

Vpliv spola na matematično anksioznost

DOI: <https://doi.org/10.55707/ds-po.v40i1.160>

Prejeto 26. 5. 2024 / Sprejeto 9. 12. 2024

Znanstveni članek

UDK 373.5:51+616.891.6-055.1/2

KLJUČNE BESEDE: matematična anksioznost, spolne razlike, pouk matematike, gimnazija

POVZETEK – V prispevku analiziramo kompleksne dinamike matematične anksioznosti, spola ter akademskega uspeha, pri čemer se osredotočamo na njihove medsebojne povezave. Osvetlimo pomembnost matematike v izobraževanju ter raziščemo razlike med spoloma v matematični anksioznosti, pri čemer opišemo njene učinke na uspeh pri pouku matematike. Z empirično raziskavo smo se odločili preučiti vpliv spola na matematično anksioznost na vzorcu izbrane gimnazije v Sloveniji. Za ta namen smo se poslužili kavzalne neeksperimentalne metode in na vzorcu 177 dijakov in dijakinj prvega, drugega in tretjega letnika v šolskem letu 2023/2024 s pomočjo spletne ankete, ki je temeljila na instrumentu AMAS za merjenje matematične tesnobe, ta vpliv preverili. Instrument AMAS se je izkazal za sprejemljivega ($\alpha = 0.77$). Podatki, vezani na matematično anksioznost, niso bili normalno porazdeljeni. Vpliv spola na matematično anksioznost so vsi testi potrdili s p -vrednostjo < 0.001 . Dobljeni rezultati lahko pomagajo vzgojno-izobraževalnim institucijam pri usmeritvah v njihovem procesu, posebej tam, kjer se kažejo večji razkoraki v uspehu matematike med spoloma.

Received 26. 5. 2024 / Accepted 9. 12. 2024

Scientific paper

UDC 373.5:51+616.891.6-055.1/2

KEYWORDS: mathematics anxiety, gender differences, mathematics education, high school

ABSTRACT – In this article, we analyze the complex dynamics of mathematics anxiety, gender, and academic success, focusing on their interconnections. We highlight the importance of mathematics in education and explore gender differences in mathematics anxiety, describing its effects on success in mathematics classes. With an empirical study, we decided to examine the influence of gender on mathematics anxiety using a selected Slovenian gymnasium (i. e. high school) as a case study. For this purpose, we employed a causal non-experimental method and, using a sample of 177 grade 10 – grade 12 (approx. 15-17 years old) students in the academic year 2023/24, assessed the impact through an online survey based on the AMAS instrument for measuring mathematics anxiety. The AMAS instrument proved to be acceptable ($\alpha = 0.77$). Mathematics anxiety was not normally distributed. All tests confirmed the influence of gender on mathematics anxiety with a p -value < 0.001 . The obtained results can assist educational institutions in their processes, especially where significant disparities in mathematics performance between genders are evident.

1 Uvod

Matematika je ena od osrednjih disciplin v širšem izobraževalnem programu (Piccirilli idr., 2023). Pomembnost matematičnih spretnosti se odraža v sodobni družbi, ki se vse bolj opira na kvantitativne podatke. To velja tako za osebni razvoj posameznika kot tudi za akademski napredek ter družbeni vpliv (Cuder idr., 2023). Na uspešnost in dosežke pa vplivajo tudi psihosocialni dejavniki (Echeverría Castro idr., 2020; Puklek Levpušček, 2014), med drugim matematična anksioznost (Barroso idr., 2021; Cuder idr., 2023; Doz idr., 2023; Puklek Levpušček, 2014). Faktorji, ki vplivajo na matematično anksioznost, so tako genetske narave kot stvar okolja (Z. Wang idr., 2014). Razlike v spolu so ekstenzivno preučevane in kažejo, da imajo ženske v povprečju blago večjo

predispozicijo za matematično anksioznost, še posebej od osnovne šole dalje (Doz idr., 2023; Lutovac, 2008; Poredoš in Puklek Levpušček, 2017; Vos idr., 2023).

Zadnje raziskave v sklopu Programa mednarodne primerjave znanja učencev PISA kažejo različna razhajanja med uspehi med spoloma, ki sežejo preko geografskih mej. Pri naravoslovni pismenosti in bralni pismenosti so rezultati na Slovenskem v prid dijakinjam, pri matematični pismenosti pa, kot v dosedanjih ciklih raziskav, razhajanj ni (Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS & Pedagoški inštitut, 2023). Razumevanje teh razlik je ključnega pomena, saj razkriva kompleksno prepletenost matematične uspešnosti, spola in posledično tudi matematične anksioznosti. Raziskava se v ta odnos poglobi in skuša pojasniti njihove niansirane posledice.

Pri pouku matematike sta pomembni fleksibilnost in prilagodljivost pri obravnavi določenega problema (Xu idr., 2017), ki med drugim vplivata tudi na sposobnost reševanja realističnih problemov oziroma razreševanja vsakdanjih problemskih situacij (Felda, 2012). Raziskave kažejo, da mnogo učencev vztraja pri uporabi ene same, včasih neoptimalne strategije za reševanje številnih problemov, pri čemer morda samo zamenjajo strategije za učinkovitejši pristop, ko so k temu izrecno pozvani (Hickendorff, 2018; Newton idr., 2020; Xu idr., 2017). Mnogo raziskav je skušalo to tendenco nefleksibilnosti raziskati s pomočjo edukacijskih intervencij, predhodnega znanja učencev in motivacijskih faktorjev, vloga čustev pa je bila pri teh raziskavah zanemarjena, kljub temu da čustva prispevajo k akademskim dosežkom in igrajo pomembno vlogo v šolskem okolju (Jiang idr., 2021).

Problem, namen, cilji in hipoteze raziskave

Raziskava je bila opravljena, ker so vplivi spola na matematično anksioznost pri nas razmeroma neraziskani (Lutovac, 2008), še posebej na gimnazijski ravni. Cilj raziskave je na izbrani slovenski gimnaziji analizirati vpliv spola na matematično anksioznost. Na podlagi obstoječe literature o vplivu smo postavili naslednjo specifično hipotezo:

- H: Ženske imajo blago večjo predispozicijo za matematično anksioznost.

Opredelitev in merjenje matematične anksioznosti

Razumevanje psiholoških dejavnikov, kot je matematična anksioznost, in vzpostavljane kakovostnih merilnikov je ključno za napredek v izobraževalnem kontekstu pouka matematike. Sodobna družba se nenehno sooča z izzivi, ki zahtevajo spretnosti v matematiki, zato je pomembno, da raziskujemo in razumemo dejavnike, ki vplivajo na zaznavanje in odzivanje na to disciplino. Ob upoštevanju navedenega je nenehno izboljševanje in prilagajanje orodij za merjenje matematične anksioznosti ključno za ustvarjanje učinkovitih strategij za obvladovanje in zmanjševanje njenega vpliva na posameznike in družbo kot celoto. V tem poglavju natančneje opredelimo pojem matematične anksioznosti in instrumente, ki služijo merjenju le-te.

Anksioznost opredelimo kot neprilagojeni strah, ki temelji na nenatančni oceni potencialne grožnje (Lutovac, 2008) in predstavlja eno najbolj prevladujočih oblik psihiatričnih motenj (Kalin, 2020). Matematična anksioznost se nanaša na strah in bojazen

pred ali med aktivnostjo, vezano na matematiko (Z. Wang idr., 2018). Implicitira odpor do matematike, kar posledično manjša možnosti za učenje, ima pa tudi vpliv na kognitivni ravni (Piccirilli idr., 2023). Matematično anksioznost lahko torej kot tako obravnavamo kot neke vrste fobijo (Ashcraft in Ridley, 2005). Matematično anksiozni posamezniki izkazujejo tako vedenjske (npr. vznemirjenje; Ashcraft in Ridley, 2005) kot fiziološke (npr. povišan srčni utrip; Faust, 1996) spremembe, ki navadno asociirajo na druge oblike anksioznosti, kot je socialna fobija, posttravmatska stresna motnja in podobno. Interdisciplinarne raziskave kažejo tudi, da so pojmi, ki se nanašajo na fobije in anksioznosti (ne samo matematične, temveč na splošno), tudi klinično povezani, saj je ob aktivaciji matematične anksioznosti opažena podobna možganska aktivnost kot pri navedenih psiholoških pojavih (Suárez-Pellicioni idr., 2016). V ospredju je torej čustvena komponenta, ki jo sestavljata negativna reakcija na matematiko in zaskrbljenost glede uspešnosti pri matematiki (Wigfield in Meece, 1988). Matematika kot entiteta strahu in trepetu je tako pogosto obravnavana kot nujno zlo za preboj skozi šolanje (Lutovac, 2008). Matematična anksioznost ima direkten vpliv na delovni spomin in vpliva dualno s tem, da preokupira nalogo pri pouku matematike s funkcijo strahu in tesnobe (Ashcraft in Krause, 2007).

Začetki merjenja matematične anksioznosti segajo v leto 1957, ko sta Dreger in Aiken (1957) razvila *Numerical anxiety scale*. Namenjena je bila predvsem osnovnošolcem, zato se je leta 1972 za namene srednje šole in izobraževanja odraslih uveljavila *Mathematics Anxiety Rating Scale* (MARS) Richardsona in Suinna (1972), ki pa je bila precej obsežna, saj je zajemala 98 vprašanj (Beasley idr., 2001). Danes se uporablja več skrajšanih instrumentov, med drugim *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS) (Hopko idr., 2003). Ta razvoj odraža stalno prizadevanje za bolj učinkovito in praktično ocenjevanje matematične anksioznosti, ki je, glede na potrebo po ustreznem instrumentu, faktor, ki mu je bilo od nekdaj pomembno nameniti pozornost.

Z raziskavami in razumevanjem matematične anksioznosti ter razvojem ustreznih merilnikov le-te se kaže pomemben korak naprej v izobraževalnem procesu. Spretnosti v matematiki postajajo v sodobni družbi vse bolj ključne, zato je nujno, da se ukvarjamo z dejavniki, ki vplivajo na to področje. S stalnim izboljševanjem in prilagajanjem orodij za merjenje matematične anksioznosti lahko razvijamo učinkovite strategije za obvladovanje in zmanjševanje njenega vpliva na posameznike in družbo kot celoto.

Povezave med spolom, matematično anksioznostjo in uspehom

Mit, da moškim bolj leži matematika in da se od njih pričakuje, da bodo v tej disciplini bolj uspešni, je bil dolgo prisoten v družbi. Vendar pa se izkaže, da so raziskave in študije pokazale na precejšnjo kompleksnost tega vprašanja. Ta stereotip s strani učiteljev in staršev pa lahko ima učinek na uspeh in anksioznost že sam po sebi (Ertl idr., 2017; Luttenberger idr., 2018).

Raziskave, ki preučujejo vpliv spola z ozirom na matematično anksioznost, so že bile ekstenzivno narejene tako implicitno kot eksplicitno (Vos idr., 2023). Pogosto kažejo, da imajo ženske višjo stopnjo matematične anksioznosti kot moški (Devine idr., 2012; Doz idr., 2023; Lutovac, 2008; Poredoš in Puklek Levpušček, 2017; Vos idr., 2023). To se še posebej kaže na višjih stopnjah izobraževanja, pri otrocih pa so nekatere

študije nagnjene k nasprotnemu mnenju (Devine idr., 2012; Doz idr., 2023). Ta razhajanja v raziskavah kažejo na kompleksnost vplivov, ki vplivajo na matematično tesnobo, kar poudarja potrebo po nadaljnjem raziskovanju in boljšem razumevanju dejavnikov, ki stojijo za razlikami med spoloma v tej domeni. Za razumevanje vpliva spola na matematično anksioznost pa je potrebno razumeti tudi vpliv spola na uspeh sam. Meta-analize starejših raziskav nakazujejo, da so fantje bolj uspešni pri pouku matematike (Hedges in Nowell, 1995; Hyde idr., 1990), novejša raziskava pa temu ugovarjajo, saj rezultati težijo k zanemarljivi korelaciji med tema dejavnikoma (Rossi idr., 2022; Vanbinst idr., 2020). Slednje velja tudi za Slovenijo. V vseh dosedanjih ciklih raziskave v Sloveniji ni razlik med spoloma v matematični pismenosti PISA (vzeto do leta 2022) (Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS & Pedagoški inštitut, 2023).

Matematična anksioznost močno vpliva na akademski uspeh pri pouku matematike (Shores in Shannon, 2007). Negativno čustveno stanje je dejansko dovolj, da zmoti uspešnost pri matematičnih nalogah (L. Wang, 2020). Velja pa tudi obratno: učenci, ki dajejo večji pomen uspehu pri matematiki, poročajo tudi o nižji stopnji matematične anksioznosti (Jansen idr., 2013; Rodríguez idr., 2020).

Razlike, ki se kažejo v ravneh matematične anksioznosti med spoloma, lahko vodi jo v izogibanje aktivnostim, ki so vezane na matematiko. Posledice tega lahko opazimo na še slabših matematičnih kompetencah in v tem, da pride do še večjega izogibanja matematiki, kar vodi v povratno zanko, ki jo je pogosto težko prekiniti. To kaže raziskava Jansen idr. (2016), kjer so ugotovili, da matematična anksioznost predstavlja posrednika med matematičnimi spretnostmi in uporabo matematike v vsakdanjem življenju.

Ključno je torej identificirati, kako lahko pri učencih zmanjšamo matematično anksioznost. Predlaga se ustrezno spremljanje in po potrebi intervencije za zmanjšanje matematične anksioznosti (Szczygieł, 2022), toda na to temo je bilo opravljenih malo raziskav (Samuel in Warner, 2021). Za zmanjšanje tesnobe se uporablja tehnike, kot so prakse zavedanja (čuječnost), spodbujanje razvojnega mišljenja ter intervencije za utrjevanje samopodobe, kar pomaga študentom preusmeriti pozornost stran od tesnobnih misli, spodbuja učenje iz napak ter krepi samozavest pri reševanju matematičnih nalog (Samuel in Warner, 2021).

Orisali smo, da stereotip o moških kot bolj uspešnih v matematiki in njihovi pričakovani nadrejenosti v tej disciplini predstavlja le del resnice. Resnica je kompleksnejša, saj so rezultati raziskav o vplivu spola na matematično anksioznost in uspeh v matematiki različni in odvisni od številnih dejavnikov. Medtem ko se kaže, da imajo ženske višjo stopnjo matematične anksioznosti, so rezultati o uspehu v matematiki bolj zapleteni. Kljub temu pa je jasno, da matematična anksioznost močno vpliva na akademski uspeh pri pouku matematike, zato je nujno, da se identificirajo in uporabijo ustrezne strategije za njeno zmanjšanje.

2 Metode

Metodologija

V raziskavi smo aplicirali kavzalno neeksperimentalno metodo. Na podlagi uveljavljenega instrumenta za merjenje matematične anksioznosti na gimnazijski ravni smo sestavili vprašalnik in ga razdelili s pomočjo orodja *Google forms*.

Instrument

Instrument za merjenje matematične tesnobe (test AMAS) je bil pridobljen s spletne strani *PsyToolkit* (b. d.) in uporablja 9 vprašanj, točkovanih na Likertovi lestvici od 1 do 5, tipa "koliko ti ... povzroča anksioznosti". Test je dokazano zanesljiv, veljaven in učinkovit v izobraževalnem kontekstu (Cho, 2022; Hopko idr., 2003; Primi idr., 2020). Anketa vsebuje uveljavljene elemente z manjšimi prilagoditvami, da bi se jo prilagodilo različnim kulturnim in socialnim kontekstom, pri čemer so bili ohranjeni konstrukti instrumenta. Dodali smo še splošne spremenljivke (spol, razred, učitelj in predhodni uspeh pri matematiki).

Zbiranje podatkov

Po pridobitvi informiranih soglasij dijakov in odobritvi ravnatelja izbrane gimnazije, vključene v raziskavo, smo zbrali in preučili podatke matematične anksioznosti in spola na neslučajnostnem in namenskem vzorcu dijakov in dijakinj prvega, drugega in tretjega letnika v šolskem letu 2023/2024. Podatki so bili anonimizirani z uporabo kodne sheme, tako da sta bili anonimnost in objektivnost zagotovljeni v vsakem koraku raziskave. Dostop do zbranih podatkov je imel le raziskovalec.

Vsi udeleženci so sodelovali prostovoljno in niso bili finančno nagrajeni za sodelovanje v raziskavi. Raziskava je potekala v skladu z etičnimi standardi Deklaracije iz Helsinkov iz leta 1964 in evropskega zakona o varstvu podatkov (Splošna uredba o varstvu podatkov EU – GDPR UE 2016/67) in evropskega kodeksa ravnanja za ohranjanje integritete raziskav.

Obdelava podatkov

Podatki, zbrani med raziskavo, so bili analizirani z uporabo programskega jezika Python (verzija 3.11.4), predvsem s knjižnicama *pandas* (verzija 2.1.3) in *scikit-learn* (verzija 1.3.2). Nepredelani anonimizirani nabor podatkov in statistična koda sta odprto dostopna na *Tandem learning: student dataset* (1.0) (Bregant, 2023).

Za ugotavljanje veljavnosti hipoteze, tj. spol ima blag vpliv na matematično anksioznost, smo se poslužili t-testa, f-testa, Mann-Whitney U-testa, Kruskal-Wallis testa, Cohenovega d in η^2 . Normalnost smo testirali s Shapiro-Wilkovim testom.

3 Rezultati

Po predpripravi podatkov je nabor obsegal 177 dijakov in dijakinj z 19 navedenimi odgovori, od katerih jih je devet določalo stopnjo matematične anksioznosti, eno vprašanje pa je bilo za določitev spola. Deskriptivno statistiko vzorca opisujeta tabela 1 in slika 1. Socioekonomski statusi dijakov (SES), vključenih v raziskavo, nam niso bili na razpolago.

Tabela 1

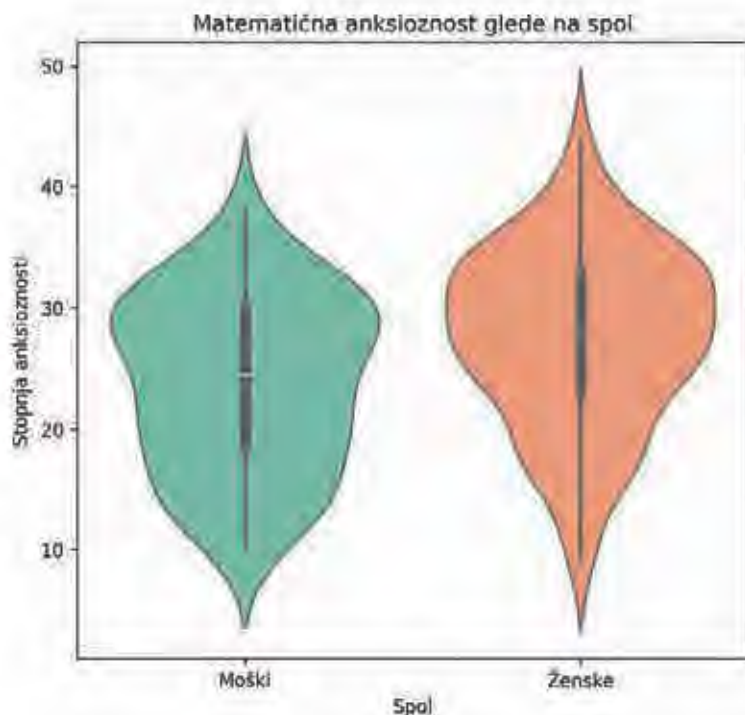
Frekvenčna porazdelitev spola, skupaj z deskriptivno statistiko rezultatov testa matematične anksioznosti glede na spol.

Spol	Število	Frekvenca razreda	M	SD	Mdn
Moški	69	39%	23.72	7.20	24.5
Ženske	108	61%	27.53	7.37	28.0

Opomba: M označuje povprečno vrednost, SD standardni odklon, Mdn pa mediano.

Slika 1

Violinska škatla z brki porazdelitve matematične anksioznosti glede na opazovana spola s kvantili.



Za notranjo konsistentnost smo uporabili Cronbachovo alfo α , ki na našem vzorcu potrdi, da je 9 vprašanj, ki se nanašajo na matematično anksioznost, konsistentnih.

Tabela 2

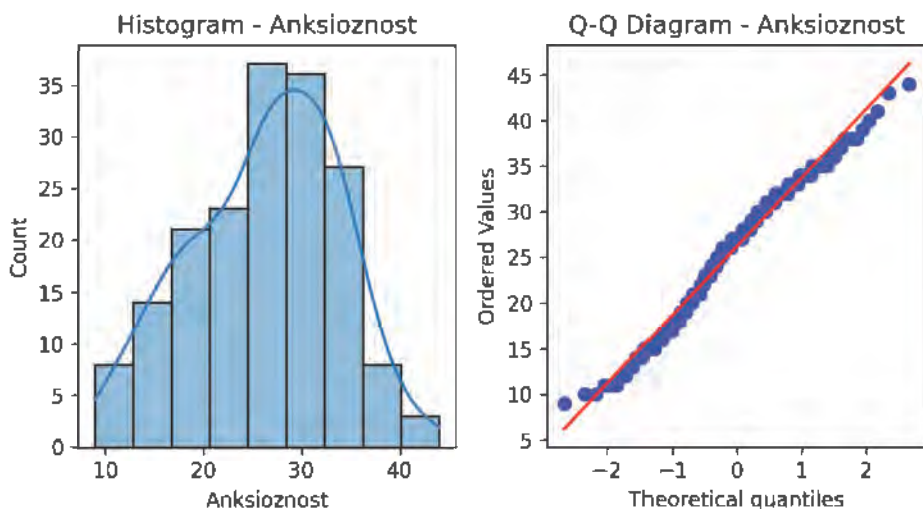
Preizkus notranje konsistentnosti vprašalnika s Cronbachovim α koeficientom.

Cronbach α	0.77 (vrednost)	[0.68, 0.83] (95-odstotni interval zaupanja)
-------------------	-----------------	--

Normalnost matematične anksioznosti smo testirali s Shapiro-Wilkovim testom, ki na podlagi p-vrednosti 0.02 ovrže hipotezo, da je porazdelitev normalna. Kljub nenormalnosti bomo uporabili t-test in f-test, saj je porazdelitev zelo blizu normalni (odvisno od izbire stopnje zaupanja), poleg tega pa imamo dovolj podatkov v vsakem stratumu, da nam centralni limitni izrek omogoča tako uporabo. Normalnost se vidi tudi na podlagi histograma in Q-Q-grafikona na sliki 2. V tabeli 2 najdemo vse omenjene statistike testiranja vpliva.

Slika 2

Test normalnosti s Shapiro-Wilkovim testom.



Levi del slike prikazuje histogram, skupaj s prilagojeno zvezno porazdelitvijo (angl. KDE; Han in Kwak, 2023), desni del slike pa Q-Q- grafikon glede na normalno porazdelitev. Kot je mogoče opaziti iz Q-Q-grafikona, so teoretični kvantili večinoma porazdeljeni okoli diagonale, kar kaže na porazdelitev, ki je blizu normalni.

Tabela 3

Testi vpliva spola na matematično anksioznost. Prikazan je tudi Cohenov d in η^2 .

	Vrednost statistike	p -vrednost
t-test	-3.28	0.00
f-test	10.78	0.00
Mann-Whitney U	2500.00	0.00
Kruskal-Wallis	9.81	0.00

Opomba: Cohen $d = -0.52$, $\eta^2 = 0.00$

Na podlagi rezultatov vidimo, da ima spol v našem vzorcu vpliv na matematično anksioznost, kar smo dokazali s štirimi med seboj neodvisnimi testi, ki so tako parametrični kot neparametrični. Mera velikosti učinka t-preizkusa ($d = -0.52$) kaže na velik vpliv spola na razlike v stopnji matematične anksioznosti. Pokaže se, da imajo dekleta sistematično višjo stopnjo matematične anksioznosti kot fantje.

4 Diskusija

Raziskave kažejo, da kljub napredku v enakopravnosti spolov ženske še vedno ostajajo manj vključene v področje znanosti, zlasti v matematične vsebine (Vos idr., 2023). Analize ocen v matematiki so razkrile neenakosti (še posebej po otroštvu), pri čemer se je pokazalo, da so dekleta pogosto podrejena fantom v šolskem okolju (Vos idr., 2023). Poleg tega je matematična anksioznost, ki se kaže kot strah pred matematiko ali občutek nesposobnosti, lahko ena izmed ovir za vključevanje žensk v to področje. Ta strah lahko vodi v manjšo samozavest pri reševanju matematičnih problemov in v končni fazi v manjše zanimanje za nadaljnje študije in kariero v znanosti.

V raziskavi smo ugotovili, da imajo dijakinje predispozicijo za matematično anksioznost, kar je tudi v skladu z dosedanjimi literaturo. Spol lahko negativno vpliva na motivacijo za reševanje problemskih nalog, ki se pojavijo pri pouku matematike. Ta diskrepanca se lahko kaže v doživljanju frustracije in brezupa ob težjih izzivih pri pouku matematike. Posledično lahko ženske hitreje izgubijo vnemo in samoprepičanje, kar potencialno lahko škodi nadaljnjemu akademskemu procesu. Ključno je torej te vzorce prepoznati in graditi na inkluzivnem učnem okolju, kjer se vsi učenci, ne glede na spol, čutijo sposobni za matematiko.

Za vzpostavitev inkluzivnega okolja pri pouku matematike moramo upoštevati različne dejavnike, ki lahko vplivajo na raven matematične anksioznosti. Specifično se lahko opremo na različne učne pristope (Greenwood, 1984) (moramo pa upoštevati, da ni univerzalnega "najboljšega" učenja matematike (cf. Jukić Matić idr., 2022), izboljšanje samopodobe (Süren in Kandemir, 2020), učiteljev odnos do učencev (Norwood, 1994) ter grajenje odnosa do matematike same (Süren in Kandemir, 2020). Podporno učno okolje lahko tudi pomaga, da zgradimo sistem nudenja ustrezne psihološke pomoči (Li idr., 2021).

Vloga igra tudi genetika, v luči katere so medgeneracijske raziskave odkrile asociacijo matematične anksioznosti z matematično anksioznostjo mame, hkrati pa je obravnavana anksioznost v korelaciji z doseženo izobrazbo staršev (Vanbinst idr., 2020). Ta spoznanja so v nasprotju s starejšimi domnevami, da gre za naučen in ne prirojen pojav, ki se začne pojavljati šele ob učenju (Lutovac, 2008). Negativna korelacija pa se odraža tudi z aspektom matematične motivacije, kar so pokazale množične raziskave, na primer Barrosa idr. (2021).

Anksioznost v širšem kontekstu pa ni nujno negativne narave. V moderaciji lahko pomaga pri koncentraciji in večanju delovnega spomina (Z. Wang idr., 2015). V raziskavah tega aspekta splošne anksioznosti pa ni vključena le matematična anksioznost. Psihološke raziskave razlikujejo med anksioznostjo stanja (angl. state anxiety), ki je kratkoročen predmet dogodka (oz. neke situacije), in anksioznostjo lastnosti (angl. trait anxiety), ki je bolj konsistentna in pogosto predmet emocionalnega odgovora na določeno situacijo (Süren in Kandemir, 2020). Posebna niša anksioznosti je tudi anksioznost pred testom (angl. test anxiety), ki je sicer korelacijsko vezana na matematično anksioznost in matematične dosežke, hkrati pa je lahko obravnavana kot sebi lasten konstrukt, kar kažejo mediacijske analize (Devine idr., 2012).

Raziskava je bila narejena na relativno majhnem vzorcu (če gledamo z globalnega vidika gimnazij na Slovenskem), kar potencialno omejuje posploševanje rezultatov, kljub temu pa dobljeni podatki omogočajo vpogled v reševanje problematike matematične anksioznosti glede na razliko v spolu. Globlje razumevanje teh dejavnikov nam bo omogočilo razvoj še bolj prilagojenih in učinkovitih strategij ter intervencij za zmanjšanje matematične anksioznosti ter spodbujanje motivacije pri vseh učencih, ne glede na njihov spol. S tem bomo lahko še bolj uspešno ustvarjali inkluzivno učno okolje, kjer se vsak učenec počuti sprejetega in podprtega pri svojem učnem procesu. Svetujemo torej, da se pojav matematične anksioznosti poglobljeno in temeljito preuči v Sloveniji in da se rezultate, ki smo jih dobili v tej raziskavi, razširi tudi z vključitvijo različnih tipologij srednjih šol. Šolskim oblastem svetujemo, da znotraj standardiziranih testov (npr. nacionalni preizkus znanja matematike) vključijo tudi posebno anketo, s katero lahko merijo stopnjo matematične anksioznosti. S sistematičnim preučevanjem vprašanja razlik v stopnji matematične anksioznosti med spoloma je mogoče pridobiti jasnejšo sliko o učenčevem matematičnem znanju in dejavniki, ki vplivajo na le-to.

5 Sklep

Matematična anksioznost je pojav, ki v vzgojno-izobraževalnem procesu nosi veliko težo. V prispevku smo ugotovili, da bi bilo smiselno vzeti v obzir razlike v spolu z ozirom na ta pojav in na to opozarjati (bodoče) učitelje in ostale ključne predstavnike vzgojno-izobraževalnega procesa. Rezultati naše raziskave so pokazali, da ima spol močan vpliv na stopnjo matematične anksioznosti: dekleta imajo v splošnem višjo raven matematične anksioznosti kot fantje. V demokratičnih družbah, kjer si prizadevamo za enakost med spoloma, je potrebno vzeti v pretres pojav matematične anksioznosti, da se v bodoče aktivno išče strategije, da znižamo matematično anksioznost pri vseh

učencih in nudimo učiteljem, učencev, njihovim staršem in šolskim oblastem jasnejšo sliko o pridobljenem znanju in kompetencah.

Bor Bregant, Daniel Doz, PhD, Dejan Hozjan, PhD

The Effect of Gender on Mathematics Anxiety

Mathematics plays a pivotal role in education, particularly in the modern society's increasing reliance on quantitative data. While success in this discipline is traditionally associated with cognitive abilities, it is also significantly influenced by psychological factors. Among these factors, mathematics anxiety stands out as a critical concern. Mathematics anxiety encompasses a range of emotions, including fear and apprehension before and during math-related activities. This psychological phenomenon implies a sense of resentment towards mathematics, leading to reduced learning opportunities and affecting cognitive processes. What is important is that mathematics anxiety has both genetic and environmental determinants, making it a multifaceted issue. Individuals experiencing mathematics anxiety often exhibit behavioral and psychological changes similar to those associated with other forms of phobia, suggesting clinical relevance. Consequently, mathematics, often viewed as a necessary evil for completing compulsory schooling, becomes a source of fear and apprehension for many students. The first attempts to measure the mathematics anxiety date back to 1957, and since then, various instruments have been developed. One such instrument, the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), assesses the mathematics anxiety using nine items scored on a five-point Likert scale. The AMAS has been established as a reliable and valid tool in educational contexts.

The latest research from the OECD's Programme for International Student Assessment (PISA) shows a wide range of gender achievement gaps that cut across geographical boundaries. In science literacy and reading literacy, the results in Slovenia are in favor of female students, while in mathematical literacy, as in previous research cycles, there are no discrepancies. Understanding these differences is crucial, because it reveals the complex interplay between math performance, gender, and, consequently, math anxiety. The research delves into this relationship and tries to explain their nuanced consequences.

In mathematics lessons, flexibility and adaptability in dealing with a specific problem are important, which, among other things, affects the ability to solve realistic problems or solve everyday problem situations. Research shows that many students persist in using a single, sometimes suboptimal strategy to solve many problems, perhaps only switching strategies for a more effective approach when specifically asked to do so. Many studies have tried to investigate this tendency of inflexibility with the help of educational interventions, students' previous knowledge and motivational factors, but the role of emotions has been neglected in these studies despite the fact that emotions contribute to academic achievements and play an important role in the school environment.

Understanding and measuring mathematics anxiety is vital for effective educational strategies. Strategies to reduce mathematics anxiety include mindfulness practices

and enhancing self-esteem. Addressing the prevailing stereotype of males' superiority in math is also essential, as societal stereotypes can influence both success rates and anxiety levels. It is essential to identify and apply the strategies to reduce mathematics anxiety, given its significant impact on academic performance.

The prevailing stereotype that men excel in mathematics overlooks the complexity revealed by research, which highlights the significant impact of gender on mathematics anxiety and academic success. While studies often indicate higher levels of mathematics anxiety among women, findings on the success in mathematics are nuanced. This gender difference in mathematics anxiety is particularly evident at higher levels of education, although some studies concerning children tend to suggest otherwise. Contemporary research contradicts older findings suggesting gender disparities in math success, emphasizing the need for further investigation. This latter finding holds true for Slovenia as well; in all previous cycles of PISA research on gender differences in mathematical literacy (up to 2022), there have been none in Slovenia. Mathematics anxiety, a significant factor influencing academic achievement, underscores the necessity for interventions to alleviate it. Experiencing negative emotions can hinder mathematical performance, and students who prioritize success in math tend to report less mathematics anxiety. Disparities in mathematics anxiety between genders may result in avoiding math-related tasks. Consequently, this can lead to decreased mathematical skills and heightened avoidance of math altogether.

Monitoring and interventions to reduce mathematics anxiety are suggested, but there has been limited research on this topic. Techniques such as mindfulness practices and fostering growth mindset show promise in reducing anxiety and enhancing mathematical confidence, suggesting the importance of addressing this issue to promote equitable outcomes in mathematics education.

In this article, we analyze the complex dynamics between mathematics anxiety, gender, and academic success. Through empirical study, we decided to examine the influence of gender on mathematics anxiety using a selected Slovenian gymnasium (i. e. high school) as a case study.

For this purpose, we employed a causal non-experimental method and, using a sample of grade 10 (approximately 15 years old), grade 11 (approximately 16 years old), and grade 12 (approximately 17 years old) for a total of 177 students in the selected Slovenian high school in the academic year 2023/24, assessed the impact through an online survey based on the AMAS instrument for measuring mathematics anxiety. The survey, which can be found in the Appendix, used established elements with slight adaptations to accommodate diverse cultural and social contexts, while keeping the instrument constructs consistent. We verified the internal consistency of the instrument using Cronbach's α -coefficient and the normality of the data using the Shapiro-Wilk (SW) test. For the analysis of the influence, we utilized t -tests, f -tests, U -tests, and the Kruskal-Wallis (KW) test, along with Cohen d , and η^2 for effect size.

The AMAS instrument proved to be acceptable ($\alpha = 0.77$, with 95% confidence interval being $[0.68, 0.83]$). Hypothesis that data regarding mathematics anxiety was normally distributed was rejected (p -value of the SW test measured 0.02). All tests confirmed the influence of gender on mathematics anxiety with a p -value of 0.00. Statistics themselves measures $t = -3.28$, $f = 10.78$, $U = 2500$, $KW = 9.81$, Cohen $d = -0.52$, and $\eta^2 = 0.00$.

Despite strides in gender equality, women still lag behind in science, particularly in mathematics. This disparity is partly attributed to mathematics anxiety, which impedes women's engagement in the field due to fear or feelings of inadequacy. Our study confirms that female students tend to experience this anxiety affecting their motivation and confidence in solving math problems. Recognizing these patterns and creating an inclusive learning environment where all students feel competent in math is essential. To establish such an environment in math classes, we must consider different approaches to teaching, improving self-esteem, teacher-student relationships, and fostering a positive attitude towards mathematics itself while providing appropriate psychological support when needed. We must keep in mind, however, that genetics also plays a role in mathematics anxiety levels, contradicting older assumptions that mathematics anxiety is a learned, rather than an innate, phenomenon that only arises during learning. Anxiety itself can have some positive impacts when in moderation, aiding concentration and increasing working memory. It also manifests in unique niches as state anxiety, trait anxiety, test anxiety, and more.

The study, despite its non-representative sample size, which limits the generalization of results, can offer insight into addressing mathematics anxiety concerning gender difference. A deeper understanding of these factors will facilitate the development of more tailored and effective strategies and interventions to reduce mathematics anxiety, and promote motivation among all students, regardless of gender. This will enable us to create a more successful inclusive learning environment where every student feels accepted and supported in their learning process. The obtained results can assist educational institutions in their processes, especially where significant disparities in mathematics performance between genders are evident. In regards to the findings of this study, we advise a thorough examination of mathematics anxiety in Slovenia, extending the results of this study by including various types of schools. By systematically studying the gender differences in mathematics anxiety, we can gain a clearer understanding of students' mathematical knowledge and the factors influencing it.

LITERATURA

1. Ashcraft, M. H. in Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 243–248. <https://doi.org/10.3758/BF03194059>
2. Ashcraft, M. H. in Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: a tutorial review. V *Handbook of mathematical cognition* (str. 315–327). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203998045>
3. Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A. in Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
4. Beasley, T. M., Long, J. D. in Natali, M. (2001). A confirmatory factor analysis of the mathematics anxiety scale for children. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 34(1), 14–26. <https://doi.org/10.1080/07481756.2001.12069019>
5. Bregant, B. (2023). Tandem learning: student dataset (1.0) [dataset]. GitHub. https://github.com/borbregant/ai_tandem_learning
6. Cho, K. W. (2022). Measuring math anxiety among predominantly underrepresented minority undergraduates using the abbreviated math anxiety scale. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 40(3), 416–429. <https://doi.org/10.1177/07342829211063286>

7. Cuder, A., Živković, M., Doz, E., Pellizzoni, S. in Passolunghi, M. C. (2023). The relationship between math anxiety and math performance: the moderating role of visuospatial working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 233, 105688. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105688>
8. Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D. in Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, 8(1), 33. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>
9. Doz, E., Cuder, A., Pellizzoni, S., Carretti, B. in Passolunghi, M. C. (2023). Arithmetic word problem-solving and math anxiety: the role of perceived difficulty and gender. *Journal of Cognition and Development*, 24(4), 598–616. <https://doi.org/10.1080/15248372.2023.2186692>
10. Dreger, R. M. in Aiken, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344–351. <https://doi.org/10.1037/h0045894>
11. Echeverría Castro, S. B., Sotelo Castillo, M. A., Acosta Quiroz, C. O. in Barrera Hernández, L. F. (2020). Measurement model and adaptation of a self-efficacy scale for mathematics in university students. *SAGE Open*, 10(1), 215824401989908. <https://doi.org/10.1177/2158244019899089>
12. Ertl, B., Luttenberger, S. in Paechter, M. (2017). The impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females. *Frontiers in Psychology*, 8, članek 703. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00703>
13. Faust, M. W. (1996). Mathematics anxiety effects in simple and complex addition. *Mathematical Cognition*, 2(1), 25–62. <https://doi.org/10.1080/135467996387534>
14. Felda, D. (2012). Pomanjkljivo zavedanje potreb po matematični pismenosti v naši šoli. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 27(3–4), 37–50.
15. Greenwood, J. (1984). SoundOFF: my anxieties about math anxiety. *The Mathematics Teacher*, 77(9), 662–663. <https://doi.org/10.5951/MT.77.9.0662>
16. Han, S. in Kwak, I.-Y. (2023). Mastering data visualization with Python: practical tips for researchers. *Journal of Minimally Invasive Surgery*, 26(4), 167–175. <https://doi.org/10.7602/jmis.2023.26.4.167>
17. Hedges, L. V. in Nowell, A. (1995). Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high-scoring individuals. *Science*, 269(5220), 41–45. <https://doi.org/10.1126/science.7604277>
18. Hickendorff, M. (2018). Dutch sixth graders' use of shortcut strategies in solving multidigit arithmetic problems. *European Journal of Psychology of Education*, 33(4), 577–594. <https://doi.org/10.1007/s10212-017-0357-6>
19. Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L. in Hunt, M. K. (2003). The abbreviated math anxiety scale (AMAS): construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
20. Hyde, J. S., Fennema, E., Ryan, M., Frost, L. A. in Hopp, C. (1990). Gender comparisons of mathematics attitudes and affect: a meta-analysis. *Psychology of Women Quarterly*, 14(3), 299–324. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.1990.tb00022.x>
21. Jansen, B. R. J., Louwerse, J., Straatemeier, M., Van Der Ven, S. H. G., Klinkenberg, S. in Van Der Maas, H. L. J. (2013). The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. *Learning and Individual Differences*, 24, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.014>
22. Jansen, B. R. J., Schmitz, E. A. in Van Der Maas, H. L. J. (2016). Affective and motivational factors mediate the relation between math skills and use of math in everyday life. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00513>
23. Jiang, R., Liu, R., Star, J., Zhen, R., Wang, J., Hong, W., Jiang, S., Sun, Y. in Fu, X. (2021). How mathematics anxiety affects students' inflexible perseverance in mathematics problem-solving: examining the mediating role of cognitive reflection. *British Journal of Educational Psychology*, 91(1), 237–260. <https://doi.org/10.1111/bjep.12364>
24. Jukić Matić, L., Bičević, D. in Filipov, M. (2022). Characteristics of effective teaching of mathematics. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 35(3–4), 19–37.
25. Kalin, N. H. (2020). The critical relationship between anxiety and depression. *American Journal of Psychiatry*, 177(5), 365–367. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2020.20030305>

26. Li, Q., Cho, H., Cosso, J. in Maeda, Y. (2021). Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017–1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
27. Lutovac, S. (2008). Matematična anksioznost. *Journal of Elementary Education*, 1(1–2), Article 1/2.
28. Luttenberger, S., Wimmer, S. in Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>
29. Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS in Pedagoški inštitut. (2023). Znani rezultati mednarodne raziskave bralne, matematične in naravoslovne pismenosti PISA 2022. Portal GOV.SI. <https://www.gov.si/novice/2023-12-05-znani-rezultati-mednarodne-raziskave-bralne-matematice-in-naravoslovne-pismenosti-pisa-2022/>
30. Newton, K. J., Lange, K. in Booth, J. L. (2020). Mathematical flexibility: aspects of a continuum and the role of prior knowledge. *The Journal of Experimental Education*, 88(4), 503–515. <https://doi.org/10.1080/00220973.2019.1586629>
31. Norwood, K. S. (1994). The effect of instructional approach on mathematics anxiety and achievement. *School Science and Mathematics*, 94(5), 248–254. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1994.tb15665.x>
32. Piccirilli, M., Lanfaloni, G. A., Buratta, L., Ciotti, B., Lepri, A., Azzarelli, C., Ilicini, S., D'Alessandro, P. in Elisei, S. (2023). Assessment of math anxiety as a potential tool to identify students at risk of poor acquisition of new math skills: longitudinal study of grade 9 Italian students. *Frontiers in Psychology*, 14, 1185677. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1185677>
33. Poredoš, M. in Puklek Levpušček, M. (2017). Motivational and emotional factors of academic achievement in mathematics in early adolescence. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 32(1), 47–63.
34. Primi, C., Donati, M. A., Izzo, V. A., Guardabassi, V., O'Connor, P. A., Tomasetto, C. in Morasany, K. (2020). The early elementary school abbreviated math anxiety scale (the EES-AMAS): a new adapted version of the AMAS to measure math anxiety in young children. *Frontiers in Psychology*, 11, 1014. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01014>
35. PsyToolkit. (b. d.). <https://www.psychtoolkit.org/index.html>
36. Puklek Levpušček, M. (2014). Matematična anksioznost in uspešnost pri matematiki. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 29(2), 46–60.
37. Richardson, F. C. in Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
38. Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Valle, A., Sánchez, B., Vieites, T. in Rodríguez-Llorente, C. (2020). Success in mathematics and academic wellbeing in primary-school students. *Sustainability*, 12(9), članek 3796. <https://doi.org/10.3390/su1209379>
39. Rossi, S., Xenidou-Dervou, I., Simsek, E., Artemenko, C., Daroczy, G., Nuerk, H. in Cipora, K. (2022). Mathematics–gender stereotype endorsement influences mathematics anxiety, self-concept, and performance differently in men and women. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513(1), 121–139. <https://doi.org/10.1111/nyas.1477>
40. Samuel, T. S. in Warner, J. (2021). "I can math!": reducing math anxiety and increasing math self-efficacy using a mindfulness and growth mindset-based intervention in first-year students. *Community College Journal of Research and Practice*, 45(3), 205–222. <https://doi.org/10.1080/10668926.2019.1666063>
41. Shores, M. L. in Shannon, D. M. (2007). The effects of self-regulation, motivation, anxiety, and attributions on mathematics achievement for fifth and sixth grade students. *School Science and Mathematics*, 107(6), 225–236. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb18284.x>
42. Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I. in Colomé, Á. (2016). Math anxiety: a review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16(1), 3–22. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0370-7>
43. Süren, N. in Kandemir, M. A. (2020). The effects of mathematics anxiety and motivation on students' mathematics achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 190. <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i3.926>
44. Szczygieł, M. (2022). Math attitude and math anxiety of STEM students needs more attention. *Polish Psychological Bulletin*, 53(3). <https://doi.org/10.24425/ppb.2022.141868>

45. Vanbinst, K., Bellon, E. in Dowker, A. (2020). Mathematics anxiety: an intergenerational approach. *Frontiers in Psychology*, 11, članek 1648. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01648>
46. Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D. in Reynvoet, B. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance: examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes. *Learning and Individual Differences*, 102, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102255>
47. Wang, L. (2020). Mediation relationships among gender, spatial ability, math anxiety, and math achievement. *Educational Psychology Review*, 32(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09487-z>
48. Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R., McLo-ughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M. in Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>
49. Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., Maz- zocco, M. M. M., Plomin, R. in Petrill, S. A. (2015). Is math anxiety always bad for math learning? The role of math motivation. *Psychological Science*, 26(12), 1863–1876. <https://doi.org/10.1177/0956797615602471>
50. Wang, Z., Shakeshaft, N., Schofield, K. in Malanchini, M. (2018). Anxiety is not enough to drive me away: a latent profile analysis on math anxiety and math motivation. *PLOS ONE*, 13(2), članek e0192072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072>
51. Wigfield, A. in Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 210–216. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.210>
52. Xu, L., Liu, R.-D., Star, J. R., Wang, J., Liu, Y. in Zhen, R. (2017). Measures of potential flexibility and practical flexibility in equation solving. *Frontiers in Psychology*, 8, članek 1368. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01368>



Besedilo/Text © 2025 Avtor(ji)/The Author(s)

To delo je objavljeno pod licenco CC BY Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna.

This work is published under a licence CC BY Attribution 4.0 International.

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Bor Bregant (1999), magister profesor matematike, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani.
E-mail: bor.bregant@fs.uni-lj.si

Dr. Daniel Doz (1993), asistent na Pedagoški fakulteti Univerze na Primorskem.
E-mail: daniel.doz@pef.upr.si

Dr. Dejan Hozjan (1977), izredni profesor na Pedagoški fakulteti Univerze na Primorskem.
E-mail: dejan.hozjan@pef.upr.si