

UDK 371.26:[371.14:51](497.6)  
UDK 371.26:[371.14:51](479.25)  
UDK 371.26:[371.14:51](485)  
Izvorni naučni rad

Naida Bikić  
Nevzudin Buzadžija  
Lea Kokorović

## **KURIKULUM I POSTIGNUĆA UČENIKA IZ OBLASTI BROJEVA, GEOMETRIJE I PRIKAZA PODATAKA U KONTEKSTU SPECIJALIZACIJE NASTAVNIKA IZ MATEMATIKE U BOSNI I HERCEGOVINI, ARMENIJI I ŠVEDSKOJ**

### **Sažetak**

Ovaj rad ima za cilj ispitati odnos između struke predavača, njegove specijalizacije i provedbe kurikuluma, kao i uticaj tih faktora na postignuća učenika u matematici, koristeći podatke iz ciklusa istraživanja Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2019. Studija istražuje kako specijalizacija nastavnika matematike utiče na sadržaj i ishode učenika unutar matematičkog kurikuluma. Analizirajući podatke TIMSS 2019, koji pružaju sveobuhvatan skup podataka o postignućima učenika i pokazateljima kurikuluma iz različitih zemalja, studija nudi uvid u ulogu specijalizacije nastavnika u oblikovanju matematičkog obrazovanja kroz usporedbu tri države: Armeniju, Bosnu i Hercegovinu i Švedsku. Ove tri zemlje imaju vrlo različite pristupe obrazovanju, naročito kada je u pitanju specijalizacija nastavnika u matematici. Bosna i Hercegovina, Švedska i Armenija predstavljaju primjere iz različitih obrazovnih tradicija – od sistema gdje profesori razredne nastave predaju matematiku u osnovnim školama (Bosna i Hercegovina) do zemalja sa specijalizovanim nastavnicima (Švedska, Armenija). Ova raznolikost omogućava dublju analizu efekta specijalizacije na učenička postignuća. Istraživanje doprinosi našem razumijevanju faktora koji utiču na dizajn i provedbu kurikuluma, s implikacijama na obrazovnu politiku, programe pripreme nastavnika i inicijative za profesionalni razvoj usmjerene na poboljšanje poučavanja matematike i ishoda učenja.

**Ključne riječi:** *TIMSS 2019, matematička postignuća učenika, kurikulum, specijalizacija, brojevi, geometrija i mjerenje, prikaz podataka*

## UVOD

Posljednjih su godina međunarodna ocjenjivanja igrala ključnu ulogu u oblikovanju obrazovnih politika i praksi širom svijeta. Među njima, Trendovi u međunarodnoj studiji matematike i prirodnih nauka (TIMSS) ističu se kao sveobuhvatan istraživački poduhvat koji nudi uvide u stanje matematičkog i obrazovanja iz prirodnih nauka širom svijeta (TIMSS & PIRLS International Study Center, 2019). Pokrenut od strane Međunarodnog udruženja za evaluaciju obrazovnih postignuća (IEA), TIMSS provodi rigorozna ocjenjivanja za procjenu postignuća učenika u matematici i prirodnih nauka na različitim niovima. Primjenom standardiziranih testova na različitim uzorcima učenika iz zemalja sudionika, TIMSS ima za cilj pružiti komparativnu analizu obrazovnih ishoda, nastavne prakse i učinkovitosti kurikuluma na međunarodnom nivou. Istraživački ciklus TIMSS 2019 posebno nudi skup podataka koji istraživačima omogućuje istraživanje trendova, prepoznavanje izazova i informisanje o strategijama utemeljenim na dokazima za poboljšanje matematičkog i obrazovanja iz prirodnih nauka (TIMSS & PIRLS International Study Center, 2019). Ovo istraživanje nastoji istražiti nalaze TIMSS-a 2019, analizirajući podatke kako bi se steklo dublje razumijevanje nivoa postignuća učenika, pristupa podučavanju i faktora koji utiču na obrazovne ishode u zemljama sudionicama. Ovim istraživanjem nastojimo doprinijeti tekućem diskursu o globalnoj reformi obrazovanja i potrazi za izvrsnošću u učenju matematike.

## TEORIJSKI OKVIR

U mnogim osnovnim školama značajan izazov leži u tome da se učenicima pruži prilika da dublje shvate probleme i da se smisleno uključe u matematičke koncepte. Taj izazov uključuje poticanje okruženja u kojem učenici ne samo da dijele svoja razmišljanja već i aktivno slušaju i odgovaraju na ideje svojih vršnjaka. Štoviše, poticanje učenika da povuku veze između svojih prethodnih iskustava, unutar i izvan učionice, ključno je za izgradnju novog učenja. Rješavanje ovog izazova zahtijeva od učitelja da posjeduju pozitivan matematički identitet, snažno znanje o sadržaju i učinkovite pedagoške vještine. Osim toga, duboko razumijevanje načina na koji učenici uče matematiku i nepokolebljivo uvjerenje u njihovu sposobnost da budu uspješni u predmetu bitne su komponente za suočavanje s ovim izazovom (The national council of mathematics, 2022).

Iako većina učitelja u osnovnim školama radi u zasebnim učionicama i predaje sve glavne predmete, sve veći broj učitelja specijalizira se za podučavanje manjeg broja predmeta većem broju učenika (Hwang & Kisida, 2021). Specijalizacija predmetnog područja u osnovnim školama konceptualno je privlačna u nekim aspektima, ali ne dolazi bez kompromisa. Iz perspektive učinkovitosti nastavnika, jedna potencijalna negativna posljedica je povećanje omjera učenik/nastavnik i odgovarajuće slabljenje odnosa učenik-nastavnik. Za razliku od samostalnih učionica koje omogućuju učiteljima da njeguju snažne odnose fokusirajući se na manji broj učenika i provodeći više vremena s njima, specijalizacija za predmetno područje raspoređuje nastavnike među više učenika (Bastian & Fortner, 2020). Budući da su jaki odnosi između učenika i učitelja važan dio pozitivnog rasta učenika (Hegde & Cassidy, 2004), dobrobiti specijalizacije možda neće nadmašiti prednosti učenja od učitelja opće nastave.

Rad nastavnika sa matematičkom specijalizacijom u osnovnim školama ima više oblika, uključujući rad s učiteljima i rad s učenicima. Rad s učiteljima odvija se jedan na jedan ili unutar tima na nivou razreda, u prostoru gdje su učitelji sigurni da istražuju svoje podučavanje i produbljuju svoje razumijevanje matematičkog sadržaja i pedagogije, kao i svoju sposobnost odgovarajućeg korištenja visokokvalitetnih nastavnih materijala. On razvija i redovito prati razumijevanje učitelja i provedbu nastave. Ovi posebno pripremljeni stručnjaci redovito su uključeni u mentorstvo početnicima i iskusnim učiteljima; treniranje, koje često uključuje zajedničko planiranje i zajedničko podučavanje; planiranje i pružanje mogućnosti profesionalnog razvoja; te planiranje i pomoć u održavanju zajednica za profesionalno učenje (The national council of mathematics, 2022).

Nastavnik koji je specijaliziran u području matematike u razrednoj nastavi može raditi ili kao matematički intervencionist ili kao učitelj matematike za više grupa učenika. Kao matematički intervencionisti, oni pružaju rigorozne i zanimljive upute za učenike kojima je potrebna dodatna podrška ili dodatni izazov. Također mogu planirati i koordinirati napore drugih koji pružaju matematičku intervenciju. Kao nastavnik matematike u razrednoj nastavi, on može dijeliti učenike s kolegama iz razreda (npr. podučavati matematiku svim učenicima drugog i trećeg razreda, podučavati matematiku i prirodne nauke svim učenicima četvrtog razreda). Oni također mogu otvoriti svoju učionicu kao laboratorij za učenje gdje modeliraju učinkovito i pravedno

poučavanje, koristeći to kao prostor za učenje s drugima i od drugih (The national council of mathematics, 2022).

Također, razvoj nastavnog plana i programa i uloga nastavnika su povezani. Nastavnici igraju vitalnu ulogu u razvoju kurikulumu jer unose svoju stručnost, iskustvo i znanje svojih učenika u oblikovanje kurikulumu. Oni daju vrijedan doprinos u identificiranju ciljeva učenja, odabiru sadržaja i dizajniranju odgovarajućih strategija podučavanja za svoje učenike. Oni provode nastavni plan i program u učionici, koristeći svoje nastavne vještine za izvođenje lekcija, olakšavanje rasprava i procjenu napretka učenika. Nastavnici nastavni plan i program prenose učenicima, pretvarajući ga u smisljena iskustva učenja i njegujući pozitivno okruženje za učenje koje ga podržava. Uloga nastavnika ključna je u osiguravanju da se nastavni plan i program učinkovito provodi, da zadovoljava potrebe učenika i podržava njihovo cjelokupno učenje i razvoj (Gupta, 2023).

## **METODOLOŠKI DIO**

### **Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja su učnički uspjesi i razlike u kurikulumu u ovisnosti od struke nastavnika koji predaje matematiku učenicima razredne nastave. U različitim državama postoje različiti načini odvijanja nastave te možemo primijetiti i razlike u obrazovnom sustavu. Tako u nekim državama matematiku od prvog razreda osnovne škole predaju stručnjaci specijalizovani za matematiku, dok u drugim državama matematiku od prvog razreda predaje profesor razredne nastave. U međunarodnom TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) istraživanju imamo pristup podacima koji su dobiveni međunarodnim istraživanjem procjena znanja matematike, u kojem također imamo i generalne podatke o različitim obrazovnim sistemima, kurikulumu, nastavnicima i učenicima.

### **Ciljevi i zadaci istraživanja**

Glavni cilj istraživanja je:

Istražiti kurikulum i učničke uspjehe iz matematike u ovisnosti od specijalizacije nastavnika koji im predaje matematiku u razrednoj nastavi.

Iz ovih ciljeva proizlaze i glavni zadaci istraživanja, a to su:

1. Upoznavanje sa TIMSS istraživanjem
2. Analiziranje podataka koristeći se različitim softverskim sustavima
3. Analiziranje i utvrđivanje razlika u kurikulumu
4. Analiziranje i utvrđivanje učeničkih postignuća ovisno od struke nastavnika koji im predaje matematiku

### **Hipoteze istraživanja**

**Hipoteza 1:** Postoji statistički značajan uticaj specijalizacije nastavnika iz matematike na postignuća učenika u oblastima brojevi, geometrija i prikaz podataka u tri zemlje (Armenija, Bosna i Hercegovina, Švedska).

**Hipoteza 2:** Postoji statistički značajna razlika u postignućima učenika u pojedinačnim oblastima (brojevi, geometrija i prikaz podataka) u zavisnosti od specijalizacije njihovih nastavnika iz matematike.

**Hipoteza 3:** Zemlje koje imaju kurikulum matematike koji je usklađen s međunarodnim standardima i najboljim praksama obrazovanja imaju općenito bolje rezultate učenika u TIMSS istraživanjima u svim oblastima matematike.

### **Uzorak istraživanja**

Za uzorak istraživanja koristili su se podaci sa TIMSS istraživanja 2019. godine. U ciklusu TIMSS 2019, ukupno 14.981 učenik četvrtih razreda osnovnih škola učestvovao je u istraživanju sa prosječnom starošću u rasponu od 9,5 do 10,5 godina u Bosni i Hercegovini, Švedskoj i Armeniji. Roditelji svih učesnika potpisali su izjave kojima potvrđuju svoje upoznavanje sa istraživanjem TIMSS 2019 i slažu se s korištenjem podataka o njihovom djetetu u okviru ovog istraživanja. Podaci dobijeni putem odgovora od direktora škola, nastavnika, nacionalnih koordinatora i roditelja ili zakonskih staratelja učenika koji su učestvovali u TIMSS- u prikupljeni su i pohranjeni na unaprijed regulisan način. Ovi podaci ne mogu se koristiti za identifikovanje pojedinačnih ispitanika po imenu, a TIMSS podaci su sigurni i nedostupni bilo kojim spoljnim osobama ili sistemima. Putem postupaka sistemskog uzorkovanja, TIMSS je nastojao osigurati da su učenici koji su sudjelovali reprezentativni za svoju populaciju,

omogućujući značajne usporedbe među zemljama i regijama. Angažiranjem tako širokog spektra sudionika, TIMSS 2019 omogućio je dublje razumijevanje globalnih trendova u matematičkom obrazovanju.

## Instrumenti

Iskorišteni su podaci iz tri države: Armenije, Bosne i Hercegovine i Švedske, a korištena su dva tipa instrumenata: upitnici i 14 testnih brošura koje sadrže pitanja iz matematike kojima su mjerena postignuća učenika. Upitnici su obuhvatili dva segmenta: Upitnik za nastavnike i Upitnik za kurikulum. Iz Upitnika za nastavnike analizirani su odgovori koji se odnose na provedbu kurikuluma, odnosno tema koje se obrađuju. Upitnici su omogućili uvid u obrazovne prakse, sadržaje nastave, a popunjavali su ih nastavnici i koordinatori kurikuluma.

## Varijable istraživanja

*Tablica 1 - Odabrane varijable iz TIMSS 2019. istraživanja*

| Kod varijable | Opis varijable                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kod pod-varijable | Opis pod-varijable                                                                                               |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>G05</b>    | Ako je vaš glavni smjer studija bio obrazovanje, da li ste imali specijalizaciju u nekoj od sljedećih oblasti?                                                                                                                                                                             | <b>G05BA</b>      | Matematika                                                                                                       |
| <b>MA406</b>  | U kojem razredu/ma učenike prvi put poučavaju stručnjaci za matematiku, a ne profesori razredne nastave?                                                                                                                                                                                   |                   |                                                                                                                  |
| <b>MA407A</b> | Broj: (i) Prema nacionalnom kurikulumu matematike, koji je udio učenika 4. razreda trebao učiti svaku od sljedećih tema ili vještina do kraja 4. razreda?<br>1 = Svi ili gotovo svi učenici;<br>2 = Samo napredniji učenici;<br>3 = Nije uključeno u nastavni plan i program do 4. razreda | <b>MA407AA</b>    | Koncept cijelih brojeva, uključujući određivanje vrijednosti i redanje                                           |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AB</b>    | Zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje cijelih brojeva                                                     |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AC</b>    | Pojmovi višekratnika i faktora; neparni i parni brojevi                                                          |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AD</b>    | Tekstualni zadaci (pronalaženje broja koji nedostaje, predstavljanje problemskih situacija tekstualnim zadacima) |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AE</b>    | Uzorci brojeva (nastavljanje niza prateći uzorak i pronalaženje nedostajućeg člana)                              |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AF</b>    | Koncept razlomaka, uključujući predstavljanje, uspoređivanje i                                                   |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                                                                                                                         |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                | sređivanje, zbrajanje i oduzimanje jednostavnih razlomaka                                                               |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407AG</b> | Koncepti decimala, uključujući mjesnu vrijednost i redoslijed, zbrajanje i oduzimanje s decimalama                      |
| <b>MA407B</b> | Mjerenje i geometrija (i) Prema nacionalnom kurikulumu matematike, koji je udio učenika 4. razreda trebao učiti svaku od sljedećih tema ili vještina do kraja 4. razreda?<br>1 = Svi ili gotovo svi učenici;<br>2 = Samo sposobniji učenici;<br>3 = Nije uključeno u nastavni plan i program do 4. razreda | <b>MA407BA</b> | Rješavanje problema koji uključuju duljinu, uključujući mjerenje i procjenu                                             |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BB</b> | Rješavanje zadataka koji uključuju masu, volumen i vrijeme                                                              |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BC</b> | Određivanje i procjena opsega, površine i volumena                                                                      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BD</b> | Paralelne i okomite crte                                                                                                |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BE</b> | Uspoređivanje i crtanje kutova                                                                                          |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BF</b> | Elementarna svojstva uobičajenih geometrijskih oblika                                                                   |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407BG</b> | Trodimenzijski oblici, uključujući odnose s njihovim dvodimenzijskim prikazima                                          |
| <b>MA407C</b> | Prikaz podataka (i) Prema nacionalnom kurikulumu matematike, koji je udio učenika 4. razreda trebao učiti svaku od sljedećih tema ili vještina do kraja 4. razreda?<br>1 = Svi ili gotovo svi učenici;<br>2 = Samo sposobniji učenici;<br>3 = Nije uključeno u nastavni plan i program do 4. razreda       | <b>MA407CA</b> | Čitanje i predstavljanje podataka iz tablica, piktograma, stupčastih grafikona, linijskih grafikona i tortnih grafikona |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407CB</b> | Organiziranje i predstavljanje podataka za pomoć pri odgovaranju na pitanja                                             |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>MA407CC</b> | Izvođenje zaključaka iz prikaza podataka                                                                                |

## REZULTATI

U tablici 2 su prikazani rezultati učeničkih postignuća iz matematike na TIMSS istraživanju 2019. godine učenika 4. razreda na temelju TIMSS istraživanja iz tri države Armenije, Bosne i Hercegovine i Švedske. Prosjek definisan u TIMSS istraživanju je jednak rezultatu 500, a sve države koje imaju manji rezultat učeničkih postignuća se smatraju ispod prosjeka, dok sve države koje imaju rezultat veći od toga se smatraju iznad prosjeka. Nažalost, Bosna i Hercegovina je ispod prosjeka.

Tablica 2 - Učenička postignuća prema državama iz matematike

| Država              | Broj | Postignuća iz matematike | SD    |
|---------------------|------|--------------------------|-------|
| Armenija            | 1399 | 498,19                   | 68,28 |
| Bosna i Hercegovina | 5617 | 451,68                   | 75,13 |
| Švedska             | 3965 | 521,23                   | 73,28 |

Zaključujemo da je u Bosni i Hercegovini prosječni rezultat iz matematike za učenike četvrtih razreda iznosi 451.68, dok je u Armeniji taj prosjek 498.19, a u Švedskoj 521.23.

Tablica 3 - Učenička postignuća prema državama po oblastima u zavisnosti od specijalizacije nastavnika iz matematike

| Država              | Specijalizacija nastavnika iz matematike | Broj učenika | %     | Postignuća učenika po oblastima |      |            |      |                 |      |
|---------------------|------------------------------------------|--------------|-------|---------------------------------|------|------------|------|-----------------|------|
|                     |                                          |              |       | Brojevi                         | SD   | Geometrija | SD   | Prikaz podataka | SD   |
| Armenija            | Da                                       | 2413         | 84,22 | 520,93                          | 79,6 | 493,76     | 79,6 | 451,00          | 96,1 |
|                     | Ne                                       | 517          | 15,78 | 517,31                          | 75,0 | 488,17     | 75,0 | 446,51          | 91,9 |
| Bosna i Hercegovina | Da                                       | 911          | 17,95 | 462,47                          | 82,6 | 463,59     | 82,6 | 418,12          | 94,7 |
|                     | Ne                                       | 4046         | 82,05 | 457,67                          | 82,8 | 456,44     | 82,8 | 410,90          | 93,6 |
| Švedska             | Da                                       | 2816         | 83,73 | 521,33                          | 78,7 | 525,76     | 78,7 | 531,33          | 86,7 |
|                     | Ne                                       | 554          | 16,27 | 507,71                          | 77,5 | 514,00     | 77,5 | 518,54          | 88,6 |

Tablica 3 pruža detaljan uvid u prosječne rezultate i varijabilnost matematičkih rezultata za svaku od zemalja u tri oblasti, uzimajući u obzir specijalizaciju nastavnika u matematici. Posebnu pažnju treba obratiti na postotak nastavnika iz specijalizacije u Bosni i Hercegovini, on iznosi svega 17.95.

Kroz tablicu 4 prikazana su pravila o struci nastavnika koji predaju matematiku u razrednoj nastavi u različitim državama. Za potrebe ovog rada uspoređivat će se tri države koje imaju različitu praksu provođenja nastave i pravila o struci nastavnika, a to su: Armenija, Bosna i Hercegovina i Švedska. Kao što je spomenuto ova pravila će se uspoređivati ovisno o učeničkim postignućima kako bi se utvrdilo da li specijalizacija predavača u matematici ima utjecaj na učenička postignuća.

Tablica 4 - Struka predavača u razrednoj nastavi prema državama

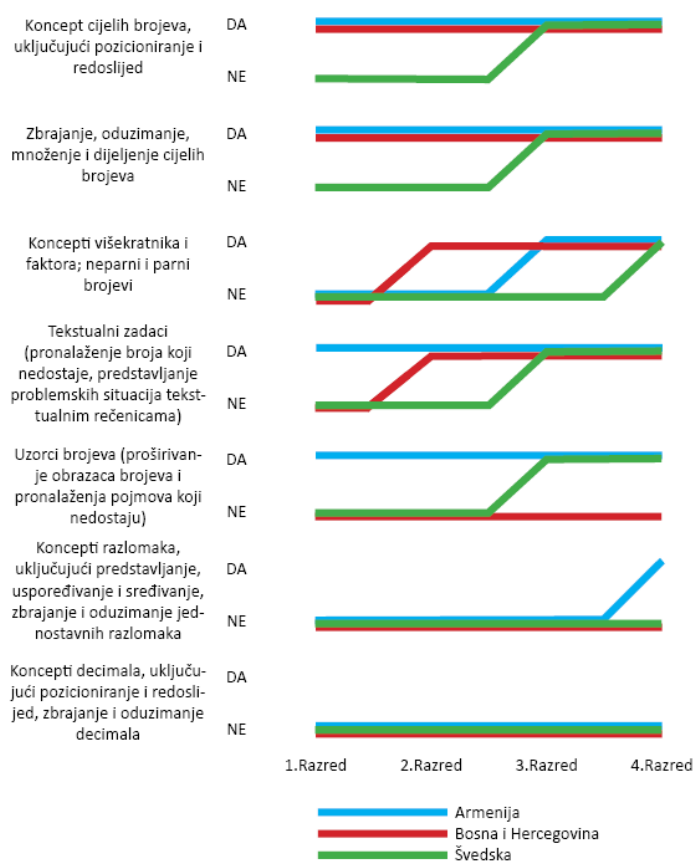
|                                                                                                                   | Armenija  | Bosna i Hercegovina | Švedska                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|
| <b>U kojem razredu/ima učenike prvi put podučavaju stručnjaci za matematiku, a ne profesori razredne nastave?</b> | 1. razred | 5. ili 6. razred    | Najmanje od 4. razreda |

Nacionalni koordinator za istraživanje TIMSS 2019 u svakoj zemlji bio je zadužen za popunjavanje Upitnika o kurikulumu. Pitanja su se prvenstveno odnosila na politike i prakse nacionalnog kurikuluma povezane sa obrazovnim sistemima tih zemalja, te na organizaciju i sadržaj nastavnih planova i programa za matematiku i nauku. Dakle, svaka država je dala odgovore na to u kojoj mjeri se određeni segment iz matematike obrađuje do 4. razreda razredne nastave. Kurikulum je bio podijeljen na sljedeće segmente: brojevi, mjerenje i geometrija i prikaz podataka. Unutar tih segmenata od država se tražilo da brojevima 1-Svi ili skoro svi učenici, 2-Samo napredni učenici i 3- Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda, označe u kojoj mjeri se gradivo obrađuje od 1. do 4. razreda osnovne škole. Rezultati su prikazani kroz tablicu 5 (segment: brojevi), tablicu 6 (segment: mjerenje i geometrija) i tablicu 7 (segment: prikaz podataka).

Tablica 5 - Mjera u kojoj se obrađuje gradivo iz matematike u oblasti brojeva

| Segment brojeva                                                                                                                | Armenija                                       | Bosna i Hercegovina                            | Švedska                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Koncepti cijelih brojeva, uključujući pozicioniranje i redoslijed</b>                                                       | Svi ili skoro svi učenici                      | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Sabiranje, oduzimanje, množenje i dijeljenje cijelih brojeva</b>                                                            | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Koncepti višekratnika i faktora; neparni i parni brojevi</b>                                                                | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Tekstualni zadaci (pronalaženje broja koji nedostaje, predstavljanje problema tekstualnim rečenicama)</b>                   | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Uzorci brojeva (proširivanje obrazaca brojeva i pronalaženje brojeva koji nedostaju)</b>                                    | Svi ili skoro svi učenici                      | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Koncepti razlomaka, uključujući predstavljanje, uspoređivanje i sviranje, sabiranje i oduzimanje jednostavnih razlomaka</b> | ---                                            | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda |
| <b>Koncepti decimala, uključujući pozicioniranje i redoslijed, sabiranje i oduzimanje s decimalama</b>                         | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda |

Osim nacionalnih koordinatora, i nastavnici učenika čija su se postignuća mjerila, odgovarali su na pitanja o kurikulumu kroz Upitnik za nastavnike. Tablica 5 kako je već spomenuto prikazuje u kojoj se mjeri segment cijelih brojeva obrađuje u ove tri države. Unutar oblasti cijelih brojeva postoji sedam oblasti za koju je svaka država brojem označila u kojoj se mjeri obrađuju kroz kurikulum do četvrtog razreda. Kroz ove rezultate vidimo da su Armenija i Švedska dosta slične kada govorimo o obradi gradiva iz oblasti brojeva gdje skoro svi učenici prolaze gradivo: koncept cijelih brojeva, sabiranje, oduzimanje, množenje i dijeljenje cijelih brojeva, koncept višekratnika i faktora; neparnih i parnih brojeva, tekstualni zadaci i uzorci brojeva, dok razlomke i decimale ne obrađuju kroz kurikulum do četvrtog razreda. U Bosni i Hercegovini se također uz koncepte razlomaka i decimala ne obrađuju ni uzorci brojeva niti koncept cijelih brojeva.



*Grafikon 1–Mjera u kojoj se obrađuje gradivo prema razredima u segmentu brojeva*

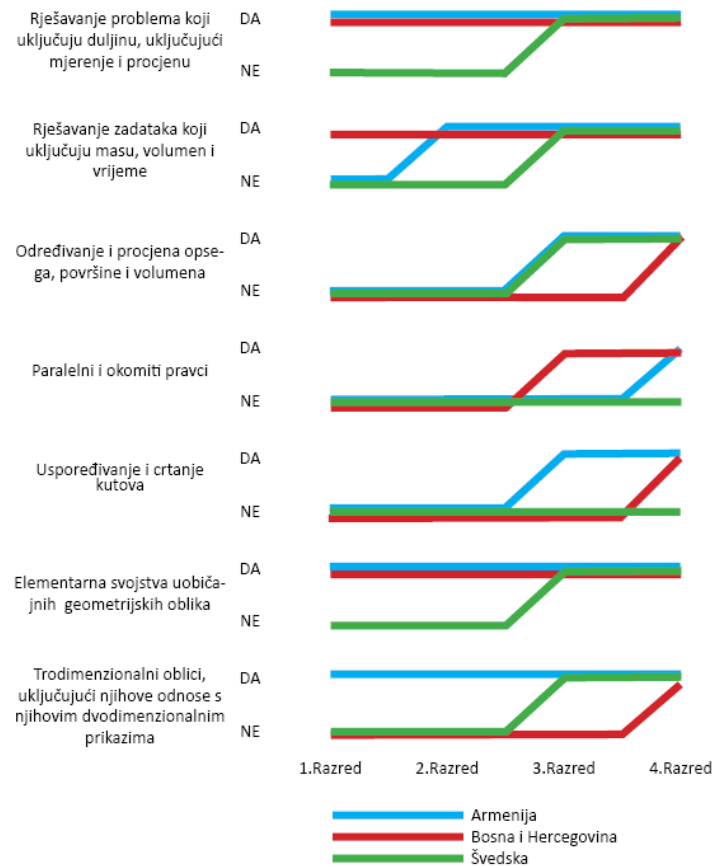
Grafikon 1 pokazuje grafički prikaz svake države te oznaku u kojem razredima određeno gradivo obrađuju iz segmenta cijeli brojevi po odgovorima nastavnika, ovi podaci bi trebali biti u skladu sa već prikazanom tablicom 5, ali možemo primijetiti određene kontradiktornosti. Kod

gradiva koncept cijelih brojeva, uključujući pozicioniranje i redoslijed istih vidimo da je Bosna i Hercegovina dala odgovor kako kroz sva četiri razreda osnovne škole prolaze taj dio gradiva dok su u tablici 5 nacionalni koordinatori odgovorili kako taj dio gradiva nije uključen u kurikulum od 1. do 4. razreda. Ostali podaci su u skladu s odgovorima iz tablice 4.

Kroz tablicu 6 prikazani su odgovori država na pitanje koliki udio učenika uči gradivo iz segmenta mjerenje i geometrija. Prema tablici vidimo da su sve tri države za svaku oblast označile kako svi ili skoro svi učenici uče gradivo iz svake od navedene oblasti; rješavanje problema koji uključuju dužinu, uključujući mjerenje i procjenu, rješavanje zadataka koji uključuju masu, volumen i vrijeme, određivanje i procjena obima, površine i volumena, paralelni i okomiti pravci, uspoređivanje i crtanje uglova, elementarna svojstva uobičajenih geometrijskih oblika te trodimenzionalni oblici, uključujući odnose s njihovim dvodimenzionalnim prikazima.

*Tablica 6 - Mjera u kojoj se obrađuje gradivo iz matematike u segmentu mjerenja i geometrije*

| Oblast geometrija i mjerenje                                                              | Armenija                  | Bosna i Hercegovina       | Švedska                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Rješavanje problema koji uključuju dužinu, uključujući mjerenje i procjenu</b>         | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Rješavanje zadataka koji uključuju masu, volumen i vrijeme</b>                         | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Koncepti višekratnika i faktora; neparni i parni brojevi</b>                           | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Određivanje i procjena obima, površine i volumena</b>                                  | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Paralelne i okomite prave</b>                                                          | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Uspoređivanje i crtanje uglova</b>                                                     | ---                       | Svi ili skoro svi učenici | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda |
| <b>Elementarna svojstva uobičajenih geometrijskih oblika</b>                              | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Trodimenzionalni oblici, uključujući odnose s njihovim dvodimenzionalnim prikazima</b> | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici | Svi ili skoro svi učenici                      |



*Grafikon 2 - Mjera u kojoj se obrađuje gradivo prema razredima u segmentu mjerenja i geometrije*

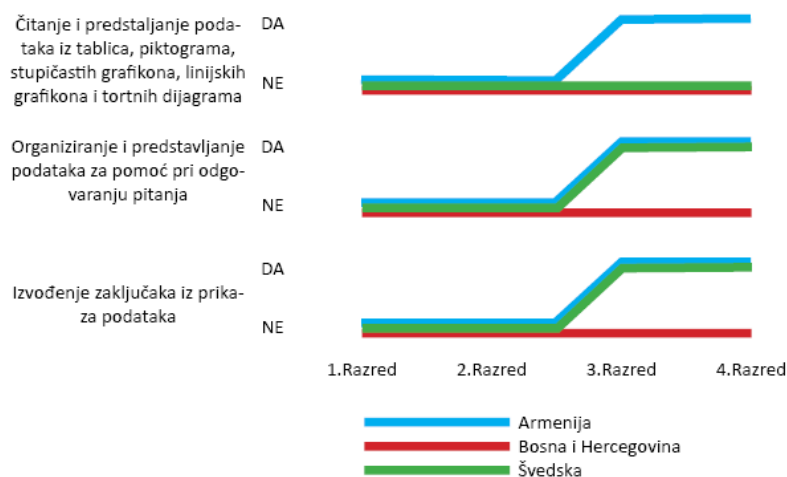
Grafikon 2 prikazuje grafički prikaz odgovora država na pitanje u kojem razredu obrađuju određeno gradivo iz segmenta mjerenje i geometrija. Isto kao i za prošli segment ovi podaci bi trebali biti u skladu sa tablicom 6, ali primijetimo određene kontradiktornosti. Kod gradiva o paralelnim i okomitim pravcima kao i kod gradiva o uspoređivanju i crtanju kutova, Švedska je odgovorila kako svi ili skoro svi učenici uče to gradivo u sklopu kurikuluma od 1. do 4. razreda no kroz grafički prikaz primijetimo da su za ta dva segmenta nacionalni koordinatori označili kako se ne obrađuje niti u jednom od prva četiri razreda osnovne škole. Ostali odgovori su u skladu s tablicom 6.

Tablica 7 - Mjera u kojoj se obrađuje gradivo iz matematike u segmentu prikazivanja podataka

| Oblast prikaz podataka                                                                                                         | Armenija                  | Bosna i Hercegovina                            | Švedska                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Čitanje i predstavljanje podataka iz tablica, piktograma, stubčastih grafikona, linijskih grafikona i tortnih dijagrama</b> | Svi ili skoro svi učenici | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda |
| <b>Organiziranje i predstavljanje podataka za pomoć pri odgovaranju na pitanja</b>                                             | Svi ili skoro svi učenici | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Svi ili skoro svi učenici                      |
| <b>Izvođenje zaključaka iz prikaza podataka</b>                                                                                | Svi ili skoro svi učenici | Nije uključeno u kurikulum do četvrtog razreda | Svi ili skoro svi učenici                      |

Tablica 7 prikazuje mjeru u kojoj se obrađuje gradivo iz segmenta prikazivanja podataka, možemo primijetiti kako Bosna i Hercegovina nema uključeno gradivo o prikazu podataka u kurikulum od 1. do 4. razreda niti iz jedne oblasti, dok Armenija ima uključeno gradivo iz sve tri oblasti. Švedska je označila kako od 1. do 4. razreda u kurikulum nije uključeno čitanje i predstavljanje podataka iz tablica, piktograma, stupčastih grafikona, linijskih grafikona i tortnih dijagrama, dok je uključeno gradivo o organizaciji i predstavljanju podataka za pomoć pri odgovaranju na pitanja te o izvođenju zaključaka iz prikazanih podataka.

Grafikon 3 kao i za posljednje dvije oblasti prikazuje u kojem razredu se tačno obrađuje koje gradivo iz segmenta prikazivanje podataka. Iz njega možemo iščitati kako Armenija gradivo o prikazivanju podataka obrađuje kroz 3. i 4. razred u svim oblastima, Švedska također osim u oblasti čitanje i predstavljanje podataka iz tablica, piktograma, stupčastih grafikona, linijskih grafikona i tortnih dijagrama, gdje to gradivo nije uključeno u kurikulum i Bosna i Hercegovina nema uključeno gradivo iz ove oblasti u kurikulum od 1. do 4. razreda. Grafikon 3 treba biti i jeste u skladu sa tablicom 7.



*Grafikon 3 - Mjera u kojoj se obrađuje gradivo prema razredima u segmentu prikazivanja podataka*

## DISKUSIJA

Istraživanje TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 2019. nudi sveobuhvatno ispitivanje matematičkog i prirodoslovnog obrazovanja na globalnoj razini, pružajući uvide u postignuća učenika, nastavne prakse i obrazovne politike u zemljama sudionicama. Kroz istraživanje podataka TIMSS-a 2019, cilj nam je bio istražiti kurikulum i učeničke uspjehe iz matematike u ovisnosti o specijalizaciji nastavnika koji im predaje matematiku u razrednoj nastavi. Iz tablice 2 vidimo da u sve tri države, Armeniji, Bosni i Hercegovini i Švedskoj, postignuća učenika u matematičkim oblastima, kao što su geometrija i prikaz podataka, variraju u zavisnosti od specijalizacije nastavnika iz matematike. Međutim, ključna razlika između ovih zemalja je u tome što Bosna i Hercegovina ima rezultate ispod prosjeka OECD-a, dok Armenija i Švedska pokazuju postignuća koja su ili iznad ili na nivou prosjeka OECD-a. Ova razlika može se pripisati nekoliko faktora, među kojima je specijalizacija nastavnika kao ključni element koji ima značajan utjecaj na postignuća učenika. Iz ovog glavnog cilja proizašle su tri hipoteze koje smo ovim radom pokušali potvrditi ili odbaciti.

Za potvrdu prve hipoteze korištena je regresiona analiza sa F-testom da se ispita sveukupan uticaj specijalizacije nastavnika na uspjehe učenika u ovim oblastima. Fokus je na tome da se utvrdi u kojoj mjeri specijalizacija može objasniti varijaciju u rezultatima učenika u različitim zemljama, prikazujući nivoe R kvadrata za svaku zemlju. Postignuća učenika u oblastima brojevi,

geometrija i mjerenje i prikaz podataka tretirana su kao zavisne varijable, a specijalizacija nastavnika kao prediktorska varijabla. Rezultati regresione analize i ANOVA testa prikazani su u Tabelama 8 i 9.

*Tablica 8 - Pregled modela regresione analize za zemlje Armeniju, Bosnu i Hercegovinu i Švedsku*

| Država                     | R     | R kvadrat | Prilagođeni kvadrat | R | Standardna greška procjene |
|----------------------------|-------|-----------|---------------------|---|----------------------------|
| <b>Armenija</b>            | 0.078 | 0.006     | 0.003               |   | 0.459                      |
| <b>Bosna i Hercegovina</b> | 0.088 | 0.008     | 0.005               |   | 0.386                      |
| <b>Švedska</b>             | 0.100 | 0.010     | 0.007               |   | 0.389                      |

a. Predictors: (Constant), PV DATA DISPLAY, PV GEOMETRY, PV NUMBER

Tablica 8 prikazuje koeficijent determinacije (R kvadrat) za svaku zemlju, što nam govori koliki dio varijanse u uspjehu učenika u oblasti matematike može biti objašnjen specijalizacijom nastavnika. Vidimo da specijalizacija nastavnika objašnjava 6% varijanse u postignućima učenika u Armeniji, 8% u Bosni i Hercegovini i 10% u Švedskoj. One pokazuju konzistentan pozitivan trend u sve tri zemlje, što sugerira da specijalizacija nastavnika ima veliki uticaj na uspjeh učenika u matematici.

Tablica 9. Rezultati ANOVA testa za zemlje Armeniju, Bosnu i Hercegovinu i Švedsku

| ANOVA <sup>a</sup>         |           |               |      |                              |       |                   |
|----------------------------|-----------|---------------|------|------------------------------|-------|-------------------|
|                            |           | Suma kvadrata | df   | Srednja kvadratna vrijednost | F     | Značajnost        |
| <b>Armenija</b>            | Regresija | 5,604         | 15   | ,374                         | 1,774 | .032 <sup>b</sup> |
|                            | Rezidual  | 904,840       | 4296 | ,211                         |       |                   |
|                            | Ukupno    | 910,444       | 4311 |                              |       |                   |
| <b>Bosna i Hercegovina</b> | Regresija | 5,766         | 15   | ,384                         | 2,574 | .001 <sup>b</sup> |
|                            | Rezidual  | 737,776       | 4940 | ,149                         |       |                   |
|                            | Ukupno    | 743,542       | 4955 |                              |       |                   |
| <b>Švedska</b>             | Regresija | 6,827         | 15   | ,455                         | 3,011 | .000 <sup>b</sup> |
|                            | Rezidual  | 672,715       | 4451 | ,151                         |       |                   |
|                            | Ukupno    | 679,542       | 4466 |                              |       |                   |

a. Predictors: (Constant), PV DATA DISPLAY, PV NUMBER, PV GEOMETRY

b. Dependent Variable: GEN<SPECIALIZATION>\MATHEMATICS

Tabela 9 prikazuje rezultate ANOVA testa, gdje je testirana hipoteza o značajnosti uticaja specijalizacije nastavnika. F vrijednosti za Armeniju (1,774,  $p = 0,032$ ), Bosnu i Hercegovinu

(2,574,  $p = 0,001$ ) i Švedsku (3,011,  $p = 0,000$ ) ukazuju da postoji statistički značajan uticaj specijalizacije nastavnika na uspjeh učenika u svim oblastima, pri čemu je taj uticaj najizraženiji u Švedskoj.

Za testiranje druge hipoteze korišten je Mann-Whitney U test za procjenu specifičnih razlika u rangovima postignuća učenika u svakoj od navedenih oblasti (brojevi, geometrija, prikaz podataka) između grupa učenika sa nastavnicima koji imaju i nemaju specijalizaciju. Rezultati testa se ispituju pojedinačno po oblastima i po državama kako bi se identifikovala koja od oblasti pokazuje značajnu razliku.

Tablica 10. Rangovi po državama

| Država              | Specijalizacija | Brojevi | Geometrija | Prikaz podataka |
|---------------------|-----------------|---------|------------|-----------------|
| Armenija            | DA              | 2128,21 | 2132,20    | 2138,26         |
|                     | NE              | 2221,60 | 2212,44    | 2198,48         |
| Bosna i Hercegovina | DA              | 2551,65 | 2570,48    | 2544,33         |
|                     | NE              | 2462,64 | 2458,40    | 2464,29         |
| Švedska             | DA              | 2280,52 | 2282,12    | 2271,20         |
|                     | NE              | 2031,94 | 2024,99    | 2072,44         |

Tablica 11. Statistički testovi po oblastima za Armeniju, Bosnu i Hercegovinu i Švedsku

| Država              |                | Brojevi       | Geometrija    | Prikaz podataka |
|---------------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| Armenija            | Mann-Whitney U | 1877892,00    | 1889866,00    | 1908098,00      |
|                     | Wilcoxon W     | 6397413,00    | 6409387,00    | 6427619,00      |
|                     | Z              | <b>-2,264</b> | -1,945        | -1,459          |
| Bosna i Hercegovina | p              | <b>0,024</b>  | 0,052         | 0,144           |
|                     | Mann-Whitney U | 1776768,00    | 1759617,00    | 1783438,50      |
|                     | Wilcoxon W     | 9963849,00    | 9946698,00    | 9970519,50      |
| Švedska             | Z              | -1,696        | <b>-2,135</b> | -1,525          |
|                     | p              | 0,090         | <b>0,033</b>  | 0,127           |
|                     | Mann-Whitney U | 1348836,50    | 1343022,50    | 1382692,50      |
|                     | Wilcoxon W     | 1698702,50    | 1692888,50    | 1732558,50      |
|                     | Z              | <b>-5,025</b> | <b>-5,198</b> | <b>-4,018</b>   |
|                     | p              | <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>    |

a. Grouping Variable: GEN\SPECIALIZATION\MATHEMATICS

U Armeniji, značajna razlika pronađena je samo u oblasti brojeva, gdje učenici s nastavnicima koji imaju specijalizaciju postižu bolje rezultate ( $Z = -2,264$ ,  $p = 0,024$ ). U istoj državi, razlika u oblasti geometrije bila je blizu granice značajnosti ( $Z = -1,945$ ,  $p = 0,052$ ), dok u oblasti prikaza podataka nije pronađena statistički značajna razlika ( $Z = -1,459$ ,  $p = 0,144$ ). U Bosni i Hercegovini,

specijalizacija nastavnika pokazala je značajan uticaj samo u oblasti geometrija ( $Z = -2,135$ ,  $p = 0,033$ ), dok u ostalim oblastima nije zabilježena statistički značajna razlika. S druge strane, u Švedskoj, specijalizacija nastavnika ima statistički značajan uticaj na postignuća učenika u sve tri oblasti – brojevi ( $Z = -5,025$ ,  $p = 0,000$ ), geometrija ( $Z = -5,198$ ,  $p = 0,000$ ) i prikaz podataka ( $Z = -4,018$ ,  $p = 0,000$ ). Ovi nalazi sugeriraju da specijalizacija nastavnika ima različit uticaj na učenike, ovisno o zemlji, pri čemu Švedska pokazuje najizraženiji pozitivan efekat.

Kako bi se ispitala treća hipoteza iskoristili smo podatke iz TIMSS istraživanja iz upitnika o kurikulumu, gdje je svaka država ponudila odgovore o tome u kojim mjerama i u kojim razredima se obrađuju određeni segmenti gradiva. Kako je već spomenuto u teorijskom dijelu rada, nastavnici kao stručnjaci imaju važnu ulogu u utvrđivanju i mijenjanju kurikuluma, a pretpostavlja se da će nastavnici koji su specijalizirani za matematiku težiti obradi većeg obujma gradiva. Rezultati ukazuju na značajne razlike u implementaciji kurikuluma između analiziranih zemalja. Švedska, koja ima specijalizirane nastavnike za matematiku, postiže najviše prosječne rezultate i pokazuje veću konzistenciju u učenju u odnosu na Armeniju i Bosnu i Hercegovinu. Razlike između specijaliziranih i nespecijaliziranih grupa u Švedskoj su najočiglednije, dok su u Bosni i Hercegovini i Armeniji ove razlike manje. Kurikulum za osnovne matematičke oblasti kao što su cijeli brojevi, geometrija i prikazivanje podataka pokazuje da Armenija obuhvata sve ključne tematske cjeline već u ranim razredima, dok Bosna i Hercegovina i Švedska kasnije uvode određene koncepte. Švedska u prosjeku počinje s obradom gradiva u 3. ili 4. razredu, što je povezano s dolaskom specijaliziranih nastavnika. Bosna i Hercegovina, s druge strane, pokazuje veće varijacije u implementaciji kurikuluma i ima manji stupanj usklađenosti s međunarodnim praksama, jer uopće ne obrađuje određene tematske oblasti, poput prikazivanja podataka u prvim nekoliko razreda osnovnog obrazovanja. Armenija se ističe time što pokriva širi spektar matematičkih oblasti, u većem broju razreda, i to prije nego ostale dvije zemlje. Na temelju ovih uočenih razlika, može se zaključiti da specijalizacija nastavnika, vrijeme početka obrade određenih matematičkih koncepata te širina i usklađenost kurikuluma igraju značajnu ulogu u postignućima učenika, te da je treća hipoteza potvrđena.

Iako je ovo istraživanje pružilo korisne uvide u uticaj specijalizacije nastavnika na postignuća učenika, treba napomenuti da postoje i drugi faktori koji nisu direktno analizirani, ali koji mogu značajno uticati na obrazovne rezultate. Prethodna istraživanja koja uključuju Bosnu i

Hercegovinu u poređenju sa drugim državama pokazuju da profesionalno usavršavanje nastavnika ima ključnu ulogu u kvalitetu nastave, isto tako i kvalitet ranog obrazovanja učenika, kao što su matematičke vještine stečene u predškolskim institucijama, mogu imati dugoročne učinke na uspjeh učenika u kasnijim fazama obrazovanja (Bikić i saradnici, 2024). Također i socioekonomski status učenika može oblikovati njihova postignuća, posebno u kontekstu razlika između urbanih i ruralnih sredina (Bikić i Buzadžija, 2023). Dakle, specijalizacija nastavnika, iako vrlo bitna, nije jedini faktor koji oblikuje učeničke rezultate, te bi dalja istraživanja trebala obuhvatiti i ove aspekte kako bi se dobila potpunija slika o uticajima na postignuća učenika.

## **ZAKLJUČAK**

Ovo istraživanje je pokazalo da specijalizacija nastavnika u matematici može pozitivno uticati na postignuća učenika, ali i da sama specijalizacija nije uvijek dovoljna za postizanje iznadprosječnih rezultata. Rezultati pokazuju razlike između Armenije, Bosne i Hercegovine i Švedske, tri zemlje sa različitim obrazovnim pristupima. U Armeniji, specijalizacija nastavnika donosi relativno visoke rezultate, dok Bosna i Hercegovina, sa slabijim rezultatima u odnosu na OECD prosjek, pokazuje potrebu za sveobuhvatnijom obrazovnom reformom. Švedska, s visokim obrazovnim standardima i specijalizovanim nastavnicima, postiže najviše prosječne rezultate, što ukazuje na značaj kombinacije specijalizacije i dobro usklađenog kurikuluma.

Uočeno je da specijalizacija nastavnika ima različit uticaj u zavisnosti od specifičnog obrazovnog konteksta. Švedska, sa najvišim prosečnim rezultatima i najmanjom varijabilnošću učeničkih performansi, ukazuje na to da adekvatan kurikulum, uz specijalizaciju nastavnika, može značajno doprineti poboljšanju učeničkih postignuća. Nasuprot tome, Bosna i Hercegovina pokazuje potrebu za dodatnim naporima u prilagođavanju kurikuluma i jačanju profesionalnog razvoja nastavnika kako bi postigla bolje rezultate na međunarodnim testiranjima.

Iako specijalizacija nastavnika doprinosi postignućima učenika, na obrazovne rezultate utiču i drugi faktori kao što su socioekonomski status, kvalitet ranog obrazovanja i kontinuirano profesionalno usavršavanje nastavnika. Dalja istraživanja koja bi obuhvatila ove faktore mogla bi pružiti sveobuhvatniji uvid u načine za unapređenje obrazovnog sistema i osiguranje boljih postignuća učenika u matematici, kako bi se bolje razumjelo svi elementi koji utiču na obrazovne rezultate i kako bi se omogućila efikasnija politika obrazovnog sistema u Bosni i Hercegovini.

## LITERATURA

- [1] Bastian, K. C., & Fortner, C. K. (2020). Is less more? Subject-area specialization and outcomes in elementary schools. *Education Finance and Policy* , 2, str. 357-382.
- [2] Bikić, N., Buzadžija, N., & Hrnjičić, A. (2024). The impact of early childhood education and mathematical abilities on student achievement: Analysis of TIMSS 2019. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3), em0779.  
<https://doi.org/10.29333/iejme/14599>
- [3] Bikić, N., Buzadžija, N., & Nuić, I. (2024). Impact of teacher professional development on student achievement with a focus on Bosnia and Herzegovina: Analyzing TIMSS 2019 results in Western Balkan countries and Croatia. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 61), ep2405. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/14388>
- [4] Bikić, N., Buzadžija, N. (2023). Timss 2019: razlike u postignućima učenika u matematici u ruralnim i urbanim školskim sredinama u Bosni i Hercegovini. 13th Research/Expert Conference with International Participations "QUALITY 2023", Neum, B&H, June 19 – 21, 2023, p.369-376
- [5] Gupta, H. (2023). *An Alternative Perspective On The Teachers' Role In Curriculum Development*. <https://elearningindustry.com/alternative-perspective-on-the-teachers-role-in-curriculum-development>
- [6] Hegde, A. V., & Cassidy, D. J. (2004). Teacher and parent perspectives on looping. *Early Childhood Education Journal* , 2, str. 133-138.
- [7] Hwang, N., & Kisida, B. (2021). Spread Too Thin: The Effect of Teacher Specialization on Student Achievement. *Annenberg, Brown University* .
- [8] Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education and Human Development, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) .

- [9] The national council of mathematics. (2022). *The Role of Elementary Mathematics Specialists in the Learning and Teaching of Mathematics*. The national council of mathematics.
- [10] TIMSS & PIRLS International Study Center. (2019). *IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2019*. (L. S. Development, Producent, & Boston College)

# CURRICULUM AND STUDENT ACHIEVEMENT IN THE FIELDS OF NUMBERS, GEOMETRY, AND DATA DISPLAY IN THE CONTEXT OF MATHEMATICS TEACHER SPECIALIZATION IN BOSNIA AND HERZEGOVINA, ARMENIA, AND SWEDEN

## *Abstract*

This paper aims to examine the relationship between teachers' professional backgrounds, their specialization, and curriculum implementation, as well as the impact of these factors on students' achievements in mathematics, using data from the 2019 Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). The study investigates how mathematics teacher specialization affects curriculum content and student outcomes. By analyzing TIMSS 2019 data, which provides a comprehensive dataset on student achievement and curriculum indicators across different countries, the study offers insights into the role of teacher specialization in shaping mathematics education through a comparison of three countries: Armenia, Bosnia and Herzegovina, and Sweden. These three countries have markedly different educational approaches, particularly concerning teacher specialization in mathematics. Bosnia and Herzegovina, Sweden, and Armenia represent examples from diverse educational traditions—ranging from systems where general classroom teachers instruct mathematics in elementary schools (Bosnia and Herzegovina) to countries with specialized mathematics teachers (Sweden, Armenia). This diversity enables a deeper analysis of the effect of specialization on student achievement. The research contributes to our understanding of the factors influencing curriculum design and implementation, with implications for educational policy, teacher preparation programs, and professional development initiatives aimed at improving mathematics teaching and learning outcomes.

**Keywords:** TIMSS 2019, student mathematics achievement, curriculum, specialization, numbers, geometry and measurement, data display.