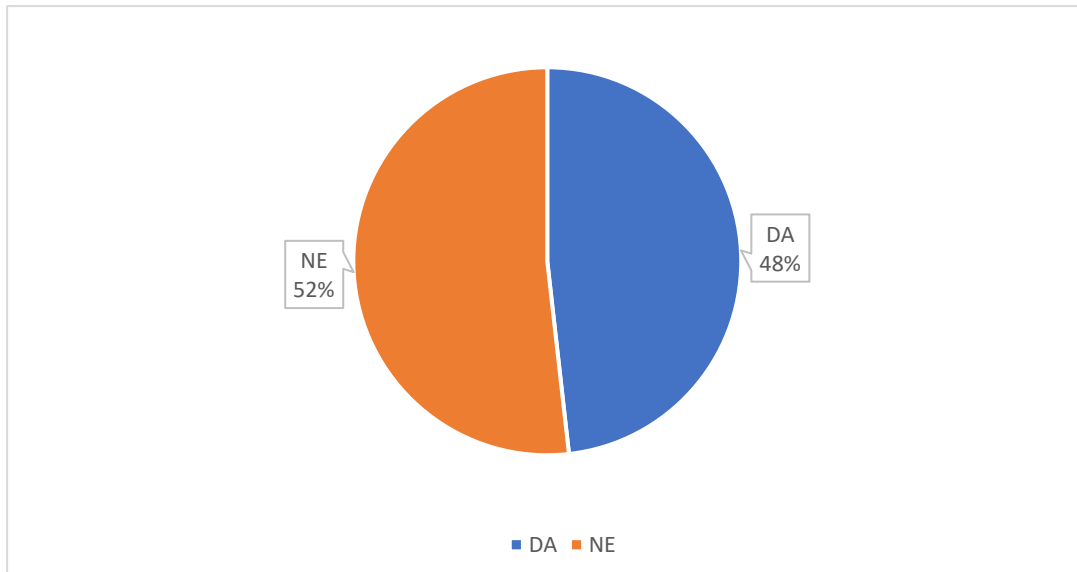
5.6. Rasprava

Velika pozornost u kurikulumima nastavnih predmeta i međupredmetnih tema donesenima 2019. godine daje se korelaciji. Mogućnosti korelacije, odnosno međupredmetnog povezivanja naznačene su za svaki odgojno-obrazovni ishod u odjeljku „razrada odgojno-obrazovnog ishoda“ na način da su navedeni predmeti čiji bi se sadržaji mogli korelirati pri ostvarenju navedenog ishoda. Treba imati na umu da, iako za određeni ishod nije navedena mogućnost korelacije s nekim od predmeta, to ne znači da ona i ne postoji. Kurikul je svojevrsni putokaz i pomoć učiteljima u radu, no na učiteljima je dužnost istražiti i produbiti znanje kako bi učenicima pružili što svrhovitiju i zanimljiviju nastavu.

Mogućnosti međupredmetnog povezivanja u nastavku prikazane su analizom *Kurikuluma za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj* tako da su se u obzir uzimali samo odgojno-obrazovni ishodi prvih četiriju razreda osnovne škole za koje je u razradi ishoda izravno navedena mogućnost korelacije s drugim predmetima razredne nastave (Hrvatski jezik, Priroda i društvo, Likovna kultura, Glazbena kultura i Tjelesna i zdravstvena kultura). Mogućnost korelacije s Matematikom izravno je naznačena samo u *Kurikulumu nastavnog predmeta hrvatski jezik za osnovne škole i gimnazije*, i to u razradi samo jednog odgojno-obrazovnog ishoda. Kurikuli ostalih predmeta ne navode Matematiku kao predmet s kojim se sadržaj može korelirati u razradi nijednog ishoda pa stoga i izostavljeni iz obrade.

Slika 16.

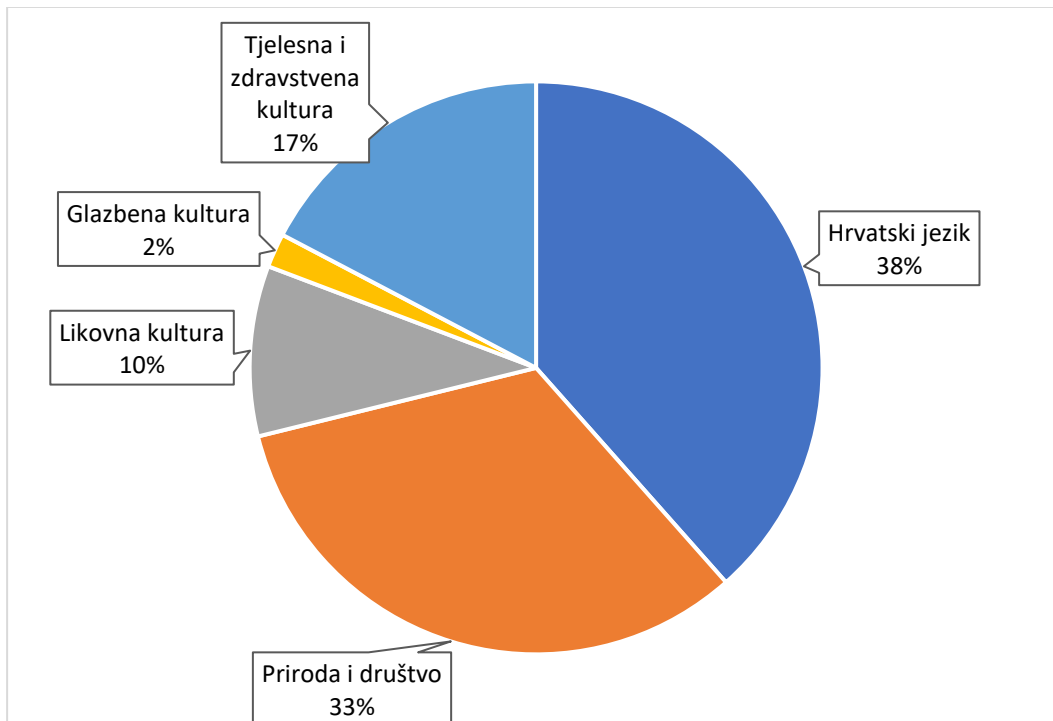
Udio odgojno-obrazovnih ishoda za koje je navedena mogućnost korelacije s nekim od predmeta razredne nastave



Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Slika 17.

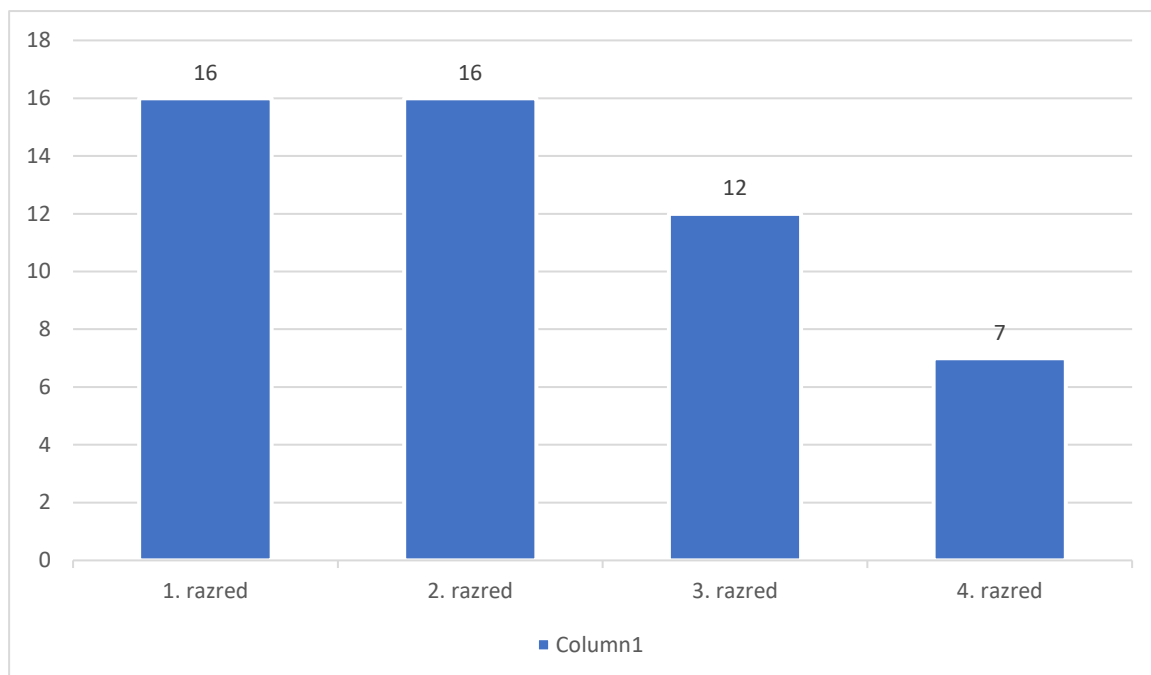
Prikaz zastupljenosti školskih predmeta s kojima je naznačena mogućnost korelacije



Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Slika 18.

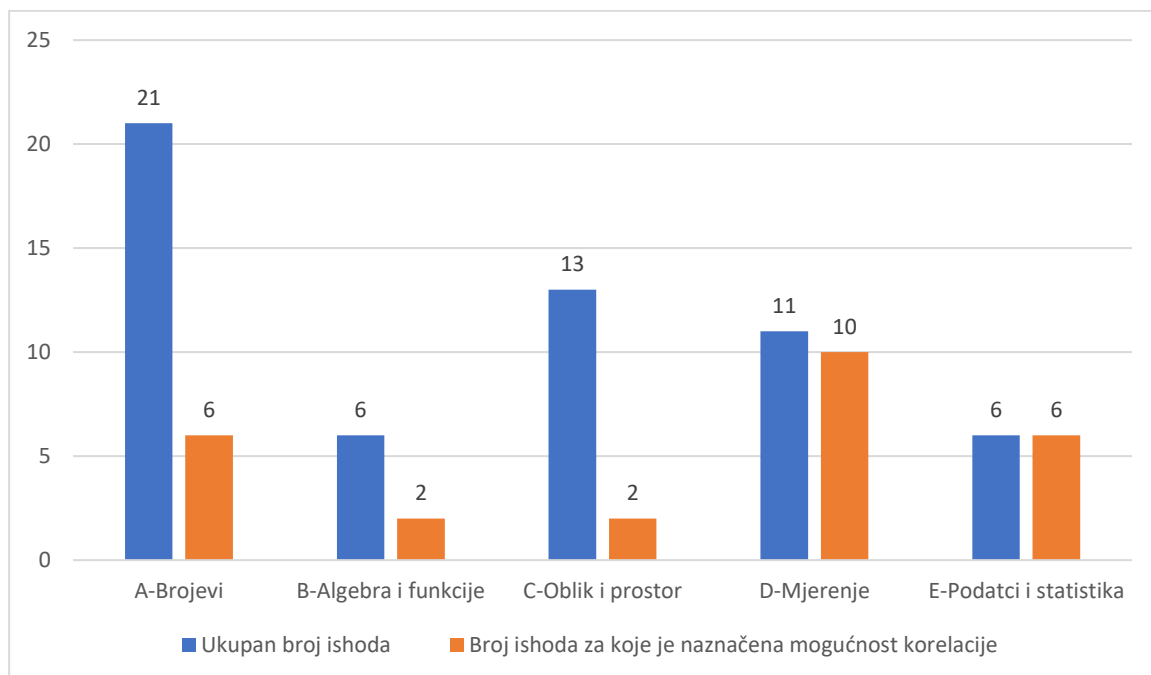
Broj ishoda u kojima je naznačena mogućnost korelacije Matematike s ostalim predmetima po razredima



Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Slika 19.

Raspodjela ishoda za koje je naznačena mogućnost korelacije s ostalim predmetima prema domenama



Izvor: Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije, 2019.

Proučavanjem kurikula zabilježeno je 27 odgojno-obrazovnih ishoda od ukupno 56 (sl. 16.) u kojima je naznačena mogućnost korelacije s nekim od predmeta razredne nastave, što čini udio pozitivne mogućnosti međupredmetnog povezivanja od 48 %.

Iz slike 17. može se zaključiti kako je Hrvatski jezik, s dvadeset ishoda u kojima se spominje, predmet s najvećom mogućnošću korelacije s matematičkim sadržajima. Slijede ga Priroda i društvo sa sedamnaest ishoda (33 %), Tjelesna i zdravstvena kultura s osam (17 %), Likovna kultura s pet (10 %) te Glazbena kultura sa samo jednim ishodom (2 %), što ga svrstava u predmet s najmanjom mogućnošću međupredmetne povezanosti s Matematikom. Položaj Hrvatskog jezika na ovoj ljestvici odgovara zaključcima navedenima prije, prema kojima je veza Hrvatskoga jezika i Matematike već prirodno postojeća samim time što je jezik poučavanja prijeko potreban u cijelome odgojno-obrazovnom procesu. Položaj Prirode i društva u ovom poretku ponovno otvara prije postavljeno pitanje vezano uz istraživanje Kostović-Vranješ i Šolić, prema kojemu učitelji razredne nastave vrlo slabo povezuju matematičke sadržaje sa sadržajima predmeta Prirode i društva. U kurikulumu su Glazbena i Likovna kultura poprilično zanemarene u kontekstu povezanosti sadržaja s Matematikom, no iz primjera danih u radu možemo zaključiti kako je mogućnost korelacije sadržaja spomenutih predmeta itekako moguća.

Mogućnost korelacije po razredima prikazuje se slikom 18. iz koje se naznačuje jednaka mogućnost, šesnaest ishoda za oba razreda, povezivanja sadržaja Matematike sa sadržajima ostalih predmeta u prvom i drugom razredu osnovne škole. Najmanja mogućnost povezivanja matematičkih i sadržaja ostalih predmeta navedena je u četvrtom razredu sa samo sedam ishoda.

Posljednja slika (sl. 19.) prikazuje ukupan broj ishoda za pojedinu domenu tijekom prvih četiriju razreda osnovne škole te broj ishoda za koje je naznačena mogućnost korelacije s ostalim predmetima prema domenama. Rezultati upućuju na domenu D – Mjerenje kao najpogodniju za ostvarivanje korelacije i integracije sadržaja s 10 od ukupno 11 ishoda za koje je naznačena mogućnost korelacije, što se do neke mjere može potvrditi i primjerima iz prakse. Domena C – Oblik i prostor, uz domenu B – Algebra i funkcije, najmanje je zastupljena sa samo 2 ishoda za koje je navedena mogućnost korelacije sadržaja, što ne odgovara stvarnoj situaciji prikazanoj primjerima iz prakse u kojima se upravo sadržaji geometrije raznim aktivnostima i u velikoj mjeri koreliraju među predmetima razredne nastave.

Brojevi koje dobivamo ovom analizom ne daju zapravo sa sigurnošću potvrditi ili negirati mogućnost međupredmetnog povezivanja Matematike s ostalim predmetima u cjelini, već prikazuju tu mogućnost danu unutar okvira kurikula. U kurikulu se ne navode sami primjeri korelacije za određeni ishod, nego su samo osmišljavanje i provedba korelacije prepušteni volji, trudu i kreativnosti učitelja i nastavnika. Iz ovog razloga mjerljivost mogućnosti međupredmetne povezanosti veoma je složena. Važno je napomenuti i činjenicu da naznaka korelacije za neki ishod ne znači da se njome može ostvariti čitav ishod. Kurikul jednostavno upućuje na mogućnost pronalaska zajedničke veze između sadržaja određenih ishoda sa sadržajima nekoga drugog predmeta na kojoj se mogu temeljiti i formirati nastavne aktivnosti.

Strukturne i sadržajne međupredmetne korelacije u nastavi Matematike mnogo su češće od tematskih, no u velikoj su mjeri i povezane. Primjeri tematske korelacije pojavljuju se većinom kroz tekstualne i problemske zadatke koji se povezuju s prigodnim događanjima poput izvanučioničke nastave koji daju kontekst zadatcima. Unutar tih tematskih korelacija opet se pojavljuju strukturne korelacije koje i prednjače nad tematskim jer se korelira sam matematički sadržaj koji se uči pa se primjerice tijekom izvanučioničke nastave pronalaze geometrijski oblici u prirodi ili se mjere objekti u okolini, što je oblik strukturne korelacije. Tematske i strukturne, metodičke i sadržajne korelacije sve zajedno čine harmoničnu cjelinu koju nije potrebno razdvajati, nego iskoristiti prednosti svake, no opravdano i sa svrhom povećanja odgojno-obrazovnog učinka.

Zaključak

Međupredmetnom povezivanju sadržaja, korelacijama i integracijama, odnosno interdisciplinarnom pristupu nastavi zajednička je svrha omogućiti učenicima trajno stjecanje znanja i vještina i njihovu primjenu u svakodnevnom životu. U Hrvatskoj se već godinama govori o nužnosti uvođenja promjena u školstvo. Potreba za promjenama na vidjelo je, među ostalim, iznijeta rezultatima PISA istraživanja, *Programme for International Student Assessment*, prema kojima Hrvatska vodi dugogodišnju bitku s ispodprosječnom čitalačkom, matematičkom i prirodoslovnom pismenošću (Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj, 2022). Razlog lošim učeničkim postignućima u velikoj mjeri leži upravo u neprimjerenosti školskog programa koji učenike, umjesto za primjenu znanja, potiče na isprazno i površno reproduciranje činjenica. Zabrinjavajuća situacija u hrvatskome obrazovnom sustavu pokušala se promijeniti 2019. godine donošenjem kurikularne reforme „Škola za život” koja u program implementira upravo značajke interdisciplinarnosti. Uspješnost reforme još nije moguće utvrditi, no analiza kurikula i literature prikazana u prethodnim poglavljima upućuje na postojanje prostora za doradu u području međupredmetnog povezivanja nastavnih sadržaja. Matematika se, unatoč činjenici da je neizostavni dio stvarnosti pa tako i sadržaja svih nastavnih predmeta, u kurikulumima ostalih predmeta razredne nastave gotovo i ne spominje. *Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije*, s druge strane, navodi značajne mogućnosti korelacije raznih matematičkih sadržaja sa sadržajima predmeta razredne nastave, ponajviše u domeni D – Mjerenje. To je djelomično potvrđeno i analizom literature i primjera iz prakse koji pokazuju mnogobrojne aktivnosti vezane za mjerenja koje se mogu korelirati sa sadržajima ostalih predmeta na satovima Matematike, ali i na satovima drugih predmeta, najviše Prirode i društva i Tjelesne i zdravstvene kulture. Oblik i prostor domena je koja je pak u kontekstu interdisciplinarnosti u kurikulumu izuzetno zapostavljena. Promatrajući primjere iz literature i prakse, može se zaključiti kako je sadržaj područja geometrije itekako potrebno i moguće povezati s gotovo svim nastavnim područjima, a tako i s Likovnom i Glazbenom kulturom čije se mogućnosti korelacije s Matematikom itekako podcjenjuju. Može se zaključiti i da je najveća mogućnost povezivanja sadržaja moguća u projektnoj nastavi tijekom koje se istodobno korelira više obrazovnih područja i predmeta i koja u konačnici ostvaruje sve ciljeve sadržajne nastave temeljene na primjeni znanja u svakodnevnom životu. Primjerima međupredmetnog povezivanja u ovom se radu osvještuje

postojanje veza Matematike i ostalih predmeta i izvan okvira kurikula i potiče se iskorištavanje tih veza u nastavnome procesu putem različitih nastavnih aktivnosti.

Primjena interdisciplinarnog pristupa u nastavi svakako nije put kojim je lako poći i od učitelja i nastavnika iziskuje predanost, trud i vrijeme. Kurikularna reforma iz 2019. godine na dobrom je putu unošenja obilježja međupredmetnog povezivanja u obrazovni programi i dobar orijentir, barem što se Matematike tiče, no na učiteljima je da sve mogućnosti nastave istraživati sami. Na kraju, učiteljski je posao poziv pa bi cilj i želja svakog učitelja trebali biti svojim učenicima omogućiti što bolje iskustvo nastave radi samih učenika, radi sebe i radi dobrobiti cijele zajednice.

„Obrazovanje je naša putovnica u budućnost, jer sutra pripada ljudima koji se za njega pripremaju danas.“

- Malcolm X

(afroamerički muslimanski ministar i aktivist za ljudska prava)

Literatura

- Adžaga, E. (2014). Matematika u umjetnosti. *Matka*, 23 (89), 33-35.
- Adžaga, E. (2016). Mjera u glazbi. *Matka*, 25 (97), 42-45.
- Ambruš-Kiš, R., Janković, A. i Mamić, Ž. (2020.) *Glazbeni krug 1, glazbena početnica za 1. razred osnovne škole*. Zagreb: Profil Klett d.o.o.
- Arief, A., & Isnani, F. (2020). Children Songs as A Learning Media Used in Increasing Motivation and Learning Student in Elementary School. *International Journal of Visual and Performing Arts*, 2(1), 1-7. doi: <https://doi.org/10.31763/viperarts.v2i1.54>
- Avvisati, F., Echazarra, A., Givord P. and Schwabe, M. (2019). *Croatia - Country Note - PISA 2018 Results*. Directorate for Education and Skills. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_HRV.pdf
- Benček, A. i Marenić, M. (2006). Motivacija učenika osnovne škole u nastavi matematike. *Metodički obzori*, 1(2006)1 (1), 104-117.
- Biller, J. (1995). *Math in Art or Art in Math*. Paper presented at the Annual National Conference on Liberal Arts and Education of Artists (9th, New York, NY, October 18-21, 1995).
- Bognar, L. i Matijević, M. (2005). *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
- Božac, T. (2019). *Didaktički materijal u nastavi primarnog obrazovanja* (urn:nbn:hr:137:189233) [Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli]. Digitalni repozitorij Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:189233>
- Čudina-Obradović, M. i Brajković, S. (2009). *Integrirano poučavanje*. Zagreb: Pučko otvoreno učilište Korak po korak.
- Čupić, A., Sarajčević, E. i Podrug, S. (2017). Edukativne igre u nastavi matematike. *Poučak*, 18 (70), 66-80.
- Kaittani, D., Kouli, O., Derri, V. and Kioumourtzoglou, E. (2017) “Interdisciplinary Teaching in Physical Education”, *Arab Journal of Nutrition and Exercise*, vol. 2, issue no. 2, 91–101. DOI 10.18502/ajne.v2i2.1248
- Dodig, V. M. (2017). Matematika u biologiji. *Matka*, 26 (102), 85-87.

- Dražić, I., Jurasić, K. (2013). Književnost u funkciji suvremene nastave matematike. U: Nenad K. (Ur.), *Korelacija matematike s drugim nastavnim predmetima* (str. 156 – 162). Pula: Matematičko društvo Istra.
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- Glasnović Gracin, D. (2000). Raspjevani matematičari: Nula. *Matematika i škola*, 5 (6), 216–217.
- Gulaš, V. (2016). *Eksperimenti u nastavi prirode i društva* (urn:nbn:hr:137:518021) [Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli]. Digitalni repozitorij Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:518021>
- Huzjak, M. (2001). Korelacija u nastavi: strukturalni prijevod. *Metodika: časopis za teoriju i praksu metodika u predškolskom odgoju, školskoj i visokoškolskoj izobrazbi*. Učiteljska akademija Sveučilišta u Zagrebu: Vol. 2, br. 2-3: 39-43.
- Huzjak, M. (2002). *Učimo gledati – priručnik likovne kulture za nastavnike razredne nastave*. Školska knjiga, Zagreb.
- Huzjak, M. (2016). Utjecaj međupredmetnog povezivanja na uspješnost učenika pri poučavanju likovne kulture. *Croatian Journal of Education*, 18 (Sp.Ed.2), 85-109.
- Jensen, E. (2003). *Super-nastava: nastavne strategije za kvalitetnu školu i uspješno učenje*. Zagreb: Educa.
- Kostović Vranješ, V. i Solić, S. (2011). Nastavni sadržaji prirode i društva – polazište za interdisciplinarno poučavanje u razrednoj nastavi. *Život i škola*, LVII (25), 207-215.
- Koutsoupidou T. (2009). The digital world of children: Integrating music and maths in preschool education. *Conference: 4th Conference of the EuNet Music Educators and Researchers of Young*.
- Kuščević, D., Ćosić, M. i Mišurac, I. (2020). Samoprocjena učiteljica o razini povezivanja likovnih i matematičkih sadržaja u nižim razredima osnovne škole. *Magistra Iadertina*, 15 (1), 23-40.

- Malkevitch, J. *Mathematics and Chemistry: Partners in Understanding Our World*. American Mathematical Society. Preuzeto 20. 8. 2022. s <http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fc-2014-09>
- Marincel Cindrić, T. (2020). Izrada računskih gusjenica [Slika]. http://www.os-druga-bj.skole.hr/Produzeni_boravak_ucenika?news_id=2131
- Matijašević, P. i Matijašević, B. (2020). KORELACIJA I INTEGRACIJA NASTAVE MATEMATIKE I TJELESNE I ZDRAVSTVENE KULTURE. *Varaždinski učitelj*, 3 (3), 5-12.
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2017). *Nacionalni dokument okvira za vrednovanje procesa i ishoda učenja u osnovnoškolskome i srednjoškolskome odgoju i obrazovanju*. Preuzeto 3.9.2022. : <https://mzo.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Obrazovanje/NacionalniKurikulum/Okviri/Okvir%20za%20vrednovanje%20proces%20i%20ishoda%20u%20C4%8Denja%20u%20osnovno%20C5%A1kolskome%20i%20srednjo%20C5%A1kolskome%20odgoju%20i%20obrazovanju.pdf>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnoga predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije*. Preuzeto 3. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/matematika/746>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnog predmeta Hrvatski jezik za osnovne škole i gimnazije*. Preuzeto 3. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/hrvatski-jezik/741>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnog predmeta Priroda i društvo za osnovne škole*. Preuzeto 3. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/priroda-i-drustvo/747>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnog predmeta Likovna kultura za osnovne škole i Likovna umjetnost za gimnazije*. Preuzeto 8. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/likovna-kultura-i-likovna-umjetnost/757>

- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnog predmeta Glazbena kultura za osnovne škole i Glazbena umjetnost za gimnazije*. Preuzeto 9. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/glazbena-kultura-i-glazbena-umjetnost/756>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). *Kurikulum nastavnog predmeta Tjelesna i zdravstvena kultura za osnovne škole i gimnazije*. Preuzeto 9. 8. 2022.: <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/predmetni-kurikulumi/tjelesna-i-zdravstvena-kultura/758>
- Mišurac Zorica, I. i Cvitanović, M. (2012). Odnos učenika razredne nastave prema matematici. *Školski vjesnik*, 61. (4.), 443-459.
- Mljetski kolarin [Slika] (2020). <https://np-mljet.hr/radionica-izrade-hrvatskog-tradicijskog-nakita/>
- Mutak, J. (2013). Hrvatski jezik i matematika. U Nenad K. (Ur.), *Korelacija matematike s drugim nastavnim predmetima* (str. 181 – 184). Pula: Matematičko društvo Istra.
- O'Connor, J. J. i Robertson, E. F. (2003). *Roger Bacon*. School of Mathematics and Statistics.
- Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj [OECD]. (2022). *PISA 2022 Mathematics Framework*. Preuzeto 20. 8. 2022. s: <https://pisa2022-maths.oecd.org/ca/index.html#Overview>
- Plavec, A. (2020). *Povezanost glazbe i matematike u razrednoj nastavi* (urn:nbn:hr:147:354090) [Diplomski rad, Učiteljski fakultet sveučilišta u Zagrebu]. Repozitorij Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:147:354090>
- Posedi, L. (2019). *Matematika kroz pričanje priča* (urn:nbn:hr:147:565002) [Diplomski rad, Učiteljski fakultet sveučilišta u Zagrebu]. Repozitorij Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:147:565002>
- Požgaj, V. (2018). *Tekstualni zadatci s kontekstom u razrednoj nastavi matematike* (urn:nbn:hr:147:441926) [Diplomski rad, Učiteljski fakultet sveučilišta u Zagrebu]. Repozitorij Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:147:441926>

- prirodne znanosti. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021a. Pristupljeno 3. 8. 2022. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50446>
- Redish, E. (2006). *Problem Solving and the Use of Math in Physics Courses*. Department of Physics, University of Maryland. https://www.researchgate.net/publication/2176846_Problem_Solving_and_the_Use_of_Math_in_Physics_Courses
- Rodić, N. (2014). Povezanost tjelesne i zdravstvene kulture i ostalih nastavnih predmeta u osnovnoj školi. *Croatian Journal of Education*, 16 (Sp.Ed.3), 265-292.
- Salopek, A. (2012). *Korelacija i integracija u razrednoj nastavi*. Zagreb: Školska knjiga.
- Sharma, M. C. (2001). *Matematika bez suza: kako pomoći djetetu s teškoćama u učenju matematike*. Lekenik: Ostvarenje.
- Skupnjak, D. (2009). Integrirana nastava – prijedlog integracije u početnoj nastavi matematike. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*, 150 (2), 260-270.
- Spyridoula Vazou & Miriam A. B. Skrade (2016): Intervention integrating physical activity with math: Math performance, perceived competence, and need satisfaction, *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, DOI: 10.1080/1612197X.2016.1164226
- Sruk, S. (2019). Umjetnost i matematika. *Poučak*, 20 (79), 22-29.
- Stonoga [Slika] (bez dat.) Preuzeto 7. 9. 2022. s: <http://likovna-kultura.ufzg.unizg.hr/jedinice.12.htm>
- Strikinac, I. (2021). Zašto ili za što matematika? Škola za život. *Poučak*, 22 (86), 65-72.
- Šćepanović, Z. (2015). Matematika u modernoj arhitekturi. *Matka*, 24 (93), 18-21.
- Šimunović, J. (2006). Načelo korelacije u nastavi katoličkog vjeronauka u osnovnoj školi s posebnim naglaskom na međupredmetnu korelaciju. *Obnovljeni život*, 61 (3), 329-352.
- Šulentić Begić, J. i Špoljarić, B. (2011). Glazbene aktivnosti u okviru neglazbenih predmeta u prva tri razreda osnovne škole. *Napredak*, 152 (3-4), 447-462.
- tehnika. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021b. Preuzeto s 3. 8. 2022. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60655>

University of St Andrews, Scotland. Preuzeto 7. 9. 2022. s: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bacon/>

Vazou, S. Gavrilou, P., Mamalaki, E., Papanastasiou, A., & Sioumala, N. (2012). Does integrating physical activity in the elementary school classroom influence academic motivation? *International Journal of Sport & Exercise Psychology*, 1-13.

Vazou, S. "Move for Thought" *Integrated Physical Activities for Learning in the Elementary School Classroom*. Iowa State University. Preuzeto 20. 8. 2022. s: https://educateiowa.gov/sites/files/ed/documents/1213_np_lt_MoveforThought_0.pdf

Vogrinec, J. (2021). Matematika u prirodi. *Digitalni časopis za obrazovne stručnjake*. Preuzeto 10. 9. 2022. s: <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2021/04/30/matematika-u-prirodi/>

Vremenska crta [Slika] (bez dat.) Preuzeto 7. 9. 2022. s: <https://www.profil-klett.hr/repozitorij-materijali/vremenska-crta-0>

Zdravstveni odgoj u 7. razredu [Slika]. (2013). Preuzeto 10. 9. 2022. s: http://os-vnazor-komletinci.skole.hr/print/?prt_name=news&prt_id=195

Izjava o izvornosti diplomskog rada

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

(Vlastoručni potpis studenta)