

Vpliv spola na matematično anksioznost

Povzetek

V prispevku analiziramo kompleksne dinamike matematične anksioznosti, spola ter akademskega uspeha, osredotočajoč se 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 kavzalno ne-eksperimentalne metode in na vzorcu 177 dijakov in dijakinj prvega, drugega in tretjega letnika v šolskem letu 2023/24 s pomočjo spletne ankete, ki je temeljila na instrumentu AMAS za merjenje matematične 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.

Ključne besede: Matematična anksioznost, spolne razlike, pouk matematike, gimnazija.

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 mathematical 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.

Key words: Mathematics anxiety, gender differences, mathematics education, high school.

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 do matematične anksioznosti, še posebej od osnovne šole dalje (Doz idr., 2023; Lutovac, 2008; Poredoš & Puklek Levpušček, 2017; Vos idr., 2023).

Zadnje raziskave v sklopu Programa mednarodne primerjave znanja učencev PISA kažejo različna razhajanja med uspehi med spoloma, ki seka 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 njih niansirane posledice.

Pri pouku matematike je pomembna fleksibilnost in prilagodljivost pri obravnavi določenega problema (Xu idr., 2017), ki med drugim vpliva 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, prejšnjega 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).

1.1. Problem, namen, cilji in hipoteze raziskave

Raziskava je bila opravljena, saj so vplivi spola na matematično anksioznost pri nas razmeroma neraziskani (Lutovac, 2008), še posebej na gimnazijskem nivoju. 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 do matematične anksioznosti.

1.2. Opredelitev in merjenje matematične anksioznosti

Razumevanje psiholoških dejavnikov, kot je matematična anksioznost in vzpostavljanje kvalitetnih 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 se raziskujejo in razumejo dejavniki, ki vplivajo na zaznavanje in odzivanje na to disciplino. S tem v mislih, 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 tega.

Anksioznost pravimo neprilagojenemu strahu, ki temelji na nenatančni oceni potencialne grožnje (Lutovac, 2008) in predstavlja eno najbolj prevladajočih oblik psihiatričnih motenj

(Kalin, 2020). Matematična anksioznost se nanaša na strah in bojazen pred ali med aktivnostjo, vezano na matematiko (Z. Wang idr., 2018). Implicira odpor do matematike, kar posledično manjša možnosti za učenje, ima pa tudi vpliv na kognitivnem nivoju (Piccirilli idr., 2023). Matematično anksioznost lahko torej kot tako obravnavamo kot neke vrste fobijo (Ashcraft & Ridley, 2005). Matematično anksiozni posamezniki izkazujejo tako vedenjske (npr. vznemirjenje; Ashcraft & Ridley, 2005), kot fiziološke (npr. povišan srčni utrip; Faust, 1996) spremembe, ki so navadno asociirane 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 sploh) tudi klinično povezani, saj je ob aktivaciji matematične anksioznosti opažena podobna možganska aktivnost, kot pri zgornjih psiholoških pojavih (Suárez-Pellicioni idr., 2016). V ospredju je torej čustvena komponenta, ki jo sestavljata negativna reakcija na matematiko in zaskrbljenost o uspešnosti pri matematiki (Wigfield & Meece, 1988). Matematika kot entiteta straha in trepetaja je tako pogosto obravnavana kot nujno zlo za preboj čez šolanje (Lutovac, 2008). Matematična anksioznost ima direkten vpliv na delovni spomin in vpliva dualno s tem da preokupira nalogo pri pouku matematike s funkcijo straha in tesnobe (Ashcraft & 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)* avtorjev Richardson-a in Suinn-a (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.

V raziskavi in razumevanju matematične anksioznosti ter razvoju ustreznih merilnikov le-tega 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.

1.3. 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 & 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 & Nowell, 1995; Hyde idr., 1990), novejša raziskava pa temu ugovarja, 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 razlik med spoloma v matematični pismenosti PISA (vzeto do leta 2022) v Sloveniji ni (Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS & Pedagoški inštitut, 2023).

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

Razlike, ki se kažejo v ravneh matematične anksioznosti med spoloma lahko vodijo v izogibanje aktivnostim, ki so vezane na matematiko. Posledice tega lahko opazimo na še slabših matematičnih kompetencah in še večjem izogibanju matematike, 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 uporabi matematike v vsakdanjem življenju.

Ključno je torej identificirati, kako pri učencih zmanjšati matematično anksioznost. Predlaga se ustrezno spremljanje in po potrebi intervencije glede znižanja matematične anksioznosti (Szczygieł, 2022), toda na to temo je bilo opravljenih malo raziskav (Samuel & Warner, 2021). Za zmanjšanje tesnobe so uporabljene 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 & 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

2.1. Metodologija

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

2.2. Instrument

Instrument za merjenje matematične tesnobe (test *AMAS*) je bil pridobljen iz (*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 je uporabljala uveljavljene elemente z manjšimi prilagoditvami, da bi se prilagodila različnim kulturnim in socialnim kontekstom, pri

čemer so bili ohranjeni konstrukti instrumenta. Dodali smo še splošne spremenljivke (spol, razred, učitelj in prejšnji uspeh pri matematiki).

2.3. Zbiranje podatkov

Po pridobitvi informiranih soglasij dijakov in odobritve 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 2023/24. Podatki so bili anonimizirani z uporabo kodne sheme, tako da sta bila 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 evropskim zakonom o varstvu podatkov (Splošna uredba o varstvu podatkov EU–GDPR UE 2016/67) in evropskega kodeksa ravnanja za ohranjanje integritete raziskav.

2.4. 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 (Bregant, 2023).

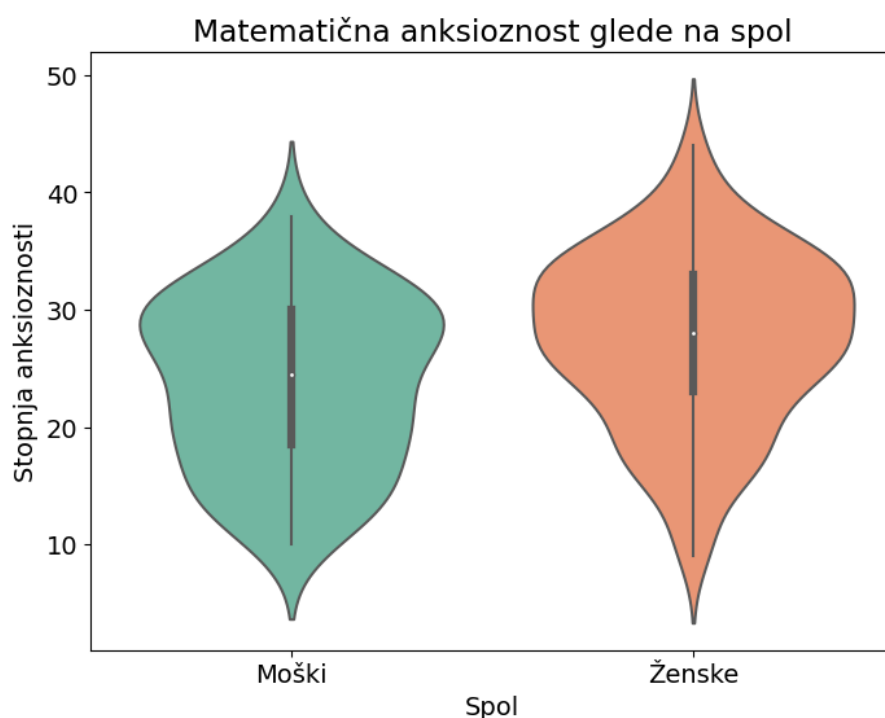
Za ugotavljanje veljavnosti hipoteze, tj. med spol ima blag vpliv na matematično anksioznost smo se poslužili t -testa, f -testa, Mann-Whitney U testa, Kruskal-Wallis testa, Cohenovega d in η^2 . Normalnost smo testirali s Shapiro-Wilkovim testom.

3. Rezultati

Po predpripravi podatkov, je nabor podatkov obsegal 177 dijakov z 19 rešenimi odgovori, od katerih jih je devet določalo stopnjo matematično anksioznosti, eno vprašanje pa je bilo za določitev spola. Deskriptivno statistiko vzorca opisujeta Preglednica 1 in Slika 1. Socio-ekonomski statusi dijakov (SES) vključenih v raziskavo nam niso bili na razpolago.

Preglednica 1: Frekvenčna porazdelitev spola, skupaj z deskriptivno statistiko rezultatov testa matematične anksioznosti glede na spol. *M* označuje povprečno vrednost, *SD* standardni odklon, *Mdn* pa mediano.

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



Slika 1: Violinska škatla z brki porazdelitve matematične anksioznosti glede na opazovana spola s kvantili.

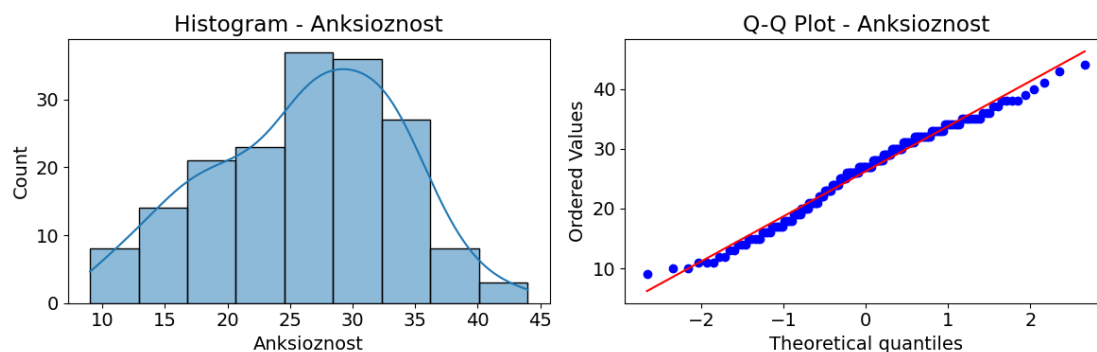
Za notranjo konsistentnost smo uporabili Cronbachovo alfo α , ki na našem vzorcu potrdi, da je 9 vprašanj, ki se nanašajo na matematično anksioznost konsistentnih.

Preglednica 2: Preizkus notranje konsistentnosti vprašalnika s Cronbachovim α koeficientom.

Cronbach α	0.77 (vrednost)	[0.68, 0.83] (95% 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 ne-normalnosti 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 QQ-grafikona na Sliki 2. V Preglednici 2 najdemo vse omenjene statistike za testiranje vpliva.



Slika 2: Test normalnosti s Shapiro-Wilkovim testom. Levi del slike prikazuje histogram, skupaj s prilagojeno zvezno porazdelitvijo (angl. KDE; Han & 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.

Preglednica 2: 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
Cohen d	η^2
-0.52	0.00

Na podlagi rezultatov vidimo, da ima spol na našem vzorcu vpliv na matematično anksioznost na podlagi štirih med sabo neodvisnih testov, ki so tako parametrični kot neparametrični. Mera velikosti učinka t -preizkusa ($d = -.52$) kaže na velik vpliv spola na razlike v stopnji matematične aksioznosti. Pokaže se, da imajo dekleta sistematično višjo stopnjo matematične aksioznosti 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 do matematične anksioznosti, kar je tudi v skladu z dosedanja literaturo. Določen 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 samoprepričanje, 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 & Kandemir, 2020), učiteljev odnos do učencev (Norwood, 1994) ter grajenje odnosa do matematike same (Süren & Kandemir, 2020). Podporno učno okolje lahko pomaga zgraditi tudi nudenje ustrezne psihološke pomoči (Li idr., 2021).

Vlogo 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 (Barroso 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 & 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 svoj konstrukt, kar kažejo mediacijske analize (Devine idr., 2012).

Raziskava ima relativno majhen vzorec (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 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 o dejavnikih, 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 višji nivo matematične anksioznosti kot fantje. V demokratičnih družbah, kjer si prizadevamo za enakost med spoloma, je potrebno vzeti v

pretres pojav matematične anksioznosti, da se aktivno išče strategije, da znižamo matematično anksioznost pri vseh učencih in nuditi učiteljem, učencev, njihovim staršem in šolskim oblastem jasnejšo sliko o pridobljenem znanju in kompetencah.

6. Abstract

Mathematics plays a pivotal role in education, particularly in 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. Importantly, the 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 math anxiety is vital for effective educational strategies. Strategies to reduce math 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 math 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 the mathematical anxiety and academic success. While studies often indicate higher levels of the mathematics anxiety among women, findings on the success in mathematics are nuanced. This gender difference in the 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. The 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 the 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 the 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 of the mathematics anxiety, gender, and academic success. Through an empirical study, we decided to examine the influence of gender on the 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 of a selected Slovene high school in the academic year 2023/24, assessed the impact through an online survey based on the AMAS instrument for measuring the mathematics anxiety. The survey, which can be found in 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 the mathematics anxiety was normally distributed was rejected (p -value of the SW test measured 0.02). All tests confirmed the influence of gender on the mathematical anxiety with a p -value of 0.00. Statistic 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 the mathematical 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 the mathematical anxiety is a learned, rather than an innate phenomenon that only arises during learning. Anxiety itself can have some positive impact 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 the mathematical anxiety concerning gender difference. A deeper understanding of these factors will facilitate the development of more tailored and effective strategies and interventions to reduce the mathematical 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 the mathematics anxiety in Slovenia, extending the results of this study by including various types of schools. By systematically studying the gender differences in the mathematics anxiety, we can gain a clearer understanding of students' mathematical knowledge and the factors influencing it.

Literatura

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety.

Psychonomic Bulletin & Review, 14(2), 243–248. <https://doi.org/10.3758/BF03194059>

Ashcraft, M. H., & 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>

- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & 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>
- Beasley, T. M., Long, J. D., & 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>
- Bregant, B. (2023). *Tandem learning: Student dataset* (1.0) [dataset]. GitHub. https://github.com/borbregant/ai_tandem_learning
- 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>
- Cuder, A., Živković, M., Doz, E., Pellizzoni, S., & 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>
- Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & 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>
- Doz, E., Cuder, A., Pellizzoni, S., Carretti, B., & 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>

- Dreger, R. M., & 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>
- Echeverría Castro, S. B., Sotelo Castillo, M. A., Acosta Quiroz, C. O., & 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>
- Ertl, B., Luttenberger, S., & 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, 703. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00703>
- Faust, M. W. (1996). Mathematics Anxiety Effects in Simple and Complex Addition. *Mathematical Cognition*, 2(1), 25–62. <https://doi.org/10.1080/135467996387534>
- Felda, D. (2012). Pomanjkljivo zavedanje potreb po matematični pismenosti v naši šoli. *Didactica Slovenica - Pedagoska Obzorja*, 27(3–4), 37–50.
- 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>
- Han, S., & 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>
- Hedges, L. V., & 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>

- 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>
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & 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>
- Hyde, J. S., Fennema, E., Ryan, M., Frost, L. A., & 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>
- Jansen, B. R. J., Louwerse, J., Straatemeier, M., Van Der Ven, S. H. G., Klinkenberg, S., & 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>
- Jansen, B. R. J., Schmitz, E. A., & 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>
- Jiang, R., Liu, R., Star, J., Zhen, R., Wang, J., Hong, W., Jiang, S., Sun, Y., & 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>
- Jukić Matić, L., Bičvić, D., & Filipov, M. (2022). Characteristics of Effective Teaching of Mathematics. *Pedagoška obzorja*, 35(3–4), 19–37.

- 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>
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., & 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>
- Lutovac, S. (2008). Matematična anksioznost. *Journal of Elementary Education*, 1(1/2), Article 1/2.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 11, 311–322.
<https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>
- Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS, & 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-matematicne-in-naravoslovne-pismenosti-pisa-2022/>
- Newton, K. J., Lange, K., & 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>
- 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>
- Piccirilli, M., Lanfaloni, G. A., Buratta, L., Ciotti, B., Lepri, A., Azzarelli, C., Illicini, S., D'Alessandro, P., & 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>

Poredoš, M., & Puklek Levpušček, M. (2017). Motivational and emotional factors of academic achievement in mathematics in early adolescence. *Didactica Slovenica - Pedagoška Obzorja*, 32(1), 47–63.

Primi, C., Donati, M. A., Izzo, V. A., Guardabassi, V., O'Connor, P. A., Tomasetto, C., & Morsanyi, 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>

PsyToolkit. (b. d.). Pridobljeno 4. november 2023, s <https://www.psychtoolkit.org/index.html>

Puklek Levpušček, M. (2014). Matematična anksioznost in uspešnost pri matematiki. *Pedagoška obzorja*, 29(2), 46–60.

Richardson, F. C., & 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>

Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Valle, A., Sánchez, B., Vieites, T., & Rodríguez-Llorente, C. (2020). Success in Mathematics and Academic Wellbeing in Primary-School Students. *Sustainability*, 12(9), 3796. <https://doi.org/10.3390/su12093796>

Rossi, S., Xenidou-Dervou, I., Simsek, E., Artemenko, C., Daroczy, G., Nuerk, H., & 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.14779>

Samuel, T. S., & 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>
- Shores, M. L., & 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>
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, À. (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>
- Süren, N., & 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>
- 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>
- Vanbinst, K., Bellon, E., & Dowker, A. (2020). Mathematics Anxiety: An Intergenerational Approach. *Frontiers in Psychology*, 11, 1648. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01648>
- Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D., & 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>

- 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>
- Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & 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>
- Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., Mazzocco, M. M. M., Plomin, R., & 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>
- Wang, Z., Shakeshaft, N., Schofield, K., & 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), e0192072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072>
- Wigfield, A., & 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>
- Xu, L., Liu, R.-D., Star, J. R., Wang, J., Liu, Y., & Zhen, R. (2017). Measures of Potential Flexibility and Practical Flexibility in Equation Solving. *Frontiers in Psychology*, 8, 1368. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01368>

Priloge

Preglednica 2: Vprašalnik.

Kviz osebnosti (motivacija): Označi, koliko od 1 (sploh se ne strinjam) do 5 (popolnoma se strinjam) se strinjaš s trditvijo. Ta del v raziskavo ni bil vključen.	1	V moji izobraževalni poti želim imeti čim več matematike.	Vsota odgovorov na Likertovi lestvici 1–5, kjer se vprašanja (R) točkujejo inverzno (npr. 2 -> 4).
	2	Na fakulteti bi se rad izognil matematiki. (R)	
	3	Težavnost matematike me privlači.	
	4	Učenje (napredne) matematike smatram za uporabno.	
	5	Deljenje idej za reševanje matematičnega problema mi je v coni udobja.	
	6	Rad imam matematiko.	
	7	Matematika je dolgočasna. (R)	
Kviz osebnosti (matematična anksioznost): Od 1 (skoraj nič anksioznosti) do 5 (velika anksioznost) označi, koliko ti sledeča	8	Uporaba in iskanje formul ter tabel na zadnji strani poglavja v učbeniku.	Vsota odgovorov na Likertovi lestvici 1– 5.
	9	Razmišljanje o testu matematike dan prej.	
	10	Gledanje profesorja, ki na tablo rešuje enačbo.	
	11	Pisanje testa matematike.	

stvar povzroča anksioznosti (nelagodja, tesnobe)	12	Prejemanje domače naloge pri matematiki.	
	13	Poslušanje ure matematike v razredu.	
	14	Poslušanje sošolca, ki razlaga snov pri matematiki.	
	15	Pisanje kratkega nenapovedanega preverjanja pri matematiki.	
	16	Začetek nove snovi pri pouku matematike.	
Splošna vprašanja	17	Lanska zaključna ocena pri matematiki	Možne vrednosti 1 – 5
	18	Razred	12 možnih izbir
	19	Spol	2 možni izbiri
	20	Učeči profesor	5 možnih izbir