

Varasemad tulemused ja ainespetsiifiline ärevus 5. klassi matemaatikatumemuste prognoosimisel

Getriin Aaviste^{a,1}, Karin Täht^{a,b}, Triinu Kilp-Kabel^{c,d},
Dimitri Löchner^b, Kaja Mädamürk^d

^aTartu Ülikooli matemaatika ja statistika instituut

^bTartu Ülikooli psühholoogia instituut

^cTallinna Ülikooli haridusteaduste instituut

^dTallinna Ülikooli loodus- ja terviseteaduste instituut

Annotatsioon

Õpilaste matemaatikatumemusi seostatakse sageli nii üldiste kui ka ainespetsiifiliste hoiakutega, kuid ei ole selge, kas matemaatikaoskusi selgitavad paremini üldine akadeemiline ärevus ja õpihuvi või ainespetsiifiline matemaatikaärevus ja huvi. Õpilaste sugu ja 3. klassi varasemaid tulemusi kaasanud uuring selgitab, millised tunnused prognoosivad 5. klassi matemaatikatumemusi paremini. Uuringus leiti, et 5. klassi matemaatikatumemusi prognoosivad oluliselt vaid matemaatikaspetsiifiline ärevus ja huvi ning varasemad matemaatikatumemused. Lisaks selgus, et tüdrukutel on kõrgemad nii matemaatikaärevus kui ka üldine akadeemiline ärevus, kuid madalam huvi matemaatika vastu kui poistel. Samas ei ilmne üldise huvi ja matemaatikatumemuste puhul kummaski klassis soolisi erinevusi. Uuringu tulemused rõhutavad, et õpilaste pädevuse ja heaolu toetamiseks on vaja eristada erinevaid ärevuse tüüpe ning luua sihipäraseid sekkumisi.

Võtmesõnad: akadeemiline ärevus, matemaatikaärevus, huvi, matemaatika

Sissejuhatus

Matemaatika on õppeaine, millel on oluline roll nii õpilaste edasistes haridusvalikutes kui ka karjäärivõimalustes, eriti loodusteaduste, inseneeria ja IKT valdkondades. Samas ei kujune õpilase suhe matemaatikaga üksnes teadmiste ja oskuste kaudu, vaid sõltub ka õppimisega kaasnevatest emotsioonidest ja

¹ Matemaatika ja statistika instituut, Tartu Ülikool, Narva mnt 18, 51009 Tartu; getriin@ut.ee.

hoiakutest, mis hakkavad kujunema juba varases koolieas. Matemaatika on kumulatiivne õppeaine, mis tähendab, et keerulisemad mõisted toetuvad varem omandatud baasteadmistele (Mädamürk & Kikas, 2024; Siegler *et al.*, 2012). Matemaatika kumulatiivsest olemusest, aga ka õppimisprotsessis tekkivatest õpiharjumustest ja hoiakutest matemaatika õppimise suhtes võib hariduse madalamatel astmetel tekkiv õpilase suhe matemaatikaga mängida olulist rolli tema edasises matemaatikaõppes. Matemaatika õpetamine on ühtlasi loogilise, süstemaatilise mõtlemise, aga ka loomingulise ja kriitilise mõtlemise õpetamine – sellega oleks vaja alustada juba algklassides, et võimalikult paljude õpilaste edenemist matemaatikas toetada. On tõestatud, et varased matemaatikaoskused prognoosivad hilisemaid lugemis- ja matemaikatulemusi kõige tugevamalt (Duncan *et al.*, 2007). Lisaks on näidatud, et varasemates kooliastmetes kogetud eduelamused, huvi matemaatika õppimise vastu ja madal matemaatikaärevus on olulised tegurid õpilase hilisemas akadeemilises edus (Barroso & Ganley, 2021; Gottfried *et al.*, 2013). Matemaatikaärevus ehk hirmu või kartuse seisund matemaatikat õppides või kontrolltöid sooritades (Ashcraft, 2002) võib raskendada matemaatikaõpinguid erineval moel. On näidatud, et matemaatikaärevusega on seotud nii madalam huvi aine vastu (Radišić *et al.*, 2015) kui ka kehvemad tulemused matemaatikas (Barroso & Ganley, 2021). Samuti võib matemaatikaärevus vähendada õpilase valmisolekut tegeleda kõrgema taseme matemaatikakursustega ning piirata seeläbi ka õpilase edasisi akadeemilisi ja tööga seotud võimalusi (Ashcraft, 2002; Dowker *et al.*, 2016). On oluline mõista matemaatikatulemustega seotud tegureid, pöörates tähelepanu õpilaste hoiakutele ja suhtumisele matemaatika õppimisse, et toetada nende teadmiste ja oskuste arengut.

Matemaatika õppimine ja emotsioonid

Õppimine on protsess, mille käigus ilmnevad erinevad emotsioonid, mis omakorda võivad olla seotud nii akadeemilise motivatsiooni, enesereguleeritud õppimise kui ka õpitulemustega (Camacho-Morles *et al.*, 2021; Pekrun *et al.*, 2002). Varasemad uuringud on näidanud, et õpilaste matemaatikaga seotud emotsioonid võivad avalduda erinevate mustritena, mis hõlmavad näiteks ärevuse, igavuse ja positiivsete emotsioonide kombinatsioone (Radišić *et al.*, 2024). Näiteks on uuritud üldist akadeemilist ärevust, mida kirjeldatakse õppeülesannete ja hinnanguliste olukordadega seoses tekkiva mure, pingetunde või hirmuna, mis võib takistada keskendumist, õppimist ja sooritust (Hooda & Saini, 2017).

On selgunud, et madalam tulemus matemaatikas (Caviola *et al.*, 2022; Hembree, 1990) ja liigne muretsemine matemaatikasoorituse pärast võivad

kujuneda matemaatikaärevuse tekkimise ohuteguriteks (Carey *et al.*, 2017). Enamik matemaatikaärevust ja matemaatika õpitulemust käsitlevaid uuringuid on näidanud nende kahe näitaja vahelist negatiivset seost (Barroso & Ganley, 2021; Caviola *et al.*, 2022; J. Zhang *et al.*, 2019). Samas ei ole selget teadmist, kas varasemad õpitulemused ennustavad ärevust või tekib ärevus varem ning kujundab seejärel madalamad õpitulemused (Carey *et al.*, 2016). Seega saame rääkida matemaatikaärevusest kui matemaatika õppimist takistavast tegurist (Ashcraft, 2002). Teisalt tuuakse teaduskirjanduses matemaatika õppimist soodustava ja toetava tegurina esile huvi matemaatika õppimise vastu. Üldisemat huvi õppimise vastu on defineeritud kui teadmiste omandamiseks vajalikku käivitavat jõudu (Peterson & Cohen, 2019). Varem on näidatud, et suurenenud huvi matemaatika vastu toetab õpilaste sügavamat kaasatust õpiprotsessi, mis omakorda aitab saavutada paremaid tulemusi (Rach, 2023). Lisaks on leitud, et matemaatikaärevuse ja -tulemuste vahelist seost võivad vahendada motivatsioonilised tegurid, nagu enesetõhusus ja huvi matemaatika õppimise vastu, mis rõhutab seose mitmetasandilist iseloomu (Kilp-Kabel & Mädamürk, 2025).

Teoreetiline raamistik

Matemaatikaärevuse takistavat ja huvi soodustavat rolli matemaatika õppimisel on seletatud situatiivse ootuste-väärtuste teooria kaudu (Situating Expectancy Value Theory (SEVT), Eccles & Wigfield, 2020), mis on ka siinse uuringu teoreetiliseks lähtekohaks. See teooria lähtub algupärasest ootuste-väärtuse teooriast (Expectancy Value Theory, Eccles & Wigfield, 2020; Wigfield & Eccles, 2000), mille kohaselt määravad indiviidi motivatsiooni ja käitumise tema eduootused ning tegevusele omistatavad väärtused. Sellest kujunenud situatiivne ootuste-väärtuste teooria rõhutab, et õpilaste õppimisega seotud valikud ja tulemused kujunevad subjektiivsetes tingimustes ja sotsiaal-kultuurilises kontekstis ning võivad omakorda mõjutada nende edasisi õpikogemusi (Eccles & Wigfield, 2020). Nii on õpilaste ootused ja väärtused ajas muutuvad ning omavahel dünaamiliselt seotud. SEVT toob esile, et asjaolu, kas ja kui võrd õpilane õpitavat väärtustab, sõltub sellest, kui huvitavaks, oluliseks või kasulikuks ta õppetegevust peab (Eccles & Wigfield, 2020).

Samal ajal pöörab teooria tähelepanu ka võimalikele õppimismotivatsiooni pärssivatele kuludele (Eccles & Wigfield, 2020). Üheks selliseks peetakse SEVT raamistikus negatiivseid emotsioone, sealhulgas ärevust, mis võib vähendada ülesande tajutavat väärtust ning seeläbi õpilase motivatsiooni ja pingutust õppimisel (Eccles & Wigfield, 2002; Reeve, 2018).

Huvi õpitava valdkonna vastu toetab järjekindlust ja pingutamist selle valdkonnaga tegelemisel (Eccles & Wigfield, 2020; Harackiewicz *et al.*, 2016). Reeve

(2018) rõhutab, et huvi väljendub heaolutundes, mida õpilane kogeb ülesandega tegeledes ja mis toimib sarnaselt sisemise motivatsiooniga, andes tegutsemisele hoogu juurde.

Kooskõlas SEVT-iga uurib see töö, kuidas on üldine akadeemiline ja matemaatikaärevus ning üldine akadeemiline ja matemaatikaspetsiifiline huvi seotud õpilaste 5. klassi matemaatikatesti tulemustega, võttes arvesse ka 3. klassi matemaatikatesti tulemusi. Selline lähenemine on kooskõlas varasemate uuringute tulemustega, mis on näidanud, et matemaatikaärevus on üldisest akadeemilisest ärevusest eraldiseisev nähtus, millel on eraldi võime prognoosida matemaikatulemust (Commodari & La Rosa, 2021; Sasanguie *et al.*, 2024). Lähtuvalt uuringutes (Caviola *et al.*, 2022; Commodari & La Rosa, 2021) leitud uurimislünkadest on siinse töö eesmärk selgitada, kas matemaatikaspetsiifilised ärevus ja huvi prognoosivad matemaatikatumusi tugevamalt võrreldes üldise õppimisega seotud ärevuse ja üldise õpihuviga. Selline lähenemine annab teadmisi, kuidas paremini sihipäraseid sekkumisi pakkuda.

Ärevus ja matemaatikatumused

Ärevus on loomulik osa inimeste stressireaktsioonist ning seda võib ohu või ebakindluse olukorras tajuda igaüks. Ameerika Psühholoogide Ühendus defineerib ärevust kui emotsionaalset seisundit, mida iseloomustavad pingetunne ja muremõtted, kaasneda võivad ka kehalised muutused, näiteks südame löögisageduse või vererõhu tõus (American Psychological Association, *s. a.*)

Õppimisega seotud olukordades võib ärevus tekkida näiteks tähtaegade või eksamite lähenedes. Mõõduka ärevuse puhul võivad õpitulemused olla isegi paremad kui vähese ärevusega õpilastel, kuid liigne ärevus võib häirida keskendumist ja mõtlemist, mistõttu võivad tulemused langeda (Luttenberger *et al.*, 2018). Akadeemiline ärevus on koolikontekstis avalduv õppimise ja sooritusega seotud pingeseisund, mis hõlmab murelikkust, negatiivseid emotsioone ja ülesannet segavaid mõtteid ning võib avalduda häiretena keskendumises, tähelepanus, teadmiste omandamises ja meenutamises, vähendades seeläbi õpitulemusi (Bülbül & Odaci, 2025; Hooda & Saini, 2017; Mohebi *et al.*, 2012).

Akadeemilise ärevuse ühe tahuna tuuakse esile testimise ja hindamisega seotud ärevust ning teise tahu moodustab üldine õppimisega seotud ärevus (Finch *et al.*, 2024). Testiärevuse all peetakse tavaliselt silmas just hindamissituatsioonides esinevat hirmu ja muremõtteid (Liu & Lin, 2010). Kuigi akadeemiline ärevus ja ainepõhised ärevused (nagu matemaatikaärevus) on sageli omavahel tugevasti seotud, käsitletakse neid eraldiseisvate nähtustena. Uuringud, mille fookuses on olnud nii akadeemiline kui ka matemaatikaärevus, on näidanud, et matemaatikaärevusel on matemaatika sooritusele unikaalselt

tugev negatiivne prognoosivõime (Pizzie & Kraemer, 2019). Samas rõhutavad Caviola jt (2022) oma metaanalüüsis, et matemaatikaärevuse seose tugevus matemaatikatumestustega varieerub sõltuvalt matemaatikaülesannete tüübist ning osutab vajadusele eristada ärevuse erinevaid vorme ja nende kujunemist ajas, eriti varases koolieas. Selline teoreetiline eristus on eriti oluline just ainespetsiifilistes valdkondades, nagu matemaatika, kus õpilase tulemus võib olla seotud nii üldise akadeemilise kui ainespetsiifilise ärevusega. Erinevate akadeemilise ärevuse tüüpide eristamise olulisust toetavad ka loodusteaduste õpetamise valdkonnas tehtud uuringud. Näiteks leidsid Rozgonjuk jt (2024), et üldine loodusteaduste ärevus ei olnud seotud loodusteaduste testi tulemustega, küll aga leiti ainespetsiifilise ärevuse, eriti keemiaärevuse puhul negatiivne seos tulemustega.

Seega võivad õpilaste tulemused matemaatikas olla seotud nii üldise akadeemilise ärevuse kui ka spetsiifilisemalt matemaatikaärevusega. Viimast on kirjeldatud kui pingetunnet, mis on spetsiifiliselt seotud arvude käsitlemisega ning matemaatiliste ülesannete lahendamisega nii akadeemilistes (nt koolitöö) kui ka igapäevastes olukordades (nt raha arvestamine) (Ashcraft, 2002). On suhteliselt vähe uuritud, kas ja kuivõrd on akadeemiline ja matemaatika-spetsiifiline ärevus omavahel seotud. Näiteks käsitlesid Caviola jt (2022) oma töös akadeemilist ärevust, keskendudes selles matemaatika- ja testiärevusele kui akadeemilise ärevuse osakomponentidele. Nende tulemused näitasid, et mõlemad on matemaatikatumestustega statistiliselt oluliselt seotud (Caviola *et al.*, 2022).

Akadeemiline ärevus on seotud akadeemiliste tulemustega, kuna kõrge ärevus võib häirida keskendumist ja mälu, samas kui mõõdukas ärevus ei pruugi takistada motivatsiooni ega tegutsemisvalmidust (Hooda & Saini, 2017). Wang (2024) on leidnud, et matemaatika õppimise kontekstis võib ärevus põhjustada enesehinnangu langust ning suurendada tajutud pingutuse ja ebaõnnestumise kulu. Varasemad uuringud on näidanud, et matemaatikaärevus on negatiivselt seotud nii õpitulemuste kui ka matemaatika meeldivusega õpilasele (Ashcraft & Krause, 2007). Ka PISA 2022 andmed kinnitavad, et kõrgema ärevusega õpilased saavutavad madalamaid tulemusi (Aaviste *et al.*, 2026; OECD, 2023). Sarnaseid seoseid on leitud nii üldise testiärevuse (Aydın & Özgeldi, 2024) kui ka matemaatikaspetsiifilise ärevuse puhul (Barroso & Ganley, 2021). Seega rõhutavad varasemad uuringud vajadust mõista, kui levinud on erinevat tüüpi õpiärevused, kuidas need on omavahel seotud ning kuidas need seosed võivad varieeruda soo ja kooliastme kaupa (Aydın & Özgeldi, 2024).

Huvi ja tulemus

Huvi tähistab naudingut ja rahulolu, mida kogetakse tegevusega tegelemisel (Wigfield & Eccles, 2020). Huvi on seostatud suurenenud tähelepanu, keskendumise ning positiivsete emotsioonidega õppimise käigus (Hidi, 2006). Huvi ei ole siiski õpilase püsiv omadus, vaid võib muutuda erinevate kogemuste või keskkonna mõjul (Hidi & Renninger, 2006). Näiteks mängib õpikeskkonna kujundamisel suurt rolli ka õpetaja. Varem on näidatud, et õpetaja pädevus klassiruumi juhtimisel, emotsionaalne kaasatus ning entusiasmi väljendamine on seotud õpilaste suurema huvi ja motivatsiooniga aine vastu (Asadpour *et al.*, 2025; Petrović *et al.*, 2025).

Üks olulisemaid positiivseid tegureid õpilase matemaatikapädevuste arengul on tema huvi matemaatika õppimise vastu. Nimelt on tõestatud, et õpilastel, kellel on siiras huvi ja soov matemaatikat mõista, pühenduvad õppimisele rohkem ning on seetõttu matemaatikas pädevamad ja saavutavad paremaid õpitulemusi (Fredricks & Eccles, 2002; Rach, 2023). Seda seost toetavad ka Eesti andmed: õpilased, kes tundsid 6. klassis matemaatika vastu suuremat huvi, saavutasid 9. klassi põhikooli lõpueksamil paremaid tulemusi (Kilp-Kabel *et al.*, 2025). Huvi viitab psühholoogilisele valmisolekule tegeleda või korduvalt tegeleda teatud teemade, nähtuste või ideedega (Hidi & Renninger, 2006). Ootuste-väärtuste teoorias vaadeldakse ühe väärtusena huvi kui naudingut, mida inimene kogeb ülesandega tegeledes (Wigfield & Eccles, 2020).

Huvi võib õppimisprotsessis avalduda mitmel moel, näiteks aktiivse osalemise, tähelepanu suunamise või tavapärasest enam teadmiste omandamise kaudu (Schraw & Lehman, 2001). Süstemaatiline ülevaade näitas, et kuigi mitmed uuringud on leidnud statistiliselt olulise positiivse seose järjepideva huvi ja akadeemiliste tulemuste vahel (12 uuringut 31st), ei ole see seos uuringuti olnud järjepidev (Lam & Zhou, 2019). Samuti on leitud, et huvi on matemaatikaärevusega negatiivselt seotud: mida suurem on huvi ja sisemine nauding õppimisest, seda madalam on ärevus (Li *et al.*, 2021; D. Zhang & Wang, 2020; Živković *et al.*, 2023).

On leitud, et huvi õppimise vastu väheneb, kui õpilased jõuavad kõrgematesse klassidesse (Gottfried *et al.*, 2013). Samas viitavad uuringud sellele, et vanemad õpilased kalduvad huvi tõlgendama enam kognitiivsete aspektide kaudu, näiteks pingutuse ja aine väärtustamise seisukohast (Frenzel *et al.*, 2012). Lisaks on leitud, et matemaatika nautimine on endiselt positiivselt seotud tulemusega, kuigi seosed on sageli mõõdukad (Villavicencio & Bernardo, 2016). Need leiud näitavad, kui oluline on matemaatikas positiivset suhtumist ja enesekindlust kujundada (Furner & Duffy, 2022).

Soolised erinevused huvis, ärevuses ja tulemuses

Soolisi erinevusi matemaatikatumemuses ning matemaatikaga seotud hoiakute ja uskumuste puhul on uuritud juba pikalt. Varasemad uuringud on näidanud, et tüdrukute matemaatikaärevuse tase on kõrgem kui poisitel (Aaviste *et al.*, 2026; Dowker *et al.*, 2016). Lichtenfeldi jt (2023) pikiuuring näitas, et algkoolis kogeavad tüdrukud matemaatika õppimisel vähem positiivseid emotsioone ja suuremat ärevust kui poisid. Matemaatikatumemuse kohta on varasemad leiud olnud ebaühtlasemad. Näiteks leidsid Reilly jt (2015) oma metaanalüüsis, et tüdrukud saavutasid matemaatikas madalamaid tulemusi kui poisid, samas kui teised uuringud (Geary *et al.*, 2023; Vos *et al.*, 2023) üldistes matemaatikatumemustes soolisi erinevusi ei tuvastanud. Samas on Eestis leitud, et tüdrukute tulemused on olnud poiste omadest pigem natuke kõrgemad (Kilp-Kabel *et al.*, 2025) või on poiste ja tüdrukute tulemused sarnased (Mädamürk & Kikas, 2024). Küll aga näitasid need uuringud, et tüdrukud kogeavad poistega võrreldes suuremat matemaatikaärevust ning et soolised erinevused spetsiifilisemates matemaatikavaldkondades, näiteks aritmeetilises sooritusel, võivad osaliselt tuleneda matemaatikaärevuse ja soo koosmõjust.

Soolisi erinevusi matemaatikahoiakutes on uuritud erinevatel kooliastmetel, kuid varasemates klassides on selliseid uuringuid tehtud vähem. Näiteks on leitud, et Ameerika Ühendriikides, Taiwanis ja Jaapanis tunnevad 11. klassi poisid matemaatika vastu suuremat huvi ja suhtuvad sellesse positiivsemalt kui tüdrukud (Evans *et al.*, 2002). Ka Geary jt (2023) pikiuuring 7.–9. klassi õpilastega näitas, et poisid kogeavad matemaatikas suuremat huvi kui tüdrukud. Samas on uuringuid, kus soolisi erinevusi ei leitud, näiteks ei tuvastanud Dowkeri jt (2012) uurimus 3. ja 5. klassi õpilaste seas erinevusi ei matemaatikasse suhtumises ega tulemuses.

Kokkuvõttes viitavad varasemad uuringud sellele, et soolised erinevused matemaatika õppimisega seotud hoiakutes ja matemaatikatumemustes ei ole üheselt mõistetavad ning võivad erineda nii vanuseastmete kui ka riiklike kontekstide kaupa. Eriti oluline on neid seoseid täpsustada Eesti kontekstis, kus varasemad uuringud on näidanud mustreid, mis ei ole täielikult kooskõlas rahvusvaheliste leidudega. See tõstatab küsimuse, millist rolli mängivad Eesti kontekstis akadeemiline ja matemaatikaspetsiifiline ärevus ning huvi matemaatika õppimisel.

Töö eesmärk ja uurimisküsimused

See artikkel, mille eesmärk on keskenduda spetsiifilise (matemaatika) ja üldise akadeemilise ärevuse ja huvi rollile matemaatikatumuste prognoosimisel varasemas koolieas, laiendab teadmisi ärevuse ja huvi seostest matemaatikatumustega. Kuigi varasemast on teada, et madalam matemaatikaärevus ja kõrgem huvi matemaatika õppimise vastu on seotud paremate matemaatikatumustega, on varem vähem vaadeldud üldiste akadeemiliste motivatsiooniliste tegurite (ärevus, huvi) panust matemaatikatumuste kujunemisse. Akadeemilised emotsioonid võivad õppimisega erinevalt seotud olla. Näiteks võib õpilane, kes ei tunne teistes ainetes negatiivseid emotsioone, tunda just matemaatikas kõrgendatud ärevust. Seetõttu on oluline eristada üldiseid akadeemilisi emotsioone ainespetsiifilistest ning uurida nende võimalikku rolli erinevate tulemuste kujunemisel. Samuti vajavad selgitamist akadeemiliste ja matemaatikaspetsiifiliste hoiakute omavahelised seosed ning ka nende võimalikud soolised erinevused.

Uuring on ühest küljest pikilõikeline, sest vaatluse all on 3. ja 5. klassi matemaatikatumus, teisalt ristlõikeline, kuna ärevuse ja huvi näitajaid on mõõdetud vaid 5. klassis. Eesmärgi täitmiseks püstitati kolm uurimisküsimust.

1. Millised on seosed õpilaste akadeemilise ärevuse, matemaatikaärevuse, akadeemilise huvi, matemaatikahuvi ning 3. ja 5. klassi matemaatikatumuste vahel?
2. Kas esineb soolisi erinevusi õpilaste akadeemilise ärevuse, matemaatikaärevuse, akadeemilise huvi, matemaatikahuvi ning 3. ja 5. klassi matemaatikatumuste vahel?
3. Kuidas prognoosivad üldine akadeemiline ärevus ja õpihuvi ning ainespetsiifiline matemaatikaärevus ja huvi kõige paremini 5. klassi matemaatikatumust, kui võtta arvesse ka 3. klassi matemaatikatumust?

Metoodika

Valim

Uuring tugines kahele andmekogumisele 2019. ja 2021. aastatel. Neist esimene keskendus 3. klassi õpilaste matemaatikatestile, mis korraldati Eesti koolides riikliku eksamisüsteemi kaudu. Koolidega võeti ühendust Haridus- ja Noorteameti (tol ajal SA Innove) vahendusel, kes vastutas haridusarenduse koordineerimise ja koolide toetamise eest. Haridus- ja Noorteameti kaudu saadeti

osalemiskutse kõigile Eesti koolidele ning uuringus osalesid nõusoleku andnud koolid.

Järeluuringus pöörduti taas sama valimi suuremate koolide poole, kus varasemate andmete põhjal õppis klassis vähemalt 20 õpilast. Mõlemal korral täitsid õpilased veebipõhise enesekohaste küsimustega küsimustiku ning seejärel lugemis- ja matemaatikatesti. Eetikakomitee heakskiit ja nõusolek lapsevanematelt ning õpilastelt koguti järeluuringu raames, et siduda varasemate pädevustestidega kogutud andmed hiljem kogutud andmetega teadusuuringu eesmärgil. Esimesel uuringul 2019. aastal teadlikku nõusolekut ei kogutud, kuna andmed koguti pädevustestidena.

3. klassis osales andmekogumises 846 õpilast (55,3% tüdrukuid), 5. klassis täitis kõik vajalikud testid 317 õpilast (50,5% tüdrukuid). Mõlemas andmekogumise faasis osales 126 õpilast (51,6% tüdrukuid). Valimi suurused ja sooline jaotus on esitatud tabelis 1. Väiksem osalejate arv mõlemas uuringulaines tulenes peamiselt välistest teguritest, nagu distantsõppeperioodid ja haigused, mitte osalemisest loobumisest.

Tabel 1. Valimi kirjeldus

	N	Tüdrukud (%)	Poisid (%)
3. klass	846	55,3	44,7
5. klass	317	50,5	49,5
Mõlemal korral osalenud	126	51,6	48,4

Mõõdikud

Õpilastel paluti täita 18-väiteline enesekohane küsimustik. Küsimustik sisaldas kaht ärevusega seotud alaskaalat: üldine akadeemiline ärevus (viis väidet) ja matemaatikaärevus (viis väidet). Huvi mõõdeti kahe alaskaalaga: üldine õppimisega seotud huvi (neli väidet), matemaatikaga seotud huvi (neli väidet). Vastused koguti 5-pallisel Likerti skaalal, kus 1 tähendas „Ei nõustu üldse“ ja 5 „Nõustun täielikult“.

Pärast enesekohaste küsimustega küsimustiku täitmist sooritasid õpilased matemaatikatesti. Mõõdikute üksikasjalikum kirjeldus on esitatud järgnevalt.

Akadeemiline ärevus

Õpilaste üldist akadeemilist ärevust mõõdeti viie muudetud väite abil, mis pärinesid lühendatud matemaatikaärevuse skaalast (Abbreviated Math Anxiety Scale; mAMAS; Carey *et al.*, 2017). Väited kohandati nii, et need hindaksid

üldist akadeemilist ärevust, mitte ühe konkreetse ainega seotud ärevust (nt „Tunnen ärevust, kui pean iseseisvalt õppima“, „Tunnen ärevust testi sooritamisel“). Skaala sisemine kooskõla oli hea: Cronbachi $\alpha = 0,81$ ja McDonaldi $\omega = 0,86$. Kinnitav faktoranalüüs (CFA) toetas ühefaktorilist mudelit, mis sobitus andmetega hästi: $\chi^2(5, N = 335) = 25,606$, CFI = 0,981, TLI = 0,962, RMSEA = 0,111 [90% CI: 0,071–0,155]. Väidete faktorlaadungid jäid vahemikku 0,56–0,74. Mudelist tuletatud faktorskoori kasutati edasistes analüüsides.

Matemaatikaärevus

Matemaatikaärevust hinnati samuti viie muudetud väite abil, mis pärinesid lühendatud matemaatikaärevuse skaalast (Abbreviated Math Anxiety Scale; mAMAS; Carey *et al.*, 2017) (nt „Tunnen ärevust, kui alustame matemaatikatunnis uut teemat“, „Tunnen matemaatikatesti ajal ärevust“). Skaala sisemine kooskõla oli väga hea: Cronbachi $\alpha = 0,89$ ja McDonaldi $\omega_{total} = 0,92$. Kinnitav faktoranalüüs (CFA) toetas ühefaktorilise mudeli sobivust andmetega: $\chi^2(5, N = 335) = 15,911$, CFI = 0,996, TLI = 0,991, RMSEA = 0,081 [90% CI: 0,038–0,127]. Nagu üldise õpiärevuse puhul, arvutati ka siinkohal faktorskoor, mida kasutati edasistes analüüsides.

Õppimisega seotud huvi

Üldist õppimisega seotud huvi mõõdeti nelja väite abil, mis olid kohandatud õppimise motiveeritud strateegiate küsimustiku skaalast (Motivated Strategies for Learning Questionnaire; Pintrich *et al.*, 1993), mida on varem ka Eestis kasutatud (nt Mädamürk *et al.*, 2018). Näiteväide küsimustikust on „Õppimine on minu jaoks huvitav“. Skaala sisemine kooskõla oli hea: Cronbachi $\alpha = 0,89$ ja McDonaldi $\omega = 0,91$. Kinnitav faktoranalüüs (CFA) toetas ühefaktorilise mudeli sobivust andmetega: $\chi^2(2, N = 335) = 1,732$, CFI = 1,000, TLI = 1,001, RMSEA = 0,000 [90% CI: 0,000–0,104]. Väidete faktorlaadungid jäid vahemikku 0,73–0,89.

Matemaatikaga seotud huvi

Matemaatika õppimisega seotud huvi mõõdeti samuti nelja väite abil, mis olid kohandatud õppimise motiveeritud strateegiate küsimustiku skaalast (Motivated Strategies for Learning Questionnaire; Pintrich *et al.*, 1993). Küsimustiku näiteväide on „Matemaatikaülesannete lahendamine on minu jaoks huvitav“. Skaala sisemine kooskõla oli väga hea: Cronbachi $\alpha = 0,94$ ja McDonaldi $\omega = 0,95$. Kinnitav faktoranalüüs (CFA) toetas ühefaktorilise mudeli sobivust andmetega: $\chi^2(2, N = 335) = 0,319$, CFI = 1,000, TLI = 1,002, RMSEA = 0,000 [90% CI: 0,000–0,059]. Väidete faktorlaadungid jäid vahemikku 0,83–0,93.

Matemaatikatulemused

Õpilaste matemaatikatulemuste mõõtmiseks kasutati 3. ja 5. klassi matemaatikapädevuse teste, mis olid koostatud vastavalt riiklikule õppekavale ja kohandatud klassile. Testid koosnesid 13 ülesandest (osal olid ka alaülesanded), mille abil hinnati nii mõistelist kui protseduurilist matemaatikapädevust. Matemaatikapädevus hõlmab mitmeid alampädevusi ning varasemate uuringute põhjal on näha, et põhikooli II kooliastme matemaatikatestides on sagedamini esindatud protseduurilist pädevust hindavad ülesanded (Johanson *et al.*, 2021). Testid sisaldasid erinevat tüüpi ülesandeid, sealhulgas mitmeetapilisi elulise kontekstiga tekstülesandeid, arvutusülesandeid ning mõõtühikute teisendamise ja võrdlemise ülesandeid.

Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks kasutati rakendustarkvara R versiooni 4.4.0. (R Core Team, 2024). Tunnustevaheliste seoste hindamiseks kasutati Spearmani korrelatsioonianalüüsi. Kinnitavad faktoranalüüsid (CFA) viidi läbi R-i paketiga *lavaan* (Rosseel, 2012). Sooliste erinevuste analüüsimiseks kasutati Mann-Whitney U-testi, efekti suurust hinnati Cliffi delta abil. Lõpuks koostati paralleelsed regressioonimudelid, et selgitada, millised tegurid prognoosisid 5. klassi matemaatikatulemusi.

Tulemused

Kirjeldav statistika ja korrelatsioonianalüüs

Esimesele kahele uurimisküsimusele vastamiseks viidi läbi korrelatsioonianalüüs. Tabelis 2 on näha tunnuste kirjeldav statistika (keskmised, standardhälbed) ja korrelatsioonianalüüsi tulemused. 3. klassi matemaatikatesti keskmine tulemus oli 18,68 (SD = 4,10) punkti ning 5. klassis 23,59 (SD = 6,30). T-test näitas, et 5. klassi tulemused olid statistiliselt oluliselt kõrgemad kui 3. klassis, $t(125) = -12.05$, $p < .001$.

Tabel 2. Kirjeldav statistika ja korrelatsioonianalüüs

	1.	2.	3.	4.	5.	Min/max	M(SD)
1. Akadeemiline ärevus	1					5/23	13,49 (4,18)
2. Matemaatikaärevus	0,89***	1				5/25	12,72 (5,05)
3. Akadeemiline huvi	-0,04	-0,03	1			4/20	12,08 (3,29)
4. Matemaatikahuvi	-0,20*	-0,27**	0,54***	1		4/20	12,34 (4,20)
5. 3. klassi test	-0,23**	-0,28**	0,03	0,14	1	5/26	18,68 (4,10)
6. 5. klassi test	-0,30***	-0,36***	0,06	0,23*	0,69***	9/34	23,56 (6,30)

Märkus. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Korrelatsioonianalüüs näitas, et matemaatikärevus ja akadeemiline ärevus on omavahel tugevalt positiivselt seotud ($\rho = 0,89$, $p < 0,001$). Samuti ilmnes tugev positiivne seos matemaatikahuvi ja akadeemilise huvi vahel ($\rho = 0,54$, $p < 0,01$). Sarnane seos ilmnes ka 3. ja 5. klassi matemaatikatesti tulemuste vahel ($\rho = 0,69$, $p < 0,001$), mis viitab matemaatikatumuse stabiilsusele ajas.

Akadeemilise huvi seosed matemaatika testitulemustega olid nõrgemad (3. klass: $\rho = 0,03$; 5. klass: $\rho = 0,06$) võrreldes matemaatikahuvi seostega (3. klass: $\rho = 0,14$; 5. klass: $\rho = 0,23$, $p < 0,001$). Sarnane muster ilmnes ka ärevuse konstruktide puhul, kus akadeemilise ärevuse seosed testitulemustega (3. klass: $\rho = -0,23$, $p < 0,01$; 5. klass: $\rho = -0,30$, $p < 0,001$) olid nõrgemad kui matemaatikaärevuse seosed (3. klass: $\rho = -0,28$, $p < 0,01$; 5. klass: $\rho = -0,36$, $p < 0,001$).

Soolised erinevused huvi ja ärevuse muutujate vahel

Teisele uurimisküsimusele vastuste leidmiseks viidi läbi Mann-Whitney U-testid. Tabelis 3 on esitatud nende analüüside tulemused nii 3. kui ka 5. klassis. Analüüsides ilmnesid statistiliselt olulised erinevused mõlemas ärevuses ja matemaatikahuvis, kuid mitte üldises akadeemilises huvis ega matemaatikatesti tulemustes. Täpsemalt selgus, et tüdrukud ($M = 11,35$, $SD = 3,80$) hindavad oma matemaatikahuvi madalamalt kui poisid ($M = 13,39$, $SD = 4,38$). Ärevuse näitajate puhul ilmnes vastupidine muster: tüdrukutel ($M = 14,86$, $SD = 4,18$) oli kõrgem akadeemiline ärevus kui poistel ($M = 12,23$, $SD = 3,83$). Samuti oli tüdrukutel ($M = 14,52$, $SD = 4,84$) kõrgem matemaatikaärevuse tase kui poistel ($M = 10,80$, $SD = 4,58$). Suurimad erinevused Cliffi delta põhjal ilmnesid matemaatikaärevuses, ($\delta = 0,42$), akadeemilises ärevuses ($\delta = 0,35$) ja matemaatikahuvis ($\delta = -0,32$).

Tabel 3. Soolised erinevused

	Tüdrukud		Poisid		U	p	Cliff's delta
	M	SD	M	SD			
1. Akadeemiline ärevus	14,68	4,18	12,23	3,83	2670	0,00	0,35
2. Matemaatikaärevus	14,52	4,84	10,80	4,58	2811	0,00	0,42
3. Akadeemiline huvi	12,43	2,92	11,70	3,63	2249	0,57	0,13
4. Matemaatikahuvi	11,35	3,80	13,39	4,38	1352	0,01	-0,32
5. 3. klassi test	18,66	4,01	18,70	4,22	1974	1,00	-0,00
6. 5. klassi test	23,12	6,58	24,02	6,02	1850	1,00	-0,07

Märkus. p-väärtused on Holmi meetodiga korrigeeritud.

Matemaatikatulemuse prognoosimise regressioonimudel

Selleks, et leida kõige sobivam mudel 5. klassi matemaatikatulemuste prognoosimiseks, viidi esmalt läbi sammregressioon (ingl *stepwise regression*), kus kasutati kõiki potentsiaalseid seletavaid tunnuseid (sugu, 3. klassi matemaatikatesti tulemus, üldine akadeemiline ärevus ja huvi ning matemaatikaspetsiifiline ärevus ja huvi). Sammregressiooni meetodit kasutades jõuti mudelini, mis sisaldas seletavate tunnustena matemaatikaärevust, matemaatikahuvi ja 3. klassi tulemust. See tähendab, et üldine akadeemiline ärevus ja huvi ning sugu jäid mudelist välja. Valitud mudelil oli madalaim AIC (AIC = 376,95), viidates paremale sobivusele võrreldes täieliku mudeliga ning mudelitega, mis sisaldasid üldist akadeemilist ärevust või huvi. Sammregressiooni poolt saavutatud mudeli tulemused on kuvatud tabelis 4. Saadud mudelis prognoosis matemaatikaärevus 5. klassi matemaatikatulemust statistiliselt olulisel määral ($\beta = -0,16$, $p < 0,05$). Kõige tugevamaks positiivseks ennustajaks jäi varasem, 3. klassi matemaatikatulemus ($\beta = 0,64$, $p < 0,001$). Matemaatikahuvi ennustusvõime ei olnud statistiliselt oluline ($\beta = 0,11$, $p = 0,11$).

Tabel 4. 5. klassi matemaatikatumuse ennustamise regressioonimudelid

Ennustajad	5. klassi matemaatikatumus	
	B (SE)	Beeta
Lõikepunkt	5,65 (2,72)	
Matemaatikahuvi	0,16 (0,10)	0,11
Matemaatikaärevus	-0,20 (0,08) *	-0,16 *
3. klassi tulemus	0,99 (0,10) ***	0,64 ***
R ²	0,53	
Korrigeeritud R ²	0,51	
F(df)	45,13*** (122)	

Arutelu

Selle uuringu eesmärk oli selgitada välja, kuidas on Eesti 3. ja 5. klassi õpilaste matemaatikatesti tulemused seotud erinevat tüüpi ärevuste ja huvi ning õpilaste sooga. Uuring, mis võttis arvesse ka varasemaid õpitulemusi, näitab, et matemaatikaspetsiifilisel ärevusel ja huvil on matemaatikatumuse prognoosimisel suurem ennustusjõud kui üldisel akadeemilisel ärevusel ja huvil.

Uuringu tulemused näitavad, et üldine akadeemiline ärevus ja matemaatika-spetsiifiline ärevus on omavahel tugevalt positiivselt seotud, mis viitab sellele, et matemaatika õppimisega ja laiemalt õppimisega kaasnevad negatiivsed emotsioonid ning ärevus on omavahel tihedalt seotud. Viimane asjaolu tähendab, et üldiselt akadeemiliselt ärevamad õpilased on ärevamad ka matemaatika õppimisel, ning vastupidi – matemaatikas ärevust kogevad õpilased kogevad seda ka õppimisel üldisemalt. See tähendab, et matemaatikaärevuse vähendamine pole oluline mitte vaid matemaatika õppimise seisukohalt, vaid ka laiema õppimise jaoks. Sellest tulenevalt on erinevad matemaatikaärevust vähendavad sekkumised, õpetajate koolitused, koolipoolsed toetavad tegevused olulised mitte üksnes matemaatika õppimisel, vaid ka õpilaste heaolu toetamisel.

Matemaatikatumuse ennustamisel aga oli matemaatikaärevusel ja üldisel akadeemilisel ärevusel erinev roll: matemaatikaärevus osutus statistiliselt oluliseks negatiivseks ennustajaks 5. klassi matemaatikatesti tulemustele, kuid üldine akadeemiline ärevus polnud statistiliselt oluline ennustaja. Sellised tulemused kinnitavad, et ainespetsiifilised ärevuse vormid on oma olemuselt eristuvad ja nende seosed õppimistulemustega on spetsiifilisemad. Sellised tulemused on kooskõlas ka varem tehtud uuringutega, mis on näidanud, et

matemaatikaärevus ja -tulemus on negatiivses seoses (Ashcraft & Krause, 2007; Barroso & Ganley, 2021; Luttenberger *et al.*, 2018) ning moodustab omaette konstrukti (Pizzie & Kraemer, 2019).

Samuti leiti, et üldisem akadeemiline huvi ja matemaatikahuvi on omavahel tugevalt ja positiivselt seotud. See tähendab, et õpilased, kellele meeldib õppida, tunnevad suuremat huvi ka matemaatika vastu. Varasemad tulemused on kinnitanud, et varasem edu suurendab hilisemat positiivset suhtumist sellesse ainesse (Du *et al.*, 2021; Jõgi *et al.*, 2015). Kuigi siinses uuringus ei ilmnunud statistiliselt olulist seost 3. klassi matemaatikatulemuse ja 5. klassis mõõdetud matemaatikahuvi vahel, oli viimane positiivselt seotud 5. klassi matemaatikatulemusega, mis viitab sellele, et huvi ja õpitulemuste seos võib avalduda pigem samal ajal mõõdetud näitajate vahel.

Uuring pööras tähelepanu ka ärevuses ja matemaatikahuvis ilmnunud sooliste erinevustele. Tüdrukud kogevad nii üldist akadeemilist ärevust kui matemaatikaspetsiifilist ärevust kõrgemalt kui poisid. Samas väljendasid poisid suuremat huvi matemaatika vastu, üldises õpihuvis soolisi erinevusi ei olnud. Ka varem on näidatud, et tüdrukud raporteerivad sagedamini kõrgemat ärevuse taset (Devine *et al.*, 2012; Dowker *et al.*, 2012; Hembree, 1990; Lichtenfeld *et al.*, 2023) ja madalamat huvi matemaatika vastu (Evans *et al.*, 2002; Geary *et al.*, 2023). Kuigi selles uuringus ei ilmnunud soolisi erinevusi matemaatikatulemuses, peegeldavad emotsionaalsed erinevused, et tüdrukud tunnevad õppides rohkem pingetunnet ja negatiivseid emotsioone. Sarnaseid tulemusi on täheldatud ka varasemates uuringutes, kus tüdrukud küll raporteerivad kõrgemat ärevuse taset, kuid nende matemaatikatulemused ei pruugi sellegipoolest poiste omadest erineda (Geary *et al.*, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020). Ühe võimaliku selgitusena on pakutud, et tüdrukud võivad pidada matemaatikat oluliseks ning samal ajal hinnata enda võimeid madalamalt, mis võib väljenduda kõrgemas ärevuses (Rodríguez *et al.*, 2020). Samas kirjutavad Geary jt (2019), et poiste kõrgem huvi matemaatika vastu ei pruugi alati väljenduda paremates õpitulemustes. See rõhutab vajadust pöörata matemaatika õpetamisel tähelepanu õpikeskkonnale ja õppimisega seotud emotsioonidele, et toetada õpilaste positiivset õppimiskogemust.

Varasemate uuringute põhjal on teada, et enda kompetentsena tundmine matemaatikas või teisisõnu kõrge enesetõhusus on tugevas negatiivses seoses matemaatikaärevusega (Rozgonjuk *et al.*, 2020) ning positiivne tagasiside ja varasemad õnnestumised suurendavad õppimise sisemist väärtust (Wigfield & Eccles, 2020). Lisaks on leitud, et õpilaste ärevuse vähendamisel või ennetamisel on enesetõhususe toetamine oluline tegur (Li *et al.*, 2021). Seega on oluline luua selline koolikeskkond, mis toetab õpilase autonoomiat, keskendub õppimisele kui protsessile ning võimaldab eksimist kui loomulikku õppimise osa,

mitte ei keskendu ainult tulemustele. Varasemad uuringud viitavad asjaolule, et õpetaja pakutav individuaalne, selge ning konstruktiivne tagasiside, mis on suunatud edasistele sammudele, võib toetada õpilase enesetõhususe kujunemist (Margolis & McCabe, 2006). Sellise õpikeskkonna kujundamisel on keskne roll just õpetajal, kuid oluline on mõista ka õpilaste ja õpetajate emotsioonide vastastikust seost. Näiteks on Täht jt (2023) leidnud, et õpilaste motivatsioon ja emotsioonid on seotud õpetaja töötahte ja pühendumisega. Seega on oluline mõista ja toetada erinevaid emotsioone, sest see mängib olulist rolli nii õpetajate töö jätkusuutlikkuses kui ka õpilaste õpiedukuses.

Regressioonianalüüside tulemused osutasid, et 5. klassi tulemusi prognoosib kõige tugevamalt varasem matemaatikatumemus, mis kinnitab, et varajased oskused loovad edasisele õppimisele olulise aluse ning õpitulemuste parandamiseks tuleb neid toetada. Veelgi olulisem on see, et sammregressioon valis lõplikku mudelisse ainult matemaatikaspetsiifilised seletavad tunnused (matemaatikaärevuse ja matemaatikahuvi) koos varasema õpitulemusega, jättes üldise akadeemilise ärevuse ja huvi mudelist välja. See muster viitab asjaolule, et ainepõhised emotsioonid ja hoiakud pakuvad matemaatikatumemustest oluliselt täpsemat infot kui üldised akadeemilised näitajad. Samas võib arvestada, et õpitulemused on seotud mitmete muude individuaalsete ja kontekstuaalsete teguritega, mida sinne uuring ei hõlmanud. Tulevased uuringud võiksid lisada näiteks klassiruumikogemusi, õpetaja-õpilase suhteid ja muid tegureid, et mõista põhjalikumalt ärevuse ja õppimistulemuste keerukat vastastikust seost.

Kokkuvõttes näitavad tulemused, et matemaatikaärevus ja -huvi on matemaatikatesti tulemustega seotud tugevamalt kui üldine akadeemiline ärevus ja huvi, mis kinnitab nende konstruktide erisust. Seetõttu ei piisa ainult üldise akadeemilise ärevuse või huvi hindamisest: õppimisega seotud teguritest täpsema ülevaate saamiseks tuleks keskenduda ka ainepõhistele kogemustele. Uurimus toetab kasvavat teadmiste pagasit, näidates, et matemaatikatumemuste prognoosimisel on matemaatikaärevus iseseisev ja mõjukam tegur kui üldine akadeemiline ärevus.

Töö olulisus ja piirangud

See uurimus aitab paremini mõista, kuidas on üldine akadeemiline ja ainespetsiifiline ärevus ning huvi seotud matemaatikatesti tulemustega. Tulemused näitavad, et just matemaatikaga seotud ärevus on olulisem tulemuse prognoosija kui üldine akadeemiline ärevus, rõhutades vajadust eristada ainepõhiseid emotsionaalseid tegureid. Uurimus rõhutab, et õpilaste toimetuleku toetamiseks ja õpitulemustele mõjuva ärevuse vähendamiseks tuleks koolis pöörata tähelepanu ainepõhistele emotsioonidele ja motivatsioonile. Erinevat tüüpi ärevuste

mõistmine annab võimaluse õpilaste emotsionaalset heaolu paremini toetada ning kujundada põlvkond, kes tunneb end matemaatikas enesekindlamalt ja on selles pädevam.

Kuigi siinsel töö on mitmeid olulisi väärtusi, peab siiski mõned piirangud esile tooma. Esiteks oli valim suhteliselt väike, mis on peamiselt tingitud välisest teguritest, nagu näiteks COVID-19 pandeemia, distantsõpe ja õpilaste haigestumised andmete kogumise ajal. Tulevased uuringud võiksid uurida suuremaid valimeid, et praeguse töö tulemusi täiendavalt kinnitada ja üldistada.

Teiseks on uuringus kasutatud enesekohaseid küsimustikke, millele vastamine võib olla subjektiivne ja mõjutatud õpilaste subjektiivsetest hinnangutest. Samuti tuleb arvestada, et uurimus viidi läbi Eesti kontekstis, mistõttu ei saa tulemusi otseselt üle kanda teistesse kultuurilistesse või hariduslikesse keskkondadesse. Seetõttu oleks edaspidi soovitatav teha sarnaseid uuringuid ka teistes riikides, et laiendada ja võrrelda saadud tulemusi rahvusvahelisel tasandil.

Lisaks tuleb arvesse võtta, et selles töös analüüsitud ärevuste ja huvi näitajaid on mõõdetud ainult 5. klassis, mistõttu ei võimalda andmed täpselt hinnata, millal matemaatikaga seotud emotsioonid kujunesid ja millised varasemad kogemused võisid nende kujunemisel kaasa mängida. Edasised uuringud võiksid jälgida õpilaste emotsioone ja hoiakuid juba varasemas kooliastmes, et paremini mõista, millised tegurid võivad viia matemaatikaärevuse suurenemise ja huvi vähenemiseni.

Tänusõnad

Täname kõiki õpetajaid, õpilasi ja lapsevanemaid, kes nõustusid andmekogumistes osalema. Töö on rahastatud Haridus- ja Teadusministeeriumi projektiga TRU19115A, Eesti Teadusagentuuri grantidega PSG741 ja PRG2190.

Kasutatud kirjandus

- Aaviste, G., Löchner, D., Laas, K., & Täht, K. (2026). Understanding mathematics anxiety: The role of social-emotional skills and school support. *Cogent Education*, 13(1), 2609386. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2609386>
- American Psychological Association. (n.d.). Anxiety. In *APA Dictionary of Psychology*. Retrieved 8 December 2025, from <https://dictionary.apa.org/anxiety>
- Asadpour, M., Bakhshi, M. H., Mirzapour, P., & Shahabi, M. (2025). The motivational role of teachers: A systematic review of key factors influencing students' academic motivation. *European Journal of Psychology of Education*, 40(4), 133. <https://doi.org/10.1007/s10212-025-01039-0>

- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions In Psychological Science*, 11(5), 5. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- 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>
- Aydın, U., & Özgeldi, M. (2024). What's metacognition got to do with the relationship between test anxiety and mathematics achievement? *European Journal of Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00797-7>
- Barroso, C., & Ganley, C. M. (2021). A Meta-Analysis of the Relation Between Math Anxiety and Math Achievement. 35. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Bülbül, K., & Odaci, H. (2025). Relationships between attachment styles, self esteem, cognitive distortions and academic anxiety of university students: Trials of alternative models. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*, 43(3), 36. <https://doi.org/10.1007/s10942-025-00596-z>
- Camacho-Morles, J., Slemp, G. R., Pekrun, R., Loderer, K., Hou, H., & Oades, L. G. (2021). Activity achievement emotions and academic performance: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1051–1095. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09585-3>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00011>
- 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>
- 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>
- Dowker, A., Bennett, K., & Smith, L. (2012). Attitudes to mathematics in primary school children. *Child Development Research*, 2012(1), 124939. <https://doi.org/10.1155/2012/124939>
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

- Du, C., Qin, K., Wang, Y., & Xin, T. (2021). Mathematics interest, anxiety, self-efficacy and achievement: Examining reciprocal relations. *Learning and Individual Differences*, 91, 102060. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102060>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101859. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Evans, E. M., Schweingruber, H., & Stevenson, H. W. (2002). Gender differences in interest and knowledge acquisition: The United States, Taiwan, and Japan. *Sex Roles*, 47, 153–167. <https://doi.org/10.1023/A:1021047122532>
- Finch, W. H., Cassady, J. C., & Helsper, C. A. (2024). Identification and validation of severity standards for the academic anxiety scale. *International Journal of Testing*, 24(2), 145–168. <https://doi.org/10.1080/15305058.2024.2317758>
- Fredricks, J., & Eccles, J. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: Growth trajectories in two male-sex-typed domains. *Developmental Psychology*, 38, 519–533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., Dicke, A.-L., & Goetz, T. (2012). Beyond quantitative decline: Conceptual shifts in adolescents' development of interest in mathematics. *Developmental Psychology*, 48(4), 1069–1082. <https://doi.org/10.1037/a0026895>
- Furner, J. M., & Duffy, M. L. (2022). Addressing math anxiety in a STEM World: Preventative, supportive, and corrective strategies for the inclusive classroom. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12645>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Chu, F., Scofield, J. E., & Ferguson Hibbard, D. (2019). Sex differences in mathematics anxiety and attitudes: Concurrent and longitudinal relations to mathematical competence. *Journal of Educational Psychology*, 111(8), 1447–1461. <https://doi.org/10.1037/edu0000355>
- Geary, D. C., Hoard, M., Nugent, L., Unal, Z., Greene, N., Balentine, M., Bhoyar, A., Campbell, M., Ceriotti, F., Chu, A., Compton, A., Currie, K., Dutzy, A., Evans, J., Farley, B., Ives, A., Jordan, J., Lamendola, J., Mcewen, K., & Rautenfeld. (2023). Sex differences and similarities in relations between mathematics achievement, attitudes, and anxiety: A 7th-to-9th grade longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/edu0000793>

- Gottfried, A. E., Marcoulides, G. A., Gottfried, A. W., & Oliver, P. H. (2013). Longitudinal pathways from math intrinsic motivation and achievement to math course accomplishments and educational attainment. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 6(1), 68–92. <https://doi.org/10.1080/19345747.2012.698376>
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest matters: The importance of promoting interest in education. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 220–227. <https://doi.org/10.1177/2372732216655542>
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*, 1(2), 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.09.001>
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hooda, M., & Saini, A. (2017). Academic anxiety: An overview. *Educational Quest*, 8(3), 807–810.
- Johanson, M., Pedaste, M., Pastak, M., Täht, K., Sõrmus, M., & Jukk, H. (2021). Assessment of mathematical competence using the Estonian national e-tests. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 9(2), 100–126. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.2.05>
- Jõgi, A.-L., Kikas, E., Lerkkanen, M.-K., & Mägi, K. (2015). Cross-lagged relations between math-related interest, performance goals and skills in groups of children with different general abilities. *Learning and Individual Differences*, 39, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.03.018>
- Kilp-Kabel, T., & Mädamürk, K. (2025). Expectancies, values, and task persistence can alleviate the negative effects of math anxiety on math performance. *European Journal of Psychology of Education*, 40(1). <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00928-0>
- Kilp-Kabel, T., Mädamürk, K., Kurvits, J., McMullen, J., Hannula-Sormunen, M., & Määttä, S. (2025). The relationship between grade nine math national exam results, prior skills, and an interest in math. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 13(1), 119–146. <https://doi.org/10.12697/eha.2025.13.1.06>
- Lam, K. K. L., & Zhou, M. (2019). Examining the relationship between grit and academic achievement within K-12 and higher education: A systematic review. *Psychology in the Schools*, 56(10), 1654–1686. <https://doi.org/10.1002/pits.22302>
- 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>
- Lichtenfeld, S., Pekrun, R., Marsh, H. W., Nett, U. E., & Reiss, K. (2023). Achievement emotions and elementary school children's academic performance: Longitudinal models of developmental ordering. *Journal of Educational Psychology*, 115(4), 552–570. (2022-66856-001). <https://doi.org/10.1037/edu0000748.suppl>

- Liu, E. Z. F., & Lin, C. H. (2010). The survey study of mathematics motivated strategies for learning questionnaire (MMSLQ) for grade 10-12 Taiwanese students. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 13.
- 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>
- Margolis, H., & McCabe, P. P. (2006). Improving self-efficacy and motivation: What to do, what to say. *Intervention in School and Clinic*, 41(4), 218–227. <https://doi.org/10.1177/10534512060410040401>
- Mohebi, S., Sharifirad, G. H. R., Shahsiah, M., Botlani, S., Matlabi, M., & Rezaeian, M. (2012). The effect of assertiveness training on student's academic anxiety. *J Pak Med Assoc*, 62(3).
- Mädamürk, K., & Kikas, E. (2024). The development of math skills from grades 1 to 12: Novel findings using person-oriented approach. *Developmental Psychology*, 60(12), 2330–2344. (2025-16029-001). <https://doi.org/10.1037/dev0001813>
- Mädamürk, K., Kikas, E., & Palu, A. (2018). Calculation and word problem-solving skill profiles: Relationship to previous skills and interest. *Educational Psychology*, 38(10), 1239–1254. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1495830>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Peterson, E. G., & Cohen, J. (2019). A case for domain-specific curiosity in mathematics. *Educational Psychology Review*, 31(4), 807–832. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09501-4>
- Petrović, D., Pedić Duić, P., & Pavin Ivanec, T. (2025). Student-reported early-career STEM teachers' classroom management, emotional engagement, and students' interest in subject: A multilevel analysis. *European Journal of Psychology of Education*, 40(3), 73. <https://doi.org/10.1007/s10212-025-00977-z>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801–813. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. M. (2019). The academic anxiety inventory: Evidence for dissociable patterns of anxiety related to math and other sources of academic stress. *Frontiers in Psychology*, 9, 2684. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02684>

- R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rach, S. (2023). Motivational states in an undergraduate mathematics course: Relations between facets of individual interest, task values, basic needs, and effort. *ZDM – Mathematics Education*, 55(2), 461–476. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01406-x>
- Radišić, J., Peixoto, F., Caetano, T., Mata, L., Campos, M., & Krstić, K. (2024). Scared, bored or happy? Latent profile analyses of primary school students' academic Emotions about Math. *Education Sciences*, 14(8), 841. <https://doi.org/10.3390/educsci14080841>
- Radišić, J., Videnović, M., & Baucal, A. (2015). Math anxiety – Contributing school and individual level factors. *European Journal of Psychology of Education*, 30(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10212-014-0224-7>
- Reeve, J. (2018). *Understanding Motivation and Emotion*. John Wiley & Sons.
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2015). Sex differences in mathematics and science achievement: A meta-analysis of National Assessment of Educational Progress assessments. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 645–662. <https://doi.org/10.1037/edu0000012>
- Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Estévez, I., & Valle, A. (2020). Gender differences in mathematics motivation: Differential effects on performance in primary education. *Frontiers in Psychology*, 10, 3050. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03050>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rozgonjuk, D., Kraav, T., Mikkor, K., Orav-Puurand, K., & Täht, K. (2020). Mathematics anxiety among STEM and social sciences students: The roles of mathematics self-efficacy, and deep and surface approach to learning. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00246-z>
- Rozgonjuk, D., Täht, K., Soobard, R., Teppo, M., & Rannikmäe, M. (2024). The S in STEM: Gender differences in science anxiety and its relations with science test performance-related variables. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00504-4>
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13, 23–52. <https://doi.org/10.1023/A:1009004801455>
- Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M. I., & Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychological Science*, 23(7), 691–697. <https://doi.org/10.1177/0956797612440101>

- Zhang, D., & Wang, C. (2020). The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *International Journal of Educational Research*, 104, 101648. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101648>
- Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10, 1613. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>
- Živković, M., Pellizzoni, S., Doz, E., Cuder, A., Mammarella, I., & Passolunghi, M. C. (2023). Math self-efficacy or anxiety? The role of emotional and motivational contribution in math performance. *Social Psychology of Education*, 26, 579–601. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09760-8>
- Täht, K., Mikkor, K., Aaviste, G., & Rozgonjuk, D. (2023). What motivates and demotivates Estonian mathematics teachers to continue teaching? The roles of self-efficacy, work satisfaction, and work experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 27, 961–980. <https://doi.org/10.1007/s10857-023-09587-2>
- Villavicencio, F. T., & Bernardo, A. B. I. (2016). Beyond math anxiety: Positive emotions predict mathematics achievement, self-regulation, and self-efficacy. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(3), 415–422. <https://doi.org/10.1007/s40299-015-0251-4>
- 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, Y. (2024). Examining the role of sense of belonging and formative assessment in reducing the negative impact of learning anxiety in mathematics. *European Journal of Psychology of Education*, 39(1), 431–453. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00701-9>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2020). 35 years of research on students' subjective task values and motivation: A look back and a look forward. In *Advances in Motivation Science* (Vol. 7, pp. 161–198). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.adms.2019.05.002>

Prior achievement and subject-specific anxiety as key predictors of grade 5 mathematics achievement

Getriin Aaviste^{a1}, Karin Täht^{a,b}, Triinu Kilp-Kabel^{c,d},
Dimitri Löchner^b, Kaja Mädamürk^d

^a *Institute of Mathematics and Statistics, University of Tartu*

^b *Institute of Psychology, University of Tartu*

^c *School of Educational Sciences, Tallinn University*

^d *School of Natural Sciences and Health, Tallinn University*

Summary

Students' mathematics achievement is often associated with both general and subject-specific attitudes; however, it remains unclear whether mathematics performance is better explained by general academic anxiety and learning-related interest or by mathematics-specific anxiety and interest. This study investigates whether general or mathematics-specific factors more strongly predict Grade 5 mathematics achievement, while accounting for gender and prior mathematics performance in Grade 3.

The results show that Grade 5 mathematics achievement is predicted by mathematics-specific anxiety and prior performance. In contrast, general academic anxiety and interest do not add explanatory value beyond subject-specific variables. Girls reported higher levels of anxiety in both mathematics and general academic areas, and lower mathematics interest than boys, despite comparable mathematics achievement. No gender differences were observed in general learning interest or mathematics performance.

These findings highlight the importance of distinguishing between general and subject-specific emotional factors as subject-specific experiences appear to play a more prominent role in mathematics achievement.

Methodology

The study was based on two data collections conducted in 2019 and 2021. The first focused on a Grade 3 mathematics competence test administered in Estonian schools through the national examination system. Schools were contacted via the Education and Youth Board (formerly SA Innove), which was responsible for coordinating educational development and supporting schools.

¹ Institute of Mathematics and Statistics, University of Tartu, Narva mnt 18, 51009 Tartu, Estonia; getriin@ut.ee.

In the follow-up study, the same schools were contacted. In both data collections, students completed an online self-report questionnaire and then took a mathematics test. The study was conducted in Estonian, and participants were required to have proficiency in Estonian. All research procedures were approved by an ethics committee, and informed consent was obtained from both students and their parents.

In Grade 3, 846 students participated (55.3% girls), and in Grade 5, 317 students completed all measures (50.5% girls). A total of 126 students participated altogether; the reduced longitudinal sample was primarily due to external factors such as illness and periods of distance learning.

Measures

Students completed an 18-item self-report questionnaire assessing anxiety and interest. General academic anxiety and mathematics anxiety were each measured with 5 items, while general learning interest and mathematics interest were assessed with 4 items each. Responses were recorded on a 5-point Likert scale (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree).

After completing the questionnaire, students took a mathematics competence test aligned with the Estonian national curriculum. The tests assessed conceptual and procedural mathematics skills, producing a total mathematics achievement score in both Grade 3 and Grade 5.

General academic anxiety

Students' general academic anxiety was assessed using five modified items from the Abbreviated Math Anxiety Scale (mAMAS; Carey, Hill, et al., 2017). These items were adapted to assess general academic anxiety, rather than specific anxiety related to any particular subject. Three items measured general learning anxiety (e.g., "I feel anxious if I need to learn by myself."), while two assessed test anxiety (e.g., "I feel anxious while taking a test."). The scale demonstrated good internal consistency, with a Cronbach's $\alpha = .81$ and McDonald's $\omega_{\text{total}} = .86$. A confirmatory factor analysis (CFA) further supported a one-factor model, showing an adequate fit: $\chi^2 (5, N = 335) = 25.606$, CFI = 0.981, TLI = 0.962, RMSEA = 0.111 [90% CI: 0.071 to 0.155]. Factor loadings ranged from .56 to .74. A factor score derived from this model was used in subsequent analyses.

Mathematics Anxiety

Mathematics anxiety was also measured using five modified items from the mAMAS (mAMAS; Carey, Hill, et al., 2017), tailored to capture subject-specific anxiety. Three items addressed mathematics learning anxiety (e.g., "I feel anxious when we start with a new topic in mathematics class."), and two focused

on mathematics test anxiety (e.g., “I feel anxious while taking a mathematics test.”). The scale exhibited strong internal reliability, with a Cronbach’s $\alpha = .89$, McDonald’s $\omega_{\text{total}} = .92$. A confirmatory factor analysis (CFA) confirmed a satisfactory one-factor model fit $\chi^2 (10, N = 335) = 15.911$, CFI = 0.996, TLI = 0.991, RMSEA = 0.081 [90% CI: 0.038 to 0.127]. Factor loadings ranged from .73 to .85. As with general academic anxiety, a factor score was computed from this model for subsequent analyses.

Learning Interest

General learning interest was assessed with four items adapted from the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich et al., 1993), a scale previously used in Estonia (e.g., Authors). An example item is: “Learning is interesting for me.” This scale demonstrated good internal consistency, with a Cronbach’s $\alpha = .89$ and McDonald’s $\omega = .91$.

Mathematics Learning Interest

Mathematics learning interest was also measured using four items adapted from the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich et al., 1993). An example item includes: “Solving mathematics problems is interesting for me.” This scale showed good internal consistency, with a Cronbach’s $\alpha = .94$ and McDonald’s $\omega = .95$.

Mathematics Achievement Tests for Grade 3 and Grade 5

Mathematics achievement in both grades was evaluated using a test specifically designed based on the Estonian national curriculum. The test consisted of multiple tasks assessing both conceptual and procedural mathematics skills. Conceptual skills were measured through three multi-step tasks that allowed students to solve problems without necessarily creating their own strategies. Procedural skills were assessed through ten tasks involving addition, subtraction, multiplication, and division, often linked to calculations required for conceptual tasks. Each correct answer earned one point, and these points were summed to generate a total mathematics test score. The Grade 5 test shared the same structure as the Grade 3 test, but the difficulty level of problems was adjusted to align with the curriculum expectations for the respective grade.

Results

Correlation analyses indicated that mathematics-specific constructs were more strongly associated with mathematics achievement than general academic constructs. Mathematics anxiety showed moderate negative correlations with both

the Grade 3 and Grade 5 mathematics test scores, whereas academic anxiety was even more weakly related to performance. Similarly, mathematics interest was more strongly associated with mathematics test outcomes than general academic interest, which showed no statistically significant association with Grade 3 performance. As expected, Grade 3 and Grade 5 mathematics test scores were strongly positively correlated, indicating substantial stability in mathematics performance over time.

Significant gender differences were found in mathematics-related emotions: girls reported higher academic and mathematics anxiety and lower interest in mathematics than boys. However, no gender differences were found in general academic interest or in mathematics test scores.

A stepwise multiple regression analysis was conducted to predict Grade 5 mathematics achievement. The final model included Grade 3 mathematics performance, mathematics anxiety, and mathematics interest, while gender and general academic anxiety and interest were excluded. The model explained 51% of the variance in Grade 5 mathematics achievement ($R^2 = 0.51$). Prior mathematics performance was the strongest positive predictor, while mathematics anxiety was a significant negative predictor; however, mathematics interest was not a statistically significant predictor.

Conclusion

This study demonstrates that mathematics-specific anxiety is a distinct and meaningful predictor of mathematics achievement in elementary school, even after controlling for prior performance. Although general academic and mathematics anxiety are strongly related, only mathematics-specific anxiety is associated with mathematics outcomes.

Girls reported higher anxiety and lower mathematics interest despite achieving at a similar level to boys, highlighting the relevance of emotional factors in mathematics learning. Together, these findings underscore the importance of focusing on subject-specific emotional experiences and early achievement trajectories when examining mathematics performance.

Ultimately, by understanding the distinct roles of different anxieties and recognising early academic trajectories, we can better support students' emotional well-being and cultivate a generation more confident and proficient in mathematics.

Keywords: academic anxiety, mathematics anxiety, interest, achievement, mathematics