

Ставови учитеља о интердисциплинарној интеграцији: Компаративна студија интеграције математике са физичким васпитањем и природним наукама^{}**

Александра М. Михајловић*

Универзитет у Крагујевцу, Факултет педагошких наука, Јагодина

Оливера Д. Цекић Јовановић*

Универзитет у Крагујевцу, Факултет педагошких наука, Јагодина

Александар М. Игњатовић*

Универзитет у Крагујевцу, Факултет педагошких наука, Јагодина

АПСТРАКТ

Интердисциплинарни и интегративни приступи настави, нарочито у оквиру STEAM концепта, све више се препознају као ефикасни начини за унапређење концептуалног разумевања, мотивације и ангажовања ученика, као и за подстицање физички активног учења у основном образовању. Имајући у виду кључну улогу учитеља у примени оваквих приступа, у овом раду испитани су њихови ставови према интеграцији садржаја физичког васпитања и природних наука у наставу математике, као и наставне праксе које примењују. Истраживање је спроведено на узорку од 263 учитеља из Републике Србије, применом упитника који је обухватао две скале ставова и четири питања затвореног типа. Резултати показују да је већина учитеља бар једном применила интеграцију садржаја физичког васпитања и природних наука у настави математике, при чему је интердисциплинарна интеграција у просеку била заступљена у око једне четвртине часова математике. Учитељи су испољили углавном позитивне ставове према оба облика интеграције, са израженије позитивним ставовима према интеграцији природних наука и математике. Образовни ниво учитеља показао се као значајан фактор који утиче на ставове према интеграцији физичког васпита-

^{**} "Истраживање је спроведено у оквиру пројекта STEPAM, суфинансираног од стране Европске уније у оквиру програма Erasmus+, Партнерства за сарадњу у високом образовању. Број гранта: 2023-1-RS01-KA220-HED-000166894. Назив пројекта: Teacher Training in Physical Activities and Embodied Learning through STEAM Education – STE(PA)M."

* aleksandra.mihajlovic@pefja.kg.ac.rs, <https://orcid.org/0000-0001-6314-6937>

* o.cekicjovanovic@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2641-6728>

* aleksig79@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-7718-8270>

ња и математике, док године радног искуства нису имале значајан утицај на ставове према интеграцији физичког васпитања и математике, нити према интеграцији природних наука и математике. Добијени резултати указују на потребу јачања иницијалног образовања учитеља и програма стручног усавршавања са циљем квалитетније подршке интердисциплинарним и интегративним наставним праксама у основном образовању.

Кључне речи: *интердисциплинарна настава, STEAM образовање, интеграција физичког васпитања и математике, интеграција природних наука и математике, учитељи.*

Увод

У савременим образовним истраживањима и пракси све је израженија потреба за интердисциплинарним и интегративним приступима настави, посебно у основном образовању. Интеграција у настави подразумева осмишљавање искустава учења која повезују и превазилазе традиционалне границе наставних предмета, омогућавајући ученицима да се са садржајима упознају на целовитији начин (Darling-Hammond et al., 2020; Ignjatović & Miloradović, 2018; Pavlović & Cicović-Sarajlić, 2013). Ово је нарочито значајно у раним годинама школовања, с обзиром на то да период основне школе представља време у коме ученици развијају самопоуздање у сопствене STEM способности. Искуства која ученици стичу током основног и раног средњег образовања имају кључну улогу у обликовању њиховог доживљаја компетентности када су у питању основни математички и научни појмови, што може подстаћи интересовање за наставак школовања у областима повезаним са науком (Ainley et al., 2008). Поред тога, рано детињство представља идеалан период за формирање здравих животних навика које се односе на редовну физичку активност (Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, 2011).

Интердисциплинарно образовање у основним школама, посебно интеграција математике и физичког васпитања, представља перспективан приступ унапређивању когнитивног и моторичког развоја деце. Традиционална настава често је ученике постављала у пасивну и седентарну улогу, ограничавајући могућности за физичко кретање. Међутим, све већи број истраживања указује на снажну повезаност кретања и когниције код ученика основних и средњих школа, као и на когнитивне добити повезане са физичком активношћу (Doherty & Miravalles, 2019). Комбиновањем логичко-математичких задатака са физичком активношћу, ученици уче кроз искуство, учвршћујући разумевање математичких појмова путем покрета и телесне интеракције (Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024). Истраживања показују да овакви приступи унапређују разумевање математике, истовремено повећавајући ниво физичке активности и ангажовање ученика на самом часу (Seschini & Carriedo, 2020). Поред наведеног, систематски преглед литературе објављен у часопису *Узданица* указује на то да примена логичко-математичких игара у настави физичког васпитања подржава постизање како академских, тако и мото-

ричких исхода код ученика млађих разреда (Miloradović et al., 2024). Коначно, недавна метаанализа (Lau et al., 2026) која се бавила проучавањем интердисциплинарних истраживања у области STEAM образовања и физичког васпитања показала је да се највећи број студија односи управо на интеграцију физичког васпитања и математике. Математика се често интегрише са физичким васпитањем јер многе моторичке активности природно подразумевају бројање, мерење и поређење, што омогућава директну примену математичких појмова кроз покрет. Осим тога, кинестетичко учење унапређује разумевање апстрактних идеја, што ову комбинацију чини честим предметом истраживања усмерених на подршку академском и физичком развоју. Ови налази потврђују да је математика, од свих предмета у оквиру STEAM концепта, предмет који се најчешће и најефикасније повезује са физичким васпитањем. Од укупно 44 студије обухваћене наведеном метаанализом, њих 19 испитивало је однос физичког васпитања и математике, што додатно наглашава значај интегрисаног курикулума физичког васпитања и математике у подстицању дубљег учења у основном образовању (Lau et al., 2026).

Интеграција природних наука у наставу математике нарочито је важна јер омогућава ученицима да математичке појмове сагледају у функционалном и емпиријском контексту, чиме се смањује апстрактност и унапређује разумевање путем примене. Постоји више разлога за интеграцију научних садржаја у настави математике. Прво, математика и природне науке су комплементарне дисциплине које се ослањају на заједничке процесе као што су логичко закључивање, мерење, експериментисање и анализа података. Интегрисана настава подстиче ученике да разумеју на који начин математички модели описују појаве у природи (Ainley et al., 2008), доприносећи развоју STEAM компетенција од најранијег узраста.

Други значајан разлог за интеграцију садржаја природних наука и математике односи се на мотивацију и ангажовање ученика. Кроз истраживачке и експерименталне активности ученици активно учествују у процесу учења, повезују апстрактне појмове са реалним животним ситуацијама и развијају дубље разумевање идеја (Cecchini & Carriedo, 2020). На тај начин математика престаје да буде искључиво теоријска дисциплина и постаје средство за истраживање и објашњавање природних појава. Трећи разлог односи се на развој трајног и функционалног знања. Интегрисани приступ доприноси бољем памћењу садржаја, јер ученици уче кроз више модалитета — визуелни, практични и когнитивни. Како истичу Игњатовић и Милорадовић (2024), учење кроз искуство и интеракцију са окружењем доводи до стабилнијег концептуалног разумевања и његове дугорочне примене.

Бројна истраживања потврђују да интеграција природних наука у наставу математике доноси значајне педагошке и развојне предности (Džinović, 2017). Пре свега, подстиче више когнитивне способности као што су аналитичко мишљење, решавање проблема и трансфер знања између различитих области. Такође, уочено је да интердисциплинарни модели наставе повећавају интересовање ученика за STEM области, посебно у основношколском узрасту, када се ставови према науци и математици тек формирају (Ainley et al., 2008).

Поред когнитивних, интеграција доноси и афективне предности, укључујући повећану мотивацију, позитивније емоције према учењу и снажнији доживљај успеха. Мартин и Муртар (Martin & Murtagh, 2017) наводе да наставници који у настави математике укључују покрет и истраживачке активности уочавају веће задовољство и ангажовање ученика, као и јачање тимског рада и самопоуздања.

Наведени налази одражавају глобалне трендове у литератури који наглашавају значај интердисциплинарних приступа у STEM образовању (Lau et al., 2026; Li et al., 2019). Наставници и учитељи најчешће истичу да интеграција научних садржаја подржава боље разумевање математичких појмова и стицање трајног, применљивог знања. Ово је у складу са моделима интегрисаног учења који промовишу практичну примену математичких вештина кроз научне експерименте, мерење и анализу података. Интеграција природних наука у настави математике не само да подржава разумевање и примену математичких појмова, већ подстиче и истраживачку оријентацију ученика, креативност и критичко мишљење. Она омогућава прелазак са традиционалне, предметно изоловане наставе ка динамичном, искуственом учењу које повезује теорију и праксу. Иако наставници и учитељи препознају педагошки потенцијал интегрисаних приступа, они такође истичу потребу за додатним стручним усавршавањем и институционалном подршком како би се обезбедила доследна и ефикасна примена у образовној пракси.

Упркос снажној теоријској и емпиријској подршци интердисциплинарној настави, наставна пракса учитеља значајно варира. Истраживање спроведено међу учитељима у Србији (Milanović i Maksimović, 2021) показало је да 55,7% њих преvasходно користи традиционални, предавачки стил наставе (*ex cathedra*). Иако је овакав приступ ефикасан за преношење садржаја, он често изолује наставне предмете и не подржава развој ни интердисциплинарног мишљења нити креативних вештина неопходних за решавање сложених проблема савременог друштва. Већина ситуација и проблема са којима се ученици данас сусрећу веома су сложени и ретко имају само једно тачно решење, те захтевају знања из више дисциплина (OECD, 2018). Ако се узме у обзир стално умножавање знања у савременом друштву које се брзо мења, у појединим областима знање релативно брзо застарева, док у другим, попут математике, основни концепти остају стабилни, али се мењају начини њихове примене и контекст у коме се користе. У том смислу, пут до знања постаје подједнако важан као и само знање које ученици стичу (Ђорђевић i sar., 2020).

Полазећи од наведеног, важно је испитати како учитељи перципирају интердисциплинарску наставу, а посебно интеграцију физичког васпитања са математиком и природним наукама. Не постоји велики број истраживања која се баве применом физичких активности у учионици, као ни испитивањем мишљења наставника и учитеља о предностима ове интеграције за учење и понашање ученика (Gilmore et al., 2024). Постојеће студије, које су често ограничене малим узорцима, указују на то да наставници запажају више позитивних ефеката примене физичких активности у учионици, укључујући повећану концентрацију ученика

(Gadais et al., 2020), већу разноврсност и уживање у настави (Lerum et al., 2021), као и побољшање у академским и бихејвиоралним исходима (Warehime et al., 2019).

Иако интеграција STEM садржаја и физичког васпитања добија све више пажње, једна студија пресека спроведена на узорку од 165 наставника физичког васпитања у Хонг Конгу показала је да је само 19,4% њих изјавило да понекад или често интегрише STEM образовање у свој наставни рад; ипак, позитивни ставови, подржавајуће норме и доживљај контроле снажно су предвиђали њихову намеру да прихвате и реализују такве часове (Li et al., 2019). Слично томе, квалитативна евалуација програма „Active Classrooms”, који је реализован у ирским основним школама (Martin & Murtagh, 2017), пружа комплементарну перспективу: након обуке усмерене на укључивање покрета у наставу математике, учитељи су исказали високо задовољство и уочили веће ангажовање ученика, али су истовремено идентификовали недостатак времена и ресурса као кључне препреке. Иако је студија спроведена на релативно малом узорку учитеља, обухватила је већи број ученика који су исказали висок ниво задовољства, наглашавајући посебно вршњачку интеракцију, здравствене користи и повећану академску мотивацију.

Полазећи од резултата ранијих истраживања и ученог недостатка студија у овој области, у овом истраживању обухваћен је већи узорак учитеља и шири скуп варијабли са циљем испитивања степена примене интеграције у наставном раду и ставова учитеља према повезивању математике са физичким васпитањем и природним наукама, као и испитивања разлика у односу на радно искуство и ниво образовања учитеља.

Метод

Циљ истраживања

Циљ истраживања био је да се испитају ставови и перцепције учитеља у вези са интеграцијом садржаја физичког васпитања и Света око нас/Природа и друштво (СОН/Пид) у настави математике, са посебним фокусом на компарацију ова два облика интеграције.

Полазећи од циља истраживања, формулисана су следећа истраживачка питања:

1. Испитати да ли учитељи интегришу садржаје физичког васпитања и СОН/Пид у настави математике.
2. Испитати ставове учитеља према интеграцији физичког васпитања у настави математике.
3. Испитати ставове учитеља према интеграцији садржаја СОН/Пид у настави математике.
4. Утврдити да ли постоји разлика у ставовима учитеља и степену примене интеграције у односу на радно искуство и ниво образовања.

Узорак

Истраживање је спроведено 2023. године. Узорак је обухватио укупно 263 учитеља из основних школа у Републици Србији. Подаци су прикупљени применом анкетног упитника који је дистрибуиран електронским путем (онлајн форма). Учешће у истраживању било је добровољно и анонимно, а узорак је формиран као пригодан (непробабилистички). Сви испитаници су класификовани у категорије према годинама радног искуства и нивоу образовања. Структура узорка приказана је у Табели 1.

Табела 1

Структура узорка у односу на године радног искуства (WE) и образовни ниво (EL)

	Године радног искуства (WE)				Образовни ниво (EL)		
	0–12	13–24	25–	Образовање	Виша школа (ВШ)	Основне академске студије (ОАС)	Мастер академске студије (МАС)
Фреквенције	113	75	75	Фреквенције	24	115	124
Проценти	43,0	28,5	28,5	Проценти	9,1	43,7	47,1

Напомена. Скраћенице WE (*work experience*) и EL (*education level*) односе се на радно искуство и ниво образовања испитаника.

Инструменти

Као инструмент истраживања коришћен је упитник који се састојао из три дела. У првом делу прикупљени су општи подаци о учитељима (радно искуство, ниво образовања и место школе). Други део упитника обухватао је четири питања затвореног типа која су се односила на учесталост интеграције садржаја физичког васпитања и СОН/Пид у настави математике, при чему су одговори дати кроз понуђене категорије учесталости (нпр. никада, ретко, понекад, често, увек). Трећи део садржао је две скале: *Скалу ставова о интеграцији физичког васпитања у настави математике* (АРЕМ) и *Скалу ставова о интеграцији садржаја СОН/Пид у настави математике* (ASM).

Скала АРЕМ садржала је осам тврдњи (Табела 2), док се скала ASM састојала од пет тврдњи са петостепеном скалом Ликертовог типа (Табела 3). За процену ставова коришћена је петостепена Ликертова скала (1 – уопште се не слажем, 2 – углавном се не слажем, 3 – немам став, 4 – углавном се слажем, 5 – у потпуности се слажем). Обе скале конструисали су аутори рада, а тврдње су формулисане у складу са резултатима и импликацијама претходних истраживања и релевантном литературом (Cecchini & Carriedo, 2020; Đorđević i sar., 2020; Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024; Lau et al., 2026; Martin & Murtagh, 2017).

Табела 2

Скала ставова о интеграцији физичког васпитања у настави математике (APEM)

Ознака	Тврдња
PM1*	Физичка активност током часа математике само би ометала ученике.
PM2*	Физичка активност на часу математике би допринела лошој дисциплини ученика.
PM3*	Ученик мора да буде миран како би могао да мисли на часу математике.
PM4*	Физичка активност на часу математике би одузела превише времена.
PM5*	Физичко васпитање и математика су потпуно различити предмети који се не могу повезати.
PM6*	Не постоји оправдан разлог за повезивање садржаја физичког васпитања са математиком.
PM7	Примена физичких активности у настави математике мотивише децу за учење математике.
PM8	Примена физичких активности на часу математике доприноси стицању трајнијих знања.

Напомена. Тврдње означене знаком * формулисане су негативно и рекодиране су приликом обраде података.

Негативно формулисане тврдње рекодиране су пре израчунавања укупних скорова, тако да виши скорови указују на позитивније ставове према интеграцији. Скала APEM садржи већи број негативно формулисаних тврдњи са циљем смањења утицаја социјално пожељног одговарања, док су тврдње у скали ASM формулисане афирмативно и односе се на процену могућности интеграције у наставној пракси.

Поузданост скала проверена је применом Кронбаховог алфа коефицијента, при чему су и APEM скала ($\alpha = 0.91$) и ASM скала ($\alpha = 0.94$) показале високу интерну конзистентност.

Табела 3

Скала ставова о интеграцији садржаја СОН/Пид у настави математике (ASM)

Ознака	Тврдња
SM1	Постоје садржаји СОН/Пид који се смислено могу реализовати интеграцијом са садржајима математике.
SM2	Интегрисање садржаја СОН/Пид на часовима математике доприноси бољем разумевању математичких садржаја.
SM3	Интегрисање садржаја СОН/Пид на часовима математике омогућава стицање трајнијих знања.
SM4	Интегрисање садржаја СОН/Пид на часовима математике додатно мотивише ученике за учење математике.
SM5	Садржаји СОН/Пид на часовима математике омогућавају стицање практично применљивих знања.

Обрада и анализа података

За обраду података коришћене су дескриптивне статистичке методе (аритметичка средина, стандардна девијација, фреквенције и проценти). За испитивање разлика у ставовима учитеља у односу на радно искуство и ниво образовања коришћене су одговарајуће инференцијалне статистичке методе. Статистичка анализа података извршена је у програмском пакету SPSS.

Резултати

Првим истраживачким задатком желели смо да испитамо да ли учитељи врше интеграцију садржаја физичког васпитања и садржаја предмета СОН/Пид у настави математике и колико често то чине. Већина учитеља у нашем узорку (81,4%) одговорила је да је понекад интегрисала садржаје физичког васпитања у наставу математике. Како бисмо утврдили учесталост ове праксе, од учитеља је тражено да процентуално процене број часова математике у претходној години на којима су користили садржаје физичког васпитања. Просечна вредност износила је 22,36% ($SD = 17,88$). Нешто већи проценат испитаника (86,3%) навео је да је бар једном интегрисао садржаје предмета СОН/Пид у наставу математике. Просечна учесталост ове интеграције у претходној години износила је 26,85% ($SD = 19,72$).

У циљу испитивања ставова према интеграцији физичког васпитања и садржаја СОН/Пид у настави математике, испитаници су оцењивали степен слагања са тврдњама на две скале. У Табели 4 приказани су дескриптивни статистички показатељи (аритметичке средине и стандардне девијације) за појединачне тврдње и укупне скале.

Табела 4

Дескриптивна статистика за тврдње АРЕМ и АСМ скале

	Тврдња	Аритметичка средина (M)	Стандардна девијација (SD)
АРЕМ	PM1*	3,71	1,29
	PM2*	3,73	1,29
	PM3*	3,32	1,40
	PM4*	3,58	1,32
	PM5*	4,21	1,20
	PM6*	4,16	1,20
	PM7	4,17	1,05
	PM8	4,05	1,05
	PM general	3,87	0,96
АСМ	SM1	4,56	0,78
	SM2	4,48	0,79
	SM3	4,42	0,87
	SM4	4,45	0,80
	SM5	4,50	0,85
	SM general	4,48	0,73

Детаљнија анализа дескриптивних показатеља указује на одређене разлике у расподели одговора између две скале. Код АРЕМ скале уочена је умерена негативна асиметрија (*skewness* од $-0,26$ до $-1,48$), уз релативно изражену варијабилност одговора ($SD \approx 1,04-1,40$), што указује на већу хетерогеност ставова учитеља према интеграцији физичког васпитања у настави математике. Медијане већине тврдњи крећу се између 4 и 5, док су модалне вредности најчешће у највишој категорији одговора, што потврђује претежно позитивну оријентацију ставова, али уз присутне разлике међу испитаницима. Насупрот томе, резултати на АСМ скали показују израженију негативну асиметрију (*skewness* од $-1,53$ до $-2,02$) и повишене вредности *kurtosis* ($2,31-4,21$), што указује на високу концентрацију одговора у горњем делу скале. Медијане свих тврдњи износе 5, а доминантан удео одговора налази се у категорији „у потпуности се слажем”, што указује на висок степен хомогености и стабилности позитивних ставова учитеља према интеграцији садржаја СОН/Пид у настави математике.

Индивидуални резултати на скалама АРЕМ и АСМ израчунати су као просечни збирни скор по испитанику. Вредности *PM general SM general* представљају аритметичку средину ових индивидуалних резултата за све испитанике. Просечни збирни скор по испитанику добија се дељењем укупног индивидуалног скорa бројем ставки које чине скалу, чиме се добија вредност у распону одговора Ликертове скале (Warmbrod, 2014).

Према Нарлију (Narli, 2010), просечне вредности на петостепеној Ликертовој скали тумаче се у складу са следећим интервалима: $1,00-1,80$ означава веома низак ниво слагања; $1,80-2,60$ низак; $2,60-3,40$ умерен; $3,40-4,20$ висок; $4,20-5,00$ веома висок ниво слагања.

Други истраживачки задатак односио се на испитивање ставова учитеља према интеграцији физичког васпитања у настави математике. Генерално посматрано, резултати (Табела 4) указују на то да учитељи имају позитивне ставове према интеграцији физичког васпитања у настави математике (PM генерал: $M = 3,87$; $SD = 0,96$), међутим, према критеријумима које поставља Нарли (Narli, 2010), ова вредност не достиже највиши ниво слагања на Ликертовој скали.

Анализа појединачних тврдњи АРЕМ скале показује да већина тврдњи има средње вредности које одговарају високом или веома високом нивоу слагања ($M > 3,40$), што указује на претежно позитивне ставове према интеграцији физичког васпитања у настави математике. Дистрибуција одговора додатно потврђује овај налаз, с обзиром на то да су модалне вредности код свих тврдњи најчешће у највишој категорији одговора (5), али уз присуство одговора у свим категоријама, што указује на одређени степен неједначености ставова међу учитељима. Резултати указују на то да учитељи у великој мери одбацују тврдње да физичка активност омета ученике (PM1), доводи до слабе дисциплине (PM2), одузима превише времена (PM4), или да се физичко васпитање и математика не могу смислено повезати (PM5 и PM6). Такође, учитељи изражавају висок ниво слагања када су у

питању мотивационе и образовне користи примене физичких активности у настави математике (PM7, PM8). Изузетак представља обрнуто формулисана тврдња PM3 („Ученик мора да буде миран да би могао да размишља током часа математике”), код које је утврђен умерен ниво слагања ($M = 3,32$).

У оквиру истог истраживачког задатка желели смо да испитамо да ли постоји статистички значајна разлика у ставовима учитеља који су бар једном интегрисали физичко васпитање у наставу математике и оних који то никада нису учинили. Као што је и очекивано, учитељи који су имали искуство са применом интеграције исказали су статистички значајно позитивније укупне ставове у односу на оне без таквог искуства ($U = 2842,00$; $Z = -5,43$; $p < 0,01$). Овај налаз указује на повезаност практичног искуства са позитивнијим ставовима учитеља.

Трећи истраживачки задатак односио се на испитивање ставова учитеља према интеграцији садржаја предмета СОН/Пид у настави математике. Резултати показују да учитељи исказују веома позитивне ставове према овом облику интеграције (SM general: $M = 4,48$; $SD = 0,73$). Високе вредности аритметичких средина, указују на висок степен слагања испитаника са тврдњама ASM скале. Када су у питању појединачне тврдње ASM скале, вредности дескриптивних статистичких параметара указују на висок ниво слагања код свих тврдњи. Учитељи се у великој мери слажу да се садржаји СОН/Пид могу смислено интегрисати са математиком (SM1), да таква интеграција доприноси бољем разумевању математичких појмова (SM2), омогућава стицање трајнијег знања (SM3), додатно мотивише ученике за учење математике (SM4) и омогућава стицање практично применљивог знања (SM5).

Такође, испитано је да ли постоји статистички значајна разлика у ставовима између учитеља који су бар једном интегрисали садржаје СОН/Пид у наставу математике и оних који то нису чинили. Резултати Ман–Витни У (Mann–Whitney U) теста су показали да учитељи који су примењивали интеграцију изражавају позитивније укупне ставове у односу на оне који нису вршили интеграцију СОН/Пид и математике ($U = 3466,00$; $Z = -3,97$; $p < 0,01$). Ови резултати додатно потврђују повећаност искуства и позитивних ставова, што упућује на потребу обезбеђивања прилика за стицање искуства у примени интегрисаних приступа.

Четвртим истраживачким задатком желели смо да испитамо да ли се ставови учитеља разликују у зависности од година радног искуства (WE) и нивоа образовања (EL). Колмогоров–Смирнов тест нормалности расподеле показао је да скорови добијени на скалама ставова АРЕМ и ASM нису нормално распоређени у оквиру посматраних група. Због тога је за испитивање разлика у ставовима у односу на WE и EL примењен Крускал–Волис тест.

Резултати нису показали статистички значајне разлике у ставовима у односу на године радног искуства ни на нивоу укупних скорова, ни на нивоу појединачних тврдњи обе скале (Табела 5).

Табела 5

Поређење резултата на скалама АРЕМ и АСМ у односу на године радног искуства (WE)

	Тврдња	χ^2	df	p
АРЕМ	PM1*	0,72	2	0,69
	PM2*	0,52	2	0,76
	PM3*	0,84	2	0,65
	PM4*	3,01	2	0,22
	PM5*	5,09	2	0,07
	PM6*	0,37	2	0,82
	PM7	2,81	2	0,24
	PM8	4,28	2	0,11
	PM general	2,24	2	0,32
АСМ	SM1	0,35	2	0,83
	SM2	0,78	2	0,67
	SM3	2,37	2	0,30
	SM4	4,99	2	0,08
	SM5	3,72	2	0,15
	SM general	3,03	2	0,21

Овако добијени резултати указују на то да године радног искуства не представљају значајан фактор који утиче на ставове учитеља према интеграцији физичког васпитања и садржаја СОН/Пид у настави математике.

Изостанак разлика између група може упућивати на то да отвореност према примени интердисциплинарне наставе зависи и од других фактора, као што су могућности професионалног усавршавања, лична уверења или наставни контекст, што захтева даља истраживања.

Са друге стране, резултати Крускал–Волис теста показали су статистички значајну разлику у ставовима према интеграцији физичког васпитања у наставу математике у односу на ниво образовања $\chi^2(2) = 14,46$, $p < 0,01$ на нивоу укупног скорa скале (Табела 6).

Како бисмо утврдили између којих група постоје статистички значајне разлике у резултатима на АРЕМ скали применили смо Данов пост-хок тест. Анализа је показала статистички значајну разлику између учитеља са завршеном вишом школом и учитеља са мастер академским студијама, као и између учитеља са основним академским студијама и учитеља са мастер академским студијама. Учитељи који су завршили мастер студије исказали су позитивније ставове према интеграцији физичког васпитања у наставу математике у односу на учитеље са вишом школом ($p < ,01$) и учитеље са завршеним основним студијама ($p < 0,05$).

Табела 6*Поређење резултата на скалама АРЕМ и АСМ у односу на ниво образовања (ЕЛ)*

	Тврдња	χ^2	df	<i>p</i>
АРЕМ	PM1*	6,67	2	0,03
	PM2*	4,68	2	0,09
	PM3*	4,83	2	0,08
	PM4*	9,90	2	0,00
	PM5*	16,87	2	0,00
	PM6*	15,02	2	0,00
	PM7	12,13	2	0,00
	PM8	11,28	2	0,00
АСМ	PM general	14,46	2	0,00
	SM1	3,76	2	0,15
	SM2	1,67	2	0,43
	SM3	4,90	2	0,08
	SM4	4,02	2	0,13
	SM5	2,74	2	0,25
	SM general	3,89	2	0,14

Када је реч о појединачним тврдњама, статистички значајне разлике утврђене су код више тврдњи АРЕМ скале (PM1, PM4, PM5, PM6, PM7 и PM8). Додатна анализа показала је да учитељи који су завршили мастер студије исказују позитивније ставове у односу на учитеље са вишом школом (PM4: $p < 0,05$; PM5: $p < 0,01$; PM6: $p < 0,01$; PM7: $p < 0,01$; PM8: $p < 0,01$) и у односу на учитеље са основним академским студијама (PM4: $p < 0,05$). Такође, учитељи са вишом школом исказали су негативније ставове у односу на учитеље са завршеним основним академским студијама код тврдњи PM5 ($p < 0,01$) и PM6 ($p < 0,05$).

Дискусија

Добијени резултати указују на то да интердисциплинарна интеграција коју учитељи пријављују није маргинална пракса, већ се у просеку примењује на приближно једној четвртини часова математике. То се може сматрати охрабрујућим показатељем отворености учитеља према примени интегрисаног приступа настави. Нешто већа заступљеност и учесталост интеграције садржаја СОН/Пид и математике у односу на интеграцију физичког васпитања и математике може указивати на то да учитељи доживљавају садржаје СОН/Пид као природније повезане са математиком.

Уочени образац у складу је са разматрањима из уводног дела рада, према којима су поједини облици интердисциплинарне интеграције когнитивно ближи учитељима, односно више су усклађени са њиховим постојећим педагошким уве-

рењима и наставним рутинама (Ainley et al., 2008), док други, попут интеграције физичког васпитања и математике, захтевају веће одступање од традиционалних наставних пракси (Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024). Стога, већа заступљеност интеграције СОН/Пид и математике може одражавати дуготрајно присутне наставне традиције и праксе, док интеграција физичког васпитања и математике и даље представља релативно иновативан педагошки приступ.

Међутим, ове налазе треба интерпретирати узимајући у обзир и шири контекст, пре свега разлике у природи наставних предмета. Садржаји из области света око нас/природе и друштва (СОН/Пид) у већој мери омогућавају спонтану и садржински блиску интеграцију са математиком, док физичко васпитање, због своје специфичне организације, циљева и доминантно моторичког карактера, пружа другачије и често ређе препознате прилике за повезивање са математичким садржајима. У том смислу, разлике у заступљености појединих облика интеграције не могу се посматрати искључиво кроз призму уверења и педагошких рутина учитеља, већ и кроз начин на који они препознају и користе потенцијале различитих наставних области за интердисциплинарно повезивање.

Када је реч о ставовима учитеља, резултати показују да су они генерално позитивни према интеграцији физичког васпитања у наставу математике, али не достижу највиши ниво слагања. Истовремено, присутна је одређена неуједначеност у одговорима, што указује на варијабилност у перцепцијама учитеља. Посебно је значајан налаз у вези са тврдњом да ученик мора да буде миран како би могао да размишља, где је утврђен умерен ниво слагања. Ово може указивати на присутност традиционалних схватања учења и понашања у учионици, чак и код учитеља који иначе имају позитивне ставове према интеграцији физичког васпитања и математике. Овакви налази у складу су са ширим расправама у литератури које указују на постојање дубоко укореваних уверења која повезују когнитивну активност са телесним мировањем (Doherty & Miravalles, 2019), што може представљати препреку за ширу примену физички активних наставних приступа.

Са друге стране, резултати показују веома висок ниво слагања учитеља када је реч о интеграцији садржаја СОН/Пид у наставу математике, уз изражену хомогеност одговора. Овакав образац може указивати на стабилније и општеприхваћено схватање о смислености и корисности ове врсте интеграције у наставној пракси.

Резултати такође показују да учитељи који имају искуство у примени интеграције исказују позитивније ставове у односу на оне који такво искуство немају, како у случају физичког васпитања, тако и у случају СОН/Пид. Овај налаз указује на значај практичног искуства у формирању ставова и упућује на потребу обезбеђивања већег броја прилика за примену интердисциплинарних приступа у настави.

Када је реч о разликама у односу на године радног искуства, резултати указују на то да оно не представља значајан фактор у формирању ставова учитеља према интеграцији. Насупрот томе, ниво образовања показао се као значајан фактор када је у питању интеграција физичког васпитања и математике. Позитивнији ставови учитеља који су завршили мастер студије могу се објаснити разликама у

иницијалном образовању, с обзиром на то да савременији студијски програми у већој мери наглашавају приступе усмерене на ученика и интердисциплинарне методе рада. У том смислу, добијени резултати овог истраживања у складу су са налазима студије Мартина и Муртага (Martin & Murtagh, 2017), у којој су учитељи након спроведене обуке усмерене на интеграцију покрета у наставу исказали изражено позитивне ставове према оваквом приступу. Сличност налаза указује на то да позитивне перцепције учитеља нису само резултат индивидуалног искуства, већ могу бити додатно оснажене кроз циљано стручно усавршавање, које доприноси бољем разумевању педагошких и развојних користи интеграције физичког васпитања у STEAM концепт. Овај налаз сугерише да спремност за интердисциплинарску наставу није искључиво резултат искуства стеченог у пракси, већ је у значајној мери обликована током иницијалног образовања учитеља.

За разлику од тога, у случају интеграције садржаја СОН/Пид и математике нису утврђене разлике у односу на ниво образовања, што може указивати на то да је овај облик интеграције шире прихваћен и мање зависан од формалног образовања учитеља. Овакав налаз додатно потврђује претпоставку да учитељи садржаје СОН/Пид доживљавају као природније повезане са математиком, док интеграција физичког васпитања и математике и даље представља релативно нов и мање усталабљен приступ у наставној пракси.

Закључна разматрања

Имајући у виду бројне предности интердисциплинарних и интегративних приступа настави, посебно у оквиру STEAM концепта, као и значај повећања нивоа физичке активности ученика, те препознајући учитеље као један од кључних фактора који утичу на образовну праксу, неопходно је испитати постојеће стање наставне праксе и ставове учитеља према интегрисаној настави. У складу с тим, основни циљ овог истраживања био је да се испитају ставови учитеља према интеграцији физичког васпитања и садржаја СОН/Пид у настави математике, да се утврди да ли такву интеграцију примењују у сопственој наставној пракси, као и да се идентификују фактори који могу утицати на формирање ових ставова.

Резултати истраживања показују да је већина учитеља у узорку барем једном интегрисала садржаје физичког васпитања и СОН/Пид у наставу математике. У просеку, интердисциплинарска интеграција била је заступљена на приближно једној четвртини часова математике, што се може сматрати позитивним показатељем спремности учитеља за примену интегрисаних приступа настави. Генерално, учитељи су исказали позитивне ставове према интеграцији како физичког васпитања тако и садржаја СОН/Пид у наставу математике, при чему су израженији позитивни ставови уочени према интеграцији СОН/Пид и математике. Ниво образовања показао се као значајан фактор који утиче на ставове учитеља према интеграцији физичког васпитања и математике, док године радног искуства нису имале статистички значајан утицај ни на ставове према интеграцији физичког васпитања и математике, ни на ставове према интеграцији СОН/Пид и математике. Разлике у

ставовима у односу на образовни ниво могу се довести у везу са чињеницом да савременији програми иницијалног образовања учитеља у већој мери наглашавају интердисциплинарне и интегративне наставне приступе.

Добијени резултати указују на значај развијања циљаних програма стручног усавршавања за учитеље усмерених на јачање компетенција за интердисциплинарну интеграцију. Поред тога, резултати указују на потребу даље модернизације програма иницијалног образовања учитеља, посебно у сегменту интеграције физичког васпитања и математике, како би се будући учитељи боље припремили за примену интегрисаних и физички активних приступа учењу у основном образовању. Имајући у виду да се ово истраживање заснива на самопроцени учитеља, будућа истраживања могла би допринети већој валидности добијених резултата комбиновањем података из самопроцена са опсервацијом наставне праксе или применом других комплементарних метода.

Литература

- Ainley, J., Kos, J., & Nicholas, M. (2008). *Participation in science, mathematics and technology in Australian education* (ACER Research Monograph No. 63). Australian Council for Educational Research. https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=acer_monographs
- Cecchini, J. A., & Carriedo, A. (2020). Effects of an interdisciplinary approach integrating mathematics and physical education on mathematical learning and physical activity levels. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(1), 121–125. <https://doi.org/10.1123/JTPE.2018-0274>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Doherty, A., & Miravalles, A. F. (2019). Physical activity and cognition: Inseparable in the classroom. *Frontiers in Education*, 4, 105. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00105>
- Đorđević, M., Kopas-Vukašinić, E., & Mihajlović, A. (2020). Teaching competencies of pre-service primary school teachers to use an integrated approach in teaching science, art, and mathematics. In *Proceedings of the International Conference Professional Competences for Teaching in the 21st Century* (pp. 173–186). <https://doi.org/10.46793/pctja.19.173dj>
- Džinović, V. (2017). Uverenja nastavnika matematike i prirodnih nauka o inovacijama u nastavi – kvalitativna studija [Mathematics and Science Teachers' Beliefs about Innovations in Teaching — A Qualitative Study]. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 49(1), 31–54. <https://doi.org/10.2298/ZIP1701031D>
- Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents (2011). Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: Summary report. *Pediatrics*, 128(5), 213–256.
- Gadai, T., Caron, T., Ayoub, M.-B., Karelis, A., & Nadeau, L. (2020). The role of the teacher in the implementation of a school-based intervention on the physical activity practice of children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7344. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197344>

- Gilmore, L., Sullivan, K. A., & Hughes, B. (2024). Incorporating physical activities in teaching practice. *Australian Journal of Education*, 68(2), 145–156. <https://doi.org/10.1177/00049441241244553>
- Ignjatović, A. M., & Miloradović, B. D. (2018). Interdisciplinarni pristup u nastavi fizičkog vaspitanja u osnovnoj školi [Interdisciplinary approach in physical education teaching in primary school]. *Zbornik radova Pedagoškog fakulteta u Užicu*, 21(20), 235–248.
- Ignjatović, A., & Miloradović, B. (2024). Integrating physical education and mathematics – PEMATH program: A progressive approach to first-grade learning. *International Journal of Physical Education*, 61(4), 22–37.
- Lau, J., Ignjatović, A., Da Cruz, M., Cekić-Jovanović, O., Lavicza, S., & Fenyvesi, K. (2026). A systematic review on integration of physical activities in STEAM education: Trends and best practices.
- Lerum, O., Eikeland Tjomsland, H., Leirhaug, P. E., McKenna, J., Quaramby, T., Bartholomew, J., Jenssen, E. S., Smith, A.-D., & Resaland, G. K. (2021). The conforming, the innovating and the connecting teacher: A qualitative study of why teachers in lower secondary school adopt physically active learning. *Teaching and Teacher Education*, 105, 103–434. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103434>
- Li, C., Kam, W. K. K., & Zhang, M. (2019). Physical education teachers' behaviors and intentions of integrating STEM education in teaching. *The Physical Educator*, 76(4), 1086–1101. <https://doi.org/10.18666/TPE-2019-V76-I4-9104>
- Martin, R., & Murtagh, E. M. (2017). Teachers' and students' perspectives of participating in the 'Active Classrooms' movement integration programme. *Teaching and Teacher Education*, 63, 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.002>
- Milanović, N., & Maksimović, J. (2021). Primena radionica u prvom ciklusu obaveznog obrazovanja [Application of Workshops in the First Cycle of Compulsory Education]. *Pedagoška stvarnost*, 67(1), 41–51.
- Miloradović, B. D., Marković, Ž. M., & Ignjatović, A. M. (2024). Integrative approach in teaching physical education using logical-mathematical games: A systematic review. *Uzdanica*, 21(2), 297–309. <https://doi.org/10.46793/uzdanica21.2.297m>
- Narli, S. (2010). An alternative evaluation method for Likert type attitude scales: Rough set data analysis. *Scientific Research and Essays*, 5(6), 519–528.
- OECD (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Pavlović, B. M., & Cicović-Sarajlić, D. J. (2013). Obrada narodnog muzičkog stvaralaštva u mlađim razredima osnovne škole po modelu integrativne nastave [Teaching Folk Musical Heritage in Lower Primary School Grades Using the Integrative Teaching Model]. *Zbornik radova Učiteljskog fakulteta u Užicu*, (15), 275–290.
- Republika Srbija. (2013). Zakon o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja [Law on the Fundamentals of the System of Education and Upbring] (Službeni glasnik Republike Srbije, br. 55/2013). <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs>
- Warehime, S., Snyder, K., Schaffer, C., Bice, M., Adkins-Bollwit, M., & Dinkel, D. (2019). Exploring secondary science teachers' use of classroom physical activity. *The Physical Educator*, 76(1), 197–223. <https://doi.org/10.18666/TPE-2019-V76-I1-8361>
- Warmbrod, J. R. (2014). Reporting and interpreting scores derived from Likert-type scales. *Journal of Agricultural Education*, 55(5), 30–47. <https://doi.org/10.5032/jae.2014.05030>

Teachers' Attitudes toward Interdisciplinary Integration: A Comparative Study of Mathematics with Physical Education and Science^{**}

Aleksandra M. Mihajlović*

University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina

Olivera D. Cekić-Jovanović*

University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina

Aleksandar M. Ignjatović*

University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina

ABSTRACT

Interdisciplinary and integrated teaching approaches, particularly within the STEAM framework, have been increasingly recognized as effective ways to enhance students' conceptual understanding, motivation, and engagement, as well as to support physically active learning in primary education when integrated with Physical Education. Given the central role of teachers in implementing such approaches, it is important to examine their attitudes and teaching practices related to interdisciplinary integration. The aim of this study was to investigate primary school teachers' attitudes toward the integration of Physical Education (PE) and science content into mathematics classes, as well as the practices they currently implement. The research was conducted on a sample of 263 primary school teachers in Serbia using a questionnaire consisting of two attitude scales and four closed-ended questions. The results indicate that the majority of teachers reported having integrated both PE and science content into mathematics classes at least once, with interdisciplinary integration implemented, on average, in approximately one quarter of mathematics lessons. Teachers expressed generally positive attitudes toward both forms of integration, with more favorable attitudes toward science–mathematics integration. Educational level was found to be a significant factor influencing attitudes toward PE–mathematics integration, whereas years of work experience did not significantly affect attitudes toward either PE–mathematics or science–mathematics integration. The findings highlight the importance of strengthening initial teacher education and professional development programs to better support interdisciplinary and integrated teaching practices in primary education.

Keywords: *interdisciplinary teaching, STEAM education, Physical Education and mathematics integration, science and mathematics integration, primary school teachers.*

^{**} This research was conducted within the framework of the STEPAM project, co-funded by the European Union under the Erasmus+ Programme, Cooperation Partnerships in Higher Education. Grant No. 2023-1-RS01-KA220-HED-000166894. Project title: Teacher Training in Physical Activities and Embodied Learning through STEAM Education – STE(PA)M.

* aleksandra.mihajlovic@pefja.kg.ac.rs, <https://orcid.org/0000-0001-6314-6937>

* o.cekicjovanovic@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2641-6728>

* aleksig79@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-7718-8270>

Introduction

In modern educational research and practice, there is a growing need for interdisciplinary and integrated teaching approaches, particularly in elementary education. Integration in the classroom involves designing learning experiences that combine and connect traditional subject boundaries, allowing students to engage with content in a more holistic way (Darling-Hammond et al., 2020; Ignjatović & Miloradović, 2018; Pavlović & Cicović-Sarajlić, 2013). This is especially relevant in the early years of schooling, as the primary school years represent a period when students develop self-belief in their abilities as STEM learners. Students' experiences during primary and early secondary education play a crucial role in shaping their sense of competence in fundamental mathematics and science concepts, which can foster interest in pursuing science-related fields (Ainley et al., 2008). Additionally, early childhood is an ideal time for establishing healthy lifestyle habits related to regular physical activity (Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, 2011).

Interdisciplinary education in primary schools, particularly the integration of mathematics and physical education, offers a promising approach to enhancing both cognitive and motor development in children. Traditional education has often positioned students in a passive and sedentary role, limiting opportunities for physical movement. However, a growing body of research highlights the strong relationship between movement and cognition in primary and secondary school students, as well as the cognitive benefits associated with physical activity (Doherty & Miravalles, 2019). By combining logical–mathematical tasks with physical activity, students engage in experiential learning that reinforces mathematical concepts through movement and embodied interaction (Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024). Research shows that such approaches improve students' understanding of mathematics while simultaneously increasing their physical activity levels and classroom engagement (Cecchini & Carriedo, 2020). Moreover, a recent systematic review published in *Uzdanica* highlights that the use of logical–mathematical games in physical education supports both academic and motor outcomes in young learners (Miloradović et al., 2024). Finally, a recent meta-analysis (Lau et al., 2026) evaluating interdisciplinary research in STEAM and physical education found that the largest number of studies focused on the integration of physical education and mathematics. Mathematics is often integrated with physical education because many motor activities naturally involve counting, measuring, and comparing, allowing for the direct application of mathematical concepts through movement. Additionally, kinesthetic learning enhances understanding of abstract ideas, making this combination a common focus in research aimed at supporting both academic and physical development. These findings confirm that mathematics is the most commonly and effectively connected subject to physical education within the STEAM framework. Out of the 44 studies included in the analysis, 19 examined the relationship between physical education and mathematics, underscoring the value of

integrated physical education and mathematics curricula in fostering deeper learning in primary education (Lau et al., 2026).

The integration of science into mathematics teaching is particularly important because it enables students to view mathematical concepts within functional and empirical contexts, thereby reducing abstraction and enhancing understanding through application. There are multiple reasons for integrating scientific content into mathematics instruction. First, mathematics and the natural sciences are complementary disciplines that rely on shared processes such as logical reasoning, measurement, experimentation, and data analysis. Integrated teaching encourages students to understand how mathematical models describe phenomena in nature (Ainley et al., 2008), contributing to the development of STEM competencies from an early age.

Another important reason relates to student motivation and engagement. Through research-based and experimental activities, students actively participate in learning, connect abstract concepts with real-life situations, and develop a deeper understanding of ideas (Cecchini & Carriedo, 2020). In this way, mathematics ceases to be a purely theoretical discipline and becomes a tool for exploring and explaining natural phenomena. A third reason lies in the development of lasting and functional knowledge. An integrated approach contributes to improved content retention, as students learn through multiple modalities—visual, practical, and cognitive. As noted by Ignjatovic and Miloradovic (2024), experiential learning through interaction with the environment leads to more stable conceptual understanding and its long-term application.

Numerous studies confirm that integrating science into mathematics instruction yields significant pedagogical and developmental benefits (Džinović, 2017). Above all, it fosters higher-order cognitive abilities such as analytical thinking, problem-solving, and knowledge transfer across domains. It has also been observed that interdisciplinary teaching models increase students' interest in STEM fields, particularly at the elementary level, when attitudes toward science and mathematics are still being formed (Ainley et al., 2008).

In addition to cognitive benefits, integration provides affective advantages, including increased motivation, more positive emotions toward learning, and a stronger perception of success. Martin and Murtagh (2017) reported that teachers who integrate movement and scientific inquiry activities into mathematics lessons observe greater student satisfaction and engagement, along with strengthened teamwork and self-confidence.

These findings reflect global trends in the literature emphasizing interdisciplinary approaches in STEM education (Lau et al., 2026; Li et al., 2019). Teachers most frequently highlight that integrating scientific content supports a better understanding of mathematical concepts and the acquisition of lasting, applicable knowledge. This aligns with integrated learning models that promote the practical application of mathematical

skills through scientific experiments, measurement, and data analysis. Integrating science into mathematics teaching not only supports understanding and application of mathematical concepts but also fosters students' research orientation, creativity, and critical thinking. It enables a shift from traditional, subject-isolated teaching toward dynamic, experiential learning that connects theory and practice. While teachers recognize the pedagogical potential of integrated approaches, they also emphasize the need for further professional development and institutional support to ensure consistent and effective implementation in educational practice.

Despite strong theoretical and empirical support for interdisciplinary teaching, teachers' classroom practices vary considerably. Research conducted with in-service primary school teachers in Serbia (Milanović & Maksimović, 2021) showed that 55.7% primarily use a traditional, teacher-centred lecture style (*ex cathedra*). While effective for content delivery, this approach often isolates subjects and does not support the development of interdisciplinary thinking or the creative skills needed to solve complex problems in contemporary society. Most of the situations and problems students encounter today are very complex, rarely having only one exact solution, thus requiring knowledge of multiple disciplines (OECD, 2018). If we take into account the continuous expansion of knowledge in a rapidly changing modern society, in some domains knowledge becomes outdated relatively quickly, whereas in others, such as mathematics, core concepts remain stable, but the ways in which they are applied and the contexts in which they are used change. In this sense, the path to knowledge becomes just as important as the knowledge that students acquire (Đorđević et al., 2020).

Building on this, it is important to investigate how teachers perceive interdisciplinary teaching, particularly the integration of physical education with mathematics and science. There is a scarcity of studies examining teachers' use of physical activities in the classroom and the benefits they perceive for students' learning and behavior (Gilmore et al., 2024). Existing studies are often limited by small sample sizes and suggest that teachers observe several positive effects of classroom physical activities, including increased student focus (Gadai et al., 2020), greater variety and enjoyment in lessons (Lerum et al., 2021), and improved academic and behavioral outcomes (Warehime et al., 2019).

Although integrating STEM into physical education is gaining attention, a cross-sectional survey of 165 primary and secondary PE teachers in Hong Kong found that only 19.4% reported sometimes or often integrating STEM education into their teaching; nevertheless, positive attitudes, supportive norms, and a sense of control robustly predicted their intention to adopt such lessons (Li et al., 2019). Similarly, a qualitative evaluation of the Active Classrooms programme in Irish primary schools (Martin & Murtagh, 2017) provides a complementary perspective: following training aimed at embedding movement into mathematics lessons, teachers reported high satisfaction and observed greater pupil engagement, while also identifying time and resource constraints as key barriers.

Building on the findings of previous research and the identified lack of studies in this area, this study included a larger sample of teachers and a broader set of variables, with the aim of examining the extent to which integration is applied in teaching practice, as well as teachers' attitudes towards linking mathematics with physical education and natural sciences, and differences in relation to teaching experience and level of education. To build on previous findings and address existing gaps, the present study involved a larger sample of teachers and a broader set of variables in order to examine the extent of integration and attitudes toward combining mathematics with physical education and science, as well as to explore differences based on teachers' work experience and educational level.

Method

Research aim

The aim of the research was to investigate primary teachers' attitudes and perceptions regarding the integration of Physical Education (PE) and science content into mathematics classes, with a particular focus on comparing these two forms of integration.

Based on the aim of the research, the following research questions were determined:

1. To determine whether primary teachers integrate PE and science content in mathematics classes
2. To examine teachers' attitudes toward the integration of PE in mathematics classes.
3. To examine teachers' attitudes toward the integration of science content in mathematics classes.
4. To determine whether there are differences in teachers' attitudes and the extent of integration implementation in relation to their teaching experience and level of education.

Sample

The research was carried out in 2023. The research sample included a total of 263 primary teachers from primary schools in the Republic of Serbia.

Data were collected using a survey questionnaire distributed electronically (online form).

Participation in the study was voluntary and anonymous, and the sample was formed as a convenience (non-probability) sample. All participants were classified into categories based on their work experience and educational level. The structure of the sample is given in Table 1.

Table 1
Structure of the sample in regard to years of work experience (WE) and educational level (EL)

	Years of Work Experience (WE)			Educational Level (EL)			
Years	0–12	13–24	25–	Education	College	BA	MA
Frequency	113	75	75	Frequency	24	115	124
Percent	43.0	28.5	28.5	Percent	9.1	43.7	47.1

Instruments

The instrument used was a questionnaire consisting of three parts. In the first part, background information about teachers was collected (work experience, educational level, and school location). The second part included four closed-ended questions about the frequency of integrating PE and science content in mathematics classes, with responses provided through predefined frequency categories (e.g. never, rarely, sometimes, often, always). The third part contained two scales: the *Attitudes toward Integration of PE in Mathematics Classes Scale* (APEM) and the *Attitudes toward Integration of Science in Mathematics Classes Scale* (ASM). The APEM scale contained eight five-point Likert-type items (Table 2), and the ASM scale consisted of five five-point Likert-type items (Table 3). A five-point Likert scale was used to assess attitudes (1 – strongly disagree, 2 – mostly disagree, 3 – neutral, 4 – mostly agree, 5 – strongly agree). Both scales were developed by the authors, and the items were constructed in accordance with the results and implications of previous studies and literature (Cecchini & Carriedo, 2020; Đorđević et al., 2020; Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024; Lau et al., 2026; Martin & Murtagh, 2017).

Table 2
Attitudes toward Integration of PE in Mathematics Classes Scale (APEM) items

Item codes	Item
PM1*	Physical activity during a mathematics class would only distract students.
PM2*	Physical activity during a mathematics class would lead to poor discipline.
PM3*	A student must stay still in order to be able to think during a mathematics class.
PM4*	Physical activity during a mathematics class would take up too much time.
PM5*	PE and mathematics are completely different subjects that cannot be connected.
PM6*	There is no valid reason to connect PE content with mathematics.
PM7	Implementing physical activities in mathematics classes motivates children to learn mathematics.
PM8	Implementing physical activities in mathematics classes contributes to more lasting knowledge.

Note. Items marked with * were negatively worded and were recoded.

Negatively worded items were reverse-coded prior to calculating total scores, so that higher scores indicate more positive attitudes towards integration. The APEM scale includes a larger number of negatively worded items in order to reduce the influence of socially desirable responding, while the items in the ASM scale are formulated affirmatively and relate to the perceived possibilities of integration in teaching practice.

The reliability of the scales was assessed using the Cronbach's alpha coefficient. Both APEM scale ($\alpha = .91$) and ASM scale ($\alpha = .94$) showed high internal consistency.

Table 3
Attitudes toward Integration of Science in Mathematics Classes Scale (ASM) items

Item codes	Item
SM1	There are science content areas that can be meaningfully integrated with mathematics content.
SM2	Integrating science content into mathematics classes contributes to a better understanding of mathematical concepts.
SM3	Integrating science content into mathematics classes enables students to acquire more lasting knowledge.
SM4	Integrating science content into mathematics classes further motivates students to learn mathematics.
SM5	Science content in mathematics classes enables the acquisition of practically applicable knowledge.

Data processing and analysis

Descriptive statistical methods were used for data processing (mean, standard deviation, frequencies, and percentages). Appropriate inferential statistical methods were applied to examine differences in teachers' attitudes in relation to teaching experience and level of education. Statistical data analysis was performed using the SPSS software package.

Results

The first research task aimed to investigate whether primary teachers use the integration of PE and science content in mathematics classes and how frequently.

The majority of primary teachers in our sample (81.4%) stated that they had integrated PE into mathematics classes sometimes. To determine the frequency of this practice, teachers were asked to estimate the percentage of last year's mathematics classes in which they used PE content. The reported average was 22.36% ($SD = 17.88$). A slightly higher percentage (86.3%) reported having integrated science content into mathematics classes at least once. The average frequency of integration last year was 26.85% ($SD = 19.72$). These findings suggest that the interdisciplinary integration reported by teachers is not a purely marginal practice, but is implemented, on average, in approximately one quarter of mathematics lessons. This may be considered an

encouraging indicator of teachers' openness to using an integrated teaching approach. The slightly higher prevalence and frequency of science–mathematics integration compared to PE–mathematics integration may indicate that teachers perceive science content as more naturally aligned with mathematics content.

To investigate attitudes toward the integration of PE and science content in mathematics classes, participants were asked to rate their agreement with items on two scales. Table 4 displays the descriptive statistics (means and standard deviations) of the individual items and general scales.

Table 4
Descriptive statistics for APEM and ASM items

	Item codes	Mean (<i>M</i>)	Standard Deviation (<i>SD</i>)
APEM	PM1*	3.71	1.29
	PM2*	3.73	1.29
	PM3*	3.32	1.40
	PM4*	3.58	1.32
	PM5*	4.21	1.20
	PM6*	4.16	1.20
	PM7	4.17	1.05
	PM8	4.05	1.05
	PM general	3.87	0.96
ASM	SM1	4.56	0.78
	SM2	4.48	0.79
	SM3	4.42	0.87
	SM4	4.45	0.80
	SM5	4.50	0.85
	SM general	4.48	0.73

A more detailed analysis of descriptive indicators reveals certain differences in the distribution of responses between the two scales. For the APEM scale, a moderate negative skewness was observed (skewness ranging from -0.26 to -1.48), along with relatively pronounced variability in responses ($SD \approx 1.04$ – 1.40), indicating greater heterogeneity in teachers' attitudes towards the integration of physical education in mathematics teaching. The medians of most items range between 4 and 5, while the modal values are most often in the highest response category, confirming a generally positive orientation of attitudes, but with noticeable differences among respondents.

In contrast, results for the ASM scale show a more pronounced negative skewness (skewness ranging from -1.53 to -2.02) and elevated kurtosis values (2.31 – 4.21), indicating a high concentration of responses at the upper end of the scale. The medians of all items are 5, and the dominant share of responses falls within the “strongly agree” category, suggesting a high level of homogeneity and stability in teachers' positive attitudes towards the integration of natural science content (SON/PiD) in mathematics teaching.

Individual scores on the APEM and ASM scales were calculated as mean-item summated scores. The PM general and SM general values represent the mean of these individual scores across all participants. A mean-item summated score is obtained by dividing an individual's summated score by the number of items constituting the scale, resulting in a mean-item score for each individual that falls within the range of the response continuum options (Warmbrod, 2014).

According to Narli (2010), for the Likert average scale 1.00–1.80 indicates a very low level of agreement; 1.80–2.60, low; 2.60–3.40, moderate; 3.40–4.20, high; 4.20–5.00, very high.

The second research task was to examine primary teachers' attitudes toward the integration of PE in mathematics classes. The overall findings, presented in Table 4, suggest that teachers generally hold positive attitudes toward integrating PE content into mathematics classes (PM general: $M = 3.87$; $SD = 0.96$); however, according to Narli (2010), this result does not reach the highest level of agreement on the Likert scale.

Analysis of the individual APEM items indicated that the majority of items yielded mean values corresponding to high or very high levels of agreement ($M > 3.40$), suggesting broadly positive attitudes toward integrating PE into mathematics instruction. The distribution of responses further supports this finding, as the modal values for all items are most frequently in the highest response category (5), but with responses present across all categories, indicating a certain degree of variability in teachers' attitudes. These results imply that teachers largely reject the notion that physical activity distracts students (PM1), leads to poor discipline (PM2), takes too much time (PM4), or that physical education and mathematics cannot be meaningfully connected (PM5 and PM6). In addition, teachers strongly endorsed the motivational and educational benefits of physical activity in mathematics classes (PM7, PM8), which is in line with the findings of Martin and Murtagh (2017). An exception was observed for the reversed item PM3 ("A student must stay still in order to be able to think during a mathematics class"), for which teachers expressed a moderate level of agreement ($M = 3.32$). This lower level of agreement compared to other items may reflect the persistence of more traditional conceptions of learning and classroom behavior, even among teachers who otherwise express positive attitudes toward PE–mathematics integration.

As part of the same research task, we examined whether there was a significant difference in attitudes between teachers who had integrated PE into mathematics classes at least once and those who had never done so. As expected, teachers with prior experience of PE integration expressed significantly more positive overall attitudes compared to those without such experience ($U = 2842.00$; $Z = -5.43$; $p < .01$). This finding indicates an association between practical experience and more positive teacher attitudes.

The third research task focused on examining primary teachers' attitudes toward the integration of science content in mathematics classes. The results indicate that

teachers expressed highly positive attitudes regarding this integration (SM general: $M = 4.48$; $SD = 0.73$). High mean values indicate a high level of agreement among respondents with the statements of the ASM scale. With regard to the individual ASM items, the values of the descriptive statistical parameters (means and standard deviations) indicate that teachers expressed a high level of agreement across all items. The results show that teachers strongly agree that science content can be meaningfully integrated with mathematics (SM1), that such integration contributes to a better understanding of mathematical concepts (SM2), supports the acquisition of more lasting knowledge (SM3), further motivates students to learn mathematics (SM4), and enables the acquisition of practically applicable knowledge (SM5).

Similarly, we examined whether there was a significant difference in attitudes between teachers who reported having integrated science content into mathematics classes at least once and those who had never done so. The results of the Mann–Whitney U test showed that teachers with such experience expressed more positive overall attitudes compared to those without experience of science–mathematics integration ($U = 3466.00$; $Z = -3.96$; $p < .01$). These results further confirm the association between experience and positive attitudes, pointing to the need to provide opportunities for gaining experience in the implementation of integrated approaches.

The fourth research task aimed to investigate whether teachers' attitudes were influenced by years of work experience (WE) and educational level (EL). The Kolmogorov–Smirnov test for normality revealed that the APEM and ASM scores were not normally distributed across the groups. Therefore, to examine possible differences in attitudes with respect to WE and EL, the Kruskal–Wallis test was used.

There were no significant differences in attitudes based on years of work experience, either overall or at the level of individual items on both scales (Table 5).

Table 5
Comparison of the APEM and ASM scores in terms of the WE

	Item codes	χ^2	df	p
APEM	PM1*	0.72	2	.69
	PM2*	0.52	2	.76
	PM3*	0.84	2	.65
	PM4*	3.01	2	.22
	PM5*	5.09	2	.07
	PM6*	0.37	2	.82
	PM7	2.81	2	.24
	PM8	4.28	2	.11
	PM general	2.24	2	.32
ASM	SM1	0.35	2	.83
	SM2	0.78	2	.67
	SM3	2.37	2	.30
	SM4	4.99	2	.08
	SM5	3.72	2	.15
	SM general	3.03	2	.21

These findings indicate that years of work experience do not appear to significantly influence teachers' attitudes toward the integration of physical education and science content into mathematics classes. The absence of differences across groups suggests that openness to interdisciplinary teaching may be shaped by other factors such as professional learning opportunities, personal beliefs, or instructional context. However, this assumption requires further investigation in future research.

On the other hand, results of Kruskal-Wallis test indicate that there is a statistically significant difference in attitudes about integration of PE in Mathematics classes ($\chi^2(2) = 14.46, p < .01$) in general, in regard to the EL (Table 6). To identify the differences among the groups, the Dunn test was performed to reveal where significant differences in the APEM scores occurred. A significant difference was observed between teachers with a College degree and those with a MA degree, as well as between teachers with a BA and those with a MA degree. Teachers with an MA degree expressed more positive attitudes toward the integration of PE in mathematics classes compared to those with a College ($p < .01$) and a BA degree ($p < .05$).

Table 6
Comparison of the APEM and ASM scores in terms of the EL

	Item codes	χ^2	df	p
APEM	PM1*	6.67	2	.03
	PM2*	4.68	2	.09
	PM3*	4.83	2	.08
	PM4*	9.90	2	.00
	PM5*	16.87	2	.00
	PM6*	15.02	2	.00
	PM7	12.13	2	.00
	PM8	11.28	2	.00
	PM general	14.46	2	.00
ASM	SM1	3.76	2	.15
	SM2	1.67	2	.43
	SM3	4.90	2	.08
	SM4	4.02	2	.13
	SM5	2.74	2	.25
	SM general	3.89	2	.14

Regarding individual items, statistically significant differences were found for several APEM items – PM1, PM4, PM5, PM6, PM7, and PM8 (Table 6). We performed the Dunn's post hoc test for pairwise differences. A significant difference between groups was noticed for items PM4, PM5, PM6, PM7 and PM8. Teachers with a master's degree expressed a more positive attitude compared to teachers with a College degree (PM4: $p < .05$; PM5: $p < .01$; PM6: $p < .01$; PM7: $p < .01$; PM8: $p < .01$) and compared to teachers with a BA degree (PM4: $p < .05$). Teachers with a College degree also expressed more negative attitudes than those with a BA degree for items PM5 ($p < .01$) and PM6 ($p < .05$).

Discussion

The obtained results indicate that the interdisciplinary integration reported by teachers is not a marginal practice, but is, on average, implemented in approximately one quarter of mathematics lessons. This can be considered an encouraging indicator of teachers' openness towards the application of an integrated approach in teaching. A slightly higher prevalence and frequency of integrating natural science content (SON/PiD) with mathematics, compared to the integration of physical education and mathematics, may suggest that teachers perceive SON/PiD content as more naturally connected to mathematics.

The observed pattern is consistent with considerations presented in the introduction, according to which certain forms of interdisciplinary integration are cognitively closer to teachers, that is, more aligned with their existing pedagogical beliefs and teaching routines (Ainley et al., 2008), while others, such as the integration of physical education and mathematics, require a greater departure from traditional teaching practices (Ignjatović & Miloradović, 2018, 2024). Therefore, the greater presence of SON/PiD and mathematics integration may reflect long-established teaching traditions and practices, whereas the integration of physical education and mathematics still represents a relatively innovative pedagogical approach.

However, these findings should be interpreted within a broader context, particularly considering the differences in the nature of the subjects. Content from the field of world around us / natural and social sciences (SON/PiD) more readily allows for spontaneous and content-related integration with mathematics, whereas physical education, due to its specific organisation, goals, and predominantly motor character, offers different and often less recognised opportunities for integration with mathematical content. In this sense, differences in the prevalence of particular forms of integration cannot be viewed solely through the lens of teachers' beliefs and pedagogical routines, but also through how teachers recognise and utilise the potential of different subject areas for interdisciplinary connections.

Regarding teachers' attitudes, the results show that they are generally positive towards the integration of physical education in mathematics teaching, although they do not reach the highest level of agreement. At the same time, a certain degree of variability in responses is evident, indicating differences in teachers' perceptions. A particularly important finding relates to the statement that a student must be still in order to think, where a moderate level of agreement was observed. This may indicate the presence of more traditional conceptions of learning and classroom behaviour, even among teachers who otherwise express positive attitudes towards integration. Such findings are consistent with broader discussions in the literature highlighting deeply rooted beliefs linking cognitive activity with physical stillness (Doherty & Miravalles, 2019), which may act as a barrier to the wider implementation of physically active teaching approaches.

In contrast, the results show a very high level of agreement among teachers regarding the integration of SON/PiD content in mathematics teaching, accompanied by a high degree of homogeneity in responses. This pattern may indicate a more stable and widely accepted perception of the relevance and usefulness of this type of integration in teaching practice.

The results also show that teachers with experience in implementing integration express more positive attitudes compared to those without such experience, both in the case of physical education and SON/PiD. This finding highlights the importance of practical experience in shaping teachers' attitudes and points to the need to provide more opportunities for the application of interdisciplinary approaches in teaching.

With regard to differences related to teaching experience, the results indicate that it does not represent a significant factor in shaping teachers' attitudes towards integration. In contrast, the level of education emerged as a significant factor in the case of integrating physical education and mathematics. More positive attitudes among teachers with a master's degree may be explained by differences in initial teacher education, as more recent study programmes place greater emphasis on student-centred approaches and interdisciplinary teaching methods. In this regard, the findings of the present study are consistent with those reported by Martin & Murtagh (2017), in which teachers, following training focused on the integration of movement into teaching, expressed markedly positive attitudes toward this approach. The convergence of these findings suggests that teachers' positive perceptions are not solely the result of individual experience, but can be further strengthened through targeted professional development, which contributes to a better understanding of the pedagogical and developmental benefits of integrating physical education within the STEAM framework. This finding suggests that readiness for interdisciplinary teaching is not solely the result of experience gained in practice, but is to a large extent shaped during initial teacher education.

On the other hand, no differences were found in attitudes towards the integration of SON/PiD and mathematics in relation to the level of education. This may indicate that this form of integration is more widely accepted and less dependent on formal teacher education. Such a finding further supports the assumption that teachers perceive SON/PiD content as more naturally connected to mathematics, whereas the integration of physical education and mathematics remains a relatively new and less established approach in teaching practice.

Conclusion

Considering the numerous benefits of interdisciplinary and integrated teaching approaches, particularly within the STEAM framework, as well as the importance of increasing students' levels of physical activity, and recognizing teachers as one of the key factors influencing educational practice, it is essential to examine the current state of teachers' practices and attitudes toward integrated teaching. Accordingly, the main

aim of this study was to examine primary school teachers' attitudes toward the integration of Physical Education and science content into mathematics classes, to explore whether they implement such integration in their teaching practice, and to identify factors that may influence these attitudes.

The results of the study indicate that the majority of primary school teachers in the sample reported having integrated both PE and science content into mathematics classes at least once. On average, interdisciplinary integration was implemented in approximately one quarter of mathematics lessons, which may be considered an encouraging indicator of teachers' openness to integrated teaching approaches. Overall, teachers expressed positive attitudes toward integrating both PE and science content into mathematics classes, with more favorable attitudes toward science–mathematics integration. Educational level emerged as a significant factor influencing teachers' attitudes toward PE–mathematics integration, while years of work experience did not show a significant effect on attitudes toward either PE–mathematics or science–mathematics integration. Differences in attitudes related to educational level may be attributed to the fact that more recent teacher education programmes place greater emphasis on interdisciplinary and integrative teaching approaches.

These findings highlight the importance of providing targeted professional development programmes for in-service teachers aimed at strengthening their competencies for interdisciplinary integration. In addition, the results point to the need for further modernization of teacher education curricula, particularly with regard to the integration of Physical Education and mathematics, in order to better prepare future teachers for implementing integrated and physically active learning approaches in primary education. As the present study relies on self-reported data, future research could strengthen these findings by combining teachers' self-reports with observations of classroom practice or other complementary methods.