# Matematična anksioznost in motivacija za matematiko pri pouku matematike v gimnaziji

# Povzetek

Matematična anksioznost in motivacija za matematiko sta vse pogosteje prisotna v razpravah o učenju in poučevanju matematike, saj sta pomembna dejavnika, ki sta povezana z akademskim razvojem posameznika. Anksioznost vključuje strah, medtem ko motivacija odraža zanimanje za matematiko. Raziskali smo njuno povezanost na vzorcu 177 dijakov izbrane gimnazije, pri čemer smo uporabili instrumenta *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS) in *Attitude towards Mathematics Inventory* (ATMI). Rezultati so pokazali zmerno negativno povezanost (τ = -0.35, ρ = -0.47). AMAS je imel sprejemljivo (α = 0.77), ATMI pa dobro zanesljivost (α = 0.87). Nobena spremenljivka se ni izkazala za normalno (*p*-vrednost < 0.02). Ugotovitve bi lahko pomagale šolam pri razumevanju in razvoju intervencijskih programov pri učenju in poučevanju matematike.

Ključne besede: matematična anksioznost, motivacija za matematiko, pouk matematike, gimnazija.

# Abstract

Mathematics anxiety and motivation are increasingly present in discussions about learning and teaching mathematics, as they are important factors related to an individual's academic development. The former refers to the fear, while the latter pertains to interest in math-related activity. We researched their correlation on a sample of 177 high school students, using the *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS) and the *Attitude towards Mathematics Inventory* (ATMI) on 177 students. Results showed moderate negative correlation (τ = -0.35, ρ = -0.47). AMAS displayed acceptable reliability (α = 0.77), whereas ATMI showed good reliability (α = 0.87). Neither variable was normally distributed (*p*-value < 0.02). The findings could aid schools in understanding and developing intervention programs for learning and teaching mathematics.

Key words: mathematics anxiety, mathematics motivation, mathematics education, high school.

# Uvod

Matematika predstavlja eno izmed ključnih disciplin v širšem obsegu izobraževalnega kurikuluma (Piccirilli idr., 2023). Koristnost matematičnih veščin (specifična znanja npr. analitično mišljenje in procesi npr. prepoznavanje vzorcev; Gilmore, 2023) se kaže v kontekstu družbe, ki vse bolj temelji na kvantitativnih podatkih, in sicer z vidika posameznikovega osebnega razvoja, akademskega napredka ter družbenega vpliva (Cuder idr., 2023; Felda & Cotič, 2012). Ko k učenju matematike vzamemo v ozir psihosocialne dejavnike, kot so anksioznost, motivacija, stališča in čustva, ki nosijo podobno tehtnost kot kognitivni dejavniki, lahko zelo vplivamo na uspešnost in dosežke (Echeverría Castro idr., 2020; Žakelj, 2013). Ti psihosocialni dejavniki so bili preučevani v okviru različnih teoretičnih pristopov, pri čemer so raziskave posebno pozornost namenile stališčem, odnosu do matematike in čustvenim vidikom učenja. Pri raziskovanju psihosocialnih dejavnikov v okviru pedagoškega procesa sta ključnega pomena pojma matematične anksioznosti (Barroso idr., 2021; Doz idr., 2023) in motivacije za matematiko (Garon‐Carrier idr., 2016). Predstavljata večdimenzionalna konstrukta, katerih medsebojni odnos pogosto kaže zmerno veliko negativno povezanost (Ho idr., 2000; Li idr., 2021; Milovanović, 2020).

## Matematična anksioznost

Matematična anksioznost se nanaša na strah in bojazen pred ali med aktivnostjo, vezano na matematiko (Wang idr., 2018). Gre za obliko specifične anksioznosti, ki jo posamezniki doživljajo ob soočanju z matematičnimi nalogami, pri čemer negativno vpliva na njihovo sposobnost učenja, reševanja problemov in doseganja uspeha pri matematiki. Matematična anksioznost lahko vodi do odpora do matematike, kar zmanjšuje angažiranost pri učenju in omejuje priložnosti za razvoj matematičnih spretnosti. Prav tako vpliva na kognitivne procese, saj lahko zmanjša delovni spomin in sposobnost učinkovitega reševanja matematičnih nalog (Piccirilli idr., 2023). Matematika se pogosto dojema kot "entiteta strahu", ki pri mnogih učencih vzbuja občutek nujnosti in obveznosti, namesto radovednosti in ustvarjalnosti. Mnogi jo dojemajo kot nujno zlo, ki ga je treba obvladati za preboj skozi šolanje (Lutovac, 2008). Takšni občutki pogosto vodijo do odpornih in izogibajočih vedenj, ki zmanjšujejo motivacijo in učne rezultate. Matematična anksioznost neposredno vpliva na delovni spomin, saj ga obremenjuje s skrbmi in strahom, kar zmanjša razpoložljive kognitivne vire za reševanje matematičnih nalog (Ashcraft & Krause, 2007). Matematična anksioznost ni omejena le na šolsko obdobje, temveč lahko vpliva tudi na prihodnje akademske in karierne odločitve posameznika (Agashi idr., 2021).

Instrumenti za merjenje matematične anksioznosti imajo korenine v letu 1957, ko sta Dreger in Aiken razvila *Numerical anxiety scale* (Dreger & Aiken, 1957)*.* Leta 1972 se je za namene srednjih šol in izobraževanja odraslih uveljavila *Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS)* (Richardson & Suinn, 1972)avtorjev Richardson-a in Suinn-a (pred tem je bila matematična anksioznost obravnavana zgolj z vidika osnovne šole), ki pa je bila obsežna (98 vprašanj) (Beasley idr., 2001). Težnja po skrajšanju je rodila več instrumentov, med drugim *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS)(Hopko idr., 2003).

## Motivacija za matematiko

Motivacija za matematiko zajema, v kolikšni meri posamezniki cenijo pomen matematičnih sposobnosti, se zanimajo za dejavnosti, povezane z matematiko in so motivirani za dobre rezultate pri matematiki (Wang idr., 2018). Matematična motivacija je tesno povezana z mnogimi psihološkimi in pedagoškimi dejavniki, ki vplivajo na učenje, in lahko neposredno vpliva na uspešnost učencev pri tem predmetu. Glavne dimenzije motivacije za matematiko zajemajo samoučinkovitost, pripisovanje uspeha oziroma neuspeha, ciljani dosežki, samozavedanje, in pričakovanja ter koristnost naloge za učenca (Arellano-García idr., 2022). Samoučinkovitost se nanaša na prepričanje posameznika o lastnih sposobnostih za uspešno reševanje matematičnih problemov in nalog. Višja samoučinkovitost vodi v večjo vztrajnost pri soočanju z izzivi, hkrati pa tudi izboljšuje dosežke. Na posameznikovo motivacijo močno vpliva, kako si razlaga vzroke za svoj uspeh ali neuspeh pri matematiki. Tisti, ki pripisujejo uspeh svojim prizadevanjem in zmožnostim, so bolj motivirani za nadaljnje izboljševanje in obratno (Graham, 2020). Učenci, ki si postavljajo specifične cilje in so usmerjeni k njihovemu doseganju, izkazujejo višjo raven notranje motivacije. Cilji so lahko usmerjeni bodisi k obvladovanju snovi (cilji učenja) bodisi k doseganju visokih ocen (cilji uspeha) (Grant & Dweck, 2003). Samozavedanje se nanaša na sposobnost učencev, da spremljajo lastne miselne procese med učenjem matematike, ter na zmožnost prepoznavanja lastnih močnih in šibkih točk. Ta metakognitivna lastnost vpliva na način, kako posamezniki načrtujejo svoje učenje in prilagajajo svoje strategije za boljši uspeh. Motivacija za matematiko narašča, ko učenci verjamejo, da jim bo znanje matematike koristilo v prihodnosti (El-Adl & Alkharusi, 2020). Pričakovanja o uporabnosti matematike tako igrajo pomembno vlogo pri dolgoročnem ohranjanju motivacije, še posebej v povezavi s kariernimi cilji ali osebnimi interesi. Motivacija predstavlja eno ključnih sestavin, ki spodbuja sodelovanje učencev pri pouku (Hecht idr., 2021). Pogosto je obravnavana kot eden od ključnih dejavnikov odnosa do matematike, ki poleg motivacije vključuje tudi samozavest, zaznano vrednost matematike in čustveni odziv nanjo, kot so veselje ali frustracija pri pouku matematike (Akbuga & Havan, 2022; Amien idr., 2023; Lim & Chapman, 2013; Sundre idr., 2012). Pozitiven odnos do matematike povezan z višjo motivacijo, kar posledično izboljšuje akademske dosežke. Veselje in zanimanje za matematiko nista le pomembni za trenutno učno uspešnost, ampak tudi za dolgoročno zavezanost učenju in uporabi matematičnih znanj v vsakdanjem življenju.

Instrumenti za merjenje motivacije za matematiko se lahko razlikujejo glede na specifičen matematični kontekst, na primer vezano na pouk statistike, pouk geometrije in podobno (Wakhata idr., 2022). Prvi poskus merjenja motivacije za matematiko s kritiko, da so instrumenti do tedaj vključevali le odnos do tega predmeta, zanemarili pa pomen čustev in značaja je razvil Aiken (1974). Kmalu za tem se je pojavil *test Fennema Sherman* (Fennema & Sherman, 1976), ki je deloval odlično in se je moral umakniti le zaradi razvoja jezika, ki je vplival na sčasoma manjšanje veljavnosti instrumenta (Chamberlin, 2010). Za ta namen se je razvil *Attitude towards Mathematics Inventory* (ATMI), avtorjev (Tapia & Marsh, 2004), ki vključuje nujne konstrukte prejšnjega odstavka in se uporablja še danes (Chamberlin, 2010; Romero & Angeles, 2023).

## Povezanost matematične anksioznosti in motivacije za matematiko

Motivacija in anksioznost močno vplivata na akademski uspeh pri pouku matematike (Shores & Shannon, 2007). Učenci, ki dajejo večji pomen uspehu matematike poročajo tudi o nižji stopnji matematične anksioznosti (Jansen idr., 2013; Rodríguez idr., 2020). Motivacijska prepričanja, kot so prepričanost v lastne sposobnosti, zaznana vrednost matematike in pričakovanja o uspehu, prispevajo k boljšim akademskim dosežkom, nasprotno pa pomanjkanje teh prepričanj ali šibka vera v lastne matematične zmožnosti zmanjšuje uspeh in povečuje stopnjo matematične anksioznosti (Kesici & Erdoğan, 2009; Rodríguez idr., 2020).

Torej je ključno identificirati, kako pri učencih zmanjšati matematično anksioznost oziroma povišati motivacijo. Raziskovalci za znižanje matematične anksioznosti in zvišanje motivacije zanjo predlagajo ustrezno spremljanje učencev in po potrebi intervencije s temi cilji (Szczygieł, 2022), toda raziskave o tovrstnih intervencijah so redke (Samuel & Warner, 2021). Za zmanjšanje matematične anksioznosti in povečanje motivacije za ta predmet Samuel & Warner (2021) priporočata uporabo čuječnostnih tehnik, spodbujanje miselne naravnanosti k rasti (angl. *growth mindset*) ter intervencije za utrjevanje samopodobe. Vse navedeno naj bi učencem pomagalo preusmeriti njihovo pozornost stran od tesnobnih misli, jih spodbujalo k učenju iz napak ter krepilo samozavest pri reševanju matematičnih nalog (Samuel & Warner, 2021).

## Namen in cilj raziskave

V Sloveniji je malo raziskav, ki so preučevale povezanost med omenjenima dejavnikoma, kar kaže na to, da je to področje še vedno premalo raziskano. Cilj raziskave je analizirati povezavo med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko na izbrani slovenski gimnaziji. Na podlagi obstoječe literature o povezanosti matematične anksioznosti in motivacije za matematiko postavili naslednjo specifično hipotezo:

H: Med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko obstaja srednja do močna povezanost.

# Metodologija

Uporabili smo deskriptivno in kavzalno neeksperimentalno metodo empiričnega pedagoškega raziskovanja. Podatke smo obdelali z deskriptivno in inferenčno statistiko.

## Zbiranje podatkov

Raziskavo smo izvedli na izbrani slovenski gimnaziji v šolskem letu 2023/24 s pomočjo spletne ankete. Ustrezna informirana soglasja dijakov in odobritev ravnatelja šole so bila pridobljena. Podatki so bili anonimizirani z uporabo kodne sheme, s čimer sta bila anonimnost in objektivnost zagotovljeni v vsakem koraku raziskave. Do zbranih podatkov je imel dostop 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.

## Instrumenti

Podatke smo zbrali s pomočjo dveh testov. Test za določanje motivacije za matematiko (test *Attitudes Toward Math Instruction* oz. *ATMI*) temelji na raziskavi Sundre idr. (2012). Celoten test določa 40 elementov, ki so vezane na štiri podlestvice – ena izmed teh je motivacija. Mi smo izluščili sedem elementov, ki so vezani na motivacijo do učenja matematike. Vprašani odgovarjajo na vrsto vprašanj, na Likertovi lestvici od 1 (se popolnoma ne strinjam) do 5 (se popolnoma strinjam). Negativno osnovana vprašanja se točkujejo v obratni smeri, na koncu pa se vsi elementi med sabo seštejejo. Test za matematično anksioznost (test *Abbreviated Math Anxiety Scale* oz. *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?«. Oba testa sta dokazano zanesljiva, veljavna in učinkovita v izobraževalnem kontekstu (Cho, 2022; Fiorella idr., 2021; Hopko idr., 2003; Lim & Chapman, 2013; Sundre idr., 2012; Yavuz idr., 2012). Test je uporabljal uveljavljene elemente z manjšimi prilagoditvami, da bi se prilagodili slovenskemu gimnazijskemu kontekstu, pri čemer so bili ohranjeni konstrukti instrumenta. Dodali smo še splošne spremenljivke (spol, razred, učitelj in prejšnji uspeh pri matematiki).

## Obdelava podatkov

Zbrani podatki 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).

## Vzorec

Po predpripravi podatkov, je finalna kohorta obsegala 177 dijakov (69 moških in 108 žensk) z 19 rešenimi enotami, ki so med drugim določali matematično anksioznost (nadaljnje v preglednicah in slikah pogosto okrajšana kot »anksioznost«) in motivacijo za matematiko (nadaljnje v preglednicah in slikah pogosto okrajšana kot »motivacija«). Udeleženci so bili dijaki 1., 2. in 3. letnika srednje šole, kjer skupno število dijakov v teh letnikih znaša 450. V raziskavo so bili povabljeni vsi dijaki teh letnikov, pri čemer je bila udeležba prostovoljna. Vzorec je bil oblikovan na podlagi razpoložljivih podatkov, saj niso bili uporabljeni vnaprejšnji vključitveni ali izključitveni kriteriji. Končno število 177 (39,3 %) udeležencev predstavlja tiste dijake, ki so vprašalnike izpolnili v celoti in katerih odgovori so bili vključeni v analizo. Vzorec je bil neslučajnostni in namenski. Pomembno je poudariti, da je zaradi omejenega števila respondentov in značilnosti šole težko pospološiti rezultate na celotno slovensko populacijo srednješolcev, vendar nam vzorec vsekakor omogoča vpogled v povezanost med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko. Socio-ekonomski statusi (SES) dijakov vključenih v raziskavo nam niso bili na razpolago. Lahko pa na podlagi direktnih opazovanj in lastnosti šole (lokacija, populacija učiteljev in podobno) sklepamo, da je SES malenkost nad slovenskim povprečjem.

# Rezultati

Deskriptivna statistika vzorca je razvidna iz Preglednice 1 in Slike 1.

Preglednica : Deskriptivni opis vzorca s kvantili matematične anksioznosti in motivacije za matematiko.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Matematična anksioznost | Motivacija za matematiko |
| M | 26.24 | 20.78 |
| SD | 7.51 | 6.93 |
| min | 9.00 | 7.00 |
| 25% | 21.00 | 16.00 |
| 50% | 27.00 | 21.00 |
| 75% | 32.00 | 26.00 |
| max | 44.00 | 35.00 |

M označuje aritmetično sredino, SD standardni odklon, ostale vrednosti pa kvantile.

Kot vidimo na Preglednici 1, se sami porazdelitvi spremenljivk ne razlikujeta močno, moramo pa imeti v mislih, da merili med matematično anksiozostjo in motivacijo za matematiko nista odvisni. Za skaliranje podatkov se nismo odločili zaradi tega, da rezultati ostanejo primerljivi drugim raziskavam, ki uporabljajo enake instrumente.

A diagram of different types of objects

Description automatically generated with medium confidence

Slika : Violinska škatla z brki za matematično anksioznost in motivacijo za matematiko.

Za violinski prikaz (Slika 1) smo se odločili, ker združuje prednosti škatlaskega diagrama in gostotnega grafa, s čimer omogoča jasno vizualizacijo porazdelitve podatkov.

Za ugotavljanje veljavnosti hipoteze smo uporabili kovarianco, Spearmanov koeficient in Kendallov Tau. Normalnost smo testirali s Shapiro-Wilkovim testom, linearnost pa s klasično metodo najmanjših kvadratov (OLS regresijo).

Za notranjo konsistentnost smo uporabili Cronbachov *α*-koeficient, katerega vrednost, skupaj s 95 % intervalom zaupanja, vidimo v Preglednici 2.

Preglednica : Preverjanje notranje konsistentnosti testov s Cronbachovim α.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Test | Vrednost *α* | 95% interval zaupanja |
| AMAS | 0.77 | [0.68, 0.83] |
| ATMI | 0.87 | [0.83, 0.91] |

Iz prikazanih podatkov Preglednice 2 je razvidno, da je notranja konsistentnost za test AMAS sprejemljiva, za ATMI pa dobra.

Normalnost porazdelitve matematične anksioznosti in matematične motivacije smo preverili s Shapiro-Wilkovim testom.

Preglednica : Preverjanje normalnosti opazovanih spremenljivk s Shapiro-Wilkovim testom.

|  |  |
| --- | --- |
| Shapiro-Wilkov test | |
| Spremenljivka | *p*-vrednost |
| Motivacija za matematiko | 0.01 |
| Matematična anksioznost | 0.02 |

V Preglednici 3 najdemo *p*-vrednosti Shapiro-Wilkovega testa, ki ničelno hipotezo o normalnosti porazdelitve v obeh primerih ovrže.

Preglednica 4: Testi povezanosti τ in ρ, skupaj s kovariančno matriko za matematično anksioznost in motivacijo za matematiko.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kovariančna matrika | | *p*-vrednost |
| 47.98 (varianca anksioznosti) | -26.89 (kovarianca) |
| -26.89 (kovarianca) | 56.45 (varianca motivacije) |
| Povezanost med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko | |
| *τ* | -0.35 | 0.00 |
| *ρ* | -0.47 | 0.00 |

V Preglednici 4 vidimo kovariančno matriko, Spearmanov koeficient ρ, Kendallov Tau τ ter njuni pripadajoči *p*-vrednosti. Na osnovi vrednosti Kendallovega Tau in Spearmanovega koeficienta lahko sklepamo, da med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko velja »srednja« negativna povezanost. Negativna kovarianca nam potrdi, da sta spremenljivki obratno sorazmerni, velikost kovariance pa ne kaže definitne moči povezanosti. Z namenom objektivnejše analize smo preverili, ali je povezanost med tema spremenljivkama linearna. Za ta namen smo se poslužili metode najmanjših kvadratov. Test kaže na »blago« linearno zvezo. Za odvisno spremenljivko smo si izbrali motivacijo za matematiko (lahko bi vlogo spremenljivk tudi obrnili). Linearni model pojasni 26.7% variance v odvisni spremenljivki, kar kaže na srednje ujemanje krivulje. Model je statistično pomemben (*F* = 63.75, *p* < 0.01).

Na Sliki 4 vidimo pripadajoč graf porazdelitve opazovanih spremenljivk.

A diagram of blue dots

AI-generated content may be incorrect.

Slika 4: Graf vrednosti matematične anksioznosti in motivacije za matematiko. Manj prozorne točke predstavljajo več enakih vrednosti.

Točke Slike 4 kažejo razpršenost podatkov, a blaga linearna zveza je vseeno opazna.

# Diskusija in sklep

V raziskavi smo ugotovili negativno povezanost med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko pri dijakih gimnazijskega programa, kar je skladno z ugotovitvami predhodnih raziskav, kot kaže meta-analiza Li idr., (2021).

Dobljena povezanost lahko pomeni, da zvišana anksioznost pri matematiki negativno vpliva na dijakovo intrinzično motivacijo za »spopad« z matematičnimi koncepti in s problemskim reševanjem. Dijaki, ki doživljajo višjo anksioznost, lahko kažejo nižjo motivacijo in pripravljenost za izzive, ki jih matematika (z ozirom na pouk ali pa kaj več) prinaša.

Dejavniki, kot so učni pristopi (Greenwood, 1984), samopodoba (Süren & Kandemir, 2020), učiteljev odnos (Norwood, 1994; Vidić idr., 2022) lahko napovejo opaženo negativno povezanost (Wang idr., 2018). Pomembno vlogo pri tem igrata tudi ekstrinzična in intrinzična motivacija – prva se nanaša na zunanje dejavnike, kot so ocene in akademski uspeh, medtem ko druga izhaja iz notranjega zanimanja in osebnega zadovoljstva pri učenju matematike (Süren & Kandemir, 2020).

Poleg tega je pomembno omeniti, da je šola, vključena v našo raziskavo, znana kot šola, ki dosega nadpovprečne akademske rezultate. Kljub temu statusu pa smo ugotovili, da je stopnja matematične anksioznosti med dijaki na tej šoli višja kot povprečna stopnja, izmerjena s pomočjo instrumenta AMAS, ki jo kažejo študije. Na primer (Cipora idr., 2015, 2018; Dykeman, 2017) so izmerili stopnjo anksioznosti 21.9, 21.0 in 23.0 zaporedno, medtem ko je bilo v vzorcu te raziskave povprečje 26.2. To nas opominja, da status šole sam po sebi ne zagotavlja nižje stopnje anksioznosti pri matematiki med dijaki. Nasprotno, visoka pričakovanja in konkurenca, ki jih pogosto povezujemo s takšnimi ustanovami, lahko celo prispevajo k povečanju občutkov anksioznosti pri dijakih, kljub njihovemu visokemu akademskemu uspehu (Hollenstein idr., 2024; Mizala idr., 2015). Ta spoznanja dodatno utežujejo razumevanje povezanosti med matematično anksioznostjo in motivacijo za matematiko ter poudarjajo potrebo po individualiziranih pristopih k obravnavi teh vprašanj, ki upoštevajo specifične okoliščine vsake šole in skupnosti.

Razumevanje ugotovljene negativne povezanosti med matematično anksioznostjo in motivacijo lahko prispeva k boljšemu razumevanju dejavnikov, ki vplivajo na učni proces pri matematiki. Čeprav naši rezultati neposredno ne ponujajo rešitev, lahko služijo kot izhodišče za nadaljnje raziskave ter za premislek o učnih pristopih in podpornih strategijah, ki bi lahko zmanjšale anksioznost in spodbujale motivacijo pri dijakih. Implementacija podpornih učnih okolij, prilagojenih učnih strategij in zagotavljanje ustrezne psihološke pomoči lahko potencialno to omogoči (Li idr., 2021). Razumeti pa moramo tudi, da anksioznost v moderaciji lahko pomaga pri koncentraciji in večanju delovnega spomina (Wang idr., 2015).

Zgoraj napisane usmeritve so nujne, saj se vplivi opazovanih dejavnikov kažejo na uspehu matematike, ki po rezultatih raziskave PISA upada (Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje RS & Pedagoški inštitut, 2023).

Vzorec sicer ni reprezentativen (če gledamo z globalnega vidika gimnazij na Slovenskem), kar omejuje posploševanje rezultatov, kljub temu pa dobljeni podatki omogočajo vpogled v reševanje problematike povezanosti med matematično anksioznostjo in motivacije za matematiko in so dobra podlaga za razvijanje takšnih strategij učiteljev matematike pri pouku, ki bodo omogočile zmanjševanje matematične anksioznosti in večanje motivacije za matematiko. Nadaljnje raziskave lahko pripomorejo k diverzifikaciji rezultatov in vključitvi longitudinalnih vpogledov v globljo dinamiko opažene povezanosti. Osredotočili smo se izključno na specifično matematično anksioznost in motivacijo za matematiko, pri tem pa nismo upoštevali širših vidikov, kot sta splošna anksioznost in splošna akademska motivacija, čeprav raziskave kažejo, da so ti koncepti med seboj povezani (Caviola idr., 2022).   
Za celovitejše razumevanje dinamike med matematično anksioznostjo, motivacijo za matematiko in akademskim uspehom dijakov bi bile koristne nadaljnje raziskave, ki bi: (1) uporabile različne metodološke pristope, kot so eksperimentalne in longitudinalne študije, s čimer bi bolje osvetlile vzročne odnose med spremenljivkami; (2) zajele širši in bolj raznolik vzorec dijakov iz različnih izobraževalnih okolij, kar bi omogočilo večjo posplošljivost ugotovitev; in (3) v analizo vključile dodatne motivacijske dejavnike, kot so notranja in zunanja motivacija, akademska samozavest ter zaznana uporabnost matematike. Poleg tega bi bilo smiselno raziskati vpliv drugih pomembnih dejavnikov, kot so učiteljski pristopi, družinsko ozadje in družbeni pritiski, na te pojave. Kritično preučevanje teh vidikov lahko pripomore k boljšemu razumevanju vzrokov in posledic matematične anksioznosti ter motivacije za matematiko, kar bi lahko vodilo v razvoj učinkovitih strategij za spodbujanje pozitivnih izidov v inkluzivnem šolskem okolju.

Matematična anksioznost in motivacija za matematiko sta koncepta, ki ju je pri pouku matematike nujno razumeti. Zavedati se moramo njune (negativne) povezanosti in po potrebi, z ozirom na ta dejavnika, intervenirati v učenčevo učno pot. Smotrno je na ta dva pojava opozarjati in se še posebej zavedati njunega obstoja.

# Abstract

Mathematics anxiety and mathematics motivation are factors that are part of an individual's personality while also influencing their academic development. The former refers to the fear and apprehension before or during a math-related activity, which hinders success in the subject, while the latter pertains to the extent in which individuals value the importance of math skills, are interested in math-related activities, and are motivated to perform well in math. Students who value success in mathematics report lower levels in mathematics anxiety, while poor use of motivational beliefs can reduce success and increase said anxiety. Previous research indicates that these factors are negatively correlated with each other, a correlation we decided to analyze ourselves using a selected Slovenian gymnasium (i.e. high school) as a case study.

For this purpose, we employed the causal non-experimental method of pedagogical research and, through an online survey, measured these variables with the help of established instruments for measuring mathematics anxiety (using AMAS test) and motivation for mathematics (using ATMI test) on a sample of 177 grade-10 (approx. 15 years old), grade-11 (approx. 16 years old), and grade-12 (approx. 17 years old) students of a Slovenian Gymnasium in the academic year 2023/24. We assessed the internal consistency of the instruments using Cronbach's *α* coefficient and the normality of the data using the Shapiro-Wilk (SW) test. Kendall's τ and Spearman's ρ coefficients were used for correlation analysis.

The AMAS instrument proved to be acceptable (*α* = 0.77), while the ATMI instrument showed good reliability (*α* = 0.87). Neither mathematical anxiety nor motivation for mathematics were normally distributed in our sample (*p*-values of SW test were 0.02 and 0.01, respectively). The correlation between the observed variables was moderate and negative (τ = -0.35 and ρ = -0.47), confirming our hypothesis.

Found correlation suggests that heightened anxiety in mathematics negatively impacts students' intrinsic motivation to engage with mathematical concepts and problem-solving. Factors such as different learning approaches, self-esteem, teacher-student relationships, and extrinsic and intrinsic motivation are identified as predictors of this correlation. Notably, despite its elite status, the school involved in the study showed higher levels of mathematical anxiety among students compared to the average, highlighting the need for tailored interventions.

The obtained results suggest that they could be beneficial to educational institutions for a deeper understanding of these factors and for potential intervention programs. Further research is necessary from both the perspective of mathematics didactics and psychology and pedagogy to better understand the impacts on students. The study could be enhanced with a more representative sample and a detailed analysis of what this correlation implies in the observed case.

# Literatura

Aiken, L. (1974). Two Scales of Attitude Toward Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, *5*(2), 67–71.

Akbuga, E., & Havan, S. (2022). Motivation to study calculus: Measuring student performance expectation, utility value and interest. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(12), 3185–3202. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1931515

Amien, S., Abidin, R., Hidayatullah, A., & Muhammad, R. (2023). Investigating the Source of Student Self-Efficacy and its Relations to Affective Factors in Mathematics Learning. *Revija za elementarno izobraževanje*, 375–391. https://doi.org/10.18690/rei.2463

Arellano-García, Y., Vargas-De-León, C., Guzmán-Martínez, M., & Reyes-Carreto, R. (2022). A Simple Mathematics Motivation Scale and Study of Validation in Mexican Adolescents. *SAGE Open*, *12*(1), 215824402210852. https://doi.org/10.1177/21582440221085264

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

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* (Različica 1.0) [Dataset]. GitHub. https://github.com/borbregant/ai\_tandem\_learning

Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2022). Math Performance and Academic Anxiety Forms, from Sociodemographic to Cognitive Aspects: A Meta-analysis on 906,311 Participants. *Educational Psychology Review*, *34*(1), 363–399. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5

Chamberlin, S. (2010). A review of Instruments Created to Assess Affect in Mathematics. *Journal of Mathematics Education*, *3*(1), 167–182.

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

Cipora, K., Szczygieł, M., Willmes, K., & Nuerk, H.-C. (2015). Math Anxiety Assessment with the Abbreviated Math Anxiety Scale: Applicability and Usefulness: Insights from the Polish Adaptation. *Frontiers in Psychology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01833

Cipora, K., Willmes, K., Szwarc, A., & Nuerk, H.-C. (2018). Norms and validation of the online and paper-and-pencil versions of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) for Polish adolescents and adults. *Journal of Numerical Cognition*, *3*(3), 667–693. https://doi.org/10.5964/jnc.v3i3.121

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

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

Dykeman, C. (2017). *The Weighted Average of Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) Studies on College Students*. Oregon State University.

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

El-Adl, A., & Alkharusi, H. (2020). Relationships between Self-Regulated Learning Strategies, Learning Motivation and Mathematics Achievement. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, *15*(1), 104–111.

Felda, D., & Cotič, M. (2012). Zakaj poučevati matematiko. *Journal of Elementary Education*, *5*(2/3), Article 2/3.

Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. *Journal for Research in Mathematics Education*, *7*(5), 324. https://doi.org/10.2307/748467

Fiorella, L., Yoon, S. Y., Atit, K., Power, J. R., Panther, G., Sorby, S., Uttal, D. H., & Veurink, N. (2021). Validation of the Mathematics Motivation Questionnaire (MMQ) for secondary school students. *International Journal of STEM Education*, *8*(1), 52. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00307-x

Garon‐Carrier, G., Boivin, M., Guay, F., Kovas, Y., Dionne, G., Lemelin, J., Séguin, J. R., Vitaro, F., & Tremblay, R. E. (2016). Intrinsic Motivation and Achievement in Mathematics in Elementary School: A Longitudinal Investigation of Their Association. *Child Development*, *87*(1), 165–175. https://doi.org/10.1111/cdev.12458

Gilmore, C. (2023). Understanding the complexities of mathematical cognition: A multi-level framework. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *76*(9), 1953–1972. https://doi.org/10.1177/17470218231175325

Graham, S. (2020). An attributional theory of motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, 101861. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101861

Grant, H., & Dweck, C. S. (2003). Clarifying Achievement Goals and Their Impact. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(3), 541–553. https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.541

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

Hecht, C. A., Grande, M. R., & Harackiewicz, J. M. (2021). The role of utility value in promoting interest development. *Motivation Science*, *7*(1), 1–20. https://doi.org/10.1037/mot0000182

Ho, H.-Z., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., Chiu, S.-Y., Nakazawa, Y., & Wang, C.-P. (2000). The Affective and Cognitive Dimensions of Math Anxiety: A Cross-National Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, *31*(3), 362–379. https://doi.org/10.2307/749811

Hollenstein, L., Rubie-Davies, C. M., & Brühwiler, C. (2024). Teacher expectations and their relations with primary school students’ achievement, self-concept, and anxiety in mathematics. *Social Psychology of Education*, *27*(2), 567–586. https://doi.org/10.1007/s11218-023-09856-1

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

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

Kesici, Ş., & Erdoğan, A. (2009). Predicting college students’ mathematics anxiety by motivational beliefs and self-regulated learning strategies. *College student journal*, *43*, 631–642.

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

Lim, S. Y., & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational Studies in Mathematics*, *82*(1), 145–164. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9414-x

Lutovac, S. (2008). Matematična anksioznost. *Journal of Elementary Education*, *1*(1/2), Article 1/2.

Milovanović, I. (2020). Math Anxiety, Math Achievement and Math Motivation in High School Students: Gender Effects. *Croatian Journal of Education - Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, *22*(1). https://doi.org/10.15516/cje.v22i1.3372

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/

Mizala, A., Martínez, F., & Martínez, S. (2015). Pre-service elementary school teachers’ expectations about student performance: How their beliefs are affected by their mathematics anxiety and student’s gender. *Teaching and Teacher Education*, *50*, 70–78. https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.04.006

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

P. Agashi, P., G. Adeniyi, S., & Department of Mathematics, Kogi State College of Education, Ankpa. (2021). Mathematics Anxiety and Choice of Subject Among Junior Secondary School Students. *International Journal of Advanced Research*, *9*(5), 527–532. https://doi.org/10.21474/IJAR01/12869

Piccirilli, M., Lanfaloni, G. A., Buratta, L., Ciotti, B., Lepri, A., Azzarelli, C., Ilicini, 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

*PsyToolkit*. (b. d.). Pridobljeno 4. november 2023, s https://www.psytoolkit.org/index.html

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

Romero, A. A., & Angeles, E. D. (2023). Flipped Classroom in a Digital Learning Space: Its Effect on the Students’ Attitude Toward Mathematics. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *22*(1), 210–227. https://doi.org/10.26803/ijlter.22.1.12

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

Sundre, D., Barry, C., Gynnild, V., & Tangen Ostgard, E. (2012). Motivation for Achievement and Attitudes toward Mathematics Instruction in a Required Calculus Course at the Norwegian University of Science and Technology. *Numeracy*, *5*(1). https://doi.org/10.5038/1936-4660.5.1.4

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

Tapia, M., & Marsh, G. E. (2004). An Instrument to Measure Mathematics Attitudes. *Academic exchange quarterly*, *8*, 16–22.

Vidić, T., Klasnić, I., & Đuranović, M. (2022). The Role of Teachers’ Support and Enthusiasm in Predicting Mathematics Anxiety and Confidence among Students. *Revija za elementarno izobraževanje*, *15*(1), 51–69. https://doi.org/10.18690/rei.15.1.51-69.2022

Wakhata, R., Mutarutinya, V., & Balimuttajjo, S. (2022). Secondary school students’ attitude towards mathematics word problems. *Humanities and Social Sciences Communications*, *9*(1), 444. https://doi.org/10.1057/s41599-022-01449-1

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

Yavuz, G., Ozyildirim, F., & Dogan, N. (2012). Mathematics Motivation Scale: A Validity and Reliability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 1633–1638. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.352

Žakelj, A. (2013). Pristopi učiteljev pri oblikah pomoči učencem z učnimi težavami pri matematiki. *Journal of Elementary Education*, *6*(1), Article 1.