Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Matemaatika ja statistika instituut
Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava

Irmeli Tõniste

Matemaatika õppimisel esineva proaktiivse käitumise seos matemaatika õpetamise ja matemaatikatesti tulemusega

Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: PhD Karin Täht
Kaasjuhendaja: MSc Getriin Aaviste

Tartu 2025

Kokkuvõte

Matemaatika õppimisel esineva proaktiivse käitumise seos matemaatika õpetamise ja matemaatikatesti tulemusega

Käesoleva magistritöö eesmärk oli välja selgitada, kuidas on matemaatika õppimisel esineva õpilase proaktiivse käitumise erinevad aspektid omavahel seotud ning milline on nende seos matemaatikatesti tulemusega. Samuti oli eesmärk kirjeldada, kuidas on õpilase proaktiivne käitumine seotud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega. Töös kasutati PISA 2022 Eesti õpilaste (n = 6392) matemaatikatesti tulemusi ning taustaküsimustiku järgmisi näitajaid: proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel, õpetajapoolne aktiveerimine, matemaatikaõpetaja toetus, matemaatikaõppe kvaliteet ja matemaatikaärevus. Taustaküsimustiku andmed põhinevad õpilaste eneseraporteeritud vastustel, seega kajastavad tulemused seda, kuidas õpilased ise neid aspekte tajuvad. Töös viidi läbi t-testid sugudevaheliste erinevuste leidmiseks ning korrelatsioon- ja regressioonanalüüs muutujate vaheliste seoste leidmiseks.

Andmeanalüüsist selgus, et õpilase proaktiivse käitumise erinevatest aspektidest korreleerub kõige rohkem teiste aspektidega matemaatikaõpetaja tähelepanelik kuulamine. Matemaatikatesti tulemusega on kõige tugevamalt seotud see, kui õpilane alustab ülesannete lahendamist kohe, kuulab tähelepanelikult õpetajat ning pingutab. Proaktiivne käitumine on positiivselt seotud nii matemaatikaõppe kvaliteedi, matemaatikaõpetaja toetuse kui ka õpetajapoolse aktiveerimisega ning negatiivselt seotud matemaatikaärevusega. Soolistest erinevustest tuli välja, et tüdrukud hindasid oma proaktiivset käitumist keskmiselt kõrgemaks kui poisid ning samuti tajuvad tüdrukud rohkem matemaatikaärevust. Regressioonanalüüsist selgus, et õpilase proaktiivset käitumist on võimalik ennustada matemaatikaärevuse, matemaatikaõpetaja toetuse, matemaatikaõppe kvaliteedi, õpetajapoolse aktiveerimise ja matemaatikatesti tulemuse põhjal. Regressioonanalüüsimudel on statistiliselt oluline ning näitab, et mudel kirjeldab ära 18% õpilase proaktiivse käitumise varieeruvusest. Kõige tugevamad positiivsed ennustajad olid õpetajapoolne aktiveerimine ja matemaatikaõppe kvaliteet ning ainuke negatiivne ja kõige nõrgem ennustaja oli matemaatikaärevus.

CERCS kood: S272 Õpetajakoolitus

Märksõnad: PISA, matemaatika, õpilase proaktiivne käitumine, matemaatikaõpetaja, matemaatikaärevus

Abstract

The Relationship Between Proactive Behaviour in Learning Mathematics, Mathematics Teaching and Mathematics Test Performance

The aim of this master's thesis was to explore how different aspects of students' proactive behaviour in learning mathematics are interrelated and how they are associated with mathematics test performance. A further objective was to describe the relationships between students' proactive behaviour, teacher practices, and students' mathematics anxiety. The study utilised data from the Estonian sample of PISA 2022 (n = 6392), including students' mathematics test results and background questionnaire indicators: proactive behaviour in learning mathematics, teacher-directed activation, perceived teacher support, perceived quality of mathematics instruction, and mathematics anxiety. The questionnaire data were based on students' self-reports, thus reflecting their subjective perceptions. The analysis included t-tests to examine gender differences and correlation and regression analyses to investigate the relationships between variables.

The results showed that among various aspects of proactive behaviour, listening attentively to the mathematics teacher correlated most strongly with other proactive behaviours. The mathematics test result was most strongly related to starting tasks immediately, paying close attention to the teacher, and putting in effort. Proactive behaviour was positively associated with the perceived quality of instruction, teacher support, and teacher-directed activation, and negatively associated with mathematics anxiety. Gender differences revealed that girls reported higher levels of proactive behaviour and also experienced more mathematics anxiety than boys. Regression analysis indicated that proactive behaviour can be predicted by mathematics anxiety, teacher support, quality of instruction, teacher-directed activation, and test performance. The regression model was statistically significant and accounted for 18% of the variance in students' proactive behaviour. The strongest positive predictors were teacher-directed activation and instructional quality, while the only negative and weakest predictor was mathematics anxiety.

CERCS classification: S272 Teacher Education

Keywords: PISA, mathematics, students' proactive behavior, mathematics teacher, math anxiety

Sisukord

Sissejuhatus 6
1. Teoreetiline ülevaade 9
1.1 Õpilase proaktiivne käitumine 9
1.2 Õpetajapoolne õpilaste aktiveerimine 9
1.3 Õpetajapoolne toetus 10
1.4 Matemaatikaõppe kvaliteet 11
1.5 Matemaatikaärevus 11
2. Metoodika 12
2.1 Valim 12
2.2 Muutujad 13
2.2.1 Matemaatikatesti tulemus 13
2.2.2 Proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel 13
2.2.3 Õpetajapoolne aktiveerimine 13
2.2.4 Matemaatikaõpetaja toetus 14
2.2.5 Matemaatikaõppe kvaliteet 14
2.2.6 Matemaatikaärevus 14
2.3 Protseduur (PISA küsimustikule vastamine) 14
2.4 Andmeanalüüs 15
3. Tulemused 15
3.1 Kirjeldav statistika, t-testid, indeksite sisemine reliaablus 15
3.2 Muutujatevahelised korrelatsioonid 17
3.3 Mitmene regressioonanalüüs 19
4. Arutelu 20
Tänusõnad 24
Kasutatud kirjandus 25
Lisad 33
Lisa 1. Proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel 33
Lisa 2. Õpetajapoolne aktiveerimine 34

Lisa 3. Matemaatikaõpetaja toetus..... 35
Lisa 4. Matemaatikaõppe kvaliteet.....36
Lisa 5. Matemaatikaärevus.....37

Sissejuhatus

Matemaatika on paljudele õpilastele keeruline ning negatiivseid emotsioone tekitav õppeaine, mille omandamine nõuab järjepidevat pingutust, tõhusat õpet ja toetavat õpikeskkonda (Mangarin & Caballes, 2024; Wu et al., 2021). Seetõttu on oluline mõista, millised õpilase ja õpetajapoolsed tegevused võivad kaasa aidata õppeaine paremale omandamisele. PISA 2022 uuringus olid fookuses matemaatikaalased teadmised ja oskused, sealhulgas matemaatika õppimine ja õpetamine (OECD, 2023). Eesti andmete põhjal kirjutatud raporti kohaselt on meie õpilaste matemaatikatesti keskmine tulemus ligikaudu 510 punkti, mis ületab küll OECD keskmist ja säilitab meie koha riikide pingereas, kuid samas ei ole Eesti üheski varasemas uuringus nii madalat keskmist punktisummat saanud (Kraav, 2023). Kiiresti muutuvas maailmas nõuavad uued tehnoloogiad ja suundumused inimestelt eriti head matemaatilise kirjaoskuse mõistmist (Zaza *et al*., 2020; World Economic Forum, 2023), seega on oluline välja selgitada, millised tegurid on õpilaste matemaatikatulemusega enim seotud, et õpetajad saaksid õpilasi parimal võimalikul moel toetada.

Varasematest uuringutest on selgunud, et õpilase akadeemilist edu mõjutab oluliselt tema proaktiivne käitumine õppimisel (Chen *et al*., 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020). Õpilase proaktiivne käitumine on eriti oluline just matemaatika õppimisel, kuna matemaatika on õppeaine, kus sügavam arusaam ja head tulemused sõltuvad aktiivsest mõtlemisest ning õppija osalusest aktiivõppes (Vale & Barbosa, 2023). Seetõttu võetakse antud magistritöös fookusesse õpilase proaktiivne käitumine ja selle erinevad aspektid matemaatika õppimisel.

Lisaks õpilase proaktiivsele käitumisele on õpilase akadeemiline edu positiivselt seotud ka õpetamise kvaliteediga (Engida *et al*., 2024; Teig *et al*., 2024). PISA 2022 tulemustest selgus, et Eesti õpilased, kes hindasid matemaatikaõppe kvaliteeti kõrgemalt, said kõrgemaid tulemusi ning vastupidi (Jukk, 2023). Rahvusvahelises teaduskirjanduses kasutatakse õpetamise kvaliteedi hindamiseks tavaliselt kolme aspekti: õpilaste toetamine, kognitiivne aktiveerimine ja tunni ülesehitus (Klieme *et al*., 2006). Sellest tulenevalt võetakse antud magistritöös lisaks õpilase proaktiivsele käitumisele fookusesse järgmised õpilase poolt tajutud PISA 2022 taustaküsimustiku näitajad: matemaatikaõppe kvaliteet, matemaatikaõpetaja toetus ja õpetajapoolne aktiveerimine.

Veel ilmnes PISA 2022 uuringu tulemustest, et Eestis on tõusnud õpilaste arv, kes tunnevad end matemaatikaülesandeid lahendades ärevalt ja abitult, muretsevad oma hinnete pärast ning

kardavad läbikukkumist (Jukk, 2023). Matemaatikaärevus on levinud probleem ka mujal maailmas, mõjutades 20–30 protsenti õpilastest ning enamik õpetajaid peavad seda tõsiseks probleemiks (Heubeck, 2025). On näidatud, et matemaatikaärevus on negatiivselt seotud õpilase proaktiivse käitumise ja matemaatikatulemusega, kuna matemaatikaärevus häirib keskendumist, kognitiivseid protsesse ning viib madalama soorituseni, sõltumata õpilase tegelikest teadmistest ja oskustest (Ashcraft, 2002; Barroso *et al*., 2021). Seetõttu võetakse antud töös lisaks õpilase proaktiivsusele ning õpetaja käitumisele fookusesse ka õpilase matemaatikaärevus. Kõik andmed põhinevad õpilaste eneseraporteeritud vastustel, seega kajastavad need vaid õpilasepoolset õppeprotsessi tajumist ning mäletamist, mitte niivõrd objektiivselt tunnis toimuvat.

Töö eesmärk ja uurimisküsimused

Varasematest uuringutest on selgunud, et õpilaste proaktiivne käitumine on positiivselt seotud nende õpitulemustega (Chen *et al*., 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020). Tihti keskendutakse uuringutes proaktiivsele käitumisele tervikuna, kuid PISA 2022 uuringu andmed võimaldavad eristada ka õpilase proaktiivse käitumise erinevaid aspekte, näiteks rühmatöös osalemine, õpetaja tähelepanelikult kuulamine, küsimuste esitamine jne. Sellest tulenevalt on antud magistritöö üks eesmärk, tuginedes PISA 2022 andmetele välja selgitada, milline on matemaatika õppimisel esinevate proaktiivse käitumise erinevate aspektide seos matemaatikatesti tulemusega ning kuidas on need aspektid omavahel seotud.

Õpilase proaktiivset käitumist mõjutavad nii õpetaja käitumine kui ka õpilase emotsionaalne seisund (Bordbar, 2021; Patall *et al*., 2022; Shen *et al*., 2024). Selleks, et õpetajad oskaksid õpilasi veel paremini toetada, on vaja välja selgitada, millised antud töös uuritavatest teguritest on õpilase proaktiivse käitumisega kõige tugevamalt seotud. Sellest tulenevalt on antud magistritöö teine eesmärk tuginedes PISA 2022 andmetele kirjeldada, kuidas on õpilase proaktiivne käitumine seotud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega. Lisaks vaadeldi regressioonanalüüsiga lähemalt, kuidas ennustavad matemaatikaõpetaja käitumine ja õpilase matemaatikaärevus üheskoos õpilase proaktiivset käitumist.

Erinevad uuringud on näidanud, et tüdrukud tajuvad matemaatikaärevust rohkem kui poisid (Szczygiel, 2020; Van Mier *et al*., 2018). Sugudevahelisi erinevusi, mis esinevad õpilase proaktiivsel käitumisel ja õpetaja käitumise tajumisel on autorile teadaolevalt vähe uuritud. Sellest tulenevalt kaardistatakse antud magistritöös sugudevahelised erinevused, et välja

selgitada, milliseid soolisi erinevusi esineb õpilase proaktiivsel käitumisel ja õpetaja käitumise tajumisel.

Töö eesmärkidest lähtuvalt sõnastati järgmised uurimisküsimused:

1. Milline on proaktiivse käitumise erinevate aspektide seos matemaatikatesti tulemusega?
2. Kuidas on matemaatika õppimisel esinevad õpilase proaktiivse käitumise erinevad aspektid omavahel seotud?
3. Kuidas on õpilase proaktiivne käitumine seotud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega?
4. Millised soolised erinevused esinevad õpilaste proaktiivses käitumises ning õpetajapoolse aktiveerimise, matemaatikaõpetaja toetuse, matemaatikaõppe kvaliteedi ja matemaatikaärevuse tajumisel?
5. Kuidas ennustavad õpilase poolt tajutud matemaatikaõpetaja käitumine ja õpilase matemaatikaärevus üheskoos õpilase proaktiivset käitumist?

Magistritöö koosneb neljast peatükist. Esimeses peatükis antakse teoreetiline ülevaade töös vaatluse all olevatest näitajatest: õpilase proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel, õpetajapoolne aktiveerimine, matemaatikaõpetaja toetus, matemaatikaõppe kvaliteet ja matemaatikaärevus. Teises peatükis kirjeldatakse töö metoodikat, kolmandas tuuakse välja olulisemad tulemused ning viimases peatükis arutletakse tulemuste üle.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1 Õpilase proaktiivne käitumine

Õpilase proaktiivse käitumise all mõistetakse õppija enda teadlikku panustamist õppetöö sujumisse, mille kaudu ta kujundab endale motiveeriva õpikeskkonna ning juhib oma õppimisprotsessi (Reeve & Shin, 2020). Õpilase proaktiivsel käitumisel on koolikeskkonnas oluline roll, kuna see on positiivselt seotud õpilaste õpitulemustega (Chen *et al*., 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020).

Proaktiivsed õpilased on järjekindlad ja initsiatiivikad, pühenduvad eesmärgipärasele tegevusele, tulevad hästi toime ootamatustega ning otsivad aktiivselt võimalusi oma õpieesmärkide saavutamiseks (Parker & Collins, 2010). Nad on sageli akadeemiliselt edukamad ja rohkem kaasatud õppetöösse, kuna nad kasutavad eesmärkide saavutamiseks erinevaid strateegiaid (Chen *et al*., 2021). Proaktiivsed õpilased ei loobu ülesannete lahendamisest kergesti, ei väldi pingutamist ning tulevad toime ka stressirohketes olukordades (Major *et al*., 2012). Samuti on nad valmis võtma vastutust oma õpingute eest ja osalevad sageli täiendavates õppevõimalustes (Chen *et al*., 2021). Proaktiivsetele õpilastele on omane ka suurem õpihimu ja väiksem õppimishirm, kuna sellised õpilased näevad õppeprotsessis esinevaid väljakutseid arenguvõimaluste, mitte takistustena (Elliot & Harackiewicz, 1996; Hu *et al*., 2020).

Proaktiivse käitumise puhul on oluline veel ka akadeemiline enesetõhusus ehk usk oma võimesse ülesandeid täita ja eesmärke saavutada (Bandura, 1997). Õpilased, kes usuvad oma võimesse edu saavutada, on rohkem motiveeritud ja valmis süvenema õppetöösse (Benlahcene *et al*., 2024; Zimmerman, 2000).

1.2 Õpetajapoolne õpilaste aktiveerimine

Õpetajapoolne aktiveerimine on strateegiline tegevus, millega suunatakse õpilasi aktiivselt mõtlema, vastutust võtma ja initsiatiivi näitama ning see koosneb kognitiivsetest, käitumuslikest, afektiivsetest ja sotsiaalsetest aspektidest (Fredricks *et al*., 2016). Matemaatika õppimisel ilmneb õpilaste aktiveerimine siis, kui õpilase tegevus on suunatud matemaatikaga tegelemisele, selle õppimisele, matemaatikaülesannete lahendamisele või muul moel koolimatemaatikas osalemisele (Jansen *et al*., 2023). Õpilaste mõtlemist aktiveerivate õppemeetodite kasutamisel on positiivne seos nii õpilase õpitulemuste kui ka

tema proaktiivse käitumisega (Middleton *et al*., 2017; Patall *et al*., 2022; Reeve & Shin, 2020).

Oluline on, et õpilased mõtleksid tunnis aktiivselt – õpetaja saab seda soodustada, andes õpilastele valikuvõimalusi ning julgustades neid üle klassi või rühmades arutlema, lahenduskäike selgitama ja teiste vigu parandama (Jansen *et al*., 2023; Reeve & Shin, 2020). Kui õpilased teavad, et peavad oma otsuseid ja lahendusi selgitama ja põhjendama, siis on nad ka püsivamad ja motiveeritumad (Mohammadi Zenouzagh *et al*., 2025). Samuti on oluline, et õpetaja laseks õpilasel esmalt ise proovida ja mõelda ning alles vajadusel küsiks suunavaid küsimusi, et õpilase mõtlemisprotsess oleks võimalikult aktiivne (Grijpma *et al*., 2024). Selle kõige juures on oluline positiivne, hooliv ja autonoomiat toetav õpetamisstiil, mis loob turvalise keskkonna, kus õpilased julgevad eksida ja küsimusi küsida (Pedler *et al*., 2020).

1.3 Õpetajapoolne toetus

Õpetaja toe tajumist määratletakse kui õpilase usalduse taset õpetaja väärtuste vastu ning õpetaja ja õpilase vahelise suhte kvaliteeti (Ryan & Patrick, 2001). Õpetaja pakub tuge nii emotsionaalsel kui ka kognitiivsel tasandil, et parandada õpilaste õppimist, arvestades samal ajal nende individuaalsete vajadustega (Patrick *et al*., 2007). Täpsemalt öeldes iseloomustab emotsionaalset tuge see, et õpetajad hoolivad oma õpilastest (Assor *et al*., 2002) ning kognitiivne tugi hõlmab õpetamise omadusi nagu nõustamine ja otsese abi pakkumine (Chai & Gong, 2015).

Positiivsed õpetaja-õpilase suhted mängivad olulist rolli õpilaste akadeemilises kaasatuses, kuna positiivne ja toetav suhtlus õpetajaga tugevdab õpilaste usku oma võimetesse ning soodustab nende aktiivset osalemist õppetöös (Pianta *et al*., 2012). Erinevad uuringud on näidanud, et õpetajapoolse toe kvaliteet mõjutab ka õpilaste emotsioone. Näiteks on leitud, et õpilased, kes tajusid kõrgemat õpetaja tuge, kogesid tõenäolisemalt suuremat akadeemilist naudingut (Liu *et al*., 2018), väiksemat akadeemilist lootusetust (Sakiz *et al*., 2012) ja madalamat ärevust (Lazarides & Buchholz, 2019), samal ajal kui õpetajate kontrollivad käitumised avaldasid õpilastele negatiivset mõju (Assor *et al*., 2005). On näidatud, et toetav õpetamine vähendab matemaatikaärevust ja igavust ning suurendab sisemist motivatsiooni (Lazarides & Buchholz, 2019).

1.4 Matemaatikaõppe kvaliteet

Õpetamise kvaliteedi hindamiseks kasutatakse tavaliselt kolme aspekti: õpilaste toetamine, kognitiivne aktiveerimine ja klassiruumi haldamine (Klieme *et al*., 2006). Kognitiivne aktiveerimine põhineb mitmetel (sotsiaal)konstruktiivsetel õppimisteooriatel, mis rõhutavad teadmiste iseseisvat konstrueerimist ning suhtlemist teistega lähima arengu tsoonis (Piaget, 1992; Vygotsky, 1978). Klassiruumi haldamine hõlmab mitmete teadlaste poolt kirjeldatud tõhusaid klassi haldamise strateegiaid (Emmer & Stough, 2001; Kunter *et al*., 2007). Klassi tõhusa haldamise all mõistetakse nii efektiivset ajakasutust, sujuvaid üleminekuid, selgeid reegleid ja rutiine kui ka varajast ja kiiret sekkumist, et vältida suuremaid muresid ja distsipliiniprobleeme (Kuger, 2016; Praetorius *et al*., 2018). Õpetamise kvaliteediga on seotud ka õpetaja matemaatikateadmised, mis omakorda mõjutavad õpilaste matemaatikaalaseid saavutusi (Kelcey *et al*., 2019).

Õpilaste toetus põhineb enesemääratlemise teoorial (Ryan & Deci, 2000) ja hõlmab õpilaste kompetentsuse, autonoomia ja seotuse (kuuluvustunde) toetamist (Klieme *et al*., 2006). Õpilaste toetamine tähendab edasiviiva tagasiside andmist, õpilaste vigade ja eksiarvamuste käsitlemist positiivses võtmes ning hooliva ja vastastikusel lugupidamisel põhineva klassiõhkkonna kujundamist (Fauth *et al*., 2014).

1.5 Matemaatikaärevus

Matemaatikaärevust kirjeldatakse kui ärevusseisundit, mida põhjustab matemaatikaülesannete lahendamine ning mida iseloomustavad mure, vastumeelsus ja frustratsioon (Devine *et al*., 2012). Matemaatikaärevuse teket võib soodustada näiteks madal usk oma matemaatilistesse võimetesse (Dowker *et al*., 2016) ning mitmed pedagoogilised tegurid, mis ei toeta õpilase õppimist (Rayner *et al*., 2009). Lisaks on leitud, et tüdrukud tajuvad matemaatikaärevust rohkem kui poisid (Szczygiel, 2020; Van Mier *et al*., 2018). Kuigi matemaatikaärevuse täpsed põhjused ei ole täielikult teada, peetakse teatud õpetamisstiile selle tekke soodustajaks (Ashcraft, 2002).

Matemaatikaärevus puudutab matemaatikaülesannete lahendamist ning matemaatiliste mõistete ja seoste omandamist ning testiärevus on seotud hindeliste töödega (Pletzer et al., 2016; Luttenberger *et al*., 2018). Nii matemaatikaärevus kui ka testiärevus segavad oluliselt matemaatika sooritust (Passolunghi *et al*., 2020). Ashcraft ja Kirk (2001) leidsid, et matemaatikaärevus mõjutab rohkem keerukamate ja suurt töömälu nõudvate ülesannete

lahendamist. Seevastu Maloney jt (2010) leidsid, et matemaatikaärevus mõjutab kõiki matemaatilisi tegevusi, sealhulgas ka kõige lihtsamaid, näiteks erinevate suuruste võrdlemine.

Mitmed uuringud on näidanud mõõdukat negatiivset seost matemaatikaärevuse ja matemaatikatulemuste vahel (Barroso *et al*., 2021; Passolunghi *et al*., 2020). Kuigi mõõdukas ärevus võib motiveerida õpilasi õppima, on kõrge matemaatikaärevus seotud kehva soorituse, vältimiskäitumise ja negatiivsete uskumustega oma oskuste kohta (Ashcraft, 2002). Matemaatikaärevus häirib kognitiivseid protsesse ja võib pärssida ka töömälu toimimist (Pellizzoni *et al*., 2022). Uuringute tulemused näitavad, et mida kõrgem on õpilase matemaatikaärevus, seda väiksem on tõenäosus, et õpilane käitub proaktiivselt (Guo, 2025; Quintero *et al*., 2022; Wang *et al*., 2025)

Matemaatikaärevuse leevendamine võib aidata õpilaste tulemusi, matemaatika õppimist suurendamata, viia peaaegu madala ärevusega õpilaste tasemele, mis viitab sellele, et paljud halvad tulemused on tingitud mitte niivõrd pädevuse puudumisest, vaid just ärevusest (Ashcraft, 2002). Matemaatikaärevuse leevendamisel mängib olulist rolli matemaatikaõppe kvaliteet, kuna see on matemaatikaärevusega negatiivselt seotud (Kunter *et al*., 2013; Ramirez *et al*., 2018).

2. Metoodika

2.1 Valim

Antud töös kasutatakse PISA 2022 uuringus osalenud Eesti õpilaste andmeid. Eesti valimis olid õpilased vanuses 15 aastat ja 3 kuud kuni 16 aastat ja 2 kuud. Eesti Hariduse Infosüsteemi andmetel oli 2022. aastal Eestis kokku 13 604 sobiva sünniaastaga õpilast. PISA uuringus kasutati kahes järgus toimuvat valimi moodustamise metoodikat, kus esmalt valiti välja uuringus osalevad koolid ning seejärel õpilased (Tire *et al*., 2023). Eestis valiti uuringusse 196 kooli, esindatud olid Eesti kõik maakonnad. Kokku osales PISA 2022 uuringus 6392 Eesti õpilast, kellest 3120 olid tüdrukud ja 3272 poisid. Õpilastest 78% olid 9. klassi õpilased, 21% 8. klassi ning ligikaudu 1% osalejatest moodustasid 7., 10., 12. klassi ja kutseõppe õpilased (Tire *et al*., 2023).

2.2 Muutujad

Töös keskendutakse PISA 2022 kognitiivse testi matemaatikatesti tulemustele ning taustaküsimustiku järgmistele näitajatele: proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel, õpetajapoolne aktiveerimine, matemaatikaõpetaja toetus, matemaatikaõppe kvaliteet ja matemaatikaärevus. Matemaatikaõppe kvaliteedi hindamiseks kasutati standardiseerimata üksikväidet ning ülejäänud näitajate puhul arvutati üksikväidete vastuste põhjal standardiseeritud indeksid, kus 0 vastab OECD riikide keskmisele väärtusele ja standardhälve on 1 (OECD, 2024). Indeksite arvutamiseks on vajadusel kasutatud üksikküsimuste ümberpööramist ning erinevate skaalade skaleerimist, et tagada võrreldavus.

2.2.1 Matemaatikatesti tulemus

Matemaatikatesti tulemused näitavad õpilaste sooritust PISA 2022 matemaatikaülesannete lahendamisel. Igale õpilasele on arvutatud kümme tõepärast matemaatikatesti tulemuse väärtust. Käesolevas töös kasutatakse neist ainult ühte (PV1MATH), kuna see on piisav antud töö eesmärkide täitmiseks (OECD, 2024, lk 296). Matemaatikatesti tulemused on teisendatud normaaljaotusele, mille keskmine on 500 punkti ja standardhälve 100 punkti. See tähendab, et ligikaudu kaks kolmandikku testi sooritanud õpilastest said tulemuse vahemikus 400 kuni 600 punkti (Tire *et al*., 2023).

2.2.2 Proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel

Indeks "proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel" näitab, kui sageli õpilane enda hinnangul teeb pingutust ja püsivust nõudvaid tegevusi. Õpilastele esitati üheksa väidet, millele nad vastasid 5-punktilisel Likerti skaalal, kus 1 tähendas „Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi" ja 5 tähendas „Kogu aeg või peaaegu kogu aeg". Näiteks hindasid õpilased järgmiseid väiteid: "Ma osalesin matemaatikatundides aktiivselt rühmaaruteludes", "Ma kuulasin tähelepanelikult, kui mu matemaatikaõpetaja rääkis", "Ma pingutasin oma ülesannete täitmisel matemaatika tunni jaoks", "Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati" (vt Lisa 1).

2.2.3 Õpetajapoolne aktiveerimine

Indeks "õpetajapoolne aktiveerimine" näitab õpilaste hinnangut sellele, kuivõrd matemaatikaõpetaja aktiveerib tundides nende mõtlemist. Õpilastele esitati üheksa väidet, millele nad vastasid 5-punktilisel Likerti skaalal, kus 1 tähendas „Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi" ja 5 tähendas „Igas tunnis või peaaegu igas tunnis". Näiteks hindasid õpilased järgmiseid väiteid: "Õpetaja palus meil seletada matemaatikaülesande lahendamisel oma

arutluskäiku", "Õpetaja palus meil seletada, mis oletusi me matemaatikaülesannet lahendades tegime", "Õpetaja palus meil mõelda, kuidas uus matemaatika teema oli seotud eelmiste teemadega" (vt Lisa 2).

2.2.4 Matemaatikaõpetaja toetus

Indeks "matemaatikaõpetaja toetus" näitab õpilaste hinnangut matemaatikaõpetaja toetuse kohta. Õpilased andsid hinnanguid nelja matemaatikatunnis esineva olukorra kohta 4-punktilisel Likerti skaalal, kus 1 tähendas "Igas tunnis" ja 4 "Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi". Õpilased hindasid järgmiseid väiteid: "Õpetaja tunneb huvi iga õpilase õppimise vastu", "Õpetaja annab eraldi abi, kui õpilane seda vajab", "Õpetaja abistab õpilasi nende õpingutes","Õpetaja jätkab õpetamist niikaua, kuni õpilased saavad aru" (vt Lisa 3).

2.2.5 Matemaatikaõppe kvaliteet

Õpilased hindasid matemaatika õpetamise kvaliteeti 10-palli skaalal, kus 1 oli "Halvim võimalik matemaatika õpetamine" ja 10 "Parim võimalik matemaatika õpetamine". Antud töös kasutatavatest muutujatest on see ainuke, mis esitati õpilastele üksikväitena (vt Lisa 4).

2.2.6 Matemaatikaärevus

Matemaatikaärevuse indeks näitab, kuivõrd paneb matemaatika õppimine õpilasi nende enda hinnangul muretsema. Õpilased andsid kuuele väitele hinnanguid 4-palli süsteemis Likerti skaalal, kus 1 tähendas „Nõustun täiesti" ja 4 tähendas "Ei nõustu üldse". Näiteks hindasid õpilased järgmisi väiteid: "Ma muretsen tihti, et mul läheb matemaatikatundides raskeks", "Olen mures, et võin matemaatikas läbi kukkuda", "Ma tunnen end matemaatikaülesandeid lahendades abituna", "Ma lähen matemaatikaülesandeid lahendades väga närvi" (vt Lisa 5).

2.3 Protseduur (PISA küsimustikule vastamine)

Õpilased sooritasid arvutis rahvusvaheliselt koostatud 2-tunnilist kognitiivsete võimete testi. Sellega hinnati, kuidas õpilased rakendavad koolis omandatud teadmisi eluliste probleemide lahendamisel. Test ei keskendunud faktiteadmiste kontrollimisele, vaid mõõtis õpilaste suutlikkust analüüsida, kriitiliselt hinnata ja loovalt kasutada oma teadmisi. Test koosnes matemaatika, loodusteaduste ja funktsionaalse lugemise ülesannete plokkidest. Pärast kognitiivsete võimete testi ülesannete lahendamist vastasid õpilased põhjalikule küsimustikule enda tausta kohta (Tire *et al*., 2023).

2.4 Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks eraldati PISA 2022 andmestikust ainult Eesti õpilaste andmed. Andmeanalüüsiks kasutati andmetöötlusprogrammi JASP (0.19.1). Andmete esmaseks kirjeldamiseks esitati kirjeldav statistika, mis sisaldas aritmeetilist keskmist ja standardhälvet. Samuti leiti efekti suuruse näitaja Coheni d. Muutujatevahelisi seoseid uuriti Spearmani korrelatsioonikordaja abil ning õpilase proaktiivse käitumise ennustamiseks viidi läbi regressioonanalüüs. Lisaks arvutati sisemise reliaabluse koefitsent ehk Cronbachi alfa ning kontrolliti multikollineaarsust.

3. Tulemused

3.1 Kirjeldav statistika, t-testid, indeksite sisemine reliaablus

Tabel 1. Muutujate kirjeldav statistika ja erinevus sugude lõikes.

	Koguvalim			Tüdrukud M (SD)	Poisid M (SD)	Coheni d
	M (SD)	Min	Max			
Matemaatikatesti tulemus	512,68 (84,59)	214,46	802,28	510,01 (81,48)	515,23 (87,38)	-0,06*
Proaktiivne käitumine	-0,01 (0,95)	-3,13	2,83	0,11 (0,92)	-0,13 (0,97)	0,25*
Matemaatikaärevus	0,01 (1,17)	-2,39	2,64	0,24 (1,17)	-0,21 (1,12)	0,39*
Matemaatikaõpetaja toetus	-0,21 (1,01)	-2,91	1,56	-0,22 (1,01)	-0,20 (1,0)	-0,02
Õpetajapoolne aktiveerimine	-0,16 (0,84)	-2,98	3,64	-0,16 (0,84)	-0,16 (0,85)	0,00
Matemaatikaõppe kvaliteet	6,90 (2,33)	1	10	6,91 (2,30)	6,9 (2,36)	0,00

*Märkused: M – aritmeetiline keskmine; SD – standardhälve; Coheni d – erinevuse efekti suuruse näitaja; vastajate arv varieerus vahemikus 6018–6392; * p < 0,001*

Tabelis 1 on käesolevas töös kasutatud muutujate kirjeldavad statistikud. Lisaks keskmistele ja standardhälvetele on välja toodud efekti suuruse näitaja Coheni d, mis näitab rühmade keskmiste erinevust standardhälbe ühikus. Matemaatikatesti keskmine tulemus oli 512,68

punkti (SD = 84,59). Eesti õpilased hindasid enda proaktiivset käitumist matemaatika õppimisel (M = -0,01, SD = 0,95) ning matemaatikaärevust (M = 0,01, SD = 1,17) OECD keskmisega (M = 0) sarnaseks. Andmetest tuli veel välja, et Eesti õpilased tajusid matemaatikaõpetaja toetust (M = -0,21, SD = 1,01) ja õpetajapoolset aktiveerimist (M = -0,16, SD = 0,84) OECD keskmisest madalamalt. Tajutud matemaatikaõppe kvaliteedi keskmine hinnang 10-palli skaalal oli Eesti õpilastel 6,90.

Sugudevaheliste keskmise erinevuste leidmiseks viidi läbi t-testid. Mudelis on statistiliselt olulised matemaatikatesti tulemus, õpilase proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel ning matemaatikaärevus. Tüdrukute matemaatikatesti keskmine tulemus (M = 510,01, SD = 81,48) oli küll veidi madalam kui poistel (M = 515,23, SD = 87,38), kuid efekti suurust mõõtev Coheni d näitab, et tegemist on väga väikese, praktiliselt ebaolulise erinevusega. Tüdrukud hindasid oma proaktiivset käitumist (M = 0,11, SD = 0,92) keskmiselt kõrgemaks kui poisid (M = -0,13, SD = 0,97). Samuti selgus, et tüdrukud tajuvad rohkem matemaatikaärevust (M = 0,24, SD = 1,17) kui poisid (M = -0,21, SD = 1,12). Näeme, et poiste ja tüdrukute keskmised ei erine matemaatikaõpetaja toetuse, õpetajapoolse aktiveerimise ning matemaatikaõppe kvaliteedi tajumise osas.

Lisaks kirjeldavale statistikale ja sugudevahelisele erinevusele arvutati sisemise reliaabluse koefitsent ehk Cronbachi alfa. Proaktiivse käitumise indeksi Cronbach'i α oli 0,81, õpetajapoolse aktiveerimise indeksil 0,86, matemaatikaõpetaja toetuse indeksil 0,88 ja matemaatikaärevuse indeksil 0,92. Kõigi uurimuses kasutatud indeksite sisemine reliaablus oli väga hea ($\alpha > 0,8$), mis viitab sellele, et indeksites kasutatud väited olid omavahel kooskõlas ja mõõtsid sama asja.

3.2 Muutujatevahelised korrelatsioonid

Tabel 2. Õpilase proaktiivse käitumise erinevate aspektide ja matemaatikatesti tulemuse vaheline seos.

	Mat.testi tulemus	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
V1	0,14*	-	-	-	-	-	-	-	-
V2	0,23*	0,24*	-	-	-	-	-	-	-
V3	0,22*	0,38*	0,75*	-	-	-	-	-	-
V4	-0,33*	0,00	-0,29*	-0,18*	-	-	-	-	-
V5	0,15*	0,37*	0,53*	0,64*	-0,08*	-	-	-	-
V6	0,10*	0,46*	0,33*	0,43*	0,02	0,46*	-	-	-
V7	-0,16*	-0,10*	-0,31*	-0,26*	0,54*	-0,17*	-0,08	-	-
V8	0,13*	0,32*	0,35*	0,44*	-0,01	0,48*	0,48*	-0,02	-
V9	0,28*	0,33*	0,56*	0,61*	-0,24*	0,52*	0,39*	-0,22*	0,47*

*Märkused: * p < 0,001; V1 – Ma osalesin matemaatikatundides aktiivselt rühmaaruteludes. V2 – Ma kuulasin tähelepanelikult, kui mu matemaatikaõpetaja rääkis. V3 – Ma pingutasin oma ülesannete täitmisel matemaatika tunni jaoks. V4 – Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati. V5 – Ma võtsin aega matemaatikatunniks vajaliku materjali ära õppimiseks. V6 – Ma esitasin küsimusi, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida õpetati. V7 – Ma kaotasin matemaatikatundide ajal huvi. V8 – Ma proovisin uut materjali seostada eelmistes matemaatikatundides õpituga. V9 – Ma alustasin oma matemaatikaülesannetega töötamist kohe.*

Tabelis 2 on välja toodud korrelatsioonid õpilase proaktiivse käitumise erinevate aspektide ja matemaatikatesti tulemuse vahel. Kõige suurem positiivne statistiliselt oluline seos proaktiivse käitumise erinevate aspektide ja matemaatikatesti tulemuse vahel oli järgmistel väidetel: “Ma alustasin oma matemaatikaülesannetega töötamist kohe” (ρ = 0,28), “Ma kuulasin tähelepanelikult, kui mu matemaatikaõpetaja rääkis” (ρ = 0,23), “Ma pingutasin oma ülesannete täitmisel matemaatika tunni jaoks” (ρ = 0,22). Negatiivne seos matemaatikatesti tulemusega ilmnes väidetel “Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati” (ρ = -0,33) ja “Ma kaotasin matemaatikatundide ajal huvi” (ρ = -0,16).

Proaktiivse käitumise erinevate aspektide vahel ilmnesid paljud statistiliselt olulised seosed ($p < 0,001$). Kõige rohkem korreleerus teiste aspektidega matemaatikaõpetaja tähelepanelik kuulamine (V2). Sellel olid kõige tugevamad positiivsed seosed väidetega “Ma pingutasin

oma ülesannete täitmisel matemaatika tunni jaoks" (ρ = 0,75) ning "Ma alustasin oma matemaatikaülesannetega töötamist kohe" (ρ = 0,56) ning negatiivsed seosed väidetega "Ma kaotasin matemaatikatundide ajal huvi" (ρ = -0,31) ja "Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati" (ρ = -0,29).

Veel selgus, et keskmine positiivne seos oli aktiivselt rühmatöös osalemise (V1) ja küsimuste esitamise (V6) vahel (ρ = 0,46). Uue materjali seostamine varasemalt õpituga (V8) oli keskmiselt seotud pingutamise (V3) (ρ = 0,44), õppimiseks aja võtmise (V5) (ρ = 0,48) ning küsimuste esitamisega (V6) (ρ = 0,48). Ilmnes, et keskmine seos oli ka väidete "Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati" ja "Ma kaotasin matemaatikatundide ajal huvi" vahel (ρ = 0,54).

Tabel 3. Õpilase proaktiivse käitumise seos tajutud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega.

Muutujad	1.	2.	3.	4.	5.
1. Proaktiivne käitumine	-	-	-	-	-
2. Matemaatikatesti tulemus	0,23*	-	-	-	-
3. Matemaatikaõppe kvaliteet	0,32*	0,27*	-	-	-
4. Matemaatikaõpetaja toetus	0,27*	0,12*	0,45*	-	-
5. Matemaatikaärevus	-0,19*	-0,38*	-0,33*	-0,21*	-
6. Õpetajapoolne aktiveerimine	0,24*	0,06*	0,24*	0,23*	-0,08*

Märkused: ** p < 0,001; vastajate arv varieerus vahemikus 5972–6219*

Tabelis 3 on välja toodud muutujatevahelised korrelatsioonid, kus selgub, et õpilase proaktiivne käitumine matemaatiktunnis oli seotud kõigi teiste uuritavate teguritega. Kõigi seosed olid statistiliselt olulised (p < 0,001). Analüüsi käigus selgus, et õpilase proaktiivsel käitumisel matemaatika õppimisel oli nõrk positiivne seos matemaatikatesti tulemusega (ρ = 0,23). Samuti oli proaktiivne käitumine positiivselt seotud nii õpilase poolt tajutud matemaatikaõppe kvaliteedi (ρ = 0,32), matemaatikaõpetaja toetuse (ρ = 0,27) kui ka õpetajapoolse aktiveerimisega (ρ = 0,24). Tajutud matemaatikaärevuse ja proaktiivse käitumise vahel esines aga nõrk negatiivne seos (ρ = -0,19). Antud andmete suurim positiivne seos esines matemaatikaõpetaja toetuse ja matemaatikaõppe kvaliteedi vahel (ρ = 0,45) ning suurim negatiivne seos matemaatikaärevuse ja matemaatikatesti tulemuse vahel (ρ = -0,38).

3.3 Mitmene regressioonanalüüs

Viidi läbi regressioonanalüüs õpilase proaktiivse käitumise ennustamiseks tajutud matemaatikaärevuse, matemaatikaõpetaja toetuse, matemaatikaõppe kvaliteedi, õpetajapoolse aktiveerimise ja matemaatikatesti tulemuse põhjal. Sõltuvaks muutujaks oli õpilase proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel ning sõltumatuteks muutujateks tajutud matemaatikaärevus, matemaatikaõpetaja toetus, matemaatikaõppe kvaliteet, õpetajapoolne aktiveerimine, matemaatikatesti tulemus ja sugu. Enne regressioonanalüüsi kontrolliti ka multikollineaarsust, et hinnata sõltumatute muutujate omavahelist seotust. Igale sõltumatule muutujale arvutati vastav VIF-i väärtus. Kõik VIF-i väärtused jäid vahemikku 1,0–1,5, mis näitab, et regressioonimudelis sisalduvad muutujad on omavahel piisavalt sõltumatud ning sobivad koos kasutamiseks regressioonanalüüsis.

Tabel 4. Mitmene regressioonanalüüs proaktiivsuse ennustamiseks.

	B	β	t	p	SE
Matemaatikaärevus	-0,07	-0,09	-6,63	< 0,001	0,01
Matemaatikaõpetaja toetus	0,11	0,12	8,87	< 0,001	0,01
Matemaatikaõppe kvaliteet	0,07	0,16	11,54	< 0,001	0,01
Õpetajapoolne aktiveerimine	0,18	0,16	13,39	< 0,001	0,01
Matemaatikatesti tulemus	0,001	0,12	9,14	< 0,001	0,00

Märkused: B – standardiseerimata koefitsent, β – standardiseeritud koefitsient

Regressioonanalüüsimudel on statistiliselt oluline $F(6, 5953) = 221{,}17$, $p < 0{,}001$. Kohandatud $R^2 = 0{,}18$ näitab, et mudel kirjeldab ära 18% õpilase proaktiivse käitumise varieeruvusest. Kõige tugevamad positiivsed ennustajad on õpetajapoolne aktiveerimine ($\beta = 0{,}16$; $p < 0{,}001$) ja matemaatikaõppe kvaliteet ($\beta = 0{,}16$; $p < 0{,}001$). Matemaatikaõpetaja toetus ($\beta = 0{,}12$; $p < 0{,}001$) ja matemaatikatesti tulemus ($\beta = 0{,}12$; $p < 0{,}001$) on samuti olulised, kuid veidi nõrgemad positiivsed ennustajad. Matemaatikaärevus ($\beta = -0{,}09$; $p < 0{,}001$) on ainuke negatiivne ennustaja.

4. Arutelu

Käesoleva magistritöö üks eesmärk oli tuginedes PISA 2022 Eesti andmetele välja selgitada, milline on matemaatika õppimisel esinevate proaktiivse käitumise erinevate aspektide seos matemaatikatesti tulemusega ning kuidas on need aspektid omavahel seotud. Teine eesmärk oli kirjeldada, kuidas on õpilase proaktiivne käitumine seotud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega. Samuti kaardistati sugudevahelised erinevused, et välja selgitada, milliseid soolisi erinevusi esineb õpilase proaktiivsel käitumisel ja õpetaja käitumise tajumisel. Lisaks vaadeldi regressioonanalüüsiga lähemalt, kuidas ennustavad matemaatikaõpetaja käitumine ja õpilase matemaatikaärevus üheskoos õpilase proaktiivset käitumist. Järgnevalt arutletakse tähtsamate uurimistulemuste üle ning seostatakse neid teoreetiliste lähtekohtadega. Arutelus tuuakse välja ka uurimuse piirangud, rakenduskohad ning soovitused edasiseks uurimiseks.

Esimese uurimisküsimuse *Milline on proaktiivse käitumise erinevate aspektide seos matemaatikatesti tulemusega?* tulemustest selgus, et PISA uuringus välja toodud õpilase proaktiivse käitumise erinevad aspektid on kõik matemaatikatesti tulemusega seotud. Kõige tugevam positiivne seos matemaatikatesti tulemusega ilmnes väitel „Ma alustasin oma matemaatikaülesannetega töötamist kohe“, mis viitab sellele, et õigeaegne ja iseseisev tööle asumine on õppeedukuse seisukohalt oluline. Samuti olid positiivselt seotud matemaatikatesti tulemusega õpetaja tähelepanelik kuulamine, pingutamine ülesannete täitmisel, õppimiseks aja võtmine, rühmaaruteludes aktiivselt osalemine, uue materjali seostamine varasemalt õpituga ning küsimuste esitamine. See kinnitab varasemaid uurimistulemusi, mille kohaselt õpilase teadlik ja aktiivne panustamine oma õppimisse toetab paremat akadeemilist sooritust (Chen, Bao, & Gao, 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020). Negatiivsed seosed matemaatikatesti tulemusega ilmnesid väidetel, mis viitavad loobumisele ja huvipuudusele. Proaktiivsele käitumisele on omane, et õpilased ei loobu ka pingutust nõudvates olukordades ning tavaliselt on neil suurem õpihimu (Hu *et al*., 2020; Major *et al*., 2012). Seega võib loobumine ja huvi kadumine viidata madalamale proaktiivsuse tasemele, mis omakorda selgitab sellise käitumise negatiivset seost matemaatikatesti tulemusega.

Teise uurimisküsimuse *Kuidas on matemaatika õppimisel esinevad õpilase proaktiivse käitumise erinevad aspektid omavahel seotud?* tulemustest ilmnes, et paljud proaktiivse käitumise aspektid on omavahel statistiliselt oluliselt seotud. See võib viidata sellele, et aktiivne osalemine tunnis on mitmetahuline nähtus, kus ühe proaktiivse käitumise aspekti

ilmnemisel esinevad tõenäolisemalt ka teised (Reeve & Tseng, 2011). Kõige tugevamalt korreleerus teiste proaktiivse käitumise aspektidega õpetaja tähelepanelik kuulamine, mille põhjal saab oletada, et õpetaja aktiivne kuulamine võib olla üks olulisemaid tegureid, mis toetab teiste proaktiivse käitumise aspektide avaldumist. Veel selgus, et positiivselt on seotud ka uue materjali seostamine varasemalt õpituga ning pingutamine, õppimiseks aja võtmine ja küsimuste esitamine. See viitab sellele, et õpilased, kes püüavad mõista ja süstematiseerida uut infot, kalduvad olema ka muus osas proaktiivsemad õppijad (Chen *et al*., 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020). Aktiivselt rühmatöös osalemise seos küsimuste küsimisega võib viidata sellele, et proaktiivsed õpilased soovivad teadmisi omandada suheldes ja koostööd tehes. Loobumise ja huvi kaotamise vahel oli samuti positiivne seos, mis võib viidata käitumismustrile, kus huvi kadumine viib vältimiskäitumiseni, mis omakorda takistab õppeprotsessi edenemist ning on õpitulemustega negatiivselt seotud (Pekrun *et al*., 2020; Xie, 2021)

Kolmanda uurimisküsimuse *Kuidas on õpilase proaktiivne käitumine seotud matemaatikaõpetaja käitumise ja õpilase matemaatikaärevusega?* tulemustest selgus, et õpilase proaktiivne käitumine on positiivselt seotud nii õpilase poolt tajutud matemaatikaõppe kvaliteedi, matemaatikaõpetaja toetuse kui ka õpetajapoolse aktiveerimisega. Seda tulemust kinnitavad ka varasemad uuringud, mis on näidanud, et õpetaja toetus, positiivsed õpetaja-õpilase suhted ja turvaline keskkond on olulised tegurid õpilaste akadeemilises kaasamises ning soodustavad õpilaste aktiivset osalemist õppetöös (Pedler, Yeigh, & Hudson, 2020; Pianta *et al*., 2012). Samuti on õpilase proaktiivse käitumise toetamise seisukohast oluline, et õpetaja suunaks õpilasi aktiivselt mõtlema ja initsiatiivi võtma (Fredricks *et al*., 2016).

Negatiivne seos õpilase proaktiivse käitumise ja tajutud matemaatikaärevuse vahel viitab sellele, et ärevatel õpilastel on väiksem valmisolek aktiivselt õppetöös osalemiseks, mis võib omakorda mõjutada nende õpistrateegiaid ja -tulemusi. Ka varasemad uuringud on näidanud, et matemaatikaärevus häirib kognitiivseid protsesse ning pärsib töömälu toimimist, mis omakorda raskendab ülesannete lahendamist ning vähendab õpilase enesekindlust ja motivatsiooni (Pellizzoni *et al*., 2022). Lisaks seostatakse kõrget matemaatikaärevust vältimiskäitumise ja negatiivsete uskumustega oma oskuste kohta (Ashcraft, 2002), mis võib selgitada ärevate õpilaste madalamat proaktiivsuse taset. Kõrgem ärevus takistab proaktiivse käitumise avaldumist, vähendades valmisolekut alustada ülesannetega, küsida abi või

pingutada keerulistes olukordades (Guo, 2025; Quintero *et al*., 2022; Wang *et al*., 2025). Proaktiivse käitumise kujunemisel on oluline roll nii õpetaja käitumisel kui ka õpilase emotsionaalsel seisundil (Bordbar, 2021; Patall *et al*., 2022; Shen *et al*., 2024), mistõttu on oluline toetada nii akadeemilisi kui ka sotsiaal-emotsionaalseid tegureid klassiruumis.

Neljanda uurimisküsimuse *Millised soolised erinevused esinevad õpilaste proaktiivses käitumises ning õpetajapoolse aktiveerimise, matemaatikaõpetaja toetuse, matemaatikaõppe kvaliteedi ja matemaatikaärevuse tajumisel?* tulemustest tuli välja, et sugude vahel esinevad statistiliselt olulised erinevused matemaatikatulemuses, proaktiivses käitumises ja tajutud matemaatikaärevuses. Kuigi poiste keskmine matemaatikatesti tulemus oli mõnevõrra kõrgem kui tüdrukutel, hindasid tüdrukud iseennast proaktiivses käitumises kõrgemalt. See võib viidata sellele, et tüdrukud panustavad õppetöösse teadlikumalt ja juhivad oma õppeprotsessi paremini (Reeve & Shin, 2020), kuid nende tegelikku tulemust võib pärssida kõrgem ärevustase. Nimelt ilmnes, et tüdrukud tajuvad matemaatika õppimisega seoses rohkem ärevust kui poisid, mis on kooskõlas varasemate uuringutega (Szczygiel, 2020; Van Mier *et al*., 2018). Soolisi erinevusi ei ilmnenud matemaatikaõpetaja toetuse, õpetajapoolse aktiveerimise ega matemaatikaõppe kvaliteedi tajumises, mis viitab sellele, et õpetajate käitumine ja tundide sisu on poiste ja tüdrukute jaoks sarnaselt tajutav.

Regressioonanalüüsi tulemused näitavad, et õpilase poolt tajutud matemaatikaõpetaja käitumine ja õpilase matemaatikaärevus on statistiliselt olulised õpilase proaktiivse käitumise ennustajad. Kõige olulisemate positiivsete ennustajatena tõusid esile õpilaste poolt tajutud õpetajapoolne aktiveerimine ja matemaatikaõppe kvaliteet, mis viitab sellele, et õpetajate initsiatiiv õppijate kaasamisel ning hästi korraldatud ja mõtestatud õppetöö loovad soodsa keskkonna õpilaste aktiivseks osalemiseks (Fredricks *et al*., 2016; Pedler, Yeigh, & Hudson, 2020). Õpilase proaktiivset käitumist ennustab ka tajutud õpetaja toetus, ehkki natuke nõrgemalt. Põhjus võib olla selles, et õpetaja emotsionaalne toetus loob küll turvalise ja positiivse keskkonna, kuid see ei pruugi otseselt mõjutada õpilase akadeemilist aktiivsust. Samas tajutud õpetamise kvaliteet ja õpetajapoolne aktiveerimine loovad sobiva õpikeskkonna, mis toetab õpilase aktiivset osalust. Õpilase proaktiivset käitumist ennustab ka tema matemaatikatesti tulemus. Parem matemaatikatesti tulemus võib viidata sellele, et õpilasel on olnud ka varasem õpiedu, mis omakorda kasvatab enesekindlust ja usku enda võimetesse (Bandura, 1997). Head ainealased teadmised ja tulemused teevad õppetöös osalemise mugavamaks ja vähem stressirohkeks, mis omakorda soodustab aktiivsemat

osalust. Ka varasemad uuringud on näidanud, et proaktiivse käitumise ja õpitulemuste vahel on positiivne seos (Chen, Bao, & Gao, 2021; Major *et al*., 2012; Reeve & Shin, 2020). Ainsaks negatiivseks ennustajaks osutus matemaatikaärevus, mis vähendab õpilaste valmisolekut proaktiivsele käitumisele. Matemaatikaärevuse negatiivset seost sooritusega on näidanud ka mitmed eelnevad uuringud (Ashcraft, 2002; Maloney *et al*., 2012).

Kuigi kõik ennustajad olid statistiliselt olulised, selgitas mudel õpilase proaktiivse käitumise varieeruvusest vaid 18%, mis viitab sellele, et proaktiivne käitumine on mitmetahuline nähtus, mida mõjutavad lisaks õpetaja käitumisele ja õpilase matemaatikaärevusele ka muud mudelisse mittekaasatud tegurid. Näiteks võivad oluliselt rolli mängida veel õpilase individuaalsed tegurid nagu õpilase isiksuseomadused, varasem õpikogemus, pere toetus ja ootused, sotsiaal-emotsionaalne areng või kultuurilised hoiakud õppimise suhtes. Samuti võib proaktiivne käitumine olla seotud klassi- ja koolikeskkonna laiemate aspektidega, mida käesolev mudel ei hõlmanud.

Käesoleva magistritöö tulemused pakuvad olulist teavet õpilase proaktiivse käitumise kohta matemaatika õppimisel, kuid töös esineb ka kitsaskohti. Esiteks põhineb analüüs PISA 2022 Eesti andmetel, mis on ristlõikeandmed, seega võimaldavad tegeleda vaid korrelatsioonidega ega võimalda teha põhjus-tagajärg järeldusi. Teiseks põhinevad andmed õpilaste eneseraporteeritud vastustel, mis tähendab, et tulemused keskenduvad sellele, kuidas õpilased uuritavaid aspekte tajuvad ning mäletavad. Õpilaste tajumine ei pruugi olla kooskõlas sellega, mis päriselt klassiruumis toimub, seega võib see mõjutada tulemuste usaldusväärsust ja täpsust. Samuti võib tulemusi mõjutada see, kuidas õpilased küsimuste sõnastust ja sisu mõistavad ning tõlgendavad. Regressioonimudel kirjeldas 18% proaktiivse käitumise varieeruvusest, viidates sellele, et on olemas veel mitmed olulisi tegureid, mis on samuti proaktiivse käitumisega seotud.

Vaatamata eelnevalt välja toodud piirangutele seisneb töö praktiline väärtus selles, et see tõstab esile õpilase proaktiivse käitumise olulisuse matemaatika õppimisel ning aitab paremini mõista, millised tegurid soodustavad õpilase aktiivset osalemist õppetöös. Töö tulemused rõhutavad õppekvaliteedi ja õpetaja toetuse tähtsust ning näitavad, et matemaatikaärevuse leevendamine on õpilase heaolu ja õppeedukuse seisukohalt vajalik. Seetõttu on oluline, et õpetajad ja koolijuhid pööraksid tähelepanu nii akadeemilisele sisule kui ka sotsiaal-emotsionaalsele toele, mis üheskoos loovad eeldused õpilaste aktiivseks ja tõhusaks õppimiseks.

Kokkuvõtvalt on õpilase proaktiivsel käitumisel ja selle toetamisel haridussüsteemis väga oluline roll ning seega on tähtis ka edaspidistes uurimustes sellele tähelepanu pöörata. Üheks võimaluseks edasiseks uurimiseks oleks välja selgitada, kuidas õpetajad õpilaste proaktiivset käitumist tajuvad ning mida selle toetamiseks teevad. Kuna õpilase proaktiivset käitumist mõjutavad ka teised tegurid, mida antud töös ei käsitletud, siis saaks edaspidi ka nende seost proaktiivse käitumisega uurida. Kvalitatiivsete uurimismeetodite kasutamine aitaks jõuda sügavama arusaamani, millised tegurid ja kuidas mõjutavad õpilase proaktiivset käitumist. See aitaks omakorda paremini mõista, kuidas õpetajad saaksid õpilasi parimal võimalikul moel toetada.

Tänusõnad

Magistritöö autor tänab oma juhendajaid Karin Tähte ja Getriin Aavistet oskusliku juhendamise eest. Nende põhjalikud teadmised antud valdkonnast ning tagasiside kogu protsessi vältel olid magistritöö valmimisel suureks abiks. Samuti tänab autor töö retsensenti.

Kasutatud kirjandus

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current directions in psychological science*, *11*(5), 181-185.

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*(2), 224–237. https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224

Assor, A., Kaplan, H., Kanat-Maymon, Y., & Roth, G. (2002). *Choice is good, but relevance is excellent: Autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork.* British Journal of Educational Psychology, 72(2), 261–278.

Assor, A., Kaplan, H., Kanat-Maymon, Y., & Roth, G. (2005). *Directly controlling teacher behaviors as predictors of poor motivation and engagement in girls and boys: The role of anger and anxiety.* Learning and Instruction, 15(5), 397–413.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control.* New York: W.H. Freeman.

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

Benlahcene, A., Abdelrahman, R. M., Ahmed, M., & Aboudahr, S. M. F. M. (2024). A pathway to engagement: The mediating role of self‐efficacy between interpersonal relationships and academic engagement. *Cogent Psychology, 11*(1), 2330239. https://doi.org/10.1080/23311908.2024.2330239

Bordbar, M. (2021). Autonomy-supportive faculty, students' self-system processes, positive academic emotions, and agentic engagement: Adding emotions to self-system model of motivational development. *Frontiers in Psychology, 12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.727794

Chai, X. Y., & Gong, S. Y. (2015). Secondary school students' engagement in learning mathematics: The effects of perceived support from mathematics teachers and mathematics self‐concept. *Chinese Journal of Special Education*, *17*, 78–85.

Chen, X., Bao, C., & Gao, Q. (2021). Proactive personality and academic engagement: The mediating effects of teacher–student relationships and academic self-efficacy. *Frontiers in Psychology*, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.652994

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

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*, Article 33. https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C.-Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology, 7*, Article 508. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508

Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1996). Approach and avoidance achievement goals and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*(3), 461–475. https://doi.org/10.1037/0022-3514.70.3.461

Emmer, E. T., & Stough, L. M. (2001). Classroom management: A critical part of educational psychology, with implications for teacher education. *Educational Psychologist, 36*(2), 103–112. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3602_5

Engida, M. A., Iyasu, A. S., & Fentie, Y. M. (2024). *Impact of teaching quality on student achievement: Student evidence*. Frontiers in Education, 9. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1367317

Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction, 29*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001

Fredricks, J. A., Wang, M. T., Linn, J. S., Hofkens, T. L., Sung, H., Parr, A., & Allerton, J. (2016). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction, 43*, 5–15. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.009

Grijpma, J. W., Ramdas, S., Broeksma, L., Meeter, M., Kusurkar, R. A., & de la Croix, A. (2024). Learning from the experts: Stimulating student engagement in small-group active learning. *Perspectives on Medical Education, 13*(1), 229–238. https://doi.org/10.5334/pme.1245

Guo, S., & Liao, S. (2025). The relationship between trait- and state-math anxiety and math engagement. *British Journal of Educational Psychology, 95*(1), 112–134. https://doi.org/10.1111/bjep.12746

Heubeck, E. (2025). Why so many students struggle with math anxiety—and how to help. *Education Week.* https://www.edweek.org/teaching-learning/why-so-many-students-struggle-with-math-anxiety-and-how-to-help/2025/02

Hu, S., Liu, H., Zhang, S., and Wang, G. (2020). Proactive personality and cross-cultural adjustment: roles of social media usage and cultural intelligence. *Int. J. Intercult. Relat.* 74, 42–57. https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2019.10.002

Jansen, A., Middleton, J. A., & Curcio, F. R. (2023). Secondary mathematics teachers' descriptions of student engagement. *Journal of Mathematics Teacher Education, 26*(2), 123–145. https://doi.org/10.1007/s10857-022-09562-9

Kelcey, B., Hill, H. C., & Chin, M. (2019). Teacher knowledge, quality of instruction, and student achievement: Unpacking a complex relationship. *Journal of Research on Educational Effectiveness, 12*(2), 293–320. https://doi.org/10.1080/19345747.2018.1517191

Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2006). The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer (Eds.), *Multiple perspectives on the teaching and learning of mathematics* (pp. 409–434). Springer.

Kuger, S., Kluczniok, K., Kaplan, D., & Roßbach, H.-G. (2016). *Stability and patterns of classroom quality in German early childhood education and care*. School Effectiveness and School Improvement, 27(3), 418–440. https://doi.org/10.1080/09243453.2015.1112815

Kunter, M., Baumert, J., Klusmann, U., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology, 105*(3), 805–820. https://doi.org/10.1037/a0032583

Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction, 17*(5), 494–509. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.002

Lazarides, R., & Buchholz, J. (2019). Students' Perceptions of Mathematics Instruction Quality, Affective Factors, and Their Relationship to Mathematical Achievement. *Learning and Instruction,* 64, 101-115. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.01.003.

Liu, R.-D., Zhen, R., Ding, Y., Liu, Y., & Wang, J. (2018). Teacher support and math engagement: Roles of academic self-efficacy and positive emotions. *Educational Psychology, 38*(6), 676–694. https://doi.org/10.1080/01443410.2017.1359238

Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management, 11*, 311–322. https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421

Major, D. A., Holland, J. M., and Oborn, K. L. (2012). The influence of proactive personality and coping on commitment to stem majors. *Career Dev. Q.* 60, 16–24. https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.2012.00002.x

Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during enumeration. *Cognition, 114*(2), 293–297. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.013

Mangarin, R. A., & Caballes, D. O. (2024). Difficulties in learning mathematics: A systematic review. *International Journal of Research and Scientific Innovation, 11*(9), 401–405. https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1109037

Middleton, J., Jansen, A., & Goldin, G. (2017). The complexities of mathematical engagement: Motivation, affect, and social interactions. In J. Cai (Ed.), *Compendium*

for research in mathematics education (pp. 667–699). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Mohammadi Zenouzagh, Z., Admiraal, W., & Saab, N. (2025). Empowering students' agentive engagement through formative assessment in online learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 22*(9). https://doi.org/10.1186/s41239-024-00498-7

OECD (2024), *PISA 2022 Technical Report,* PISA, OECD Publishing.

Parker, S. K., and Collins, C. G. (2010). Taking stock: Integrating and differentiating multiple proactive behaviors. *J. Manage.* 36, 633–662. https://doi.org/10.1177/0149206308321554

Passolunghi, M. C., De Vita, C., & Pellizzoni, S. (2020). Math anxiety and math achievement: The effects of emotional and math strategy training. *Developmental Science, 23*(6). https://doi.org/10.1111/desc.12964

Patall, E. A., Kennedy, A. A. U., Yates, N., Zambrano, J., Lee, D., & Vite, A. (2022). The relations between urban high school science students' agentic mindset, agentic engagement, and perceived teacher autonomy support and control. *Contemporary Educational Psychology*, 71. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102097

Patrick, H., Kaplan, A., & Ryan, A. M. (2007). *Early adolescents' perceptions of the classroom social environment, motivational beliefs, and engagement.* Journal of Educational Psychology, 99(1), 83–98. https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.83

Pedler, M., Yeigh, T., & Hudson, S. (2020). The teachers' role in student engagement: A review. *Australian Journal of Teacher Education, 45*(3), 48–62. https://doi.org/10.14221/ajte.2020v45n3.4

Pekrun, R., Loderer, K., & Lester, J. C. (2020). Boredom in computer-based learning environments: Control–value antecedents and performance consequences. *Journal of Educational Psychology, 112*(8), 1661–1677. https://doi.org/10.1037/edu0000485

Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., & Passolunghi, M. C. (2022). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: A longitudinal study.

Annals of the New York Academy of Sciences, 1510(1), 132–144. https://doi.org/10.1111/nyas.14722

Piaget, J. (1992). *The psychology of intelligence* (A. Pomerans, Trans.). Routledge.

Pianta, R. C., Hamre, B. K., and Allen, J. P. (2012). "Teacher-student relationships and engagement: Conceptualizing, measuring, and improving the capacity of classroom interactions," in *Handbook of Research on Student Engagement* (Boston, MA: Springer), 365–386. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_17

Pletzer, B., Wood, G., Scherndl, T., Kerschbaum, H.-H., & Nuerk, H.-C. (2016). Components of mathematics anxiety: Factor modeling of the MARS30-Brief. *Frontiers in Psychology, 7*, Article 91. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00091

Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM Mathematics Education, 50*(3), 407–426. https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4

Quintero, M., Hasty, L., Li, T., Song, S., & Wang, Z. (2022). A multidimensional examination of math anxiety and engagement on math achievement. *British Journal of Educational Psychology, 92*(3), 955–973. https://doi.org/10.1111/bjep.12482

Ramirez, G., Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2018). Math anxiety: Insights from research and practice. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 5*(2), 141–148. https://doi.org/10.1177/2372732218793403

Rayner, V., Pitsolantis, N., & Osana, H. P. (2009). *Mathematics anxiety in preservice teachers: Its relationship to conceptual understanding and instructional practice*. Mathematics Education Research Journal, 21(3), 60–78.

Reeve, J., & Shin, S. H. (2020). How teachers can support students' agentic engagement. *Theory Into Practice, 59*(2), 150–161. https://doi.org/10.1080/00405841.2019.1702396

Reeve, J., & Tseng, C.-M. (2011). Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology, 36*(4), 257–267. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.05.002

Ryan, A. M., & Patrick, H. (2001). The classroom social environment and changes in adolescents' motivation and engagement during middle school. *American Educational Research Journal, 38*(2), 437–460. https://doi.org/10.3102/00028312038002437

Sakiz, G., Pape, S. J., & Woolfolk Hoy, A. (2012). Does perceived teacher affective support matter for middle school students in mathematics classrooms? *Journal of School Psychology, 50*(2), 235–255. https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.10.005

Shen, S., Tang, T., Pu, L., Mao, Y., Wang, Z., & Wang, S. (2024). Teacher emotional support facilitates academic engagement through positive academic emotions and mastery-approach goals among college students. *SAGE Open, 14*(2). https://doi.org/10.1177/21582440241244652

Szczygieł, M. (2020). When does math anxiety in parents and teachers predict math anxiety and math achievement in elementary school children? The role of gender and grade year. *Social Psychology of Education, 23*(4), 1023–1054.

Zaza, S., Abston, K., Arik, M., Geho, P., & Sanchez, V. (2020). What CEOs have to say: Insights on the STEM workforce. Zaza, Sam, 136-155. https://doi.org/10.37625/abr.23.1.136-155

Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 82–91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

Tire, G., Puksand, H., Kraav, T., Jukk, H., Henno, I., Lindemann, K., Täht, K., Konstabel, K., Lorenz, B., Kitsing, M. (2023). *PISA 2022. Eesti tulemused. Eesti 15-aastaste õpilaste teadmised ja oskused matemaatikas, funktsionaalses lugemises ja loodusteadustes*. Haridus- ja Noorteamet.

Teig, N., Nilsen, T., & Hansen, K. (2024). *Teaching quality, limitations to teaching, and their links to student achievement: Insights from Nordic primary schools* (IEA Compass: Briefs in Education No. 23). International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). https://www.iea.nl/sites/default/files/2024-02/Compass_Brief_23.pdf

Vale, I., & Barbosa, A. (2023). Active learning strategies for an effective mathematics teaching and learning. *European Journal of Science and Mathematics Education, 11*(3), 573–588. https://doi.org/10.30935/scimath/13135

Van Mier, H. I., Schleepen, T. M. J., & Van den Berg, F. C. G. (2019). Gender differences regarding the impact of math anxiety on arithmetic performance in second and fourth graders. *Frontiers in Psychology, 9*, 2690.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds. & Trans.). Harvard University Press.

Wang, Y., Zhang, J., & Suárez-Pellicioni, M. (2025). Math anxiety is associated with skipping problems and less help-seeking behavior after error commission. *Learning and Individual Differences, 120*. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102681

World Economic Forum. (2023). *Future of jobs report 2023*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

Wu, G., Zhang, D., & Zhang, C. (2021). *Teacher emotional support facilitates academic engagement through self-efficacy and math behavioral engagement among Chinese students*. Frontiers in Psychology, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651608

Xie, J. (2021). The effects of boredom on EFL learners' engagement: The mediating role of task value and self-regulation. *Frontiers in Psychology, 12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.743313

Lisad

Lisa 1. Proaktiivne käitumine matemaatika õppimisel

Kui sageli oled Sa sel õppeaastal teinud igat järgmist asja?

(Palun vali igas reas üks vastus.)

	Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi	Vähem kui pool ajast	Umbes pool ajast	Rohkem kui pool ajast	Kogu aeg või peaaegu kogu aeg
Ma osalesin matemaatikatundides aktiivselt rühmaaruteludes.	ST293Q01JA01	ST293Q01JA02	ST293Q01JA03	ST293Q01JA04	ST293Q01JA05
Ma kuulasin tähelepanelikult, kui mu matemaatikaõpetaja rääkis.	ST293Q02JA01	ST293Q02JA02	ST293Q02JA03	ST293Q02JA04	ST293Q02JA05
Ma pingutasin oma ülesannete täitmisel matemaatika tunni jaoks.	ST293Q03JA01	ST293Q03JA02	ST293Q03JA03	ST293Q03JA04	ST293Q03JA05
Ma loobusin, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida parasjagu õpetati.	ST293Q04JA01	ST293Q04JA02	ST293Q04JA03	ST293Q04JA04	ST293Q04JA05
Ma võtsin aega matemaatikatunniks vajaliku materjali ära õppimiseks.	ST293Q05JA01	ST293Q05JA02	ST293Q05JA03	ST293Q05JA04	ST293Q05JA05
Ma esitasin küsimusi, kui ei saanud aru matemaatika materjalist, mida õpetati.	ST293Q06JA01	ST293Q06JA02	ST293Q06JA03	ST293Q06JA04	ST293Q06JA05
Ma kaotasin matemaatikatundide ajal huvi.	ST293Q07JA01	ST293Q07JA02	ST293Q07JA03	ST293Q07JA04	ST293Q07JA05
Ma proovisin uut materjali seostada eelmistes matemaatikatundides õpituga.	ST293Q08JA01	ST293Q08JA02	ST293Q08JA03	ST293Q08JA04	ST293Q08JA05
Ma alustasin oma matemaatikaülesannetega töötamist kohe.	ST293Q09JA01	ST293Q09JA02	ST293Q09JA03	ST293Q09JA04	ST293Q09JA05

Lisa 2. Õpetajapoolne aktiveerimine

Kui sageli tegi Sinu õpetaja sel õppeaastal matemaatikatunnis järgmisi asju?

(Palun vali igas reas üks vastus.)

	Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi	Vähem kui pooltes tundides	Umbes pooltes tundides	Rohkem kui pooltes tundides	Igas tunnis või peaaegu igas tunnis
Õpetaja palus meil matemaatikaülesandeid ilma midagi arvutamata lahendada.	ST285Q01JA01	ST285Q01JA02	ST285Q01JA03	ST285Q01JA04	ST285Q01JA05
Õpetaja palus meil seletada, kuidas me matemaatikaülesande lahendasime.	ST285Q02JA01	ST285Q02JA02	ST285Q02JA03	ST285Q02JA04	ST285Q02JA05
Õpetaja palus meil seletada, mis oletusi me matemaatikaülesannet lahendades tegime.	ST285Q03JA01	ST285Q03JA02	ST285Q03JA03	ST285Q03JA04	ST285Q03JA05
Õpetaja palus meil seletada matemaatikaülesande lahendamisel oma arutluskäiku.	ST285Q04JA01	ST285Q04JA02	ST285Q04JA03	ST285Q04JA04	ST285Q04JA05
Õpetaja palus meil kaitsta oma vastust matemaatikaülesandele.	ST285Q05JA01	ST285Q05JA02	ST285Q05JA03	ST285Q05JA04	ST285Q05JA05
Õpetaja palus meil mõelda, kuidas uus matemaatika teema oli seotud eelmiste teemadega.	ST285Q06JA01	ST285Q06JA02	ST285Q06JA03	ST285Q06JA04	ST285Q06JA05
Õpetaja julgustas meid mõtlema, kuidas lahendada matemaatikaülesandeid tunnis näidatutest erinevatel viisidel.	ST285Q07JA01	ST285Q07JA02	ST285Q07JA03	ST285Q07JA04	ST285Q07JA05
Õpetaja palus meil jätkata proovimist ka siis, kui matemaatikaülesannete lahendamine meile raskusi valmistab.	ST285Q08JA01	ST285Q08JA02	ST285Q08JA03	ST285Q08JA04	ST285Q08JA05
Õpetaja õpetas meid reegleid meelde jätma ja neid matemaatikaülesannete lahendamisel kasutama.	ST285Q09JA01	ST285Q09JA02	ST285Q09JA03	ST285Q09JA04	ST285Q09JA05

Lisa 3. Matemaatikaõpetaja toetus

Kui tihti tuleb Sinu matemaatika tundides ette järgmist?

(Palun vali igas reas üks vastus.)

	Igas tunnis	Enamikus tundides	Mõnes tunnis	Mitte kunagi või peaaegu mitte kunagi
Õpetaja tunneb huvi iga õpilase õppimise vastu.	ST270Q01JA01	ST270Q01JA02	ST270Q01JA03	ST270Q01JA04
Õpetaja annab eraldi abi, kui õpilane seda vajab.	ST270Q02JA01	ST270Q02JA02	ST270Q02JA03	ST270Q02JA04
Õpetaja abistab õpilasi nende õpingutes.	ST270Q03JA01	ST270Q03JA02	ST270Q03JA03	ST270Q03JA04
Õpetaja jätkab õpetamist niikaua, kuni õpilased saavad aru.	ST270Q04JA01	ST270Q04JA02	ST270Q04JA03	ST270Q04JA04

Lisa 4. Matemaatikaõppe kvaliteet

Kuidas Sa hindaksid 10-palli skaalal Sinule matemaatika õpetamise kvaliteeti käesoleval õppeaastal?

(Palun vali vastus vahemikus 1 kuni 10.)

	Halvim võimalik matemaatika õpetamine 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Parim võimalik matemaatika õpetamine 10
Matemaatika õpetamise kvaliteet:	ST272Q01JA01	ST272Q01JA02	ST272Q01JA03	ST272Q01JA04	ST272Q01JA05	ST272Q01JA06	ST272Q01JA07	ST272Q01JA08	ST272Q01JA09	ST272Q01JA10

Lisa 5. Matemaatikaärevus

Mil määral Sa nõustud või ei nõustu järgmiste väidetega?

(Palun vali igas reas üks vastus.)

	Nõustun täiesti	Nõustun	Ei nõustu	Ei nõustu üldse
Ma muretsen tihti, et mul läheb matemaatikatundides raskeks.	ST292Q01JA01	ST292Q01JA02	ST292Q01JA03	ST292Q01JA04
Ma olen väga pinges, kui pean tegema matemaatika kodutöid.	ST292Q02JA01	ST292Q02JA02	ST292Q02JA03	ST292Q02JA04
Ma lähen matemaatikaülesandeid lahendades väga närvi.	ST292Q03JA01	ST292Q03JA02	ST292Q03JA03	ST292Q03JA04
Ma tunnen end matemaatikaülesandeid lahendades abituna.	ST292Q04JA01	ST292Q04JA02	ST292Q04JA03	ST292Q04JA04
Ma muretsen, et saan matemaatikas halbu hindeid.	ST292Q05JA01	ST292Q05JA02	ST292Q05JA03	ST292Q05JA04
Olen mures, et võin matemaatikas läbi kukkuda.	ST292Q06JA01	ST292Q06JA02	ST292Q06JA03	ST292Q06JA04

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Irmeli Tõniste,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose "Matemaatika õppimisel esineva proaktiivse käitumise seos matemaatika õpetamise ja matemaatikatesti tulemusega", mille juhendajad on Karin Täht ja Getriin Aaviste, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Irmeli Tõniste
21.05.2025