

TALLINNA ÜLIKOOL

Ühiskonnateaduste instituut

Sotsioloogia suund

Jennifer-Chelsea Laanet

**PERE, ÜMBRITSEVATE INIMESTE JA KESKKONDADE MÕJU ÕPILASE
MATEMAATILISELE IDENTITEEDILE NING MATEMAATILISE IDENTITEEDI
MÕJU MATEMAATIKA ÕPITULEMUSTELE PISA 2022 ANDMETEL**

Magistritöö

Juhendaja:

Professor Kadri Täht

Tallinn

2025

RESÜMEE

Magistritöös uurin 2022. aasta PISA (*Programme for International Student Assessment*) andmete põhjal, kuidas mõjutavad pere taust ning perega suhted, kooli tunnused ning tajutav koolikeskkond, ühiskondlikud normid ja stereotüübid Eesti õpilase matemaatilist identiteeti ning kuidas matemaatiline identiteet on seotud õpitulemustega. Eestis on puudus reaalteaduste järelkasvust ning õpilaste seas ei ole reaalsed populaarsed (Hämmal et al., 2020). Õpilaste matemaatilise identiteedi arengu toetamine võib olla üks lahendustest reaalsuste vastu huvi tekitamisel. Selleks on aga vaja mõista, mis matemaatilist identiteeti mõjutab.

Töö koosneb neljast osast. Esimeses osas selgitan identiteedi olemust ning avan levinumaid käsitlusi. Teises osas toon Pierre Bourdieu teooriatele põhinedes välja, kuidas (matemaatiline) identiteet areneb ning mis on selle suurimad mõjutegurid. Annan ülevaate varasematest matemaatilist identiteeti käsitlenud uuringutest ning avan matemaatilise identiteedi ja õpitulemuste seost. Püstitan ka hüpoteesid. Kolmandas osas teen põhjaliku ülevaate PISA uuringu olemusest ning kirjeldan kasutatavaid andmeid ja uurimismeetodeid. Neljandas osas võtan kokku tulemused. Matemaatilist identiteeti käsitlen kahe tunnuse kaudu: matemaatikaärevus ning püsivus matemaatika õppimisel, mõjusid hindan lineaarregressioonidega. Vaatan alustuseks mõlema tunnuse puhul eraldi, kuidas erinevad näitajad neid mõjutavad ning seejärel kõrvutan tulemused, et hinnata matemaatilise identiteedi mõjutajaid. Viimaks hindan lineaarregressiooni abil matemaatilise identiteedi mõju PISA matemaatikatesti tulemustele.

Tulemused näitavad, et matemaatilisele identiteedile omavad mõju nii pere sotsiaalmajanduslik staatus kui ka suhtlus õpilasega. Oluline mõju õpilase matemaatilisele identiteedile omab õpetaja ning matemaatika õpetamise kvaliteet. Samuti on olulisel kohal tajutav koolikeskkond ning matemaatilise identiteedi arengule on kuuluvustunne oluline. Poistel on oluliselt positiivsem matemaatiline identiteet kui tüdrukutel ning kodune keel ei oma olulisust. Kooli omadused, nagu suurus ja selektiivne vastuvõtt või asukoht, ei oma matemaatilisele identiteedile olulist mõju. Positiivsem matemaatiline identiteet parandab matemaatika õpitulemusi.

Võttesõnad: matemaatiline identiteet, pere, kool, ühiskond, õpitulemused, PISA

ABSTRACT

In my thesis, I examine how family background and relationships, school characteristics and perceived school environment, societal norms and stereotypes influence the mathematical identity of Estonian students based on the 2022 PISA (Programme for International Student Assessment) data, and how mathematical identity is related to academic achievement. Estonia faces a shortage of future professionals in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) fields, and science subjects are not popular among students (Hämmal et al., 2020). Supporting the development of students' mathematical identity may be one solution to increasing interest in STEM subjects. However, to do so, we need to understand what influences mathematical identity.

The thesis consists of four parts. In the first part, I explain the nature of identity and introduce the most common theoretical approaches. The second part explores how (mathematical) identity develops. I provide an overview of previous studies on mathematical identity and examine the link between mathematical identity and learning outcomes. Hypotheses are formulated. In the third part, I present a thorough overview of the PISA study, describe the data used, and outline the research methods. The fourth part summarizes the results. Mathematical identity is examined through mathematics anxiety and perseverance in learning mathematics. The effects are assessed using linear regressions. First, I analyze how various indicators affect each of these two aspects separately, and then compare the results to identify the main influences on mathematical identity. Finally, I assess how mathematical identity affects PISA math scores using linear regression.

The results show that both the family's socioeconomic status and communication with the student influence mathematical identity. Teachers and the quality of mathematics instruction play a significant role. The perceived school environment is important, and a sense of belonging contributes to the development of mathematical identity. Boys have a significantly more positive mathematical identity than girls, while the language spoken at home is not a significant factor. School characteristics such as size or selective admission, or location do not significantly influence mathematical identity. A more positive mathematical identity improves mathematics performance.

Keywords: mathematical identity, family, school, society, academic achievement, PISA

SISUKORD

RESÜMEE.....	2
ABSTRACT	3
SISSEJUHATUS.....	5
1. IDENTITEET	8
1.1. Identiteet ja identiteedi käsitlused	8
1.2. Matemaatiline identiteet	11
2. (MATEMAATILISE) IDENTITEEDI KUJUNDAJAD NING IDENTITEEDI SEOS ÕPITULEMUSTEGA. HÜPOTEESID.....	14
2.1. (Matemaatilise) identiteedi kujunemise mõjutajad	14
2.1.1 Perekond	16
2.1.2 Kooli- ja klassikeskkond.....	20
2.1.3 Ühiskondlikud stereotüübid, normid ja levinud uskumused	24
2.2. Matemaatika õpitulemuste seos matemaatilise identiteediga	28
3. ANDMESTIK JA METOODIKA.....	30
3.1. PISA 2022.....	30
3.2. Andmete ettevalmistus ning tunnused	32
3.3. Analüüsimeetod	37
3.4. Ülevaade andmetest	40
4. TULEMUSED JA ARUTELU.....	42
4.1. Matemaatikaärevus	42
4.1.1 Teemaplokkide regressioonanalüüs	42
4.1.2 Terviklik regressioonanalüüs	45
4.2. Püsivus matemaatika õppimisel	51
4.2.1 Teemaplokkide regressioonanalüüs	51
4.2.2 Terviklik regressioonanalüüs	53
4.3. Matemaatiline identiteet	58
4.4. Matemaatilise identiteedi seos õpitulemustega.....	62
KOKKUVÕTE	65
KASUTATUD KIRJANDUS	68
LISAD.....	84
Lisa 1. PISA 2022 koondtunnuste sisu (OECD, 2024).....	84
Lisa 2. Kontrollitud mõjude analüüs matemaatikatesti tulemustele	89

SISSEJUHATUS

Kognitiivseid oskuseid peetakse järjest tähtsamaks (Maailma Majandusfoorum, 2023) ning nende arenemises on matemaatikal oluline roll (Zacharopoulos et al., 2021). Arvestades reaalarvude populaarsuse vähenemist ja õpitulemuste halvenemist ning vähest järelkasvu reaalseadustes (BusinessEurope, 2023; Hämmäl et al., 2020), on oluline mõista millised tegurid ning kuidas mõjutavad huvi matemaatika vastu. Varasemad uuringud on tõestanud uskumuste ja väärtuste seost õppimise ja õpitulemustega (Acosta & Hsu, 2014; Nalipay et al., 2021). Uskumused ja väärtused on aga osa indiviidi identiteedist (Hitlin, 2003; Huang et al., 2025). Sellest järeldatuna võib eeldada seost ka identiteedi ja õpitulemuste vahel. Ehk on just positiivse matemaatilise identiteedi, st õpilase positiivse enesetaju matemaatikaga seoses, kujundamisel oluline roll matemaatika vastu huvi tekitamisel ja õpitulemuste parandamisel?

Matemaatilist identiteeti ning selle kujunemist uuritakse maailmas üha rohkem (Darragh, 2016; Radovic et al., 2018), aga Eestis on see siiani pigem vähe-uuritud teema. See seletab ka seda, miks senini puudub selle kohta eesti keeles ühtne terminoloogia. Ingliskeelset väljendit *mathematical identity* või *math identity* on eesti keelde keeruline tõlkida, sest erinevad tõlked toovad endaga kaasa erinevad vaikumisi mõistmised või harjumuspärase tähenduste ülekandmise. „Matemaatika identiteet“ viitab keeleliselt justkui identiteedile, mis kuulub matemaatikale, mistõttu ei pea ma seda kuigi sobivaks tõlkeks. „Matemaatika-identiteet“ ei tekita küll grammatilist ja tõlgenduslikku segadust, ent suulises kasutuses jääb ta sarnaselt „matemaatika identiteedile“ segasele kuuluvussuhtele viitama. Kuigi ka „matemaatiline identiteet“ on keeleliselt probleemne – tihti peale mõistame „matemaatilist“ vaikumisi kui arvus väljendatud nähtust – olen valinud just selle tõlke, et hoida ühtset joont teiste eestikeelsete identiteediliigitustega, nagu näiteks kultuuriline identiteet, rahvuslik identiteet, sooline identiteet jt.

Varasemalt on õpitulemuse ja väärtusi puudutavad Eesti uuringud keskendunud eelkõige pere sotsiaalmajandusliku tausta ja tulemuste vahelisele seosele (Lauri et al., 2023; León et al., 2022; Mere et al., 2006; Põder, Lauri, et al., 2023; Tire et al., 2023) või vanemate uskumuste ja väärtuste mõjule õpilase uskumustele ning väärtustele (Tamm, 2021; Tulviste et al., 2018). Pere sotsiaalmajandusliku tausta ja õpilase uskumuste ja väärtuste seoste kohta õppeaine

spetsiifiliselt või üldhariduse võtmes minule teadaolevalt Eesti kontekstis uuritud ei ole, kuid on uuritud näiteks sotsiaalmajandusliku tausta seost kõrgharidusse suhtumisega (Täht & Paškov, 2013).

Lisaks on oluline võtta arvesse õpilast sagedalt ümbritsevate inimeste ja keskkonna mõju identiteediloomes protsessile, kuna identiteet areneb läbi teistega kokkupuute (Bastos & Bastos, 2010; Mead, 1913; Radišić et al., 2024). Kui suudame paremini mõista, mis mõjutab õpilase matemaatilise identiteedi arengut, on võimalik seda poliitika kujundamisel, õppeprotsesside disainimisel ja õpetamisel arvesse võtta ning taoline teadmus annab ka sisendit lapsevanematele, aitamaks neil toetada oma laste matemaatilise identiteedi arengut.

Käesoleva töö eesmärk on 2022. aasta PISA (*Programme for International Student Assessment*) uuringu andmetele tuginedes hinnata Eesti kontekstis õpilase perekondliku sotsiaalmajandusliku tausta, ümbritsevate inimeste ja keskkonna mõju tema matemaatilisele identiteedile. Kuna identiteet on kompleksne konstruktsioon, on õpilase uskumuste, väärtuste, seisukohtade, tunnete ja enesehinnangu põhjal võimalik teha järeldusi õpilase matemaatilise identiteedi kohta, sest need on osaks tema matemaatilisest identiteedist (Bastos & Bastos, 2010; Eccles, 2009; Hitlin, 2003; Huang et al., 2025; Sabri & Rasheed, 2022; Sfard & Prusak, 2005).

Töö uurimisküsimused on:

- 1) Kas ja kuidas mõjutab perekondlik taust õpilase matemaatilist identiteeti?
- 2) Kas ja kuidas mõjutavad kool ja klass õpilase matemaatilist identiteeti?
- 3) Milline mõju on (tajatud) ühiskondlikel normidel ja stereotüüpidel õpilase matemaatilisele identiteedile?
- 4) Kas ja kuidas on omavahel seotud matemaatiline identiteet ja matemaatika tulemused?

Töö esimeses osas teen ülevaate identiteedi olemusest ning selgitan personaalse ja kollektiivse, psühholoogilise ja sotsioloogilise identiteedi erinevust. Seejärel selgitan matemaatilise identiteedi täpsemat tähendust ning toon näiteid, kuidas matemaatilist identiteeti varasemates uuringutes kategoriseeritud on. Töö teine peatükk keskendub identiteeti, sh matemaatilist identiteeti mõjutavatele teguritele tuginedes peamiselt Pierre Bourdieu välja, habituse ja kapitali mõistetele. Toon välja varasematest uuringutest seoseid matemaatilise identiteedi (või

identiteedi osade) ja pere, koolikeskkonna ja ühiskondlike stereotüüpide ning normide vahel, millele tuginedes püstitan ka hüpoteesid. Teise peatüki viimases alapeatükis uurin matemaatilise identiteedi ja matemaatika õpitulemuste vahelist seost ning püstitan ka selle kohta hüpoteesi. Kokku püstitan üheksa hüpoteesi. Kolmas peatükk keskendub uurimuse empiirilise osa aluseks olevale andmestikule ja metoodikale. Kirjeldan täpsemalt, mis on PISA uuring, kuidas olen operatsionaliseerinud kesksed mõisted ning milliseid tunnused olen andmestikust kasutanud. Lisaks kirjeldan andmete ettevalmistusprotsessi ja analüüsimeetodit. Viimaks annan lühikese ülevaate andmestiku demograafilistest tunnustest. Neljandas peatükis avan oma analüüside tulemusi ning arutlen nende üle, luues seoseid varasemate uuringutega ja tulles tagasi hüpoteeside juurde. Nimetatud peatükis on kahe identiteeti iseloomustava tunnusega analüüsid, mida alguses vaatan eraldi ning seejärel neid koos tõlgendades teen järeldused matemaatilise identiteedi kohta. Lõpetuseks analüüsin nende tunnuste mõju matemaatikatesti tulemusele. Töö lõpetab kokkuvõtte, mil tulen taas tagasi uurimisküsimuste juurde ning annan koondülevaate uurimuse tulemustest. Veel toon välja oma tööga seotud piirangud ja potentsiaalsed uurimissuunad, mida võiks matemaatilise identiteedi uurimisel tulevikus rakendada.

1. IDENTITEET

Käesolevas peatükis on ära toodud töö seisukohast olulisimad teoreetilised käsitlused ja põhimõisted: identiteet, personaalne ja kollektiivne/sotsiaalne identiteet, psühholoogiline ja sotsioloogiline identiteet, matemaatiline identiteet, rolli identiteet. Esimest peatükki alustan identiteedi mõtestamise ja defineerimisega. Toon välja levinumad identiteedikäsitlused ja nende sisu. Peale seda pöördun magistritöö fookusteema – matemaatilise identiteedi – juurde. Selgitan matemaatilise identiteedi olemust ja seotust indiviidi laiema identiteediga. Peatüki lõpetan ülevaatega, kuidas on varasemalt matemaatilist identiteeti mõõdetud ning kategoriseeritud.

1.1. Identiteet ja identiteedi käsitlused

Inimese „identiteet“ on üks neist mõistetest, mis on ühtaegu nii arusaadav ja selge, aga ka hägus ja laialivalguv. Me teame enamasti, mida see tähendab, mida selle all mõistetakse, kuid kui palutakse meil mõistet defineerida, jääme hätta. Seda just „identiteedi“ mitmese sisu tõttu. „Identiteedi“ defineerimisel alustasin „Eesti keele seletavast sõnaraamatust“ (2009), mis sätestab „identiteedi“ definitsiooni kui „teadmine endast sotsiaalseis olukordades ja suhetest; eneseteadvus“. See definitsioon ei aita meid antud juhul siiski kuigivõrd edasi, olles jätkuvalt pigem pealiskaudne ja liialt üldine. Liikudes edasi ingliskeelsete seletavate sõnaraamatute juurde, tuleb „identiteedi“ mitmene olemus juba paremini välja. Nii Cambridge (n.d) kui ka Oxfordi (n.d) sõnaraamatud seletavad identiteeti kolmel viisil: 1) kes sa oled (nimi, faktid, omadused, tundmused); 2) kes sa oled teistega samaselt (samad omadused, tundmused); 3) kes sa oled teistega eristuvalt (erinevad omadused, tundmused). Selline seletus aitab meil „identiteeti“ mõista igapäevases kontekstis, ent akadeemilises kontekstis jääb sellestki veel väheks, vajades süsteemset ning fookusseeritud, enamasti kitsendatud käsitlust.

Akadeemilises kontekstis on levinud eelkõige personaalse ja sotsiaalse/kollektiivse identiteedi (Bastos & Bastos, 2010; Eccles, 2009; Hitlin, 2003; Huang et al., 2025; Krasny, 2020; Owens et al., 2010; Sabri & Rasheed, 2022) käsitlus ja eristus. Eccles (2009) eristab personaalset ja kollektiivset identiteeti omaduste erilise järgi – need, mis tekitavad inimeses unikaalse tunde

on osa tema personaalsetest identiteetidest ning need, mis seovad teda teiste gruppide ja inimestega (nt sugu, religioon, klass), on osa kollektiivsetest identiteetidest. José ja Susana Bastos (2010) on eristust veel täiendanud, lugedes personaalseks identiteediks teadmised ja mõistmise, mis inimesel enda kohta järjepidevalt on, sisaldades eripäraseid omadusi ning kogemusi. Personaalne identiteet konstrueeritakse läbi enesetaju. Sotsiaalne või kollektiivne identiteet hõlmab samastumist teatud gruppidega ja peegeldab indiviidi enesekäsitlemise kujunemist läbi sotsiaalsete kategooriate. Sotsiaalne identiteet on mõjutatud ajaloolistest, kultuurilistest ja sotsiaalsetest kontekstidest ja väljendab inimese suhestumist teistega (Bastos & Bastos, 2010).

Identiteetidega kaasnevad ideed, mida käitumise kaudu väljendatakse ning seeläbi valideeritakse ka identiteeti (Eccles, 2009). Identiteet on kogum erinevatest omadustest ja näitajatest nagu motivatsioon (Eccles, 2009), tunded (Bastos & Bastos, 2010), uskumused iseendast (võimekus, iseloom, omadused) (Eccles, 2009), kaasaskantavad väärtused ja uskumused (Hitlin, 2003; Huang et al., 2025), füüsilised omadused (Huang et al., 2025), kogemused (Huang et al., 2025), tegevused (Huang et al., 2025; Krasny, 2020), kuuluvustunne ja enese taju mingis sfääris/rollis (Bastos & Bastos, 2010; Sabri & Rasheed, 2022) ning seda sageli võrdluses teistega (Bastos & Bastos, 2010).

Identiteedi käsitlemisel on samuti peamiselt kaks kategooriat: psühholoogiline ja sotsioloogiline identiteedi käsitus (Callero, 2003; Côté & Schwartz, 2002; Darragh, 2016), ent nende kahe puhas eristamine on keeruline, kuna kattuvust kahe vahel on palju (Côté & Schwartz, 2002; Hogg & Ridgeway, 2003), ning range eristus paistab olevat eelkõige ajalooline (Bögre, 2021) ja tingitud sotsioloogide ja psühholoogide vahelisest konkurentsist (Hogg & Ridgeway, 2003). Darragh (2016) on võtnud kokku klassikaliste psühholoogiliste (põhinedes eelkõige Erik Eriksonile) ja sotsioloogiliste (põhinedes eelkõige George Herbert Meadile) identiteedi käsitleste sisud. Sotsioloogiline identiteet on kui tegevus ja protsess – pidevas muutumises ja arengus. Psühholoogiline identiteet on nähtud omadusena – midagi, mida on võimalik saavutada ja omandada. Darragh (2016) jaoks on problemaatiline, et autorid ajavad need omavahel segamini ja lähevad sujuvalt üle ühelt teisele, samas teadvustab Darragh, et neid kahte on võimalik ühes uurimuses mõlemat käsitleda, ent erinevatel eesmärkidel. Teisalt aga on tänapäevane identiteedikäsitus põimitum kui varem. José ja Susana Bastos (2010) on teinud

põhjaliku ülevaate identiteedikäsitluste arengust ning rõhutavad, et identiteedi areng on mitmedimensiooniline ja seda ei saa täielikult mõista vaid ühe distsipliini kaudu. Ka Radovic et al. (2018) näevad erinevatel lähenemistel ja mitmete aspektide arvesse võtmisel positiivset mõju.

Hoolimata tugevast distsipliinide põimitusest ning teooriate kattuvusest on siiski oluline määratleda, millist identiteedikäsitlust kasutan, vältimaks kergelt tekkivat mitmemõttelisust ning käsitluse all oleva teema hägusust. Klassikalist jaotust vaadates lähtun siinses töös identiteedi sotsioloogilisest tõlgendusest. Sotsioloogiline identiteedi mõistmine tuleneb eelkõige G. H. Meadi (1913) käsitlusest, mille järgi identiteet (Mead küll ei kasuta veel mõistet „identiteet“, vaid „*self*“) on sotsiaalselt moodustatud ja areneb suhtluses teistega. Inimene arendab identiteeti läbi refleksiooni, olles võimeline ennast väljastpoolt vaatlama ja mõistma end teiste pilgu läbi. Meadi teoorias jaguneb mina ("*self*") kaheks: „*I*“ tähistab inimese spontaanseid, loovaid ja isiklike reaktsioone, samas kui „*Me*“ esindab sotsiaalset mina – see osa, mis peegeldab ühiskonna norme ja teiste ootusi. Reflekteerides suhtluskogemusi, saab inimene teadlikuks sellest, kuidas teda nähakse ja milliseid tähendusi suhtlus kannab. Inimesed tajuvad end osana suuremast sotsiaalsest süsteemist, võttes omaks rolle, mida ühiskond või grupp neilt ootab. Kuna inimesed kuuluvad mitmesse gruppi korraga (nt pere, töö, kultuuriline kuuluvus), võivad rollid eri olukordades olla vastuolulised. Mead peab rollide võtmist oluliseks identiteedi kujunemisel – identiteet ei ole staatiline omadus, vaid protsess, mis tekib ja muutub läbi tegutsemise. Sellest tulenevalt on identiteet performatiivne: see kujundatakse läbi tegevuse, rollide ja suhtluse. (Deininger, 2022; Kretchmar, 2021; Link, 2021; Mead, 1913)

Darragh (2016) näeb sotsioloogilist identiteeti hea viisina vaatamaks inimeste kogemusi matemaatika õppimisel. Lisaks võimaldab see laiendada perspektiivi, st lisaks indiviidile endale pöörata tähelepanu ka kontekstile, võimule ja sotsiaalsetele gruppidele (Gutiérrez, 2013).

1.2. Matemaatiline identiteet

Nii nagu identiteet on kompleksne mõiste, sisaldades endas erinevaid omadusi ning näitajaid, on seda ka matemaatiline identiteet. Matemaatilise identiteedi all peetakse enamasti silmas inimese enesetaju matemaatika sfääris, kuidas ta mõistab enda suhet matemaatikaga ning kuidas ta tajub seda, kuidas tema lähedased näevad teda matemaatikaga seoses (Radišić et al., 2024; Sfard & Prusak, 2005). Anna Sfard (2019: 556) on matemaatilisele identiteedile keskendunud eriväljaande kommentaaris identiteedi kohta öelnud järgmist:

Identiteedi diskursus on koht, kus oodatakse, et sotsiaalne ja individuaalne, samuti kognitiivne ja emotsionaalne kohtuvad ning muutuvad ühe nähtuse lahutamatuks, vastastikku kujundavaks osaks. Identiteet on ka konstruktsioon, mille abil vastatakse nii küsimusele, mis teeb inimese ainulaadseks, kui ka sellele, mis teeb temast mingi grupi liikme. Olles inimese eripäraste olemisviiside koondkuju maailmas, peab identiteet peegeldama tema mõtlemist ja tundeid; samas konstruktsioonina, mis kujutab inimesi olemasolevate sotsiaal-kultuuriliste kategooriate esindajatena, peaks see aitama mõista, kuidas indiviidi tekib sotsiaalsest ja vastupidi – kuidas indiviidi tegutsemisviisid mõjutavad kollektiivseid praktikaid.

Matemaatiline identiteet on rolli identiteet (Stets & Burke, 2000), ehk identiteedi aspekt, mida vormivad arvamused ja eeldused mingi konkreetse valdkonna kohta. Rolli identiteedid saavad oma sisu ja tähenduse vastandumise kaudu, st rollile peab olema ka vastanduv roll (Burke, 1989; Stets & Burke, 2000). Inimene loob tähendusi ja oma identiteeti erinevate rollide esitamise kaudu (Burke, 1989; Mead, 1913). Radišić et al. (2024) toovad välja, et matemaatiline identiteet on ainult osa inimese identiteedist ja pidevas seoses teiste identiteedi osadega: personaalse identiteediga, mis hõlmab inimese personaalseid erilisi omadusi ja kogemusi, ja kollektiivse identiteediga, mis koosneb jagatud kogemustest ja funktsioonidest, on seotud sotsiaalsete gruppidega, kuhu inimene kuulub (nt sugu või etniline kuuluvus).

Matemaatilise identiteedi mitmekülgse olemuse tõttu on seda keeruline mõõta. Üks viis on jaotada mitmed näitajad erinevatesse identiteetide kategooriatesse ja hiljem kategooriaid võrrelda (vt nt Gweshe & Brodie, 2023). Kuna matemaatiline identiteet ei piirdu üksnes teadmiste või oskuste tajumisega, vaid peegeldab õppija suhet matemaatikasse kui valdkonda, tema enesehinnangut ning kuuluvustunnet matemaatikaga seotult, on teine variant

matemaatilise identiteedi hindamiseks analüüsida identiteedi erinevaid komponente ning seejärel teha üldistusi matemaatilise identiteedi kohta (vt nt Axelsson, 2009). Matemaatilise identiteedi üheks alakomponendiks peetakse õpilase enesetaju matemaatikas (Axelsson, 2009; Crossley et al., 2018), st kui pädevana ta end matemaatikas tajub. Ka matemaatikaärevus ilmestab matemaatilist identiteeti (Stoehr & Lawrence, 2022; Woodford, 2023), peegeldades negatiivset emotsiooni matemaatikaga seotud olukordade suhtes. Veel saab lugeda matemaatilise identiteedi osaks õpilase uskumusi (Blažanin et al., 2025; Gweshe & Brodie, 2019), st kas ta usub et on võimeline saavutama edu ja matemaikat on mõtet õppida ning kuuluvustunnet sellesse valdkonda (Ibourk et al., 2022; Wilson & Matthews, 2024), näiteks soostereotüüpide või kultuuriliste ootuste raames.

Uuringutes on matemaatilist identiteeti mõõdetud ja kategoriseeritud erinevalt. Näiteks on Gweshe & Brodie (2019, 2023) kasutanud jõuline-habras (ingl *robust-fargile*) skaalat, hindamaks õpilaste personaalset ning sotsiaalset identiteeti. Jõulise (matemaatilise) identiteediga õpilane on seesmiselt motiveeritud matemaatikaga tegelema, isegi kui ta kogeb negatiivseid matemaatikaga seotud kogemusi, tal on tugev suhe matemaatikaga. Hapra identiteediga õpilasele seevastu ei pruugi matemaatika meeldida, ent ta tegeleb sellega välisest motivatsioonist, näiteks teistele meelejärele olemiseks, samas on tal endal matemaatikaga nõrk suhe (McGee, 2015). Gweshe & Brodie (2023) uuringus osales 50 15-16-aastast õpilast, kelle sotsiaalset ja personaalset identiteeti hinnati algselt küsimustikuga ning seejärel viidi läbi täiendavad intervjuud kuue õpilasega, mis kinnitasid küsimustikest saadud tulemusi. Personaalset identiteeti hinnati kolme valdkonna järgi: enesekindlus, järjepidevus ning uskumused (kokku 13 küsimust); sotsiaalset identiteeti hinnati kuuluvustunde tajumisega (kokku 3 küsimust). Küsimustiku tulemusena olid jõulisusele kalduva sotsiaalse ja personaalse identiteediga 2 õpilast, 35 õpilast haprale kalduva sotsiaalse ja personaalse identiteediga ning ülejäänud 13 vahepealsed, kusjuures neist kaheksa õpilast olid pigem hapra sotsiaalse identiteediga.

On uurijaid (näiteks Darragh, 2013; Douglas et al., 2024), kes hoiduvad konkreetsetest identiteeditüüpide sõnastamistest ja kasutavad positiivne-negatiivne eristust, ent seda pigem skaalana, kus teatud omadused või tunded (nt piinlikkuse tundmine) viitavad skaala ühele või teisele poolele. Darragh (2013) teostas uurimuse tunnivaatluste, õpetajaga intervjuu ning kuue

13-14-aastase õpilasega intervjuude abil. Oma uurimuse tulemustes ei sõnastanud autor õpilastele omaseid identiteete, vaid pigem kirjeldas õpilaste kogemusi ning enesetaju. Kahe olulisema märksõnana tulid välja „enesekindlus“ ning „kuulumine“, mida Darragh seostab intervjuueeritavate matemaatilise identiteediga. Matemaatikarühma kuuluvustunne ning enesekindlus on osaks positiivsest matemaatilisest identiteedist, seevastu rühma mittekuulumine ning kartus olla rumal või kogeda alandust on osa negatiivsest matemaatilisest identiteedist.

Oma uuringus kasutasid Ibourk et al. (2022) väljendit „tugev matemaatiline identiteet“, viitamaks matemaatilisele identiteedile, mis on positiivne ning toetub paljudele headele kogemustele. Interseksionaalne uuring põhineb Marie kogemusel, kelle rassiline, matemaatiline, loodusteaduslik ning „targa õpilase“ identiteedid on põimunud ja kohati koflikti sattunud. Tugev matemaatiline identiteet väljendab sügavat ja positiivset seotust matemaatikaga, mis on kujunenud kuuluvustunde, tunnustuste, isiklike kogemuste ning raskuste ületamise abil.

Ruef (2020) defineerib oma uuringus matemaatilist identiteeti matemaatika-tegija (ingl *doer-of-math*) võtmes, ehk keegi, kes matemaatikaga tegeleb, ning samuti on ta defineerinud normatiivse „matemaatikas hea“ (ingl *good-at-math*) identiteedi, tuues välja, et see, mida tähendab matemaatikas hea olemine, on ajaga muutunud – praegu põhineb normatiivne matemaatiline identiteet produktiivses pusimises, riskide võtmises ja koostöises mõtestamises. Seega normatiivses vaates matemaatikas hea õpilane peaks nendele näitajatele vastama.

2. (MATEMAATILISE) IDENTITEEDI KUJUNDAJAD NING IDENTITEEDI SEOS ÕPITULEMUSTEGA. HÜPOTEESID

Käesolevat peatükki alustan Pierre Bourdieu teooriatele põhineva ülevaatega, mis on identiteedi, sh matemaatilise identiteedi arengu suurimad mõjutajad. Lähtudes nii identiteedi olemusest kui ka inimese (identiteedi) arengu mõjusfääridest, võtan lähema vaatuse alla perekonna, kooli- ja klassikeskkonna ning ühiskondlike normide mõju õpilase matemaatilisele identiteedile, tuginedes varasematele uuringutele. Lisaks vaatan, kuidas on matemaatiline identiteet või selle osad mõjutanud õpilaste matemaatikatestide tulemusi. Iga alateema juures püstitan ka hüpoteesid enda uuringu tarbeks.

Nagu eelnevalt toodud, on matemaatiline identiteet keeruline ja mitmetahuline ning seda on raske mõõta, mistõttu on paljud uurijad mõõtnud ja analüüsinud mõju identiteedi erinevatele osadele ja seejärel võimalusel laiendanud tulemusi matemaatilisele identiteedile üldisemalt. Sellest tulenevalt olen ka siin varasemate uuringute ülevaates toonud lisaks matemaatilise identiteedi uuringutele välja ka uuringuid, mis on hinnanud mõjusid erinevatele identiteedi osadele.

2.1. (Matemaatilise) identiteedi kujunemise mõjutajad

Inimese identiteedi arengu mõjutajatena lähtun Pierre Bourdieu (kes on ka oma töödes korduvalt haridusvaldkonda käsitletud, vt nt Bourdieu, 1973, 1988; Bourdieu & Passeron, 1990) kolmest sotsiaalteadustes tugevalt kanda kinnitanud mõistetest: väli, kapital ja habitus. Ta kasutab neid kontsepte selgitamaks ühiskondlikke erinevusi ning sotsiaalset ebavõrdsust. Bourdieu „väli“ on üldise sotsiaalse ruumi alamsüsteem, millel on omad struktuurid, väärtussüsteem ja reeglid. Inimesed võitlevad väljal ressursside (kapital) üle ning on omavahelistes võimusuhetes. Erinevates väljades on erinevad reeglid ning väärtused, mistõttu inimene võib erinevatel väljadel omada erinevat positsiooni. (Bourdieu, 1984)

Kapital on see, mis tingib inimese positsiooni väljal. Bourdieu (1986) eristab eelkõige kolme kapitali: majanduslik, kultuuriline ja sotsiaalne¹. Ta peab majanduslikku kapitali kõige võimsamaks ning muud kapitalid on sageli sellest tuletatavad. Majanduslik kapital on otseselt rahaks arvestatav ja võib olla omandi kujul institutsionaliseeritud. Kultuuriline kapital eksisteerib kolmel kujul: 1) kehastunud kapital ehk aja jooksul omandatud teadmised, oskused, mõtlemisviisid; 2) objektiseeritud kapital ehk füüsilistes esemetes sisalduv kultuur (raamatud jm), mis sisaldavad endas teooriaid või väärtusi; ning 3) institutsionaliseeritud kapital ehk ametlikult kinnitatud kapital, nagu näiteks haridustõend. Sotsiaalne kapital viitab suhetele ja võrgustikule, grupele, mille osaks inimene on ja mis annavad talle ligipääsu erinevatele ressurssidele. Suhted võivad olla ka vaid praktilised (vastastikune abi jm) või institutsionaliseeritud (perekond, kool jm). Sotsiaalse kapitali suurus oleneb sellest, kui suur on inimese võrgustik ja millist kapitali omavad inimesed, kellega ta seotud on.

Habitus on justkui inimese sisemine kompass, mis suunab tema igapäevaseid tegevusi, käitumist ja otsuseid, suunab harjumusi ja eelistusi. Habitus ei ole teadlik, vaid on inimeses vaikimisi sees, „tekib tähenduslikke praktikaid ja tähendusi andvaid tajuviise“. Habitus kujuneb ühiskondlike tingimuste mõjul, sõltuvalt inimest ümbritsevast keskkonnast ja kapitalist, ning erinevad keskkonnad tingivad erinevate habituse süsteemide teket. Sarnastes tingimustes on sarnased habitused, seega on habitustest lähtuvad praktikad süsteemsed omadused ja väljendavad erinevusi teiste habitustega. (Bourdieu, 1984)

Habitus peegeldab inimese elukogemusi ja positsiooni ühiskonnas, sisaldades endas kogu ühiskondliku struktuuri loogikat. Inimene hakkab tajuma vastandusi oma elutingimustele ning vastanduste kaudu hakkab ta maailma hindama. Vastandused muutuvad inimese igapäevaelu ja „elustiili“ aluseks. Habitus ei kujunda ainult seda, kuidas inimene käitub, vaid ka seda, kuidas ta mõistab ja hindab teiste inimeste käitumist. Bourdieu habituse käsitus haakub eelpool toodud identiteedikäsitlusega, tuues välja, et „sotsiaalne identiteet määratletakse ja väljendatakse läbi erinevuse.“ (Bourdieu, 1984: 172)

¹ Samas on need kolm niiõelda katus-kapitalid, mille alla ja hulka kuulub veel omajagu kapitale. Näiteks on Bourdieu ise veel kasutanud haridusliku kapitali (Bourdieu, 1988), lingvistilise kapitali (Bourdieu & Passeron, 1990), sümboolse kapitali (Bourdieu, 1986) mõisteid.

Seega, tuginedes Bourdieule, on inimese identiteedi areng tugevalt mõjutatud teda ümbritsevast keskkonnast, talle saadaolevatest ressurssidest ning üldistest ühiskonna struktuuridest. Sotsiaalsest ja personaalsest identiteedist on rolli identiteeti (sh matemaatilist identiteeti) keeruline eristada, sest need kõik mõjutavad üksteist (Stets & Burke, 2000), nii et kõik, mis mõjutab laiemalt identiteedi arengut, mõjutab ka matemaatilise identiteedi arengut.

Nii Mead (1913) kui Bourdieu (1984), aga ka hilisemad uurijad José ja Susana Bastos (2010), on identiteedi arengul tähtsustanud suhtlust ja enese võrdlust teistega – perekond on inimese esimene kontakt teiste inimestega, kooli- ja klassikeskkonnas veedavad noored suure osa oma ajast, puutudes kokku väga erinevate inimestega, ning ühiskondlikud stereotüübid ning normid on noortele tänapäevases (üha enam digitaalses) maailmas üha nähtavamad (UNESCO, 2024), võimaldades enese pidevat võrdlust nendega. Perekond määrab lapse kapitali ja esmase keskkonna, mõjutades tema habitust. Ka kogemused koolis ja ühiskonnas laiemalt vormivad noore habitust, tutvustades teda erinevate elustiilide ja oludega, aidates tal luua uusi tähendusi ja tekitada uusi mõistmisi. Ühiskond koos oma normidega on väli, kus inimene eksisteerib ja positsiooni omab ning see väli koos habituse ja kapitaliga mõjutab inimese praktikaid (Bourdieu, 1984).

Tulles konkreetsemalt matemaatilise identiteedi kujundajate juurde, siis Radišić et al. (2024) on märkinud, et matemaatilise identiteedi areng sõltub sellest, kuivõrd identifitseerimine on kooskõlas või konfliktis teiste identiteedi aspektidega. Matemaatilise identiteedi arengut mõjutavad matemaatikat puudutavad kogemused, sealhulgas kokkupuuted ja panused lähedastelt, võrdlus teistega, võrdlus iseendaga teistes valdkondades, aga ka subjektiivsed uskumused, mõtteviisid ja väärtused (vt nt Simpson & Bouhafa, 2020), mis kõik on ka osaks Bourdieu välja, kapitali ja habituse mõistetest.

2.1.1 Perekond

Bourdieu ja Passeron (1990) on toonud välja, et sotsiaalsetel klassidel on erinevad väärtused ning nende suhtumine haridusse ja eesmärgid hariduse omandamisel erinevad. Õpilased madalama sotsiaalmajandusliku staatusega (ingl *socioeconomic status* ehk SES, enamasti

mõõdetud kombinatsioonina majanduslikust seisust, omandatud haridusest ja ametialasest staatusest, Ganzeboom & Treiman, 1996) peredest näevad end sageli vähem intelligentsetena võrreldes oma kaaslastega. Samuti ei usu nad võimesse oma intelligentsi suurendada ja näevad end vähem väärtuslikuna (Brummelman & Sedikides, 2023). Madala SES taustaga pered peavad matemaatikaoskuseid lasteaiaaeglaste jaoks vähemtähtsaks kui kirjaoskust, panustavad vähem aega matemaatikaoskuste õpetamisele ja hindavad laste huvi matemaatika vastu väiksemaks võrreldes kirjaoskusega (Keating et al., 2022). Vanemad kannavad sageli väärtuseid ja uskumusi edasi ilma seda endale teadvustamata, ning vanemate mõju on sõltuv ka struktuursetest tingimustest – palju peres lapsi on, kas mõlemad vanemad on olemas, elukoht, majanduslik olukord jm (Basáñez, 2015).

Acosta & Hsu (2014) leidsid *Programme for International Student Assessment* (PISA) andmete põhjal, et Hong Kongi noorte puhul oli SES seotud üldise loodusteaduste väärtustamisega, st kõrgema SES taustaga õpilased väärtustasid loodusteadusi rohkem, ent statistiliselt oluline seos sotsiaalmajandusliku tausta ja loodusteaduste õpimotivatsiooni vahel puudus. Soome kolmanda ja neljanda klassi õpilaste kohta tehtud uuringu tulemustest nähtus õpilase SES-i mõju edukusse uskumisel, tuues välja, et parema SES-iga õpilased uskusid rohkem oma võimetusse ülesandeid õigesti lahendada (Haataja et al., 2024). Sarnaseid tulemusi näitas ka Boyle et al. (2023) Iiri keskkooli õpilaste (vanuses 15-18) seas läbi viidud uuring: loodusteaduste vastu oli suurem huvi kõrgema SES taustaga õpilastel, samuti oli neil positiivsem hinnang enda oskustele ja nad pidasid loodusteaduste ülesandeid kergemaks kui madalama SES taustaga õpilased.

Ungari noorte (keskmine vanus 16,81 aastat) identiteediarengule ei leidnud Rivnyák et al. (2022) küll otsest SES-i mõju, ent analüüsid näitasid SES-i kaudset mõju identiteedi arengule läbi perekondlike omaduste: ühiste rituaalide ja koostegutsemiste olemasolu, pere tausta tundmine ning pereliikmetega samastumine. Madal SES on seostatud nende vähesuse või puudumisega, mis takistab omakorda tugeva identiteedi formuleerimist.

Kuigi Eestis peetakse üldiselt haridust väga oluliseks, eksisteerivad sotsiaalsete klasside vahel erinevused hariduse väärtuse mõtestamisel. Madalama sotsiaalse staatusega gruppide seas on haridus vähem väärtustatud, haridusel ei nähta niivõrd suurt rolli elus edasijõudmisel (Täht & Paškov, 2013). Eestis peetakse elus edasijõudmisel haridusest olulisemaks töökust ja pingutust ning rikast pere (Põder, Lauri, et al., 2023). Helemäe et al. (2021) märkisid kõrghariduse kohta,

et vanemate hariduslikud ja kultuurilised ressursid toetavad laste kõrghariduse omandamist. Sellised hoiakud võivad olla üks osa selgitusest, miks Eestis on üliõpilaste seas alaesindatud venekeelse põhihariduse omandanud noored ning kõrgharitud vanematega üliõpilased on Eesti kõrghariduses üleesindatud võrreldes kõrghariduseta vanematega noortega (Haugas et al., 2023).

Minule teadaolevalt ei ole Eestis uuritud vanemate sotsiaalmajandusliku staatuse mõju konkreetsete ainete väärtustamisele ning vastavalt (nende) haridusalaste väärtuste edasikandumist lastele. Kuid ainealasest- ja koolikontekstist väljaspoolt on leitud, et perekonnal on mõju noore väärtustele. Eestis tehtud uuringus hilisteismeliste (16.-17. aastased) väärtuste kohta ei leitud seost vanemate majandusliku olukorra ja teismeliste väärtuste vahel (Tamm, 2021). Samas uuringus on aga Tamm (2021) leidnud seose ema haridustaseme ja teismeliste väärtuste vahel: ema kõrgem haridustase on seotud negatiivselt hilisteismeliste kõikehaaravuse (ingl *universalism*) olulisusega ehk seda hinnatakse vähem oluliseks. Kõikehaaravus on teistele orienteeritud väärtus, mis seab olulisele kohale kõigi inimeste ja looduse mõistmise, hindamise, tolereerimise ja kaitsmise (Schwartz, 2012). Ka Tulviste et al. (2018) leidsid, et põhikooliealiste laste jaoks on teistele orienteeritud väärtused (kõikehaaravus, heasoovlikkus) olulisemad madalama haridustasemega ema puhul ning kõrgema haridustasemega ema puhul hinnati olulisemaks muutuseid toetavaid väärtuseid (hedonism, stimulatsioon ja enesemääratlemine) ja endale orienteeritud väärtuseid (saavutus, võim).

Lähtudes Eestis uuritud üldiste väärtuste edasikanduvuse tulemustest ning eelpool toodud erinevate riikide (sh näiteks Eestiga sarnase Soome) ainealaste väärtushinnangute edasikanduvuse uuringute tulemustest usun, et ka Eestis on vanemate uskumustel ning väärtustel oluline roll laste haridus- ja ainealaste uskumuste ja väärtuste kujunemisel. Kuigi eeltoodud ainealaste väärtuste ja hoiakute uuringud on seotud eelkõige loodusteaduslike ainetega (ingl *science*), eeldan sarnaseid seoseid ka matemaatikaga, arvestades, et nii loodusteadused kui matemaatika kuuluvad kõik reaalinete alla. Võttes eelnevat arvesse, on minu esimene hüpotees järgmine:

Hüpotees H1: Madalam pere SES seostub eesti õpilaste nõrgema matemaatilise identiteediga.

Acosta & Hsu (2014) analüüsisid PISA 2006 andmete põhjal, kuidas on seotud Hong Kongis vanemate ja laste üldine loodusteaduste väärtustamine ning õpitulemused loodusteadustes. Autorite analüüsi tulemuseks oli statistiliselt oluline seos vanemate ja noorukite üldise loodusteaduste väärtustamise vahel, samuti leidsid nad olulise seose vanemate uskumuste ja noorte loodusteaduste õpimotivatsiooni vahel.

Uurimuses, kus Nalipay et al. (2021) analüüsisid PISA 2015 andmete põhjal, mil määral vanemate uskumused loodusteaduste kasulikkusest ennustavad nende laste motivatsiooni ja tulemusi leidsid nad, et kõigis 18 uuritud riigis ennustas vanemate uskumus loodusteaduste kasulikkusest otseselt õpilaste loodusteaduste tulemuslikkust. Lisaks leidsid autorid kinnitust ka seosele, et vanemate uskumused ennustasid õpilaste uskumusi, kusjuures seos oli statistiliselt oluline 17 riigist 18-st (ainsana statistiliselt ebaoluline tulemus oli Dominikaani Vabariigis).

Peixoto et al. (2024) uurisid kuidas vanemate uskumused matemaatika osas mõjutavad nende käitumist ja tegutsemist ning milline on selle mõju laste matemaatika motivatsioonile ja õpitulemustele. Uuringu valim koosnes kuue Euroopa riigi, sealhulgas Eesti, kolmanda ja neljanda klassi õpilastest (keskmine vanus riigiti oli vahemikus 8.9 - 10.05) ja nende vanematest. Autorid leidsid positiivse seose vanemate suhtumise, toetavate praktikate ja õpilaste seesmist väärtuste toetamise vahel, samuti kinnitas nende uurimus positiivset seost vanemate positiivse meelestatuse ja õpilaste matemaatika väärtustamise vahel. Ka Kafoussi et al. (2020) leidsid, et õpilased, kelle vanemad olid oma matemaatikaoskuste osas enesekindlamad ja toetasid kodus õpilast, olid ka ise matemaatika osas positiivselt meelestatud ja enesekindlamad oma võimekuses matemaatikaülesandeid lahendada. Õpilased, kes pidasid end matemaatikas „heaks“, pidasid kodust matemaatikaga seotud koostööd vanematega positiivseks, kuid õpilased, kes pidasid end „keskmisteks“, tundsid vanematega koostöö osas vastakaid tundeid, seega koostöö kvaliteet omab olulist rolli koduse vanemliku kaasatuse tõhususele kodutööde lahendamisel ning õpilase suhestumisele matemaatikaga.

Gweshe & Brodie (2019) leidsid 15-16-aastaste õpilastega tehtud uuringu tulemusena, et perekonnal on tugev mõju õpilase matemaatilisele identiteedile. Kõigi intervjuueeritud õpilaste puhul oli pere mõju rõhutatud. Ühe õpilase puhul oli lisaks toodud näide, et ka õpilase perele ei meeldi matemaatika selle raskuse tõttu, viidates kuidas pere oeldu ja suhtumine mõjutab õpilase matemaatilise identiteedi arengut. Ka Kafoussi et al. leidsid oma 2020. aasta uurimuses seose

vanemate ootuste, et laps on matemaatikaülesannetes edukas, ja õpilaste identiteedi kujunemise vahel; samuti mõjutab õpilase matemaatilise identiteedi arengut vanemate ja lapse omavahelise suhtluse määr. Veel avastasid nad, et vanemate uskumused õpilaste tulevases tööalasest elust ja vanemate endi tööelu mõjutab õpilaste matemaatikataju: kui tulevane soovitud töö vajab vanemate sõnul matemaatikat, on nende arvates matemaatika õppimine väga oluline ja vanemad rõhutavad seda või kui vanema töö sisaldab matemaatikat, on vanem õpilase silmis järelikut matemaatikas osav ja tema arvamused-seisukohad selles vallas tõsiseltvõetavad.

Laste väärtused on oluliselt mõjutatud vanemate väärtustest ning kasvatusviisist. Suhtlus lastega ning kasvatusviis mõjutavad oluliselt laste omandatavaid väärtuseid, kusjuures lapsed peavad pigem oluliseks väärtuseid, mida nad tunnevad, et vanemad rõhutavad kuivõrd neid, mida vanemad vaikimisi ise omavad (de Oliveira Meneses et al., 2022). Siinsetest näidetest lähtuvalt eeldan sarnaseid seoseid ka Eestis ja püstitan hüpoteesi:

Hüpotees H2: Peresisene toetus ja positiivne suhtlus omavad Eestis õpilase matemaatilise identiteedi arengule positiivset mõju.

2.1.2 Kooli- ja klassikeskkond

Eesti koolisüsteemi peetakse ühtluskooliga süsteemiks. Üldiselt peetakse ühtsuskooli kooliks, kus kõik õpilased õpivad koos, sõltumata nende võimekusest või päritolust. Et eesmärk on kõigile pakkuda võrdset hariduse omandamise võimalust, on kooli vastuvõtt ilma selektsioonita ehk sisseastumiseksamita. Võrdne haridus ei tähenda võrdseid tulemusi, vaid seda, et tulemuste erinevused ei tohiks olla selgitatavad õpilaste taustakarakteristikutega. Eesti ühtset haridussüsteemi toetab ka üleriigiline ühtne õppekava ning ühtsed eksamid.

Kui aga vaadata PISA 2022. aasta uuringu analüüsi Eesti kohta, ilmnevad olulised erinevused matemaatikatesti tulemuses maakondade lõikes ning suurlinnade ja muude linnade vahel. Tallinna, Tartu ja Pärnu õpilased saavutavad oluliselt rohkem kõrgemaid saavutustasemeid ning alla 2. taseme oskustega õpilasi on neis linnades oluliselt vähem kui mujal. Sarnane olukord on ka loodusteaduste puhul. Nii matemaatika kui loodusteaduste tulemustes on erinevus eestikeelsetel ja venekeelsetel õpilastel: mõlemas valdkonnas on eestikeelseid tippsooritajaid

protsentuaalselt rohkem ning alasooritajaid oluliselt vähem kui venekeelseid õpilasi. (Tire et al., 2023)

Pöder et al. (2023) on juhtinud Eesti PISA tulemusi analüüsis raamatus tähelepanu eri koolidesse samasuguse taustaga laste koondumise probleemsele. Selline kalduvus suurendab ebavõrdsusprobleemi ning võib tekkida ka avalik-õiguslikus koolisüsteemis, kui linnaruum on segregeerunud ja koolidesse määramine toimub elukoha järgi. Samas ka vaba koolivaliku korral kiputakse lapsi panema pigem kooli, kus on sarnase taustaga lapsed. 2018. aasta PISA andmete põhjal oli Eesti koolidevahelise erinevusega PISA skooride ja vanemate taustakarakteristikute põhjal lähedal Põhjamaadele ning allpool keskmist, seega erinevused koolide vahel olid üpris väikesed. Teisalt on aga eesti- ja venekeelsete koolide õpilaste tulemused omavahel erinevad.

Tuginedes varasemate uuringute tulemustele ei ole ühelt poolt olulist alust eeldada, et koolidevahelised erinevused matemaatilisele identiteedile oleks Eestis puhul olulised. Samas näitavad 2022. aasta PISA testi analüüsi tulemused, et koolinäitajad (asukoht, suurus, koolitüüp) on tõusmas matemaatikatesti tulemuste selgitamises tähtsamale kohale. Sellest tulenevalt püstitan vastanduvad hüpoteesid.

Hüpotees H3a: Objektiivse koolinäitajad ei oma Eestis mõju õpilase matemaatilisele identiteedile.

Hüpotees H3b: Objektiivsed koolinäitajad mõjutavad Eestis õpilase matemaatilist identiteeti.

Lisaks kooli üldistele näitajatele on oluline ka tajutav keskkond nii koolis laiemalt kui ka klassis, kus õpitakse. Koolis puutub õpilane kokku nii kaasõpilaste kui õpetajatega ning lähtuvalt eeltoodud teooriast on teistega suhtlus olulisel kohal identiteediloomes.

Anni Tamme (2021) hilisteismeliste väärtuste uuringu üks olulisematest tulemustest on õpetaja hoolivuse tulemusel teistele orienteeritud väärtuste (kõikehaaravus, heasoovlikkus ja konformsus) kõrgem tähtsustamine ning enesele orienteeritud väärtuste (stimulatsioon, hedonism, saavutus, võim) madalam tähtsustamine õpilaste poolt. Teistele orienteeritud väärtused toetavad kaasõpilastega positiivsete suhete teket, mis omakorda toetab kuuluvustunde

tekkimist. Kuuluvustunne on Maslow püramiidi järgi üks inimese baasvajadusi, andes endast märku kui füsioloogilised ja turvalisuse vajadused on enamjaolt täidetud (Maslow, 1954).

Kuuluvustunne toetab positiivse identiteedi arengut, kuuluvustundeta ei saa õpilane tunda end vabalt, sageli kardab ta teiste hukkamõistu ning seega ei saa ta näidata välja enda tõelist olemust või väljendada end nii nagu tegelikult tahaks. See joonistub välja ka Darragh (2013) uuringu käigus tehtud intervjuudest: tüdrukud, kes alustasid õpinguid uues koolis/klassis, kartsid klassi minna või valesse klassi sattumist ning tundsid hirmu inimeste ees, keda nad ei teadnud või siis tundsid mõnel juhul, et nad ei kuulu sellesse („tarkade“) rühma, mistõttu ei julgenud nad ka küsida küsimusi või vastata küsimustele. Aja möödudes, kui tüdrukud said kaaslastega tuttavaks, hakkasid nad end tunnis väljendama, mis toetas ka nende edukamat õppimist.

Kuuluvustunde osas toovad veel Jones & Magill (2023) välja Ameerikas läbiviidud kahe mustanahalise noorega tehtud intervjuude põhjal, kuidas koolis, kus enamus õpilastest ja õpetajatest olid valged, ei tundnud mustanahalised noored kuuluvust ega mõistmist, mis raskendas neil õppetöö käigus õpitavaga samastuda või end mugavalt tunda. Ruef (2020) on enda artiklis rõhutanud personaalse identiteedi säilimise vajadust, et õpilane saaks suhestuda matemaatikaga viisil, mis toetab tema õppimist. See järeldus põhineb Lauren'i lool, keda toetas õpetaja tema personaalse identiteedi säilitamisel, mille suur osa oli huumor, aidates samaaegselt luua tal positiivse identiteedi matemaatika suhtes. Nende kahe koostoimel sai Lauren üle arvamusest, et on matemaatikas halb ja vabaks hirmust esineda klassi ees.

Võttes arvesse nii muudes riikides teostatud uuringute tulemusi kui ka Tamme (2021) uuringu tulemust, on minu neljas hüpotees järgnev:

Hüpotees H4: Õpilase suurem kuuluvustunne koolis toetab positiivse matemaatilise identiteedi arengut.

On leitud (vt nt Hölscher et al., 2024; Jones & Magill, 2023; Liu et al., 2025), kuidas positiivne suhe õpetajaga mõjutab ühest küljest õpetaja võimalusi õpet õppijast lähtuvalt disainida ning teisest küljest õpilase õpimotivatsiooni, suhtumist ainesse ning seeläbi ka tema õpitulemusi.

Vaidya & Battey (2022) näitasid, kuidas õpetaja suutis klassis luua turvalise ja koduse keskkonna, toetades õpilaste inimlikkust ja kuuluvust läbi nii matemaatika õpetamismeetodite

kui ka personaalse suhtluse. Õpetajad toetusid õpetamise käigus palju õpilaste endi ideedele ning ajendas neid koostööle ja üksteise toetamisele. Õpetajad tõid seoseid matemaatika ja õpilaste elude vahel ning süvenesid õpilaste eripäradesse, õppisid neid tundma. Seevastu tõid Brummelman ja Sedikides (2023) aga näiteid, kuidas õpetajad (alateadlikult) eristasid õpilasi madalama ja kõrgema sotsiaalmajandusliku taustaga, pöörates parema taustaga õpilastele rohkem tähelepanu ja toetades neid enam, samas kui kehvema taustaga õpilased jäid sageli tagaplaanile ja märkamatuks.

Kooli ja matemaatilise identiteedi puhul ei saa mööda vaadata ka õpetamise kvaliteedist. Näiteks on Douglas et al. (2024) toonud USA keskkooli õpilastega läbi viidud intervjuude põhjal välja, kuidas õpetajatel ei ole piisavalt matemaatilisi teadmisi õpetamiseks. Enim mainisid seda just mustanahalised tüdrukud – neil oli ka matemaatiline identiteet negatiivsem. Haataja et al. (2024) analüüsisid näitasid Soomes õpetaja konstruktivistlike uskumuste (õppijakesksete ja aktiivõppe meetodite kasutamise meelsus) positiivset mõju õpilaste edukuse uskumusele. Ka Hispaania õpilaste seas läbi viidud uuringus leiti seos kõrge õpetamise kvaliteedi ning õpilaste enesekindluse ja matemaatikaülesannete huvitavaks ja/või oluliseks pidamise vahel, mis omakorda suurendas õpilaste pingutust ja laiemat huvi matemaatika vastu (Ruiz-Alfonso et al., 2020). On ootuspärane, et ka Eestis kehtivad sarnased seosed õpetajaga suhte, õpetamise kvaliteedi ning matemaatilise identiteedi vahel.

Hüpotees H5: Parem suhe õpetajaga ja õpetamise parem kvaliteet toetab õpilase positiivset matemaatilist identiteeti.

Erinevate (pea)mõjude mõistmiseks ja tõlgendamiseks on oluline silmas pidada, et identiteedid ei arene vaakumis ning mõjutajad ei ole pea kunagi eraldiseisvad, vaid toimivad koostöös, mis teeb identiteedi arengu hindamise ja mõjutajate leidmise märgatavalt keerulisemaks. Gweshe & Brodie (2023) uurisid õpilaste suhteid pereliikmete, kaaslaste ja õpetajatega ning nad leidsid enda uurimuse tulemusena, et kõigil õpilast ümbritsevatel inimestel on oluline mõju õpilase matemaatilise identiteedi kujunemisele. Nad hindasid kolme mõjutajagrupi mõju õpilase matemaatilisele identiteedile kas jõulist või habrast identiteeti toetavaks.

Jõulisust jõustav suhe õpetajaga oli olukorras, kus õpilane tundis õpetaja tuge ja julgustust pusida, mille tulemusel said nad edukogemuse, haprust jõustav suhe õpetajaga aga vastupidiselt

tekkis olukorras, kus õpilane ei tundud tuge, õpetaja ei võimaldanud küsida või oma meetodeid õpilastel kasutada ega tekitanud õpilastes sügavuti mõistmist. Kaaslaste puhul oli tegemist jõulisust toetava suhtega juhul kui suhe kaaslastega oli positiivne ning kaaslaste negatiivne suhtumine matemaatikasse ei mõjutanud õpilast. Kaaslastega suhet peeti haprust jõustavaks, kui kaaslaste negatiivsed uskumused ja suhtumised (nt naermine kellegi üle, kes valesti vastab) mõjutasid negatiivselt õpilast ja suhe kaaslastega ei olnud hea ega toetav. Pereliikmete puhul loeti suhe jõulisust toetavaks kui pere toetas õpilast, aga ei pannud õpilasele peale pinget, pere aitas ja julgustas õpilast, kui too oli hädas. Haprust jõustasid aga need peresuhted, kus pere survestas õpilast matemaatikaga tegelema, kuid abi sellega ei pakkunud või vastupidi, survestas hoopis matemaatikaga mitte tegelema. (Gweshe & Brodie, 2023)

Kui vähemalt kahe grupiga oli õpilasel jõulisust toetav suhe, oli ka tema identiteet jõulisusele kalduv ning vastupidiselt – kui vähemalt kahe grupiga oli haprust jõustav suhe, oli ka õpilase identiteet haprusele kalduv (Gweshe & Brodie, 2023). Seega saab väita, et suhted erinevate gruppidega tasakaalustavad üksteist: näiteks tugev kodune hapruse jõustamine ei pruugi olla õpilase identiteedi jaoks määrav, kui tema kaaslased ja õpetaja toetavad tema jõulise identiteedi arengut.

2.1.3 Ühiskondlikud stereotüübid, normid ja levinud uskumused

Nagu varasemalt toodud, on ühiskond oma normidega väli, kus inimene tegutseb. See väli mõjutab inimese arengut ja tema uskumusi, väärtuseid ja hoiakuid. On leitud (vt nt Dong & Kang, 2022; He & Zhang, 2024; Lou & Li, 2023), et erinevates kultuurides on (õpilaste) mõtteviisid erinevad ning mõtteviiside hindamise ja arendamise puhul on oluline võtta arvesse kultuurilisi faktoreid. Õppimisega seotud mõtteviisidest rääkides võetakse eelkõige aluseks Carol Dwecki võimekususkumuste teooria (ingl *mindset theory*, Dweck, 2006).

Võimekususkumusi on kahte tüüpi: jäävususkumused (ingl *fixed mindset*) ja juurdekasvuuskumused (ingl *growth mindset*). Jäävususkumuse kohaselt usub õpilane, et intelligentsust on inimesel piiratud koguses ning tal kas on see või mitte, jäävususkumusega käivad kaasa arusaamad, justkui tal ei ole lootustki mõneks aineks/oskuseks/tegevuseks, kartus

proovida ja ebaõnnestuda, negatiivne sisekõne ja negatiivsed tunded, käitumine (alla andmine). Juurdekasvuuskumusega on aga vastupidi: õpilane usub, et intelligentsus on arendatav õppimise ja pingutusega, ta näeb ebaõnnestumisi õppimiskohana ning sisekõne on konstruktiivne, tunded on eelkõige positiivsed ning ta jätkab proovimist. (Dweck, 2006; Dweck et al., 2014)

Ent nagu identiteedid, saavad ka vastakad mõtteviisid eksisteerida samaaegselt (Dweck, 2006), näiteks võivad õpilasel olla humanitaarainetega seotud juurdekasvuuskumused ning reaalarainetega jäävususkumused või vastupidi. Kui õpilasel on matemaatika osas jäävususkumus, ei näe ta võimalust oma oskuseid oluliselt parandada ning ebaõnnestumiste korral ei pea ta enda jaoks võimalikuks õnnestumist. Selline negatiivne ja passiivne seisukoht on potentsiaalselt aluseks negatiivsele matemaatilisele identiteedile.

Uskumusi hindasid näiteks Gweshe & Brodie (2019), kelle uuringu tulemuste kohaselt ei uskunud kolm õpilast neljast, et kõik on võimelised (edukalt) matemaatikat tegema, matemaatikaülesandeid lahendama, matemaatikat oskama. Nende intervjuudest tuli välja, et vähemalt ühel õpilasel kaasnes taolise uskumusega tugev seos rumal olemisega, põhinedes tema enda tundele, et ta ei oska matemaatikat. Samuti tõi see sama õpilane välja kuidas kaaslased leiavad, et matemaatika on vaid tarkadele ja erilistele inimestele. Darragh'i (2013) uurimuses tõi üks intervjuueeritav välja, et tema klassikaaslased on enesekindlad, kuna julgevad käsi tõsta ja vastata küsimustele, nad ei olnud häbelikud ja julgesid proovida, ka teised intervjuueeritavad mainisid sarnast. Taoline enesekindluse väljendamine viitas ka intervjuueeritavate sõnul tarkusele – kes palju vastab ja julgeb vastata, on tark. Uurimuses keskkooli õpilaste matemaatilise identiteedi ja loodusteadusliku identiteedi kohta (Eisenhart & Allen, 2016) leidsid autorid samuti ühise joone intervjuueeritavate uskumustes – need, kes on matemaatikas või loodusteadustes head, on õpilased, kes teevad ülesandeid kiiresti, sh kiiremini kui teised, saavad häid hindeid, saavad kiiresti asjadest ja ülesannetest aru vajaduseta pingutada või pusida, ei vaja abi. Lisaks sellele tuli mitmel korral esile mõte, et need, kes on matemaatikas või loodusteadustes „head“, on ka moraalselt „head inimesed“ (Eisenhart & Allen, 2016). Taoline tark-rumal, hea-halb eristus viitab jäävususkumusele, tehes oskusest staatilise võime, mis inimesel kas on või mitte. Kui seda võimet inimesel ei ole, on ta järelikult rumal ja konkreetses aines halb, kui tal see võime on, on ta järelikult tark ja ka aines hea.

Eestis on täna õpetajahariduses olulisel kohal võimekususkumuste teooria (vt nt Tallinna Ülikooli bakalaureuseõppe pedagoogika õppekava), kuid viimases Eesti haridusvaldkonna aregukavas (*Haridusvaldkonna Arengukava 2021-2035*, 2021) on toodud praeguse olukorra kitsaskohana nüüdisaegse õpikäsitluse², mille üheks osaks on juurdekasvuuskumuse toetamine ja arendamine, mittepiisav rakendumine. Tulenevalt varasemates uuringutes välja toodud seostest ning rakendades seda mh Eesti kontekstis, püstitan võimekususkumuste ja matemaatilise identiteedi kohta järgmise hüpoteesi:

Hüpotees H6: Juurdekasvuuskumus panustab positiivsemasse matemaatilisse identiteeti.

Mitmes uurimuses (vt nt Eisenhart & Allen, 2016; Gweshe & Brodie, 2019, 2023) on välja tulnud õpilaste arusaam, et matemaatikat on vaja eduka tuleviku jaoks. Esiteks on laialt levinud seisukoht, et matemaatikat on vaja osata, et saada ülikoolis heale erialale ning ilma matemaatikat oskamata ei saa head töökohta. Eisenhart & Allen (2016) tõid näitena noore, kelle tulevikunägemus ja -plaanid purunesid täielikult kui ta jõudis 11. klassi ja esimest korda matemaatikaga hädas oli: ta tundis, et ta ei oska matemaatikat ja sellega kaasnes ka arvamus, et ta ei ole õpetajate silmis enam „hea inimene/õpilane“.

Väga tugeva stereotüübiga on matemaatika õppimise-oskamise puhul sugu – levinud on uskumus, et mehed on matemaatikas tugevamad ja targemad, tüdrukutel ei ole matemaatikat vaja. See stereotüüp kandub edasi mitmeid kanaleid pidi: mänguasjade abil, televisiooni kaudu ning vanemate, õpetajate ja kaaslaste suhtumise kaudu (Froschl & Sprung, 2016). Kafoussi et al. (2020) avastasid õpilastega intervjuusid tehes, et õpilased, kes arvasid end olevat matemaatikas keskmisel tasemel, pidasid isasid matemaatikas tugevamaks ja osavamaks kui emasid. Lisaks näevad lapsed-noored seda laiemaltki ühiskonnas, kus enamasti on juhtfiguurid mehed ning naiste ekspertiisi ei võeta sageli tõsiselt.

Stereotüübid võivad endast kujutada ohtu kujul, mil õpilane kardab, et teda seostatakse negatiivse stereotüübiga või hoopis et ta ei ole vastavuses (positiivse) stereotüübiga (ingl *stereotype threat*). Seda on tõestatud näiteks uuringutega, kus on palutud tüdrukutel testil

² Nüüdisaegne õpikäsitus toetab senisest enam ainealaseid teadmisi koos oskusega neid praktiliselt kasutada ja rakendada, õpioskuste arengut, paremaid koostööoskusi, tugevat enesejuhtimise oskust ning subjektiivset heaolu. Nüüdisaegses õpikäsitluses on olulisel kohal konstruktivistlik teadmuskäsitus, koostööine õpe ja autonoomia. Vt täpsemalt Heidmets et al., 2017; *Õpikäsitus*, n.d.

märkida sugu, mille tagajärjena on nende testi tulemused halvenenud (Froschl & Sprung, 2016; Johnson et al., 2012). Vastupidi, meeste tulemused keskmiselt paranevad, kui nad peavad oma soo testil välja tooma (Johnson et al., 2012), viidates ekstra pingutusele, et oma grupi positiivsele kuvandile vastata. Soolised erinevused tulevad välja ka näiteks matemaatikaärevuse mõõtmisel. Kõrgemat ärevust tüdrukute seas on leidnud mitmed uurijad (vt nt Fajri & Amir, 2022; Hill et al., 2016; Madjar et al., 2018; Ortega-Rodríguez, 2025). Kapitanoff ja Pandey (2017) leidsid, et naiste matemaatikaärevus oli seotud sellega, et nad ise uskusid stereotüüpi, et naised on meestest matemaatikas kehvemad.

Eestis on nähtav sooline erinevus erialavalikutes, kus info- ja kommunikatsioonitehnoloogia ning tehnika, ehitus ja tootmise valdkondades on tugev soolõhe – oluliselt vähem naisi valib neid valdkondi (Hämmal et al., 2020; Kukk et al., 2017; Teel Tasakaalustatud Ühiskonda III, 2021). Erialavalikute erinevus kandub edasi tööturule, kus samuti domineerivad neis valdkondades mehed, mis mõjutab ka Eesti suurt palgalõhet (Hämmal et al., 2020; Kukk et al., 2017). Soolise eristuse ja stereotüüpide probleemi nähakse eelkõige ühiskondlikes hoiakutes, mitte niivõrd konkreetsete asutuste/institutsioonide tegevustes (Aavik, 2016; Teel Tasakaalustatud Ühiskonda III, 2021), kuid teadvustatakse vajadust suhtumist muuta (Hämmal et al., 2020; Kukk et al., 2017; Teel Tasakaalustatud Ühiskonda III, 2021). Tuginedes nii varasemate uuringute järeldustele kui levinud uskumusele nii Eestis kui mujal, et reaalteadused- ja valdkonnad on „poiste alad“, püstitan järgneva hüpoteesi:

Hüpotees H7: Eestis on poistel positiivsem matemaatiline identiteet kui tüdrukutel.

Peale soo on maailmas tugevalt juurdunud stereotüübid rassi osas. Ameerikas on levinud arvamus, et valged on intelligentsemad kui mustanahalised, mida näiteks McGee (2015) intervjueritud Rob tundis juba noores eas ning terve kooliaja tunnetas ta endal madalaid ootuseid ja rassilist eelarvamust. Stereotüübid ja üldlevinud arvamused ei eksisteeri üksteisest eraldi, vaid sageli on neil interseksionaalne mõju. Näiteks on Ameerikas tumedanahalised naised tugevalt alaesindatud STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) valdkonnas ning seda tunnetas ka mustanahaline Marie, kui ta osales teadustöö programmis ning ei näinud sealse kooli lõpetajate seas ühtki tumedanahalist naist, ning tundis end seetõttu vähemuses ja ebakindlana, justkui tema koht ei oleks seal (Ibourk et al., 2022). Stereotüübi oht võib väljenduda ka rassiliste stereotüüpide puhul. Jonesi & Magilli (2023) ühest intervjuust selgub

Katya kartus langeda õpetaja silmis alasaavutava mustanahalise matemaatiku stereotüübi (st mustanahalised ei oska matemaatikat ja ei saavuta selles häid tulemusi) alla, kui ta istus klassis tagapingis või kui õpetaja rääkis temaga afroameerika slängis, mitte „normaalselt“ nagu teiste õpilastega.

Ameerikas on rassipõhisel eristusel pikk ja keeruline ajalugu. Eestis taolist rassiga seostuvat valulikkust minevikku ei ole, samas on meil keeruline minevik seotud rahvustega. Nõukogude Liidu kunagine võim Eestis on panustanud eestlane-venelane eristusse, mis ei paista rauevat nüüdki ning mis on eriti taas esile kerkinud peale Ukraina sõja algust (Hämarsoo & Heidemann, 2025; Karajev, 2023). 2013. aastal tehtud magistritöös lõi Selivanova välja levinumad iseloomujooned, mida eestlased ja venelased venelaste kohta arvavad kehtivat: mõlemad grupid tõid välja, et venelased on muuhulgas temperamentsed, lärmakad, vägivaldsed (sh jõhkrad, agressiivsed), mis ka tänapäeval on ühiskonnas levinud seisukoht, kuid positiivset tõid eestlased oluliselt vähem välja. Selline arvamus võib edasi kanduda ka koolikonteksti, kus vene õppijatesse suhtutakse eelarvamuste tõttu negatiivselt. Lisaks vene päritolu noortele on Eestis ka üha rohkem muu päritoluga õpilasi ning erinevate rahvustega kaasnevad erinevad stereotüübid (nt asiaadid on matemaatikas ja loodusteadustes tugevad, moslemid on terroristid, juudid on ihned jm), millel on oht kanduda ka kooli- ja klassiruumi.

Laiendades rassilist eristust rahvuslikule eristusele, püstitan Eesti kontekstis hüpoteesi:

Hüpotees H8: Eesti emakeelega õpilastel on positiivsem matemaatiline identiteet kui vene emakeelega õpilastel.

2.2. Matemaatika õpitulemuste seos matemaatilise identiteediga

Matemaatilise identiteedi mõju matemaatikatumustele on uurinud USA ladinaameeriklaste kontekstis Gonzalez et al. (2023), kes leidsid, et matemaatiline identiteet on seotud edukusega matemaatikas ning see mõju säilis ka siis, kui kontrolliti vanemate sotsiaalmajandusliku tasuta ja sotsiaalse kapitali mõju. Ka (Gjicali & Lipnevich, 2021) uurimustulemused USA kontekstis kinnitavad matemaatikasse suhtumise tähtsust õpitulemustele. PISA andmeid kasutades on

leitnud, et Kreekas mõjutas matemaatika õpitulemusi õpilase enesetaju matemaatikas, enesetõhusus matemaatika õppimisel ning matemaatikaärevus (Karakolidis et al., 2016). Matemaatikaärevuse ja tulemuste vahelist seost, kus kõrgema ärevusega kaasnevad halvemad tulemused, on kinnitatud korduvalt (vt nt Beilock & Maloney, 2015; Luttenberger et al., 2018; Maloney & Beilock, 2012). Eestis on leitud, et kuuenda klassi õpilaste seas seostus kõrgem enesetõhusus paremate matemaatika tulemustega, tuues välja enesetõhususe suurenemise vanemaks saades (Liivak, 2017), millele tuginedes võib oodata sarnast seost ka vanemate õpilaste seas.

PISA andmete analüüsid erinevate riikide (sh Eesti) kohta on näidanud seost SES-i ja testi tulemuse vahel, tuues esile paremal järjel olevatest peredest õpilaste keskmiselt paremad tulemused (vt nt Boman & Wiberg, 2024; Marrero et al., 2024; Pöder et al., 2023; Tire et al., 2023). Ent kui SES mõjutab matemaatilist identiteeti (eelnevalt püstitatud H1), võib SES mõju testi tulemustele väljenduda ka matemaatilise identiteedi kaudu. Ainealased võimekususkumused on uurimuste järgi seotud aine tulemustega (Dweck et al., 2014). Seega ka matemaatikaga seotud uskumused mõjutavad matemaatikaalaseid tulemusi. Seda kinnitab ka Karakolidis et al. (2016) uurimuses leitud seos matemaatikaalaste enesekohaste uskumuste ning matemaatika tulemuste vahel. Samuti leidsid Nalipay et al. (2021) oma uurimuses loodusteaduste puhul statistiliselt olulise positiivse seose õpilase uskumuste ja õpitulemuste vahel. Kui uskumused on seotud matemaatilise identiteediga (eelnevalt püstitatud H6), on tõenäoline, et uskumuste ja tulemuste seos kandub edasi ka identiteedi ja tulemuste seosesse. Sarnast mõju võib oodata ka teistelt identiteeti mõjutavatelt faktoritelt.

Võttes arvesse varasemate uuringute tulemusi nii Eestis kui teistes riikides, püstitan Eesti kohta järgmise hüpoteesi:

H9: Positiivsema matemaatilise identiteedi korral on matemaatikatesti tulemus parem.

3. ANDMESTIK JA METOODIKA

Käesolevas peatükis annan alustuseks ülevaate PISA uuringust - kirjeldan uuringu eesmärgi ja põhimõtteid. Seejärel kirjeldan andmete ettevalmistuse protsessi ja teen põhjaliku ülevaate uuringus kasutatavatest tunnustest. Kolmandana selgitan uuringus kasutatavat analüüsimeetodit ning analüüside olulisimaid samme ja võrdlusaluseid. Viimaks tutvustan PISA 2022. aasta Eesti osalejate sotsiaal-demograafilisi näitajaid ja matemaatikatesti üldiseid tulemusi.

3.1. PISA 2022

Käesolevas töös kasutan PISA 2022. aasta uuringu andmeid. PISA on OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) poolt loodud rahvusvaheline uuring, mis testib õpilaste teadmisi ja oskusi peamiselt matemaatikas, lugemises ning loodusteadustes iga kolme aasta tagant. Samuti testitakse igal testiaastal õpilaste oskusi ühes uuenduslikus valdkonnas. See on regulaarne uuring, mis jälgib õpilaste teadmiste ja oskuste omandamise trende üle maailma. PISAs osalevad õpilased on vanusevahemikus 15 aastat ja 3 kuud kuni 16 aastat ja 2 kuud. Testi arendades jälgitakse, et ei hinnataks vaid formaalset teadmiste omandamist, vaid ka oskust teadmisi praktiliselt kasutada nii koolis kui väljaspool kooli. Iga testitsüklil keskendub peamiselt ühele kolmest põhivaldkonnast, moodustades ligi poole testi sisust. Lisaks testile vastavad õpilased taustaküsimustikule, mis annab infot nende kodu-, pere- ja koolitausta, õppimiskogemuse, uskumuste ja motiveerituse kohta. Ka koolijuhid vastavad küsimustikule koolisüsteemi ning õpikeskkonna kohta. PISA valim tuleneb kaheastmelisest kihistatud valimi disainist, kus esimene kiht koosneb koolidest ja teine õpilastest, seejuures arvestatakse riikide demograafia ja omapäradega, et tagada valimi esinduslikkus. Uuringus peab osalema vähemalt 85% valimis olevatest koolidest ning 80% valimis olevatest õpilastest. Nõuetest ja reeglitest kinnipidamine on rangelt jälgitud, tagamaks võrreldavad tulemused nii riikide vahel kui aegreas. (OECD, 2023, 2024; PISA, n.d.; *PISA Frequently Asked Questions (FAQs)*, n.d.)

2022. aastal toimus PISA kaheksas tsüklil (mis on ühtlasi ka töö valmimise ajal uusim avaldatud andmetega PISA uuring) ning selle fookus oli matemaatikal. Väiksema osakaaluga

olid endiselt lugemine ja loodusteadused, tsükli innovaatiliseks oskuseks oli loominguline mõtlemine. PISAs on oskused ja teadmised defineeritud läbi kirjaoskuse, viidates seosele igapäevaeluga (OECD, 2023: 22):

Matemaatiline kirjaoskus on inimese võime mõelda matemaatiliselt ning kujundada, rakendada ja tõlgendada matemaatikat erinevate reaaleluliste probleemide lahendamiseks. Raamistik hõlmab mõisteid, protseduure, fakte ja tööriistu nähtuste kirjeldamiseks, selgitamiseks ja prognoosimiseks. See aitab inimestel mõista matemaatika rolli maailmas ning teha hästi põhjendatud otsuseid ja hinnanguid, mida on vaja 21. sajandi teadlikul, kaasatud ja mõtleval kodanikul.

Taustaküsimustikud annavad konteksti, mille abil tõlgendada PISA testi tulemusi nii haridussüsteemi siseselt kui ka erinevate süsteemide vahel. Et nimetatud tsükli fookuses oli matemaatika, oli ka taustaküsimustikus spetsiifilisi, matemaatikaga seotud küsimusi, hindamaks õpilaste tundeid ja uskumusi, suhtumist matemaatikasse ja huvi matemaatikaga tegelemise vastu. „PISA 2022 hindamise ja analüütilise raamistiku“ (OECD, 2023: 52) järgi oodatakse, et

PISA 2022 uuringu tulemused annavad osalevate riikide hariduspoliitika kujundajatele olulist teavet nii kooliharidusega seotud saavutuste kui ka hoiakutega seotud tulemuste kohta. Ühendades teabe PISA matemaatilise kirjaoskuse hindamisest ning uuringuandmed hoiakute, emotsioonide ja uskumuste kohta, mis suunavad õpilasi oma matemaatilise kirjaoskuse kasutamisele [...], kujuneb välja terviklikum pilt.

PISA testid, küsimustikud, metoodika ülevaated, andmestikud ja tulemuste raportid on OECD veebilehel (<https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html>) kõigile vabalt kättesaadavad. Lisaks kohustuslikele õpilase ja koolijuhi küsimustikule on veel erinevaid vabatahtlikke küsimustikke (nt lapsevanematele, õpetajatele, õpilaste heaolu hindav). Eestis vastasid õpilased kohustuslikule taustküsimustikule ja koolijuht kohustuslikule koolijuhi küsimustikule ning lisaks vastasid õpilased valikulisele küsimustikule, mis hindas nende poolset digivahendite- ja ressursside tundmist.

3.2. Andmete ettevalmistus ning tunnused

OECD veebilehel on toodud kõikide küsimustike andmestikud, mida saab alla laadida vaid täies mahus. See tähendab, et kooli andmestiku (koolijuhhi küsimustikust saadud) ning õpilase andmestiku laadides saab kõikide riikide andmed. Seega oli esimeseks sammuks Eesti andmete väljaselekteerimine ning seejärel õpilaste ning kooli andmestiku omavahel sidumine. Lähtuvalt teoreetilisest osast valisin saadud andmestikust välja enda analüüsideks vajalikud tunnused. Mitmed kasutatavatest tunnustest on PISA andmestikus kategoorilised ning vastused on kodeeritud numbritena, mistõttu nimetasin ümber nende tunnuse väärtused. Lisaks tegin ka uue tunnuse.

PISA andmestikus on kolm tunnust, mis iseloomustavad õpilase suhet tema perega ja pere avatust: „Pere julgustab mind uusi asju proovima“ (ST336Q05JA), „Olen kodus julgustatud oma kujutlusvõimet kasutama“ (ST336Q06JA) ning „Kodused arutelud aitavad mul välja tulla uute ideedega“ (ST336Q07JA). Kõik kolm tunnust on neljapunktilisel skaalal, kus 1 = tugevalt ei nõustu ja 4 = tugevalt nõustun. Testisin tunnustevahelisi seoseid Pearsoni korrelatsiooniga (Tooding, 2007), nägemaks kas võiksin kombineerida need ühe koondtunnuse alla. Testi tulemus näitas tunnuste vahel mõõdukat korrelatsiooni (vt Tabel 1), st tunnused on üksteisega seotud. Cronbach'i alfa testi tulemuseks oli 0.84, mis näitab samuti, et neil tunnustel on arvestatav ühisosa (DeVellis, 2005) ehk siis võib eeldada, et need mõõdavad sama nähtust ning see annab omakorda kinnitust sellele, et on sobilik need kolm tunnust koondada kokku üheks uueks tunnuseks.

Kõigis kolmes tunnuses oli ligikaudu 1400 vastanu puhul puuduv väärtus. Selleks, et hilisemates analüüsides andmekadu väiksem oleks, kasutasin *missForest* R-paketi juhumetsade algoritmil põhinevat puuduvate andmete imputatsioonimeetodit (Stekhoven & Bühlmann, 2012). Juhumetsa imputatsioonimeetodit on võrreldud teiste imputatsioonimeetoditega ning on leitud, et see meetod toimib paremini kui mitmed teised (Lee & Leite, 2024; Schwerter et al., 2024). *missForest* paketti on kasutatud muuhulgas ka sotsiaalteaduste uuringute andmete imputeerimiseks (nt Ranasinghe et al., 2023) ning Nirmala et al. (2022) leidsid selle parimaks meetodiks ennustamiseks puudulikke andmeid üliõpilaste lõpetamise staatuse kohta. Juhumetsa algoritmi järgi asendatakse puuduvad väärtused teiste tunnuste väärtuste põhjal.

Imputatsiooniks kasutasin kõiki neid indiviidi tasandi tunnuseid, mida oma edasistes analüüsides kasutasin. Uue loodud indekstunnuse sisuks oli kolme eelnimetatud tunnuse aritmeetiline keskmine.

Tabel 1. Kolme õpilase ja tema pere suhet iseloomustavad tunnuse korrelatsioonid

TUNNUS	Arutelud aitavad uute ideede väljatulekuga	Uute asjade proovimise julgustamine	Kujutlusvõime kasutamise julgustamine
Arutelud aitavad uute ideede väljatulekuga	1.00	0.58	0.64
Uute asjade proovimise julgustamine	0.58	1.00	0.68
Kujutlusvõime kasutamise julgustamine	0.64	0.68	1.00

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Analüüsi **sõltuvateks muutujateks** on matemaatilise identiteedi korral matemaatikaärevus ning püsivus matemaatika õppimisel. Kolmandaks sõltuvaks tunnuseks on matemaatikatesti tulemus. Kuna matemaatiline identiteet on oma olemuselt väga kompleksne, valisin selle mõõtmiseks kaks tunnust, ühtlasi selle abil minimeerides hilisemate tõlgenduste võimalikke ennatlikke ja vääraid järeldusi. Oleks kergem analüüsida ja tulemusi hinnata kui kasutada ühte tunnust, seepärast kaalusin ka identiteeti iseloomustavate tunnuste koondamist üheks koondtunnuseks, kuid need kaks tunnust esindavad identiteedi erinevaid dimensioone: matemaatikaärevus negatiivset ning püsivus matemaatika õppimisel positiivset hoiakut. Lisaks näitas nendevaheline Pearsoni korrelatsioon nõrka negatiivset korrelatsiooni (-0.193) ning Cronbach'i alfa testi tulemus (peale matemaatikaärevuse skaala ümberpöörämist, et tunnused näitaksid samas skaalas identiteeti) oli 0.32, millest kumbki ei toeta samuti nende kahe tunnuse koondamist ühte tunnusesse.

Matemaatikaärevuse tunnuse puhul on tegemist PISA uuringu administreerijate poolt loodud koondtunnusega. Kuigi ärevust peetakse sageli inimese siseseks, psühholoogiliseks nähtuseks, on see tihedalt seotud ka sotsiaalsete struktuuridega, (võimu)suhetega ning meid ümbritsevate tingimustega (Sik, 2020). Nii on ka PISA matemaatikaärevuse tunnusesse koondatud kokku erinevad näitajad ja aspektid, mis ei hinda ainult õpilase psühholoogilist seisundit, vaid nende taustal on ka sotsiaalselt tajutud struktuurid ja enesetaju. Matemaatikaärevuse tunnus koondab

endas väiteid nagu „ma muretsen tihti, et mul on matemaatikatundides keeruline“; „ma lähen pingesse, kui pean tegema matemaatika kodutöid“, „matemaatikaülesannete lahendamine muudab mind närviliseks“, „ma tunnen end abituna matemaatikaülesannete lahendamisel“, „ma kardan, et saan matemaatikas halbu hindeid“, ning „ma muretsen, et kukun matemaatikas läbi“. Need, esmapilgul küllaltki psühholoogilised väited, sisaldavad muuhulgas ka võrdlust teistega, normidesse sobitumist, enda positsioneerimist matemaatika suhtes, hinnangut endale ning arvamust selle kohta, mis on „õige“ ja „sobilik“ tunne või tulemus matemaatika õppides, mis kõik on väga tugevalt seotud sellega, kuidas on indiviidi matemaatiline identiteet defineeritud (vt ptk 1.2).

Matemaatika õppimise püsivuse tunnus on samuti PISA uuringu administreerijate poolt loodud koondtunnus, hõlmates õpilase hinnangut, kui sageli ta osales matemaatikatundides aktiivselt grupiaruteludes; pööras tähelepanu õpetaja räägitule; pingutas matemaatikaülesannete lahendamisel; pühendas aega materjali õppimisele; küsis küsimusi, kui ei saanud aru; kaotas huvi; püüdis omavahel ühendada uut materjali eelnevate teadmistega; alustas ülesannetega viivitamata. Need tunnused näitavad ühest küljest õpilase õpistrateegiate kasutamist, aga ka tema üldisemat suhtumist matemaatikasse ja õppimisse. Samuti viitavad õpilase vastused tema motiveeritusele ning huvile. Seega saab matemaatika õppimise püsivust laiendada õpilase matemaatilisele identiteedile.

PISA matemaatikatesti tulemuste tunnuse näol on tegemist kvantitatiivse näitajaga, mis väljendab õpilaste matemaatilist kirjaoskust. Matemaatikatesti tulemus on esitatud usutavate väärtustena (ingl *plausible values*). Õpilased ei soorita testi tehes kõiki ülesandeid, vaid neile juhuslikult määratud ülesandeid, ning hilisema mitmekordse imputeerimise käigus luuakse usutavad väärtused õpilase testisoorituse kohta (*PISA Research Documentation: How to Prepare and Analyse the PISA Database*, n.d.). Matemaatikatesti tulemuste analüüsimine võimaldab teha järeldusi, kuidas mõjutab matemaatiline identiteet õpilase õpitulemusi.

Sõltumatud muutujad on erinevad koolitunnused (kooli n-ö objektiivsed näitajad, õpilase koolikeskkonna tunnetuse, matemaatikatundide ja suhete kvaliteedi näitajad), pere tausta ja peresuhte kvaliteedi näitajad, õpilase sugu ja kodune keel ning tema võimekususkumus matemaatika osas. Tabel 2 annab täpsema ülevaate kasutatavatest tunnustest ning millist dimensiooni need mõõdavad.

Tabel 2. Sõltuvad, sõltumatud ja kontrolltunnused

Sõltuvad muutujad			
Matemaatikaärevus	Püsivus matemaatika õppimisel		Matemaatikatesti tulemus
Sõltumatud muutujad			
Pere tausta ja perega suhte näitajad			
Sotsiaalmajanduslik ja kultuuriline staatus (ESCS)	Õpilase hinnang oma pere sotsiaalmajandusliku staatuse kohta (SES hinnang)	Perepoolne julgustus ja avatus	Pere toetus ja huvi õpilase käekäigu kohta koolis
Kooli objektiivsed näitajad			
Asukoht	Kooli suurus		Koolitüüp
Koolikeskkonna näitajad – koolijuhhi hinnang			
Negatiivne koolikliima	Mitmekesisust toetav õhkkond	Õpetajatepoolne õppimist pärssiv käitumine	Õpilastepoolne õppimist pärssiv käitumine
Koolikeskkonna näitajad – õpilase hinnang			
Tajutav riskitase koolis	Kuuluvustunne	Turvatunne	Kiusamise kogemine
Õpilase-õpetaja suhte ja matemaatikatundide kvaliteedi näitajad			
Õpetajate-õpilase suhte kvaliteet	Matemaatikaõpetaja tugi	Matemaatika kvaliteet	Tunni distsipliin
Õpilase sotsiaal-demograafilised näitajad			
Sugu	Kodune keel		Testi vastamise keel
Õpilase uskumuse näitaja			
Võimekususkumus			
Kontrolltunnused			
Matemaatikaklassi suurus (õpilaste arv)	Kooli selektiivne vastuvõtt	Võimekuse järgi matemaatikagruppidesse grupeerimine	Vanus
Immigrandistaatus			

Lisaks sõltuvatele ja sõltumatutele ning kontrolltunnustele eristuvad tunnused ka (mõõtmis)tasandi lõikes, st kooli tasandi ning indiviidi tasandi tunnusteks. Kooli tasandi tunnuse puhul on kõigil samas koolis õppivatel õpilastel selle tunnuse osas sama väärtus, samas kui indiviidi tasandi tunnuse väärtused varieeruvad õpilaste vahel. Tabel 3 annab ülevaate kõigist analüüsis kasutatavatest tunnustest, nende tähendustest ning mõõtmistasandist ning kasutatud

skaalast (ja skaala väärtustest). Täpsem ülevaade PISA administreerijate loodud koondtunnuste sisust on toodud Lisa 1.

Tabel 3. Analüüsis kasutatavad muutujad

	Tunnus PISA andmestikus	Tunnuse tähendus	Tunnuse tüüp ja/või väärtused
Indiviidi tasandi tunnused	Loodud indekstunnus (ST336Q05JA+ST336Q06JA+ST336Q07JA)	Pere avatus ja õpilase julgustamine uusi asju proovima, arutelud annavad uusi ideid	Skaala vahemikus 1-4, 1 = tugevalt mittenõustumine, 4 = tugevalt nõustumine
	ST259Q01JA	Õpilase hinnang pere sotsiaalmajanduslikule staatusele (SES hinnang)	Skaala vahemikus 1-10, 1 = madal, 10 = kõrge
	LANGTEST (LANGTEST_QQQ)	Testi ja küsimustiku vastamise keel	Eesti, vene
	LANGN	Kodus räägitav keel	Eesti, vene, muu
	ST272Q01JA	Matemaatika õpetamise kvaliteet õpilase hinnangul	Skaala vahemikus 1-10, 1 = halb, 10 = hea
	ST263Q04JA	Õpilane usub, et matemaatikaoskus on õpitav (võimekususkumus)	Skaala vahemikus 1-4, 1 = üldse ei usu (jäävususkumus), 4 = usub täielikult (juurdekasvuuskumus)
	FAMSUP	Pere tugi õpilasele ja huvi koolis toimuva vastu	Pidev, kõrgem skoor = rohkem suhtlust, huvi koolis toimuva vastu
	ESCS	Pere sotsiaalmajanduslik ja kultuuriline staatus (ESCS)	Pidev, kõrgem skoor = kõrgem staatus
	BELONG	Õpilase kuuluvustunne	Pidev, kõrgem skoor = suurem kuuluvustunne
	BULLIED	Õpilase kiusamise tajumise sagedus	Pidev, kõrgem skoor = suurem kokkupuude
	FEELSAFE	Õpilase turvatunne koolis	Pidev, kõrgem skoor = suurem turvatunne
	SCHRISK	Õpilase riskitaju koolis	Pidev, kõrgem skoor = kõrgem riskitaju
	RELATST	Õpetajate ja õpilaste suhtekvaliteet õpilase hinnangul	Pidev, kõrgem skoor = parem kvaliteet
	TEACHSUP	Matemaatikaõpetaja tugi õpilasele õpilase hinnangul	Pidev, kõrgem skoor = parem tugi
	DISCLIM	Matemaatikaklassi distsipliin	Pidev, kõrgem skoor = rohkem korra rikkumist
	MATHPERS	Õpilase püsivus matemaatika õppimisel (pingutus, aktiivsus õppimisel)	Pidev, kõrgem skoor = suurem püsivus
	ANXMAT	Õpilase matemaatikaärevus	Pidev, kõrgem skoor = kõrgem ärevustase/rohkem ärevust
	IMMIG	Õpilase päritolu	Kohalik/ei ole immigrant, I generatsiooni immigrant, II generatsiooni immigrant
	ST004D01T	Õpilase sugu	Poiss, tüdruk
	AGE	Õpilase vanus	Vahemikus 15.33-16.33

	PV1MATH:PV10MATH	Matemaatikatesti tulemus	Pidev, kõrgem skoor = parem tulemus
Kooli tasandi tunnused	SC001Q01TA	Kooli asukoht	Maakoht (<3000 in), väikelinn (3000-15000 in), linn (15000-100000 in), suurlinn (100000-miljon in)
	MCLSIZE	Keskmine matemaatikaklassi õpilaste arv koolis	13, 18, 23, 28, 33, 43, 53
	SCHSIZE	Kooli õpilaste arv	Vahemikus 32-1800
	SCHLTYPE	Koolitüüp	Munitsipaalkool, erakool
	SCHSEL	Kooli selektiivne vastuvõtt	Vastuvõtul alati valitakse, vahest valitakse, üldse ei valita
	ABGMATH	Võimekuse järgi õpilaste matemaatikuühmadesse grupeerimine	1 – ei, 2 – osades klassides, 3 – kõigis klassides
	NEGSCLIM	Negatiivne koolikliima koolijuhhi hinnangul	Pidev, kõrgem skoor = negatiivsem kliima
	DMCVIEWS	Kooli mitmekesisus ja multikultuursed vaated	Pidev, kõrgem skoor = mitmekesisem ja rohkem julgustavam selles osas
	TEACHBEHA	Õpetajate pärssiv käitumine õpilaste õppimisele	Pidev, kõrgem skoor = tugevam negatiivne mõju
	STUBEHA	Õpilaste pärssiv käitumine õpilaste õppimisele	Pidev, kõrgem skoor = tugevam negatiivne mõju

Märkus: Sinine taust on PISA administreerijate poolt koostatud koondtunnused.

3.3. Analüüsimeetod

PISA näol on tegemist oma olemuselt hierarhiliste andmetega – lisaks indiviidi tasandile on selles ka koolitasand. Seega oli analüüsides oluline arvestada kooli tasandi potentsiaalset mõju tulemustele (Hox et al., 2017). Selleks, et hinnata koolitasandi klasterdavat mõju, katsetasin analüüsi käigus alustuseks mitmetasandilisi regressioonimudeleid, seda hindamaks nii matemaatikaärevust kui proaktiivsust matemaatika õppimisel. Nn null-mudeli, mille abil hindasin selgitamata variatiivsuse jagunemist indiviidi ja kooli tasandil tulemuse pealt arvutasin välja klassisisese korrelatsiooni koefitsiendi (*Intraclass Correlation Coefficient* ehk ICC), et näha kui palju sõltuva tunnuse variatiivsusest on selgitatav koolitasandi variatiivsuse poolt (Hox et al., 2017). ICC leitakse valemiga (1):

$$ICC = \frac{\sigma_{kool}^2}{\sigma_{kool}^2 + \sigma_{jääk}^2} \quad (1)$$

kus: σ_{kool}^2 on koolitasandi dispersioon;

$\sigma_{j\ddot{a}k}^2$ on individuaalne dispersioon.

Nii matemaatikaärevuse kui matemaatika õppimise proaktiivsuse puhul oli koolitasandi poolt selgitatav vaid 0,03 ehk 3% sõltuva tunnuse variatsioonist ning ülejäänud 97% on selgitatav individuaalsel tasandil. Sellest järeldatuna ei täienda mitmetasandilises regressioonis õpilaste kooli pesastamine analüüsitulemusi märkimisväärselt. Kuna sõltuvate tunnuste jaotused olid ligikaudu sümmeetrilised ning sõltuvatel tunnustel ilmnis esmaste jooniste põhjal lineaarne seos sõltumatute tunnustega, otsustasin kasutada *survey* paketi üldistatud lineaarregressioonimudeleid *svyglm()* funktsiooniga, mis võimaldab arvesse võtta keerulisi uuringudisaine. Selline analüüs võimaldab hinnata erinevate tunnuste üheaegset mõju sõltuvale tunnusele: kui tugev mõju on, kas see mõju on positiivne või negatiivne ning kuidas muutub sõltuv tunnus sõltumatu tunnuse muutudes (Tooding, 2007). Analüüsimudelites võtsin arvesse nii õpilase põhikaalu kui ka kõik 80 PISA andmestikus olevat replikatsioonikaalu, et tulemused oleksid kogu populatsioonile üldistatavad.

Kuna minu analüüside aluseks on seisukoht, et nii matemaatikaärevus kui matemaatika õppimise proaktiivsus on osaks õpilase matemaatilisest identiteedist, kasutasin mõlema sõltuva tunnuse puhul identseid regressioonimudeleid, et oleks mh võimalik neid omavahel (sisuliselt) võrrelda. Regressioonanalüüsi alustasin nn teemaplokkide analüüsiga, kus tegin erinevate valdkondade sõltumatute tunnuste plokkidega omaette regressioonimudelid. Kontrollisin nende mudelite vastavust eeldustele jääkide sõltumatus, jääkide dispersiooni homogeensus, jääkide normaaljaotuse ning multikollineaarsuse puudumise näitajate kaudu. Seejärel koostasid esimese, lihtsama regressioonimodeli, kuhu võtsin igast teemaplokkist ühe või kaks tunnust lähtuvalt teoorias enim väljatoodust. Teise üldisesse regressioonimudelisse panin kõik tunnused, mida kasutasin teemaplokkide regressioonides, kaasates ka muutujad, mis teoorias on käsitletud pealiskaudsemalt. Ka nende mudelite puhul jälgisin mudeli eelduste täitmist. Multikollineaarsuse esinemise korral eemaldasid analüüsist dubleerivad tunnused. Kahe regressioonimodeli võrdlemiseks kasutasin AIC (*Akaike Information Criterion*) skoori, mis mõõdab, kui hästi mudel andmeid seletab, võttes samal ajal arvesse mudeli keerukust (Burnham & Anderson, 2004). Väiksem AIC skoor viitab paremale mudelile. Lisaks arvutasin ka mudelite determinatsioonikordaja (Tooding, 2007), milles võtsin samuti arvesse kaalud (Lumley, 2010). Determinatsioonikordaja arvutamiseks kasutasin valemit (2):

$$R^2 = \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_i (y_j - \hat{y}_j)^2}{\sum_{j=1}^n \omega_i (y_j - m_Y)} \quad (2)$$

kus: SS_{res} on jääkvariatsioon;

SS_{tot} on kogu variatsioon;

n on vaatluste arv;

i on konkreetne vaatlus;

ω_i on vaatluse i kaal;

y_j on tegelik ehk vaadeldud väärtus sõltuval muutujal vaatluse i puhul;

$\hat{y}_j$ on mudeli poolt prognoositud väärtus vaatlusele i ;

m_Y on kaalutud keskmine tegelikest väärtustest.

Determinatsioonikordaja võimaldab võrrelda mudelite selgitusvõimet kui ka hinnata, kui suur osa mudeli variatiivsusest on kaasmuutujate poolt selgitatud. Tulemuste tõlgendamisel statistilise olulisuse hindamiseks kasutan eelkõige p-väärtust ning usaldusnivooks on valitud 95% ehk siis statistiliselt oluliseks on loetud seos, mille p-väärtus on ≤ 0.05 . Et regressioonide väärtused oleksid võrreldavatel skaaladel, standardiseerisin tunnused (Tooding, 2007). Selle tulemusena on igal arvulisel tunnusel keskmine väärtus 0 ja standardhälve 1 ning suurema variatsiooniga tunnused ei mõjuta tulemusi ebaproportsionaalselt.

Uurimistöö jaoks vajaliku andmeanalüüsi viisin läbi täielikult tööluarakenduses Rstudio, kasutades peamiselt pakette *survey* ja *tidyverse*. *survey* on spetsiaalselt keeruliste disainidega uuringute statistiliseks analüüsiks loodud (Lumley, 2004), *tidyverse* sisaldab erinevaid pakette, mis lihtsustavad andmete töötlemist ning visualiseerimist (*Tidyverse*, n.d.).

3.4. Ülevaade andmetest

PISA 2022 uuringus osales **Eestis 6392 õpilast 196 koolist**. Valimis olid õpilased igast maakonnast, kõige rohkem osalejaid oli Harju maakonnast (Tire et al., 2023). Poisse ja tüdrukuid oli vastavalt 51% ja 49%, enim vastanutest õppisid 9. ja 8. klassis, muudes klassides õppijad moodustasid kokku vaid ligi 1% vastajatest (vt Joonis 1).



Joonis 1. Vastajate jaotus soo ja klasside järgi
Allikas: autori joonis PISA 2022 andmete põhjal

Eesti keel oli õpilase kodus põhiliseks kõneldavaks keeleks 72% ehk 4532 õpilasel ning vene keel 27% ehk 1688 õpilasel. Muu keele märkisid 84 õpilast ehk 1% õpilastest. Testi sooritasid eesti keeles 4849 õpilast ja vene keeles 1455 õpilast, vastavalt 77% ja 23% õpilastest (vt Joonis 2).



Joonis 2. Õpilaste kodune keel ja testi sooritamise keel
Allikas: autori joonis PISA 2022 andmete põhjal

PISA testi matemaatikatulemused jaotatakse kaheksaks tasemeks (varasema kuue asemel). Varasem tase 1 on nüüd muudetud tasemeteks 1a, 1b, 1c, et hinnata täpsemalt madalama oskustasemega õpilaste oskusi ja teadmisi. Iga saavutustaseme vahemik on ligikaudu 60 punkti (vt Tabel 4). (OECD, 2024)

Tabel 4. Matemaatilise kirjaoskuse sooritustasemete määratlused PISA skaalal
Allikas: OECD, 2024

Tase	PISA skaala testipunktid
6	Võrdne või rohkem kui 669.30
5	Võrdne või rohkem kui 606.99, kuid vähem kui 669.30
4	Võrdne või rohkem kui 544.68, kuid vähem kui 606.99
3	Võrdne või rohkem kui 482.38, kuid vähem kui 544.68
2	Võrdne või rohkem kui 420.07, kuid vähem kui 482.38
1a	Võrdne või rohkem kui 357.77, kuid vähem kui 420.07
1b	Võrdne või rohkem kui 295.47, kuid vähem kui 357.77
1c	Võrdne või rohkem kui 233.17, kuid vähem kui 295.47

Eesti õpilaste keskmine matemaatikatesti skoor oli ligikaudu 510 punkti, tüdrukute keskmine skoor oli ligikaudu 507 punkti ning poistel ligikaudu 514 punkti. Alasooritajaid (tasemed 1c-1a) oli 14.9% ning tippsooritajaid (tasemed 5 ja 6) oli 13,1% (Tire et al., 2023). Kuigi Eesti püsib oma tulemustega riikide võrdluses esimeste seas, on võrreldes eelmise testitsükliga tulemused halvenenud.

4. TULEMUSED JA ARUTELU

Siinses peatükis tutvustan analüüsi tulemusi. Alustuseks kirjeldan seoseid matemaatikaärevusega teemaplokkide kaupa. Seejärel kirjeldan, kuidas mõjutavad erinevad tasemed koos matemaatikaärevust ning tõlgendan analüüside tulemusi. Teine alapeatükk kirjeldab seoseid matemaatika õppimise püsivusega. Alustan samuti teemaplokki kaupa seoste hindamisest ning seejärel koondn kõik tasemed ühte mudelisse ning tõlgendan neid tulemusi. Esimesed kaks alapeatükki võimaldavad kolmandas alapeatükis teha järeldusi õpilase matemaatilise identiteedi mõjutajate kohta ning hüpoteesid H1-H8 kinnitada või ümber lükata. Viimases, neljandas alapeatükis hindan matemaatilise identiteedi mõju õpitulemustele ning annan hinnangu hüpoteesi H9 paikapidavusele.

4.1. Matemaatikaärevus

4.1.1 Teemaplokkide regressioonanalüüsid

Esmalt koostas regressioonimudelid teemaplokkide kaupa: pere, kooli objektiivsed omadused, kooli tajutavad näitajad, klass ja matemaatikaõpetaja ning õpilase individuaalsed omadused (vt Tabel 5).

Pere. Regressioonis, kus sõltumatuteks muutujateks olid ESCS, õpilase hinnang oma pere SES-ile, peretoetus ning pere avatus uutele ideedele, olid statistiliselt olulise mõjuga matemaatikaärevusele pere ESCS ning pere avatus uutele ideedele. Kõrgema ESCS skoori ning perekonna suurema avatuse korral on õpilase matemaatikaärevus väiksem.

Kooli objektiivsed omadused. Analüüsisin kooli objektiivsete omaduste, nagu asukoht, suurus ning koolitüüp, mõju õpilaste matemaatikaärevusele. Statistiliselt olulise mõjuga olid maakohaga (vähem kui 3 000 inimest) võrreldes väikelinn (3 000 - 15 000 inimest) ning suurlinn (100 000 - miljon inimest). Kooli suurus ja koolitüüp olid samuti statistiliselt olulised. Kui maakohaga võrreldes on väikelinnas või suurlinnas koolis käimisel ärevusele negatiivne mõju, st matemaatikaärevus on neis piirkondades suurem, siis kooli suuruse mõju oli positiivne:

suuremas koolis oli keskmine matemaatikaärevus väiksem. Samuti on võrreldes munitsipaalkoolidega erakoolides ärevus väiksem.

Tabel 5. Matemaatikaärevuse lineaarregressioonide tulemused teemaplokkide kaupa

Tunnus/Mudel	Pere	Kool obj	Kooli-keskkond	Klass + matem	Indivi-duaalsed
(Vabaliige)	-0.000 ***	-0.056 *	0.005	0.009	-0.252 ***
ESCS	-0.137 ***				
SES hinnang	-0.015				
Pere toetus ja huvi	0.015				
Pere julgustus ja avatus	-0.100 ***				
<i>Asukoht (ref = maakoht)</i>					
Väikelinn		0.081 **			
Linn		0.011			
Suurlinn		0.153 ***			
Kooli suurus		-0.056 ***			
Erakool (ref = munitsipaalkool)		-0.389 ***			
Neg koolikliima			-0.046 ***		
Mitmekesisus			0.023 *		
Pärssiv õp käitumine			0.020		
Pärssiv õpl käitumine			0.057 ***		
Koolirisk			0.040 ***		
Kuuluvustunne			-0.189 ***		
Turvatus			-0.148 ***		
Kiusamise kogemine			0.053 ***		
Õp-õpl suhte kval				-0.121 ***	
Õp tugi				-0.041 ***	
Matem kval				-0.315 ***	
Matem distsipliin				-0.064 ***	

Tunnus/Mudel	Pere	Kool obj	Kooli-keskkond	Klass + matem	Indivi-duaalsed
SUGU (<i>ref</i> = <i>poiss</i>)					0.458 ***
Kodune keel (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)					
Vene					0.125
Muu					0.096 *
Testi keel vene (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)					-0.008
AIC	17097.4	17195.5	16824.5	16518.4	17012.4
R ²	0.0248	0.0072	0.0727	0.1227	0.0397

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 5472$

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Tajutav koolikeskkond. Koolijuhi hinnatud negatiivne koolikliima, mitmekesisus ning õpilastepoolne õppimist takistav tegutsemine on statistiliselt olulise mõjuga matemaatikaärevusele. Koolijuhi hinnang õpetajapoolse õppimist takistavale käitumisele ei oma statistilist mõju matemaatikaärevusele. Õpilase tajutud risk koolis on statistiliselt olulise mõjuga. Kooliriski tajumine ning õpilastepoolne õppimist takistav käitumine on matemaatikaärevusele negatiivse mõjuga ehk suurendavad ärevust. Statistiliselt oluline seos matemaatikaärevusega oli veel õpilase tajutud kuulumistundel, turvatundel ning kiusamise kogemisel. Nii suurem kuuluvus- kui turvatunne mõjusid matemaatikaärevusele positiivselt, st vähendasid ärevust ning kiusamise kogemine mõjus negatiivselt, st suurendas matemaatikaärevust. Ootamatu tulemusena on koolides mitmekesiste vaadete julgustamine samuti negatiivse mõjuga. Veelgi üllatavam on tulemus, et negatiivsem koolikliima mõjub matemaatikaärevusele positiivselt, st vähendab matemaatikaärevust.

Klass ja matemaatikaõpetaja. Kui hinnata õpetajate ja õpilaste suhtekvaliteedi, matemaatikaõpetaja toe, matemaatika õpetamise kvaliteedi ning matemaatikatunni distsipliini mõju matemaatikaärevusele, on need kõik statistiliselt olulised. Kõik neli tunnust on positiivses seoses matemaatikaärevusega, st vähendavad ärevust.

Individuaalsed omadused. Analüüsisin õpilase soo, koduse keele ja testi sooritamise keele mõju matemaatikaärevusele. Tulemused näitasid, et soo mõju on statistiliselt oluline: tüdrukute

matemaatikaärevus on oluliselt kõrgem. Vene keel koduse keelena omas statistiliselt olulist negatiivset mõju. Testi sooritamise keel statistilt mõju ei omanud.

Kuigi igas teemaplokis on statistiliselt olulisi tunnuseid, on näha, et mõni teemaplokk on tunnuse selgitamisel oluliselt mõjusam kui teine. Võrreldes determinatsioonikordajat R^2 ja AIC skoori näeme, et enim seletavad matemaatikaärevust klassi ja õpetaja tunnused ning subjektiivselt tajutava koolikeskkonna näitajad. Kõige vähem selgitusvõimet on kooli objektiivseid näitajaid sisaldaval mudelil.

4.1.2 Terviklik regressioonanalüüs

Esimese erinevate teemaplokkide ühismudeli (Mudel 1, Tabel 6) tegin põhiliste teoorias välja toodud näitajatega ning lisasin kontrolltunnustena õpilase vanuse ning tema matemaatika klassi õpilaste arvu. Seejärel tegin täiustatud mudeli (Mudel 2, Tabel 6), kuhu lisasin kõik teemaplokkides kasutatud tunnused. Võrdlesin kahte mudelit AIC skoori ning determinatsioonikordaja R^2 järgi. Mudel 1 AIC = 15948.8 ning $R^2 = 0.2106$. Mudel 2 AIC = 15768.1 ja $R^2 = 0.2380$. Nende kahe näitaja järgi saab öelda, et Mudel 2 on parema selgitusvõimega.

Testides multikollineaarsust, leidsin, et ASUKOHT ja LANGN on tugevas multikollineaarsuses ($G\text{VIF} \geq 16$), mistõttu tegin kolmanda mudeli (Mudel 3, Tabel 6), kust eemaldasin need kaks näitajat. Mudel 3 AIC = 15771.3 ning $R^2 = 0.2372$. Võrreldes Mudel 2-ga suurenes AIC 3 võrra, mis ei näita olulist mudeli halvenemist, R^2 vähenes 0.0008 võrra, mis on eeldatav tunnuste eemaldamisel, kuid muutus ei ole märkimisväärne, seega Mudel 2 ja Mudel 3 on sarnase selgitusvõimega, kuid Mudelis 3 ei ole multikollineaarsust, mistõttu võib seda mudelit paremaks pidada.

Tabel 6. Regressioonimudelid: matemaatikaärevuse mõjutajad

	Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3
	(Vabaliige)	-0.203 ***	-0.481 ***	-0.427 ***
Pere näitajad	ESCS	-0.086 ***	-0.084 ***	-0.079 ***
	SES hinnang		0.026 **	0.025 **
	Pere julgustus ja avatus		-0.059 ***	-0.059 ***
	Pere toetus ja huvi		0.051 ***	0.051 ***
	<i>Asukoht (ref = maakoht)</i>			
Kooli obj näitajad	Väikelinn	-0.015	-0.008	
	Linn	0.008	0.050	
	Suurlinn	0.059	0.093 **	
	Kooli suurus	-0.012	-0.021 *	-0.015
	Erakool (<i>ref = maakool</i>)		-0.049	-0.050
Tajutava koolikeskkonna näitajad	Neg koolikliima	0.008	-0.024 *	-0.023 *
	Mitmekesisus		0.005	0.004
	Pärssiv õp käitumine		-0.001	-0.001
	Pärssiv õpl käitumine		0.035 **	0.034 **
	Koolirisk		0.019 *	0.018 *
	Kuuluvustunne	-0.136 ***	-0.127 ***	-0.126 ***
	Turvatus		-0.059 ***	-0.059 ***
	Kiusamise kogemine	0.066 ***	0.040 ***	0.040 ***
Klass + matem näitajad	Õp-õpl suhte kval	-0.060 ***	-0.038 ***	-0.038 ***
	Õp tugi		-0.035 ***	-0.033 ***
	Matem kval	-0.299 ***	-0.260 ***	-0.261 ***
	Matem distsipliin		-0.044 ***	-0.045 ***
Õpilase sots-dem näitajad	Tüdruk (<i>ref = poiss</i>)	0.388 ***	0.355 ***	0.356 ***
	Kodune keel (<i>ref = eesti</i>)			
	Muu	0.002	-0.041	
	Vene	0.007	0.001	

Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3
Testi keel vene (<i>ref</i> = eesti)		0.043	0.063 **
Võimekususkumus	-0.190 ***	-0.182 ***	-0.182 ***
Klassi suurus	0.018	0.019 *	0.031 ***
Selektiivne vastuvõtt (<i>ref</i> = alati)			
Ei		0.115 ***	0.083 ***
Vahest		0.015	-0.009
Võimekuse järgi grup		-0.007	-0.006
Lisaõppes osalemine (<i>ref</i> = ei osale)		0.330 ***	0.333 ***
Vanus	-0.019 *	-0.024 **	-0.023 **
Immigrandistaatus (<i>ref</i> = kohalik)			
I gen		-0.099	-0.106
II gen		0.035	0.030
AIC	15948.8	15768.1	15771.3
R ²	0.2106	0.2380	0.2372

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 5472$

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Ühendades erinevate teemaplokkide näitajad ühte mudelisse, muutuvad (peamõjude) tulemused mõningal määral (vt Tabel 6). Kui vaid perenäitajatega mudelis olid statistiliselt olulised ESCS ning pere avatus uutele ideedele, siis viimases, 3. mudelis, kus on kontrollitud korraga erinevate sfääride näitajate mõjusid, on lisaks statistiliselt olulised ka õpilase hinnang oma pere SES-ile ning pere toetus. Huvitaval kombel on õpilase hinnang oma pere SES-ile ärevust suurendava mõjuga: kui õpilane hindab oma pere SES-i kõrgemaks, on tema matemaatikaärevus suurem. Samuti on matemaatikaärevust suurendav pere toetus ja suurem huvi õpilase koolielu vastu.

Kõrgema ESCS positiivne mõju matemaatikaärevuse vähendamisele on kooskõlas varasemalt leitud, et kõrgema SES taustaga lapsed usuvad rohkem oma võimetusse, hindavad oma oskuseid kõrgemalt (Boyle et al., 2023; Haataja et al., 2024) ning peavad lahendatavaid

ülesandeid kergemaks (Boyle et al., 2023). Samas on siin kõrval olulisel kohal tulemus, et õpilase enda hinnangu mõju pere SES-ile erineb arvutatud ESCS skoori mõjust. Varasemates uurimustes (nt Nalipay et al., 2021; Peixoto et al., 2024) on toodud piirangutena, et pere tausta ja vanematega suhte mõjude hindamisel on kasutatud kas objektiivseid andmeid või pere enda hinnanguid, mitte õpilaste tajutud olukorra hinnangut ning need võivad omavahel erineda.

Siinse analüüsi tulemuse, et kõrgemalt tajutud pere SES seostub suurema matemaatikaärevusega, üheks selgituseks võib olla kõrgema SES-i pere laste suurem pinge olla edukas ja saavutada häid tulemusi (Luthar & Becker, 2002; Zhang et al., 2023) ning vanematepoolne suurem matemaatika tähtsustamine (Keating et al., 2022). Pere toetuse negatiivne efekt võib samuti olla osalt selgitatud pere poolt tekitatud pingega. Nimelt on pere toetuse tunnuses sees ka küsimused selle kohta, kui sageli vanemad räägivad põhikooli lõpetamise olulisusest, arutavad kui hästi õpilasel koolis läheb, julgustavad häid hindeid saama ja räägivad õpilase tulevasest haridusest. Pere avatus aga julgustab õpilast katsetama ja on positiivse mõjuga.

Vaid objektiivsete koolinäitajatega mudelis olid olulised kõik näitajad, ainukesena ei olnud statistiliselt oluline asukohana linn võrreldes maakohaga. Teiste näitajatega koos väheneb kooli objektiivsete tunnuste mõju oluliselt. Asukoha olulisus sõltub mudelist: Mudelis 3 asukohta sees ei ole, kuid sarnase selgitusvõimega Mudel 2 näitab suurlinnal statistiliselt olulist negatiivset mõju matemaatikaärevusele. Kooli suurus kaotab Mudelis 3 positiivse statistilise olulisuse, kuid 2. mudelis on sellel statistiliselt oluline positiivne mõju matemaatikaärevusele. Koolitüüp enam statistiliselt oluline ei ole. Selline tulemus viitab, et koolitasand ei ole matemaatikaärevusega robustses seoses, vaid teiste tasandite arvesse võtmisel koolitasandi olulisus väheneb. Ühest küljest on see hea, kuna näitab, et Eestis on kooli mõju pigem tagasihoidlik ja koolid on sarnasel tasemel. Teisest küljest aga on faktoreid, mis omavad õpilase matemaatilisele identiteedile niivõrd tugevat mõju, et kooli mõju muutub väga väikeseks.

Ka tajutava koolikeskkonna näitajate olulisus on muutunud võrreldes mudeliga, kus teisi tunnuseid ei olnud. Statistiliselt mitteoluliseks muutus mitmekesisuse vaadete julgustamine ning jätkuvalt ei ole statistiliselt oluline õpetajatepoolse õppimist takistava käitumise mõju. Statistiliselt olulistena säilivad, kuigi väiksema mõju-ulatusega, õpilastepoolse õppimist

takistava käitumise ning negatiivse koolikliima üllatuslik positiivne mõju matemaatikaärevusele. Samuti säilib statistiline olulisus kõigil õpilase poolt tajutud näitajatel. Õpilase tajutud kooli riskitasemel on negatiivne mõju, kuuluvus- ja turvatunne panustavad madalamasse matemaatikaärevusse ning kiusamise kogemine tõstab matemaatikaärevust. Turvatunne ning kuuluvustunne on inimese baasvajadused (Maslow, 1954) ning on tugevalt seotud suhetega kaaslastega (Osterman, 2000). Head suhted kaaslastega ning kuuluvustunne on aluseks positiivse identiteedi arenguks (Darragh, 2013; Jones & Magill, 2023; Radovic et al., 2017).

Siinsete tulemuste tõlgendamisel tuleb arvesse võtta, et õpilastepoolne ja õpetajapoolne õppimist takistav käitumine, negatiivne koolikliima ning erinevusi toetav koolikliima on koolijuhi vaatest hinnatud ning seega ei pruugi kajastada seda, mida õpilased ise tajuvad. Negatiivse koolikliima tunnus on koondatud koolijuhi hinnangutest, mil määral esineb koolis probleeme vargustega, vandalismiga, ropendamisega, õpilastevahelise vaimse vägivallaga, õpilastevahelise füüsilise vägivallaga ning õpilastepoolse koolitöötajatele suunatud verbaalse vägivallaga – neid käitumisi võivad õpilased täiskasvanutest väga erinevalt tajuda. Näiteks on leitud, et noorte seas on ropendamine palju tavalisem ja levinum kui vanemate generatsioonide seas ning noored ei näe seda probleemse käitumisena (Tikile & Ngulube, 2025). Teine võimalus, miks negatiivne koolikliima on positiivse mõjuga matemaatikaärevusele, võib tulla õpilaste identiteedist. Kui õpilane samastub (või püüab samastuda) mingi sotsiaalse normi või enda jaoks mõeldud olemusega, võivad olla tema vastused küsimustikule samuti mõjutatud sellest, kelleks ta end peab, mitte sellest, mida ta tegelikult teeb või tunneb (Brenner & DeLamater, 2016). Seega võib olla, et õpilased, kes sisendavad endale, et nende jaoks ei ole koolis käimine ja/või matemaatika õppimine oluline, peegeldavad seda ka küsimustikus, mille tulemusena on neil justkui madal matemaatikaärevus.

Klassi ja matemaatikatundi ning -õpetajat iseloomustavad näitajad nagu õpetajaga suhte kvaliteet, õpetaja tugi, matemaatika õpetamise kvaliteet ning matemaatikatunni distsipliin säilitasid kõik statistilise olulisuse ka lõplikus mudelis, mis näitab seose püsivust. Õpetajaga suhet iseloomustavad näitajad on kooskõlas varasemate uuringutega, mis on samuti rõhutanud õpetaja-õpilase suhte olulisust (Douglas et al., 2024; Hallinan, 2008; Hölscher et al., 2024; Liu

et al., 2025; Roorda et al., 2017) nii nooremate kui vanemate õpilaste seas ja eriti õpiraskustega ja/või kehvema majandusliku taustaga õpilaste jaoks (Roorda et al., 2011). Ka õpetamise kvaliteedi (Ruiz-Alfonso et al., 2020; Ruiz-Alfonso & León, 2019; Steidtmann et al., 2023) ning klassiruumi distsipliini (Herpratiwi & Tohir, 2022; Kunter et al., 2007) olulisust on varasemalt tõendatud.

Õpilase individuaalsete näitajate osas muutus statistiliselt ebaoluliseks kodus räägitav keel, ent testi sooritamise keel muutus lõplikus mudelis statistiliselt oluliseks ning seejuures on vene keeles testi sooritanute matemaatikaärevus suurem. See ühtib varasemate Eesti PISA tulemustega, kus vene koolide õpilastel on keskmiselt kehvemad tulemused (Pöder, Lauri, et al., 2023). Endiselt on statistiliselt oluline suurem ärevus tüdrukutel. Kõrgem ärevus tüdrukutel on sage tulemus matemaatikaärevuse uuringutes (Evangelopoulou et al., 2023; Fajri & Amir, 2022; Hill et al., 2016; Kapitanoff & Pandey, 2017; Madjar et al., 2018; Ortega-Rodríguez, 2025).

Olulise lisandina koondmudelites on matemaatikaalane võimekususkumuse tunnus. See on kõigis kolmes mudelis statistiliselt oluline, näidates püsivat seost matemaatikaärevusega. Tugevam juurdekasvuuskumus (matemaatikat on võimalik õppida ja selles osavamaks saada) toetab matemaatikaärevuse vähenemist. Võimekususkumuse positiivset mõju ärevusele kooli kontekstis on täheldatud varemgi. Näiteks Lou & Noels (2020) leidsid juurdekasvuuskumusel ärevust vähendava mõju keeleõppes ning samuti on leitud, et juurdekasvuuskumus toetab matemaatikaärevuse vähenemist (Cai et al., 2024; Samuel & Warner, 2021).

Kontrolltunnustena toodud matemaatikaklassi suurus, õpilaste valimine kooli vastuvõtul, lisa matemaatikaõppes osalemine ning õpilase vanus on statistiliselt olulised. Õppimine suuremas klassis ning osalemine lisaõppes viitavad suuremale matemaatikaärevusele, samuti on negatiivne seos matemaatikaärevusega koolidel, kus ei ole selekteerivat vastuvõttu ehk neis koolides tajuvad õpilased keskmiselt kõrgemalt matemaatikaärevust. Kõrgem vanus on seotud madalama matemaatikaärevusega. Kuigi klassi suuruse ja ärevuse vahelise seose kohta ei ole palju uuringuid, on viiteid sellele, et vähemate õpilastega on õpikeskkond meeldivam ja julgustavam (nt Harfitt, 2012). Lisaõppes osalemine võib viidata raskustele koolis, mis samuti on seotud kõrgema ärevusega (Kinanda et al., 2024; Puspananda & Rahmawati, 2020).

4.2. Püsivus matemaatika õppimisel

4.2.1 Teemaplokkide regressioonanalüüs

Matemaatika õppimise püsivuse analüüsiks koostasid sarnaselt matemaatikaärevusele esmalt lineaarregressioonimudelid teemaplokkide kaupa (vt Tabel 7), et näha mõjusid eraldiseisvalt ning võrrelda neid matemaatikaärevuse analüüside tulemustega.

Pere. Lineaarregressioon, kus sõltumatud tunnused olid ESCS, õpilase hinnang pere SES-ile, pere toetus-huvi ning pere julgustus-avatus, olid statistiliselt olulise positiivse tulemusega ESCS, pere toetus-huvi ning pere julgustus-avatus. Matemaatikaärevuse regressioonis omas pere toetus vastupidist mõju, ent ei olnud statistiliselt oluline.

Kooli objektiivsed omadused. Mõjud matemaatika õppimise püsivusele olid sarnased mõjudega matemaatikaärevusele: negatiivne statistiliselt oluline mõju oli kooli asukohal, st väike linn ning suurlinn võrdluses maakohaga vähendavad püsivust matemaatika õppimisel ning statistiliselt oluline positiivne mõju oli kooli suurusel ja erakoolidel, näidates suuremates koolides ja erakoolides suuremat püsivust matemaatika õppimisel.

Tabel 7. Matemaatika õppimise püsivuse lineaarregressioonide tulemused teemaplokkide kaupa

Tunnus/Mudel	Pere	Kool obj	Kooli-keskkond	Klass + matem	Indivi-duaalsed
(Vabaliige)	0.002	0.051 *	0.002	0.009	-0.108 ***
ESCS	0.110 ***				
SES hinnang	0.005				
Pere toetus ja huvi	0.161 ***				
Pere julgustus ja avatus	0.140 ***				
Asukoht (<i>ref</i> = <i>maakoh</i>)					
Väikelinn		-0.122 ***			
Linn		-0.013			
Suurlinn		-0.070 *			

Tunnus/Mudel	Pere	Kool obj	Kooli-keskkond	Klass + matem	Indivi-duaalsed
Kooli suurus		0.070 ***			
Erakool (<i>ref</i> = <i>munitsipaalkool</i>)		0.252 ***			
Neg koolikliima			-0.003		
Mitmekesisus			-0.010		
Pärssiv õp käitumine			0.045 ***		
Pärssiv õpl käitumine			-0.053 ***		
Koolirisk			-0.036 ***		
Kuuluvustunne			0.114 ***		
Turvatus			0.075 ***		
Kiusamise kogemine			-0.024 *		
Õp-õpl suhte kval				0.115 ***	
Õp tugi				0.090 ***	
Matem kval				0.210 ***	
Matem distsipliin				0.044 ***	
Tüdruk (<i>ref</i> = <i>poiss</i>)					0.258 ***
Kodune keel (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)					
Muu					-0.067
Vene					0.033
Testi keel vene (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)					-0.113 *
AIC	14382.2	14895.5	14739.8	14205.2	14835.5
R ²	0.0976	0.0090	0.0373	0.1265	0.0198

Märkus: *** *p*-väärtus ≤ 0; ** *p*-väärtus ≤ 0.1; * *p*-väärtus ≤ 0.05. *N* = 5472

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Tajutav koolikeskkond. Regressioonis, kus sõltumatud tunnused olid koolijuhi poolt hinnatud kooli negatiivne kliima, mitmekesisuse julgustamine, õpetajate ja õpilaste negatiivse käitumise takistav mõju õpilaste õppimisele ning õpilase tajutud riskitunne koolis, olid statistiliselt olulise negatiivse mõjuga õpilaste õppimist takistav negatiivne käitumine ning tajutav koolirisk ja

kiusamise kogemine. Statistiliselt oluline positiivne seos matemaatika õppimise püsivusega oli kuulumistundel ja turvatundel. Üllatava statistiliselt olulise positiivse mõjuga oli õpetajatepoolne õppimist pärssiv negatiivne käitumine. Võrdluses matemaatikaärevuse mõjutajaid hindava mudeliga kaotas statistilise olulisuse mitmekesisuse ja negatiivse kooliõhkkonna näitajad ning muutus statistiliselt oluliseks õpetajapoolne õppimist takistav negatiivne käitumine.

Klass ja matemaatikaõpetaja. Sarnaselt matemaatikaärevuse mõjutajate regressioonile, on ka matemaatika õppimise püsivusega positiivne statistiliselt oluline seos nii õpilase ja õpetaja suhtekvaliteedil, õpetaja toel, matemaatika õpetamise kvaliteedil kui ka tunni distsipliinil.

Individuaalsed omadused. Individuaalsetest omadustest oli seos sooga statistiliselt oluline: tüdrukute püsivus matemaatika õppimisel on suurem. Erinevalt matemaatikaärevuse regressiooni tulemustest, oli testi sooritamine vene keeles statistilise negatiivse olulisusega seoses matemaatika õppimise püsivusega ning kodune keel kaotas statistilise olulisuse.

4.2.2 Terviklik regressioonanalüüs

Ühismudeli tegemisel lähtusin taas samadest põhimõtetest nagu matemaatikaärevuse regressiooni puhul. Alustasin lihtsast baasmudelist (vt Tabel 8, Mudel 1), kuhu lisasin põhilised teoorias välja toodud näitajad ja paar kontrolltunnust. Järgnevasse mudelisse (Tabel 8, Mudel 2) lisasin kõik teemaplokkide regressioonides kasutatud tunnused ning lisaks veel kontrolltunnuseid. Mudel 1 ja Mudel 2 AIC ja R^2 võrdlusel näitas taas Mudel 2 paremat sobivust. Õpilase koduse keele, testi sooritamise keele, kooli asukoha ja kooli vastuvõtuvaliku tunnused olid multikollineaarsuses. Lähtusin matemaatikaärevuse mudelitest ning eemaldasin analüüsist kooli asukoha ja õpilase koduse keele tunnused, millega kadus multikollineaarsus mudelist. Mudel 3 (vt Tabel 8) puhul $AIC = 13605.8$ ning $R^2 = 0.2195$, mis on vastavalt 1 võrra suurem ning 0.0005 võrra väiksem Mudel 2 AIC ja R^2 tulemustest, seega mudelite selgitusvõime on võrdväärne. Ent nagu matemaatikaärevuse mudelite puhulgi, võib 3. mudeli lugeda parimaks, kuna seal puudub multikollineaarsus.

Koondmudelis, võrdluses teemaplokkide mudelitega, muutus statistiliselt oluliseks ka õpilase hinnang pere SES-ile, negatiivne koolikliima ning kiusamise kogemine. Õpilase hinnang pere SES-ile ning kiusamise kogemine olid positiivses seoses püsivusega matemaatika õppimisel ning negatiivne koolikliima oli negatiivses seoses. Teemaplokkide mudelitega võrreldes kaotas statistilise olulisuse koolitüüp ning testi sooritamise keel.

Usk matemaatikaoskuse omandamise võime kohta on statistiliselt olulise positiivse seosega – uskudes, et kõik on võimelised matemaatikat oskama, on püsivus matemaatika õppimisel suurem. Kui matemaatikaärevuse regressioonidel oli Mudel 2 ja 3 vahel mõningaid erinevusi, siis matemaatika õppimise püsivuse mudelite 2 ja 3 vahel on ainuke erinevus õpilase immigrandistaatuse olulisusel: Mudelis 2 ei ole see statistiliselt oluline, kuid ilma asukoha ja koduse keelela mudelis (Mudel 3), on I generatsiooni immigrandiks olemisel positiivne seos matemaatika õppimise püsivusega. Kontrolltunnustest on veel statistiliselt olulised matemaatikaklassi õpilaste arv, kooli valik õpilaste vastuvõtul, matemaatika lisaõppes osalemine ning vanus. Neist ainsana on negatiivse seosega selektiivse vastuvõtuga kool, kus nende koolide puhul, millel ei ole selektiivset vastuvõttu, on õpilasel väiksem püsivus matemaatika õppimisel.

Tabel 8. Regressioonimudelid: matemaatika õppimise püsivuse mõjutajad

	Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3
	(Vabaliige)	-0.122 ***	-0.160 ***	-0.186 ***
Pere näitajad	ESCS	0.091 ***	0.059 ***	0.058 ***
	SES hinnang		0.016 *	0.017 *
	Pere julgustus ja avatus		0.092 ***	0.092 ***
	Pere toetus ja huvi		0.130 ***	0.131 ***
Kooli obj näitajad	<i>Asukoht (ref = maakoh)</i>			
	Väikelinn	-0.034	-0.041	
	Linn	-0.011	-0.018	
	Suurlinn	-0.026	-0.045	
	Kooli suurus	0.038 ***	0.032 ***	0.025 ***

	Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3
	Erakool (<i>ref</i> = <i>munitsipaalkool</i>)		0.035	0.022
Tajutava koolikeskkonna näitajad	Neg koolikliima	-0.023 **	-0.022 **	-0.022 **
	Mitmekesisus		0.006	0.004
	Pärssiv õp käitumine		0.038 ***	0.037 ***
	Pärssiv õpl käitumine		-0.027 **	-0.026 **
	Koolirisk		0.018	0.018
	Kuuluvustunne	0.100 ***	0.051 ***	0.051 ***
	Turvastunne		0.030 **	0.030 **
	Kiusamise kogemine	0.015	0.031 ***	0.031 ***
Klass + matem näitajad	Õp-õpl suhte kval	0.104 ***	0.047 ***	0.047 ***
	Õp tugi		0.086 ***	0.086 ***
	Matem kval	0.240 ***	0.202 ***	0.203 ***
	Matem distsipliin		0.031 ***	0.031 ***
Õpilase sots-dem näitajad	Tüdruk (<i>ref</i> = <i>poiss</i>)	0.297 ***	0.279 ***	0.280 ***
	Kodune keel (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)			
	Muu	0.001	0.036	
	Vene	-0.028	0.077	
	Testi keel vene (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)		-0.085	-0.017
	Võimekususkumus	0.052 ***	0.048 ***	0.049 ***
	Klassi suurus	0.012	0.018 *	0.014 *
	Selektiivne vastuvõtt (<i>ref</i> = <i>alati</i>)			
	Ei		-0.053 *	-0.054 *
	Vahest		-0.019	-0.016
	Võimekuse järgi grup		0.004	0.005
	Lisaõppes osalemine (<i>ref</i> = <i>ei osale</i>)		0.101 ***	0.101 ***
	Vanus	0.020 **	0.020 **	0.020 **

Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3
Immigrandistaatus (<i>ref</i> = kohalik)			
I gen		0.158	0.160 *
II gen		-0.019	-0.015
AIC	13953.2	13606.7	13605.8
R ²	0.1669	0.2200	0.2195

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 5472$

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Kõigil pere näitajatel on statistiliselt oluline positiivne seos matemaatika õppimise püsivusega. Ka siin saab selgitusena kasutada ühest küljest perekonna poolt survet häid tulemusi saavutada (Luthar & Becker, 2002; Zhang et al., 2023), mille tõttu on õpilased oma õpitegevustes proaktiivsed. Teisest küljest on pere toetusel ja suhtlusel mõju õpilase enda eesmärkide ja vaadete osas, kus näiteks võivad neil tekkida tulevase töö suhtes eesmärgid (Kafoussi et al., 2020). Matemaatikat nähakse vahendina parema tuleviku saavutamisel (Khilji & Xenofontos, 2024) ning kui pere väärtustab aine õppimist, on leitud, et see väärtus kandub edasi ka lastele (Acosta & Hsu, 2014; Nalipay et al., 2021; Peixoto et al., 2024).

Suurema kooli positiivne efekt õpilase püsivusele matemaatika õppimisel on üllatav, kuna enamasti on suuremates koolides ka suuremad klassid ning suur osa uuringutest on leidnud just teistpidise seose: suurem klass mõjub enesetõhususele negatiivselt ning väiksem klass toetab õppimist ja õpioskust rohkem (vt nt Blatchford et al., 2011; Finn et al., 2003; Symonds et al., 2025). Küll aga võib sellist seost selgitada asjaolu, et väiksemad koolid on enamasti maapiirkondades, sealsed õpetajad on sageli pensioniealised (Kindsiko, 2023), kel ei pruugi olla vajalikke teadmisi ja oskusi (nõrgema taustaga) õppijate tõhusaks kaasamiseks ja toetamiseks (Pöder et al., 2023).

Teine ootamatu tulemus on, et õpetajapoolne õppimist takistav käitumine mõjub matemaatika õppimise püsivusele positiivselt. Siingi tuleb silmas pidada, et tegemist on taas koolijuhi hinnanguga õpetajatele ning seda kõigi õpetajate peale kokku. Tunnus on koondatud koolijuhi hinnangust õpetajate vähesele ettevalmistusele tundideks, õpilaste vastu liialt karm olemisest,

muutuste vastu olemisest, puudumisest ning õpilaste individuaalsete vajaduste mitteamistamisest. Kuna tegemist on koolijuhiga hinnanguga, ei pruugi jällegi õpilased seda samamoodi tajuda. Siiski, kui see seos tõepoolest nii on, võib ühe potentsiaalse tõlgendusena tuua õpilaste vastupidavuse/vastuhaku (ingl *resilience*). Kõige paremini illustreerivad taolist süsteemile või struktuurile vastuhakku uuringud, kus vähemusrahvusest ning kehvema taustaga inimesed on saavutanud häid tulemusi või üle saanud raskustest, kuigi see on paistnud väga keeruline, kui mitte võimatu. Selliseid näiteid on toonud näiteks Ibourk et al. (2022), kes kirjeldasid mustanahalise naise õpiteed matemaatikas, hoolimata tugevast valgete meeste ülekaalust. Naist aitas suuresti pere toetus ning toetavad inimesed tema ümber. Sarnaseid eneseületuslikke kogemusi hariduse omandamisel on veel uurinud näiteks Kumi-Yeboah (2020) ja O'Connor (2002). Skinner & Saxton (2019) on teinud põhjaliku ülevaate akadeemilistest toimetulekumehhanismidest, mis aitavad toime tulla keeruliste olukordadega hariduses ning nad on leidnud olulisteks faktoriteks toimetulekul kaaslaste toe ning pere abi.

Nagu matemaatikaärevuse puhulgi, on õpilasele oluline tajuda kuuluvust ning turvatunnet, lisaks positiivset suhet õpetajaga, mis ühtib varasemate uuringutega (Gjicali & Lipnevich, 2021; Grazia, 2022; Grazia & Molinari, 2023; Katsantonis, 2025; Roorda et al., 2017). Taas huvitav seos on kiusamise tajumise ning suurema matemaatika õppimise püsivuse vahel. Ka siin saab potentsiaalse seletusena tuua vastupidamise mehhanismi.

Matemaatika õppimise püsivusel on seos võimekususkumustega: tugevama juurdekasvuuskumuse puhul on püsivus matemaatika õppimisel suurem. See tulemus ei ole haridusuuringutes uus, vaid korduvalt on tõestatud juurdekasvuuskumuse seost suurema enesetõhususega (Cribbs et al., 2021; Dweck et al., 2014; Lou & Noels, 2020; Samuel & Warner, 2021).

Suurema klassi positiivne mõju võib seostuda sellega, et õpilane peab suuremas klassis õppides ise aktiivsem olema kui tema eesmärk on rahuldavad tulemused saada. Negatiivne statistiliselt oluline seos on selektsioonita koolis käimisel, mis toetab leitud, et selektsiooniga koolid valivad endale „parimad“ õpilased (vt nt Pöder et al., 2023). Osalemine matemaatika lisaõppes on positiivse mõjuga, ent see on oodatav tulemus, kuna lisaõppes osaledes saab õpilane tõenäoliselt rohkem juhiseid tõhusaks õppimiseks. Ka kõrgem vanus on seotud suurema püsivusega matemaatika õppimisel. Lisaks on statistiliselt positiivne seos I generatsiooni immigrandiks

olemisel – siin võib taas vastupidamise mehhanismi näha (Kumi-Yeboah, 2020), samuti ka tugevamat survet pere poolt koolis edukas olla (Khilji & Xenofontos, 2024).

4.3. Matemaatiline identiteet

Matemaatilise identiteedi mõjutajate ning seose suundade hindamiseks võtsin korraga vaatluse alla nii matemaatikaärevuse kui matemaatika õppimise püsivuse viimased, parimad mudelid (Tabel 6, Mudel 3 ning Tabel 8, Mudel 3, koondatud kokku Tabel 9). Tabelis olen märkinud ära näitajad, mille seos ärevuse ja matemaatika õppimise püsivusega on erinevad: ühele mõjub positiivselt (kas siis vähendab ärevust või suurendab püsivust) ja teisele negatiivselt (vastavalt suurendab ärevust ning vähendab püsivust). Statistiliselt olulised seosed on enamjaolt kattuvad, mõne erandiga: kooli suurus on statistiliselt oluline püsivuse jaoks matemaatika õppimisel, ent matemaatikaärevuse puhul statistiliselt oluline seos puudub; õpetajapoolsel negatiivsel õppimist takistaval käitumisel on statistiliselt oluline seos matemaatika õppimise püsivusega, matemaatikaärevusega statistiliselt oluline seos puudub; õpilase tajutud koolirisk on matemaatikaärevuse puhul statistiliselt olulise seosega, matemaatika õppimise püsivuse puhul ei ole; testi sooritamine vene keeles on matemaatikaärevuse puhul statistiliselt oluline, kuid mitte matemaatika õppimise püsivuse puhul; I generatsiooni immigrandiks olemine on statistiliselt olulises seoses püsivusega matemaatika õppimisel, kuid matemaatikaärevusega statistiliselt oluline seos puudub.

Tabel 9. Matemaatikaärevuse ja matemaatika õppimise püsivuste mudelite võrdlus matemaatilise identiteedi järeldeste jaoks

Tunnus		Matemaatikaärevus	Püsivus matemaatika õppimisel
(Vabaliige)		-0.427 ***	-0.186 ***
Pere näitajad	ESCS	-0.079 ***	0.058 ***
	SES hinnang	0.025 **	0.017 *
	Pere julgustus ja avatus	-0.059 ***	0.092 ***
	Pere toetus ja huvi	0.051 ***	0.131 ***

	Tunnus	Matemaatikaärevus	Püsivus matemaatika õppimisel
Kooli obj näitajad	Kooli suurus	-0.015	0.025 ***
	Erakool (<i>ref</i> = <i>munitsipaalkool</i>)	-0.050	0.022
Tajutava koolikeskkonna näitajad	Neg koolikliima	-0.023 *	-0.022 **
	Mitmekesisus	0.004	0.004
	Pärssiv õp käitumine	-0.001	0.037 ***
	Pärssiv õpl käitumine	0.034 **	-0.026 **
	Koolirisk	0.018 *	0.018
	Kuuluvustunne	-0.126 ***	0.051 ***
	Turvatus	-0.059 ***	0.030 **
	Kiusamise kogemine	0.040 ***	0.031 ***
Klass + matem näitajad	Õp-õpl suhte kval	-0.038 ***	0.047 ***
	Õp tugi	-0.033 ***	0.086 ***
	Matem kval	-0.261 ***	0.203 ***
	Matem distsipliin	-0.045 ***	0.031 ***
Õpilase sots-dem näitajad	Tüdruk (<i>ref</i> = <i>poiss</i>)	0.356 ***	0.280 ***
	Testi keel vene (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)	0.063 **	-0.017
	Võimekususkumus	-0.182 ***	0.049 ***
	Klassi suurus	0.031 ***	0.014 *
	Selektiivne vastuvõtt (<i>ref</i> = <i>alati</i>)		
	Ei	0.083 ***	-0.054 *
	Vahest	-0.009	-0.016
	Võimekuse järgi grup	-0.006	0.005
	Lisaõppes osalemine (<i>ref</i> = <i>ei osale</i>)	0.333 ***	0.101 ***
	Vanus	-0.023 **	0.020 **

Tunnus	Matemaatikaärevus	Püsivus matemaatika õppimisel
Immigrandistaatus (<i>ref</i> = kohalik)		
I gen	-0.106	0.160 *
II gen	0.030	-0.015
AIC	15771.3	13605.8
R ²	0.2372	0.2195

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 5472$

Sinisega on märgitud tunnused, mis omavad matemaatikaärevusele ja matemaatika õppimise püsivusele vastupidist mõju, ühte mõjutab positiivselt (väiksem ärevus/suurem püsivus) ning teist negatiivselt (suurem ärevus/väiksem püsivus)

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Nii matemaatikaärevuse kui matemaatika õppimise püsivusega on seotud pere ESCS. Kõrgem ESCS vähendab matemaatikaärevust ning suurendab õpilase püsivust matemaatika õppimisel. Samas on õpilase hinnangul oma pere SES-ile matemaatikaärevuse ja püsivusega erinev seos: kõrgemalt tajutav SES suurendab õpilase matemaatikaärevust, samas suurendab ka tema püsivust matemaatika õppimisel. Kokkuvõtlikult on näha pere SES tunnuste pigem positiivset mõju matemaatilisele identiteedile. Seega hüpotees **H1**, et paremal järjel perede lapsed on positiivsema matemaatilise identiteediga, saab **osaliselt kinnitust**.

Pere avatuse positiivne mõju matemaatikaärevusele on mõnevõrra suurem kui pere toe (ja koolitoimetulekust huvitumise) negatiivne mõju. Püsivusele matemaatika õppimisel on pere avatusel ja toel mõlemal positiivne mõju, kusjuures pere toe mõju on suurim kõigist pere näitajate mõjudest. Seega ka pere tugi ja avatus on pigem positiivses seoses matemaatilise identiteediga, mis **kinnitab** hüpoteesi **H2**. Ka varasemalt on leitud, et kõgem pere SES ja suurem perekonna tugi toetab õpilase identiteedileidmisportsessi (Timar-Anton et al., 2023).

Kooli objektiivsetest näitajatest on vaid kooli suurus statistiliselt oluline ja seda väiksel määral püsivuse suhtes, seega on alust **kinnitada** hüpoteesi **H3a** ning **ümber lükata** hüpoteesi **H3b**.

Hüpotees **H5** saab **kinnitatud**, sest õpetamise ja õpetajaga suhte paremad näitajad vähendavad kõik ärevust ning suurendavad püsivust matemaatika õppimisel, seega on ühesuunaliselt seotud positiivsema matemaatilise identiteediga. Juurdekasvuuskumus, st õpilase uskumus, et matemaatikaoskus on arendatav ja igaüks on võimeline matemaatikat edukalt tegema, on

tugevas positiivses seoses õppimise püsivusega ning tugevalt negatiivselt seotud matemaatikaärevusega, taas ühesuunaliselt panustades positiivsesse matemaatilisse identiteeti. See **kinnitab** hüpoteesi **H6**.

Sugu on väga tugevas seoses nii matemaatikaärevusega kui ka püsivusega matemaatika õppimisel. Tüdrukutel on väga tugevalt negatiivne seos matemaatikaärevusega, st poistel on oluliselt madalam matemaatikaärevus. Teisest küljest on tüdrukutel tugev positiivne seos püsivusega matemaatika õppimisel. Sarnane koondtulemus on välja toodud ka OECD PISA soolise võrduse raportis (OECD, 2015). Tüdrukute positiivsemat ja proaktiivset õpikäitumist selgitatakse tüdrukute tugevama enesedistsipliini, leplikuma loomuse ning parema käitumisega (OECD, 2015; Spinath et al., 2014). Sellest lähtuvalt ei pea ma siinkohal suuremat püsivust osaks tüdrukute matemaatilisest identiteedist, vaid nende üldisest identiteedist. Ärevuse tunnust vaadates on tüdrukud selgelt kehvemas olukorras kui poisid, mis **kinnitab** minu hüpoteesi **H7**, et poistel on positiivsem matemaatiline identiteet.

Viimastes mudelites ei olnud sees kodust keelt, ent mõlema näitaja puhul ei olnud eelnevas mudelis kodune keel statistiliselt oluline. See **lökkab ümber** minu püstitatud hüpoteesi **H8**, et eestikeelsetel õpilastel on positiivsem matemaatiline identiteet. Küll aga on matemaatikaärevuse puhul testi sooritamine vene keeles seotud kõrgema ärevusega. Eeldan, et eelkõige vastasid vene keeles testile vene koolide õpilased, seega võib siin seos olla pigem vene kooli ja matemaatilise identiteedi kui koduse keele ja matemaatilise identiteedi vahel.

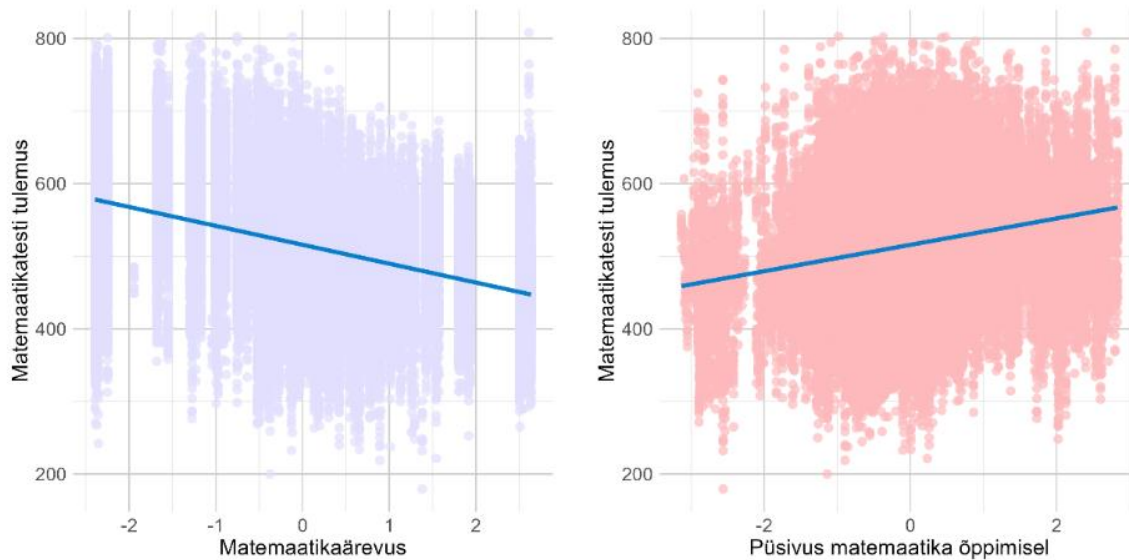
Kuuluvustunne, turvatunne ning kiusamise kogemine on kõik seotud nii matemaatikaärevuse kui püsivusega matemaatika õppimisel. Kuuluvustundel on mõlemale positiivne efekt, **kinnitades** hüpoteesi **H4**. Turvatundel ning kiusamise kogemisel on mõõdukas mõju ärevusele ning õppimise püsivusele. Veel on kooli subjektiivsetelt tajutavatest näitajatest statistiliselt olulised negatiivne koolikliima, õpilastepoolne õppimist takistav käitumine, tajutav koolirisk ning õpetajatepoolne õppimist takistav käitumine. Negatiivse koolikliima mõju on vastandlik ärevuse ja püsivuse osas, ent suuruselt samad, seega tühistavad need teineteist. Õpetajate õppimist takistav käitumine suurendab õpilaste püsivust matemaatika õppimisel, ent õpilaste õppimist takistav käitumine suurendab matemaatikaärevust, mis samuti justkui tühistaks teineteist, pea sama suurte skooridega. Koolijuhi hinnangud koolikeskkonnale on pigem väikse

mõjuga, kuid statistiliselt olulised. Siiski on näha, et koolikeskkond ja -kliima mõjutavad matemaatilist identiteeti.

Oluline seos matemaatilise identiteediga on ka lisaõppes osalemisel, mille puhul on matemaatiline ärevus kõrgem – see võib viidata pigem vastupidisele seosele, kus lisaõppes osalevad pigem õpilased, kellel juba on matemaatikaärevus kõrgem ning negatiivsem matemaatiline identiteet. Matemaatikaklassi õpilaste arvul on pigem tagasihoidlik, kuid negatiivne seos matemaatilise identiteediga, vanusel on tagasihoidlik positiivne seos. Mõõdukast seost näitab koolide vastuvõtu selektiivsus – selektiivse vastuvõtuga kooli õpilastel on positiivsem matemaatiline identiteet. Tugev positiivne seos on immigrandistaatusel õppimise püsivusega, ent siingi viitan eelkõige vaastuhakumehhanismile, ning ei seosta seda positiivse matemaatilise identiteediga.

4.4. Matemaatilise identiteedi seos õpitulemustega

Matemaatilise identiteedi ja õpitulemuste seose analüüsis käsitlen matemaatilist identiteeti taas läbi matemaatikaärevuse ning püsivuse matemaatika õppimisel. Matemaatikatesti tulemuse ja identiteeti iseloomustavate tunnuste jooniste põhjal on näha matemaatikatesti skoori ja matemaatikaärevuse vahel negatiivne seos ning matemaatikatesti skoori ja matemaatika õppimise püsivuse vahel positiivne seos (Joonis 3) ehk siis suurem matemaatikaärevus on seotud kehvema tulemusega matemaatikatestil ning suurem püsivus matemaatika õppimisel parandab matemaatikatesti tulemust.



Joonis 3. Matemaatikatesti tulemuse seos matemaatikaärevuse ja püsivusega matemaatika õppimisel

Allikas: autori joonis PISA 2022 andmete põhjal

Lineaarregressioon kinnitab joonistelt nähtuvat. Lineaarregressiooni tulemusena nähtub statistiliselt oluline seos, et mida madalam matemaatikaärevus ning mida suurem püsivus matemaatika õppimisel, seda kõrgem matemaatikatesti tulemus (vt Tabel 10, Mudel 1). Kuigi võimekususkumust näitava tunnuse arvestasin nii matemaatikaärevuse kui ka matemaatika õppimise püsivuse mõjutajateks, ei saa mööda vaadata uskumuste mõjust õpitulemustele, mille seost on korduvalt kinnitatud (Aus et al., 2019; Boman & Wiberg, 2024; Dweck, 2006; Dweck et al., 2014; Kaya et al., 2024; Lou & Li, 2023), mistõttu lisasin ka selle mudelisse (Tabel 10. Matemaatikaärevuse mõju matemaatikatesti tulemustele Mudel 2).

Kuigi mudeli selgitusvõime paranes marginaalselt (R^2 vahe mudelitel 0.0066), siis võimekususkumuse tunnusega on mudeli sobivus oluliselt parem (AIC vähenes 4551.9 võrra), mis näitab, et võimekususkumuse tunnus on mudelis oluline. Teine mudel selgitab 15.4% testitulemuse erinevustest. Nende mudelite juurde tegin ka kontrollitud mõjude analüüsi, olemaks kindel, et seosed on püsivad isegi kui kontrollida indiviidi, päritolu ning erinevaid kooli karakteristikuid. Et selle töö fookuses on matemaatiline idenditeet, olen võrdluseks välja toonud kontrollitud mõjude analüüsist vaid matemaatilise identiteedi tunnused (Tabel 10, Mudel 3) ning kaasmuutujate mõju siinses töös ei tõlgenda. Terviklik kontrollitud mõjude analüüsi tulemus on nähtav Lisa 2.

Tabel 10. Matemaatikaärevuse mõju matemaatikatesti tulemustele

Tunnus	Mudel 1	Mudel 2	Mudel 3''
(Vabaliige)	512.3672 ***	512.7909 ***	534.3273 ***
ANXMAT	-28.1263 ***	-26.3529 ***	-20.3383 ***
MATHPERS	11.5042 ***	10.9022 ***	4.9320 ***
MATEM.USK		7.4904 ***	4.0322 ***
AIC	692004.8	687452.9	611519.8
R ²	0.1471	0.1537	0.3512

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 63040$

'' Mudel 3 on kontrollitud mõjude analüüsi, kus on kaasatud kõik samad tunnused, mis matemaatikaärevuse ja matemaatika õppimise püsivuse viimastes mudelites (Tabel 6, Mudel 3 ning Tabel 8, Mudel 3, koondatud kokku Tabel 9)

Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal

Mudelitest nähtub, et tugevama juurdekasvuuskumuse, madalama matemaatikaärevuse ning suurema matemaatika õppimise püsivuse, st positiivsema matemaatilise identiteedi korral on matemaatikatesti tulemus kõrgem. Seos püsib ka kontrollitud mõjude analüüsis, kus on juurde lisatud mitmed erineva tasandi tunnused. Selline tulemuse robustsus **kinnitab** minu püstitatud hüpoteesi **H9** ja on ühtlasi kooskõlas varasemate uuringutega (Beilock & Maloney, 2015; Gonzalez et al., 2020, 2023; Karakolidis et al., 2016).

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö fookuses oli Eesti õpilaste matemaatilise identiteedi mõjutajad ning matemaatilise identiteedi mõju matemaatika õpitulemustele. Matemaatilist identiteeti ei ole minu teada Eestis veel uuritud, mistõttu on minu uurimistöö esimene samm avamaks diskussiooni matemaatikaõppe sotsioloogilisest küljest.

Töö esimene osa, teoreetiline raamistik, toetus klassikalistele identiteedikäsitlustele, kus avasin personaalse ja kollektiivse, psühholoogilise ja sotsioloogilise identiteedi olemust. Seejärel andsin ülevaate matemaatilise identiteedi olemusest ning selle seosest teiste identiteedi aspektidega. Tõin välja, kuidas varasemates uuringutes on kategoriseeritud matemaatilist identiteeti.

Minu töö empiiriline osa põhines PISA 2022 uuringule, mille Eesti andmeid kasutasin, et analüüsida, kuidas erinevad pere, kooli- ja klassikeskkonna ning ühiskondlike normide ja stereotüüpidega seotud näitajad mõjutavad matemaatilist identiteeti ning kuidas on matemaatiline identiteet seotud matemaatikatesti tulemustega. Analüüsiks kasutasin lineaarseid regressioonimudeleid. Matemaatilise identiteedi hindamiseks analüüsisin mõjusid matemaatikaärevusele ning matemaatika õppimise püsivusele. Kõrvutasin analüüside tulemusel, et teha kokkuvõtlik järeldus matemaatilise identiteedi mõjutajate kohta.

Analüüsides selgust, et pere sotsiaalmajanduslik taust on positiivses seoses matemaatilise identiteediga, st parem sotsiaalmajanduslik staatus mõjub matemaatilisele identiteedile positiivselt. Suhtlus perega mõjub samuti matemaatilisele identiteedile positiivselt – lähedasem suhtlus, suurem tugi ja pere avatus toetavad identiteedi positiivset arengut. Kooli objektiivsed näitajad nagu suurus ja asukoht ja omandivorm olulist mõju matemaatilisele identiteedile ei oma, kuid kooli subjektiivselt, eelkõige õpilase poolt tajutav keskkond on matemaatilise identiteedi arengu vaatest oluline: keskkond, kuhu õpilane tunneb, et ta kuulub ja kus tal on turvaline, on positiivselt seotud tema matemaatilise identiteediga. Ka koolijuhil poolt hinnatud koolikeskkond näitas samasugust, ehkki nõrgemat seost. Küllaltki tugev mõju õpilase matemaatilisele identiteedile omas matemaatikaalane juurdekasvuuskumus – uskumus, et matemaatikat on kõigil võimalik osata ja see on õpitav, viitab positiivsele matemaatilisele identiteedile. Kõige tugevama mõjuga matemaatilisele identiteedile on sugu – tüdrukud on küll

tublimad õppijad, ent nende ärevuse tase on poistest oluliselt kõrgem, mistõttu võib järeldada, et poistel on positiivsem matemaatiline identiteet.

Peale veendumist, et matemaatikaärevust ja püsivust matemaatika õppimisel on võimalik hinnata kokku matemaatiliseks identiteediks, hindasin nende kahe mõju PISA matemaatikatesti tulemustele. Kuna varasemad uuringud (nt Aus et al., 2019; Dweck, 2006; Kaya et al., 2024) on näidanud tugevat seost uskumuste ja õpitulemuste vahel, lisasin ka matemaatikaalase võimekususkumuse tunnuse analüüsi. Analüüsist nähtus, et positiivsel matemaatilisel identiteedil on positiivne mõju matemaatikatesti tulemusele.

Uurimistööl on ka omad piirangud. Esiteks on siinses töös tehtud järeldused matemaatilise identiteedi kohta kahe tunnuse, matemaatikaärevuse ja matemaatika õppimise püsivuse pinnalt. Matemaatiline identiteet on aga palju nüansirikkam konstrukt, mistõttu võib jääda praeguse, kahe tunnuse analüüsi põhjal antud hinnangutes osa matemaatilise identiteedi essentsist tabamata. Küll aga võimaldab praegune tulemus teha esmased järeldused ning nende peale teadmisi edasi ehitada ka teiste vaatenurkade alt.

Teiseks ei saa õpilaste vastatu pealt täpselt hinnata, kuivõrd kanduvad neile edasi vanemate uskumused ja väärtused, saame vaid analüüsida, kuidas neid mõjutavad erinevad tajutud aspektid pere ja peresuhtluse osas. Nii ei saa teha põhjapanevaid järeldusi väärtuste edasikanduvuse ega pere ootuste ja seisukohtade mõju osas.

Kolmandaks on PISA uuringudisain ja andmestik saanud kriitikat (Hopfenbeck, 2016; OBESSU, n.d.), seades kahtluse alla usaldusväärsuse ja sobivuse riikideülel. Lisaks on PISA puhul tegemist väga kompleksete andmetega. Kindlustamaks parima võimaliku üldistavuse ning kvaliteedi, kasutasin analüüsides PISA usutavaid väärtuseid, õpilase kaalu ning kõiki replikatsioonikaale.

Edasistes uurimustes tasuks täpsemalt vaadata pere mõju õpilase matemaatilisele identiteedile, kuna praeguses uurimuses olid kohati vastakad tulemused. Nende selgitamiseks tuleks analüüsida täpsemalt nii pere sotsiaalmajanduslikku staatust kui ka peresisest suhtlust ja suhteid, sh vanemate ootuseid ja nendega seonduvaid praktikaid. Teiseks tasuks kaaluda alternatiivseid või täiendavaid mooduseid matemaatilise identiteedi hindamiseks, et matemaatilise identiteedi mitmekülgne olemus saaks paremini kaetud. Kolmandaks oleks kasulik viia läbi

longituuduuring, saamaks paremini aru matemaatilise identiteedi muutlikkusest, ning seoste kausaalsusest. Vajalikku teadmust annaks juurde kontrollitud eksperiment, kus ühele grupile rakendada mingi mõju (näiteks muuta kardinaalselt õpetaja käitumist ning suhtumist või keskenduda tüdrukute jõustamisele) ning seejärel võrrelda mõju kontrollgrupiga.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aavik, K. (toim). (2016). *Tiipstage ja võrdsed võimalused: sootundlikud karjäärimudelid teadustee alguses? Eesti akadeemilised praktikad*. Tallinna Ülikool.
www.tlu.ee/sites/default/files/Instituudid/ÜTI/RASI/2016_ENEKE_teadlaste%20karjäärimudelid%20arendamine%20naiste%20karjääritee%20toetamiseks.pdf
- Acosta, S., & Hsu, H.-Y. (2014). Shared academic values: Testing a model of the association between Hong Kong parents' and adolescents' perception of the general value of science and scientific literacy. *EDUCATIONAL STUDIES*, 40(2), 174–195.
<https://doi.org/10.1080/03055698.2013.866889>
- Aus, K., Kuusisto, E., Arro, G., & Tirri, K. (2019). False, Limited, and Authentic Growth Mindsets in Learning: Preliminary Findings from Fourth-Grade Students in Estonia and Finland. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 7(1–2), 125–140. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=fd2b94f6-3330-3b76-b332-4ea8bed21842>
- Axelsson, G. B. M. (2009). Mathematical Identity in Women: The Concept, Its Components and Relationship to Educative Ability, Achievement and Family Support. *International Journal of Lifelong Education*, 28(3), 383–406.
<https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=94910627-6ef5-3006-9acd-4aca78877dc4>
- Basáñez, M. E. (2015). *A World of Three Cultures: Honor, Achievement and Joy*.
https://www.academia.edu/118575903/A_World_of_Three_Cultures_Honor_Achievement_and_Joy
- Bastos, J., & Bastos, S. (2010). What are we talking about when we talk about identities? In J. Bastos, C. Westin, J. Dahinden, & P. Góis (Eds.), *Identity Processes and Dynamics in Multi-Ethnic Europe* (pp. 313–358). Amsterdam University Press.
<https://www.jstor.org/stable/j.ctt46mvd1.16>
- Beilock, S. L., & Maloney, E. A. (2015). Math Anxiety: A Factor in Math Achievement Not to Be Ignored. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 2(1), 4–12.
<https://doi.org/10.1177/2372732215601438>
- Blatchford, P., Bassett, P., & Brown, P. (2011). Examining the effect of class size on classroom engagement and teacher–pupil interaction: Differences in relation to pupil prior attainment and primary vs. secondary schools. *Learning and Instruction*, 21(6), 715–730. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.04.001>
- Blažanin, B., Radišić, J., & Krstić, K. (2025). Toward becoming a ‘math-person’: Relationship between achievement emotions, personal beliefs, and mathematics identity. *Psihologija*, 58(1), 19–37. <https://doi.org/10.2298/PSI221109021B>

- Bögre, Z. (2021). Narrative identity as a bridge between two historical models of identity: A sociologist's perspective. *Sociologie Românească*, 19(1).
<https://doi.org/10.33788/sr.19.1.2>
- Boman, B., & Wiberg, M. (2024). The influence of SES, migration background, and non-cognitive abilities on PISA reading and mathematics achievement: Evidence from Sweden. *European Journal of Psychology of Education*, 39(3), 2935–2951.
<https://doi.org/10.1007/s10212-024-00805-w>
- Bourdieu, P. (1973). Cultural Reproduction and Social Reproduction. In *Knowledge, Education, and Cultural Change*.
- Bourdieu, P. (1984). *Distinction: A social critique of the judgement of taste*. Harvard University Press.
- Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. In J. Richardson (Ed.) *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241–258). Greenwood.
<https://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/bourdieu-forms-capital.htm>
- Bourdieu, P. (1988). *Homo Academicus*. Stanford University Press.
- Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (1990). *Reproduction in education, society and culture*, 2nd ed. Sage Publications, Inc.
- Boyle, N., Marshall, K., & O'Sullivan, K. (2023). Invisible barriers: How gender and class intersect to impact upon science participation in Irish secondary schools. *International Journal of Science Education*, 45(18), 1532–1551. Scopus.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2214687>
- Brenner, P. S., & DeLamater, J. (2016). Lies, Damned Lies, and Survey Self-Reports? Identity as a Cause of Measurement Bias. *Social Psychology Quarterly*, 79(4), 333–354.
<https://doi.org/10.1177/0190272516628298>
- Brummelman, E., & Sedikides, C. (2023). Unequal Selves in the Classroom: Nature, Origins, and Consequences of Socioeconomic Disparities in Children's Self-Views. *Developmental Psychology*, 59(11), 1962–1987. <https://doi.org/10.1037/dev0001599>
- Burke, P. J. (1989). Gender Identity, Sex, and School Performance. *Social Psychology Quarterly*, 52(2), 159–169. <https://doi.org/10.2307/2786915>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (Eds.). (2004). *Model Selection and Multimodel Inference*. Springer. <https://doi.org/10.1007/b97636>
- BusinessEurope. (2023). *Analysis of labour and skills shortages: Overcoming bottlenecks to productivity and growth*. BusinessEurope.
https://www.busesseurope.eu/sites/buseur/files/media/reports_and_studies/2023-10-23_analysis_of_labour_and_skills_shortages.pdf

- Cai, J., Yu, H., Yang, Y., & Xu, C. (2024). Father educational involvement and Chinese elementary school children's math anxiety: The chain mediating role of growth mindset and math self-concept. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06292-y>
- Callero, P. L. (2003). The Sociology of the Self. *Annual Review of Sociology*, 29, 115–133. <https://www.jstor.org/stable/30036963>
- Cambridge University Press. (n.d.). Identity. *Cambridge Dictionary*. Loetud 15. april 2025 aadressil <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/identity>
- Côté, J. E., & Schwartz, S. J. (2002). Comparing psychological and sociological approaches to identity: Identity status, identity capital, and the individualization process. *Journal of Adolescence*, 25(6), 571–586. <https://doi.org/10.1006/jado.2002.0511>
- Cribbs, J., Huang, X., & Piatek-Jimenez, K. (2021). Relations of mathematics mindset, mathematics anxiety, mathematics identity, and mathematics self-efficacy to STEM career choice: A structural equation modeling approach. *School Science and Mathematics*, 121(5), 275–287. <https://doi.org/10.1111/ssm.12470>
- Crossley, S., Ocumpaugh, J., Labrum, M., Bradfield, F., Dascalu, M., & Baker, R. S. (2018). *Modeling Math Identity and Math Success through Sentiment Analysis and Linguistic Features*. International Educational Data Mining Society. <https://eric.ed.gov/?id=ED593117>
- Darragh, L. (2013). Constructing Confidence and Identities of Belonging in Mathematics at the Transition to Secondary School. *Research in Mathematics Education*, 15(3), 215–229. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=ff05cba8-5e0f-321e-af9f-4d9a6ec0c6a1>
- Darragh, L. (2016). Identity research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 93(1), 19–33. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9696-5>
- de Oliveira Meneses, G., Silva dos Santos, W., Costa Biermann, M., Gonçalves Farias, M., & Wagner Plutarco, L. (2022). Influence of Values and Parenting Styles Perceived by Children in the Value Transmission. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 38, 1–9. <https://doi.org/10.1590/0102.3772e38318.en>
- Deininger, W. T. (2022). Mind, Self, and Society by George Herbert Mead. *EBSCO Research Starters*. <https://www.ebsco.com/research-starters/literature-and-writing/mind-self-and-society-george-herbert-mead>
- DeVellis, R. F. (2005). Inter-Rater Reliability. In K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of Social Measurement* (pp. 317–322). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00095-5>

- Dong, L., & Kang, Y. (2022). Cultural differences in mindset beliefs regarding mathematics learning. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 46, 101159. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2022.101159>
- Douglas, A.-A., Rittle-Johnson, B., Adler, R., Haymond, C., Durkin, K., Méndez-Fernández, A. P., & Brandon, J. (2024). “He’s Probably the Only Teacher I’ve Actually Learned From”: Marginalized Students’ Experiences With and Self-Perceptions of High School Mathematics. *American Educational Research Journal*, 61(5), 915–952. <https://doi.org/10.3102/00028312241266242>
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success* (pp. x, 276). Random House.
- Dweck, C. S., Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2014). *Academic Tenacity: Mindsets and Skills that Promote Long-Term Learning*. Bill & Melinda Gates Foundation. <https://eric.ed.gov/?id=ED576649>
- Eccles, J. S. (2009). Who Am I and What Am I Going to Do With My Life? Personal and Collective Identities as Motivators of Action. *Educational Psychologist*, 44(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>
- Eesti keele seletav sõnaraamat. (2009). Identiteet. <https://arhiiv.eki.ee/dict/ekss/index.cgi?Q=identiteet&F=M>
- Eisenhart, M., & Allen, C. D. (2016). Hollowed Out: Meaning and Authoring of High School Math and Science Identities in the Context of Neoliberal Reform. *Mind, Culture, and Activity*, 23(3), 188–198. <https://doi.org/10.1080/10749039.2016.1188962>
- Evangelopoulou, M., Jiménez-Fanjul, N., & Jose Madrid, M. (2023). Classroom-Based Mathematics Anxiety Among Students in Greek Secondary Education: A Perspective from Math Teachers. *Operations Research Forum*, 4(4). <https://doi.org/10.1007/s43069-023-00253-0>
- Fajri, F. R., & Amir, M. F. (2022). Math self-regulated learning assisted by metacognitive support by reviewing sex differences in mathematics anxiety. *REID (Research and Evaluation in Education)*, 8(2), 100–113. <https://doi.org/10.21831/reid.v8i2.49157>
- Finn, J. D., Pannozzo, G. M., & Achilles, C. M. (2003). The ‘Why’s’ of Class Size: Student Behavior in Small Classes. *Review of Educational Research*, 73(3), 321–368. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=22f4ee6b-b488-381a-9541-c69e555d1bac>
- Froschl, M., & Sprung, B. (2016). Organization Spotlight: Furthering Girls’ Math Identity: The Key to Girls’ Math Success. *Childhood Education*, 92(4), 320–323. <https://doi.org/10.1080/00094056.2016.1208013>
- Ganzeboom, H. B. G., & Treiman, D. J. (1996). Internationally Comparable Measures of Occupational Status for the 1988 International Standard Classification of Occupations. *Social Science Research*, 25(3), 201–239. <https://doi.org/10.1006/ssre.1996.0010>

- Gjicali, K., & Lipnevich, A. A. (2021). Got math attitude? (In)direct effects of student mathematics attitudes on intentions, behavioral engagement, and mathematics performance in the U.S. PISA. *Contemporary Educational Psychology*, 67, 102019. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102019>
- Gonzalez, L., Chapman, S., & Battle, J. (2020). Mathematics identity and achievement among Black students. *School Science and Mathematics*, 120(8), 456–466. <https://doi.org/10.1111/ssm.12436>
- Gonzalez, L., Lucas, N., & Battle, J. (2023). A Quantitative Study of Mathematics Identity and Achievement among LatinX Secondary School Students. *Journal of Latinos and Education*, 22(5), 1953–1968. Scopus. <https://doi.org/10.1080/15348431.2022.2073231>
- Grazia, V. (2022). A Longitudinal Study of School Climate: Reciprocal Effects with Student Engagement and Burnout. *Psychology in the Schools*, 59(8), 1521–1537. <https://doi.org/10.1002/pits.22691>
- Grazia, V., & Molinari, L. (2023). A Multidimensional Approach to the Study of School Climate and Student Engagement. *Journal of Educational Research*, 116(6), 386–395. <https://doi.org/10.1080/00220671.2023.2278771>
- Gutiérrez, R. (2013). The Sociopolitical Turn in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 37–68. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.44.1.0037>
- Gweshe, L. C., & Brodie, K. (2019). High School Learners' Mathematical Identities. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 23(2), 254–262. Scopus. <https://doi.org/10.1080/18117295.2019.1662642>
- Gweshe, L. C., & Brodie, K. (2023). Learners' mathematical identities: Exploring relationships between high school learners and significant others. *Mathematics Education Research Journal*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00479-5>
- Haataja, E. S. H., Niemivirta, M., Holm, M. E., Ilomanni, P., & Laine, A. (2024). Students' socioeconomic status and teacher beliefs about learning as predictors of students' mathematical competence. *European Journal of Psychology of Education*, 39(2), 1615–1636. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00791-5>
- Hallinan, M. T. (2008). Teacher Influences on Students' Attachment to School. *Sociology of Education*, 81(3), 271–283. <https://doi.org/10.1177/003804070808100303>
- Hämarsoo, J., & Heidemann, H. (2025, March 28). „Putinist“, „Jää vait, kretiin!“: Andres Puustusmaa soovis skandaalse Vene teatraali Filipp Lossi teatripeolt välja tõsta. *Kroonika*. <https://kroonika.delfi.ee/artikkel/120164560/putinist-jaa-vait-kretiin-andres-puustusmaa-soovis-skandaalse-vene-teatraali-filipp-lossi-teatripeolt-valja-tosta>

- Hämmäl, J., Reinson, H., Kruuse, K., Sepper, M.-L., & Kriisa, K.-R. (2020). *Klaasseinad ja klaaslagi Eesti IKT-s: Müksud naiste osakaalu suurendamiseks IKT valdkonnas hariduses ja tööturu*. Kantar Emor.
https://www.sm.ee/sites/default/files/klaaslagi_ja_klaasseinad_eesti_ikt-s_vahearuanne_2020_kantaremor.pdf
- Harfitt, G. J. (2012). Class Size and Language Learning in Hong Kong: The Students' Perspective. *Educational Research*, 54(3), 331–342.
<https://doi.org/10.1080/00131881.2012.710091>
- Haridusvaldkonna arengukava 2021-2035*. (2021). Haridus- ja Teadusministeerium.
<https://valitsus.ee/sites/default/files/documents/2021-11/Haridusvaldkonna%20arengukava%202021-2035.pdf>
- Haugas, S., Kendrali, E., & Kletter, T. (2023). *EUROSTUDENT 8 Eesti tulemuste lühiülevaade*. Mõttekoda Praxis.
- He, W.-J., & Zhang, K. (2024). The Moderating Effect of Cultural Orientation on the Relationship Between Growth Mindset and Learning Self-Efficacy: A Dimension-Specific Pattern. *Behavioral Sciences*, 14(12), 1155.
<https://doi.org/10.3390/bs14121155>
- Heidmets, M., Eisenschmidt, E., Erss, M., Kikas, E., Poom-Valickis, K., Slabina, P., Timoštšuk, I., & Vinter, K. (2017). *Õpikäsitus: Teooriad, uurimused, mõõtmise. Analüütiline ülevaade*. <http://hdl.handle.net/10062/55716>
- Helemäe, J., Saar, E., & Lauri, T. (2021). How Educational, Economic, and Cultural Resources Do Matter: Cohort Differences in the Impact of Parental Resources on Educational Attainment in the Socialist and Post-Socialist Contexts. *International Journal of Sociology*, 51(2), 105–134. <https://doi.org/10.1080/00207659.2020.1856543>
- Herpratiwi, & Tohir, A. (2022). Learning Interest and Discipline on Learning Motivation. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(2), 424–435. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=ec3b9f86-edfc-3a1c-85cd-b6056b2fca72>
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006>
- Hitlin, S. (2003). Values as the Core of Personal Identity: Drawing Links between Two Theories of Self. *Social Psychology Quarterly*, 66(2), 118–137.
<https://doi.org/10.2307/1519843>
- Hogg, M. A., & Ridgeway, C. L. (2003). Social Identity: Sociological and Social Psychological Perspectives. *Social Psychology Quarterly*, 66(2), 97–100.
<https://www.jstor.org/stable/1519841>

- Hölscher, S. I. E., Schachner, M. K., Juang, L. P., & Altoè, G. (2024). Promoting Adolescents' Heritage Cultural Identity Development: Exploring the Role of Autonomy and Relatedness Satisfaction in School-Based Interventions. *Journal of Youth & Adolescence*, 53(11), 2460–2479. <https://doi.org/10.1007/s10964-024-02017-3>
- Hopfenbeck, T. (2016). The power of PISA – limitations and possibilities for educational research. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. https://www.academia.edu/124041568/The_power_of_PISA_limitations_and_possibilities_for_educational_research
- Hox, J., Moerbeek, M., & Schoot, R. van de. (2017). *Multilevel Analysis: Techniques and Applications, Third Edition* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315650982>
- Huang, A. X., Chen, J. M., & Degner, J. (2025). Being One or the Other, Both or Neither: Self-Categorization Theory, Social Identity Theory and the Issue of Mixed Identities. *European Journal of Social Psychology*. Scopus. <https://doi.org/10.1002/ejsp.3155>
- Ibourk, A., Hughes, R., & Mathis, C. (2022). “It is what it is”: Using Storied-Identity and intersectionality lenses to understand the trajectory of a young Black woman's science and math identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7), 1099–1133. <https://doi.org/10.1002/tea.21753>
- Johnson, H. J., Barnard-Brak, L., Saxon, T. F., & Johnson, M. K. (2012). An Experimental Study of the Effects of Stereotype Threat and Stereotype Lift on Men and Women's Performance in Mathematics. *The Journal of Experimental Education*, 80(2), 137–149. <https://doi.org/10.1080/00220973.2011.567312>
- Jones, L., & Magill, K. (2023). A Critical Examination of the Relationship Between Social and Personal Constructions of Gender and Race and their Impact on Mathematical Identity. *Investigations in Mathematics Learning*, 15(4), 348–366. <https://doi.org/10.1080/19477503.2023.2254152>
- Kafoussi, S., Chaviaris, P., & Moutsios-Rentzos, A. (2020). Investigating Parental Influences on Sixth Graders' Mathematical Identity in Greece: A Case Study. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1235418>
- Kapitanoff, S., & Pandey, C. (2017). Stereotype threat, anxiety, instructor gender, and underperformance in women. *ACTIVE LEARNING IN HIGHER EDUCATION*, 18(3), 213–229. <https://doi.org/10.1177/1469787417715202>
- Karajev, N. (2023). Eesti venelased, sümbolne võitlus ja siseimpeerium. *Vikerkaar*, 7–8. <https://www.vikerkaar.ee/eesti-venelased-sumboolne-voitlus-ja-siseimpeerium/>
- Karakolidis, A., Pitsia, V., & Emvalotis, A. (2016). Examining students' achievement in mathematics: A multilevel analysis of the Programme for International Student

- Assessment (PISA) 2012 data for Greece. *International Journal of Educational Research*, 79, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.05.013>
- Katsantonis, I. (2025). I Belong; Hence, I Engage? A Cohort Study of Transitions between School Engagement Classes and Academic Achievement: The Role of Relational School Climate. *Australian Educational Researcher*, 52(1), 1–22. <https://doi.org/10.1007/s13384-024-00698-0>
- Kaya, S., Eryilmaz, N., & Yuksel, D. (2024). The Effects of Growth Mindset and Resilience on Immigrant Students' PISA Science Achievement: The Mediating Role of Attitudes toward School. *SAGE Open*, 14(1). <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=212c6081-7373-3126-9298-712ebf97f448>
- Keating, M., Harmon, T., & Arnold, D. H. (2022). Relations between parental math beliefs and emergent math skills among preschoolers from low-income households. *Early Child Development and Care*, 192(9), 1359–1367. <https://doi.org/10.1080/03004430.2021.1881076>
- Khilji, M. A., & Xenofontos, C. (2024). ‘With maths you can have a better future’: How children of immigrant background construct their identities as mathematics learners. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(6), 1089–1104. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2204108>
- Kinanda, J., Kyaruzi, F., & Fulgence, K. (2024). Teacher strategies for reducing Mathematics anxiety among secondary school students in Tanzania. *African Journal of Teacher Education*, 13(3). <https://doi.org/10.21083/ajote.v13i3.7171>
- Kindsiko, E. (2023). Õrnal jääl Eesti haridus. *Sirp*. <https://www.sirp.ee/ornal-jaal-eesti-haridus/>
- Krasny, M. E. (2020). Identity. In *Advancing Environmental Education Practice* (pp. 149–159). Cornell University Press. <https://www.jstor.org/stable/10.7591/j.ctv310vjmw.16>
- Kretchmar, J. (2021). George Herbert Mead: Taking the Role of the Other. *EBSCO Research Starters*. <https://www.ebsco.com/research-starters/social-sciences-and-humanities/george-herbert-mead-taking-role-other>
- Kukk, I., Lamesoo, K., & Papp, Ü.-M. (2017). *Loodus-, täppis- ja tehnikateaduste valdkonna huviharidus – sooline aspekt*. Soolise võrdõiguslikkuse ja võrdse kohtlemise voliniku kantselei. <https://www.volinik.ee/infomaterjalid/loodus-tappis-ja-tehnikateaduste-valdkonna-huviharidus-sooline-aspekt.html>
- Kumi-Yeboah, A. (2020). Educational Resilience and Academic Achievement of Immigrant Students from Ghana in an Urban School Environment. *Urban Education*, 55(5), 753–782. <https://doi.org/10.1177/0042085916660347>

- 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>
- Lauri, T., Pöder, K., & Kunitsõn, N. (2023). Discrimination or explained differences? Individual and school-level effects explaining the minority achievement gap. *Journal of Baltic Studies*, 54(3), 553–580. <https://doi.org/10.1080/01629778.2022.2103579>
- Lee, Y., & Leite, W. L. (2024). A comparison of random forest-based missing imputation methods for covariates in propensity score analysis. *Psychological Methods*. <https://doi.org/10.1037/met0000676>
- León, J., Álvarez-Álvarez, C., & Martínez-Abad, F. (2022). Contextual Effect of School SES on Reading Performance: A Comparison between Countries in the European Union. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 52(4), 674–688. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=06a7a8af-dc87-3baa-bf14-a62d46f7c24c>
- Liivak, K. (2017). *Kolmanda ja kuuenda klassi õpilaste huvi ja enesetõhusus matemaatikas* [Tartu Ülikool]. <http://hdl.handle.net/10062/57607>
- Link, S. (2021). George Herbert Mead’s ‘I’ and ‘Me.’ *EBSCO Research Starters*. <https://www.ebsco.com/research-starters/history/george-herbert-meads-i-and-me>
- Liu, J., Gao, J., & Arshad, M. H. (2025). Teacher-student relationships as a pathway to sustainable learning: Psychological insights on motivation and self-efficacy. *Acta Psychologica*, 254, 104788. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104788>
- Lou, N. M., & Li, L. M. W. (2023). The mindsets × societal norm effect across 78 cultures: Growth mindsets are linked to performance weakly and well-being negatively in societies with fixed-mindset norms. *British Journal of Educational Psychology*, 93(1), 134–152. <https://doi.org/10.1111/bjep.12544>
- Lou, N. M., & Noels, K. A. (2020). Mindsets Matter for Linguistic Minority Students: Growth Mindsets Foster Greater Perceived Proficiency, Especially for Newcomers. *The Modern Language Journal*, 104(4), 739–756. <https://doi.org/10.1111/modl.12669>
- Lumley, T. (2004). Analysis of Complex Survey Samples. *Journal of Statistical Software*, 9(8), 1–19. <https://doi.org/10.18637/jss.v009.i08>
- Lumley, T. (2010). *Complex Surveys: A Guide to Analysis Using R*. John Wiley & Sons, Inc.
- Luthar, S. S., & Becker, B. E. (2002). Privileged but Pressured? A Study of Affluent Youth. *Child Development*, 73(5), 1593–1610. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=eedb4b9-cd9e-300d-9549-2eb0187fe9aa>

- 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>
- Maailma Majandusfoorum. (2023). *Future of Jobs Report*. Maailma Majandusfoorum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Madjar, N., Zalsman, G., Weizman, A., Lev-Ran, S., & Shoval, G. (2018). Predictors of developing mathematics anxiety among middle-school students: A 2-year prospective study. *International Journal of Psychology : Journal International de Psychologie, 53*(6), 426–432. <https://doi.org/10.1002/ijop.12403>
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(8), 404–406. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661312001465>
- Marrero, G. A., Palomino, J. C., & Sicilia, G. (2024). Inequality of opportunity in educational achievement in Western Europe: Contributors and channels. *Journal of Economic Inequality, 22*(2), 383–410. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10888-023-09595-5>
- Maslow, A. H. (1954). *Motivation and Personality*. Harper.
- McGee, E. O. (2015). Robust and Fragile Mathematical Identities: A Framework for Exploring Racialized Experiences and High Achievement Among Black College Students. *Journal for Research in Mathematics Education, 46*(5), 599–625. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.46.5.0599>
- Mead, G. H. (1913). The Social Self. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods, 10*(14), 374–380. <https://doi.org/10.2307/2012910>
- Mere, K., Reiska, P., & Smith, T. M. (2006). Impact of SES on Estonian Students' Science Achievement Across Different Cognitive Domains. *PROSPECTS, 36*(4), 497–516. <https://doi.org/10.1007/s11125-006-9007-5>
- Nalipay, Ma. J. N., Cai, Y., & King, R. B. (2021). The social contagion of utility value: How parents' beliefs about the usefulness of science predict their children's motivation and achievement. *School Psychology International, 42*(3), 221–237. <https://doi.org/10.1177/0143034320985200>
- Nirmala, I., Wijayanto, H., & Notodiputro, K. A. (2022). Prediction of Undergraduate Student's Study Completion Status Using MissForest Imputation in Random Forest and XGBoost Models. *ComTech, 13*(1), 53–62. <https://doi.org/10.21512/comtech.v13i1.7388>
- OBESSU. (n.d.). *PISA's Inconsistencies—Why policy-makers should be cautious with PISA results*. Retrieved 5 May 2025, from <https://www.obessu.org/resources/documents/obessu-past-policy-papers/pisas-inconsistencies-why-policy-makers-should-be-cautious-with-pisa-results/>

- O'Connor, C. (2002). Black Women Beating the Odds from One Generation to the Next: How the Changing Dynamics of Constraint and Opportunity Affect the Process of Educational Resilience. *American Educational Research Journal*, 39(4), 855–903. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=ec1862d1-487a-3668-a68d-117af52ddd39>
- OECD. (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264229945-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-assessment-and-analytical-framework_dfe0bf9c-en/full-report/component-3.html
- OECD. (2024). *PISA 2022 Technical Report*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html
- Ortega-Rodríguez, P. J. (2025). PISA 2022. Predictors of the mathematics achievement of Spanish students in Secondary Education. *Revista de Psicodidáctica (English Ed.)*, 30(1). <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2024.500152>
- Osterman, K. F. (2000). Students' Need for Belonging in the School Community. *Review of Educational Research*, 70(3), 323–367. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=059febd8-d564-3c65-aaa1-60c0580c7150>
- Owens, T. J., Robinson, D. T., & Smith-Lovin, L. (2010). Three Faces of Identity. *Annual Review of Sociology*, 36, 477–499. <https://www.jstor.org/stable/25735088>
- Oxford University Press. (n.d.). Identity. *Oxford Learner's Dictionaries*. Loetud 15. aprill 2025 aadressil <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/identity>
- Peixoto, F., Mata, L., Campos, M., Caetano, T., Radišić, J., & Niemivirta, M. (2024). 'Am I to blame because my child is not motivated to do math?': Relationships between parents' attitudes, beliefs and practices towards mathematics and students' mathematics motivation and achievement. *European Journal of Psychology of Education*, 39(2), 1561–1586. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00774-6>
- PISA. (n.d.). Haridus- Ja Teadusministeerium. Retrieved 26 April 2025, from <https://www.hm.ee/pisa>
- PISA Frequently Asked Questions (FAQs). (n.d.). OECD. Retrieved 26 April 2025, from <https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa/pisa-frequently-asked-questions-faqs.html>
- PISA Research Documentation: How to prepare and analyse the PISA database. (n.d.). OECD. Retrieved 6 May 2025, from <https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa/how-to-prepare-and-analyse-the-pisa-database.html>

- Põder, K., Lauri, T., & Veski, A. (2023). *Kas Eesti PISA on viltu?* Postimehe Kirjastus OÜ.
- Põder, K., Veski, A., Lauri, T., & Ferraro, S. (2023). *Koolide ja koolivõrgu efektiivsus*. Arenguseire Keskus. <https://arenguseire.ee/raportid/koolide-ja-koolivorgu-efektiivsus/>
- Puspananda, D. R., & Rahmawati, O. I. (2020). The influence of mathematics anxiety and emotional quotient on English language education students' statistics learning outcomes. *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika*, 6(2). <https://doi.org/10.29407/jmen.v6i2.14836>
- Radišić, J., Krstić, K., Blažanin, B., Mičić, K., Baucal, A., Peixoto, F., & Schukajlow, S. (2024). Am I a math person? Linking math identity with students' motivation for mathematics and achievement. *European Journal of Psychology of Education - EJPE (Springer Science & Business Media B.V.)*, 39(2), 1513–1536. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00811-y>
- Radovic, D., Black, L., Salas, C. E., & Williams, J. (2017). Being a Girl Mathematician: Diversity of Positive Mathematical Identities in a Secondary Classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(4), 434–464. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.48.4.0434>
- Radovic, D., Black, L., Williams, J., & Salas, C. E. (2018). Towards conceptual coherence in the research on mathematics learner identity: A systematic review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, 99(1), 21–42. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9819-2>
- Ranasinghe, J. C., Madushika, D. S., Abeysundara, S. P., & Agampodi, S. B. (2023). Challenges of Continuation of Exclusive Breast Feeding up to 6 Months in a Setting with High Exclusive Breast Feeding Rates Reported. Experience from Eastern Province of Sri Lanka. *Maternal & Child Health Journal*, 27(11), 1996–2001. <https://doi.org/10.1007/s10995-023-03724-2>
- Rivnyák, A., Péley, B., Zsidó, A. N., & Láng, A. (2022). The Impact of Socioeconomic Status upon Adolescent Identity Formation: The Mediating Role of Family Characteristics. *Identity*, 22(4), 337–346. <https://doi.org/10.1080/15283488.2021.1954519>
- Roorda, D. L., Jak, Suzanne, Zee, Marjolein, Oort, Frans J., & Koomen, H. M. Y. (2017). Affective Teacher–Student Relationships and Students' Engagement and Achievement: A Meta-Analytic Update and Test of the Mediating Role of Engagement. *School Psychology Review*, 46(3), 239–261. <https://doi.org/10.17105/SPR-2017-0035.V46-3>
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). The Influence of Affective Teacher–Student Relationships on Students' School Engagement and Achievement: A Meta-Analytic Approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493–529. <https://doi.org/10.3102/0034654311421793>

- Ruef, J. L. (2020). What Gets Checked At The Door? Embracing Students' Complex Mathematical Identities. *Journal of Humanistic Mathematics*, 10(1), 22–38. <https://doi.org/10.5642/jhummath.202001.04>
- Ruiz-Alfonso, Z., & León, J. (2019). Teaching Quality: Relationships between Passion, Deep Strategy to Learn, and Epistemic Curiosity. *School Effectiveness and School Improvement*, 30(2), 212–230. <https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1562944>
- Ruiz-Alfonso, Z., León, J., Santana-Vega, L., & González, C. (2020). Teaching Quality: Relationships between Students' Motivation, Effort Regulation, Future Interest, and Connection Frequency. *Psicología Educativa: Revista de Los Psicólogos de La Educación*, 27(1), 67–76. <https://doi.org/10.5093/psed2020a18>
- Sabri, S., & Rasheed, M. J. (2022). A Review on Identity from A Linguistic and Sociological Perspective. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 9(4), 225–236. <https://doi.org/10.23918/ijsses.v9i4p225>
- Samuel, T. S., & Warner, J. (2021). 'I Can Math!': Reducing Math Anxiety and Increasing Math Self-Efficacy Using a Mindfulness and Growth Mindset-Based Intervention in First-Year Students. *Community College Journal of Research and Practice*, 45(3), 205–222. <https://doi.org/10.1080/10668926.2019.1666063>
- Schwartz, S. (2012). An Overview of the Schwartz Theory of Basic Values. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2(1). <https://doi.org/10.9707/2307-0919.1116>
- Schwerter, J., Gurtkaia, K., Romero, A., Zeyer-Gliozzo, B., & Pauly, M. (2024, January 17). *Evaluating tree-based imputation methods as an alternative to MICE PMM for drawing inference in empirical studies*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluating-tree-based-imputation-methods-as-an-to-Schwerter-Gurtkaia/acb42069bd8e6ce40887c6b8bdd3209ac4d26a3e>
- Selivanova, K. (2013). *Eesti õppekeelegra koolide gümnaasiumiõpilaste stereotüübid venelaste ning vene õppekeelegra gümnaasiumiõpilaste stereotüübid eestlaste suhtes Tallinna Õismäe Gümnaasiumi ja Tallinna Pae Gümnaasiumi näitel*. TÜ Viljandi Kultuuriakadeemia. <http://hdl.handle.net/10062/31927>
- Sfard, A. (2019). Making sense of identities as sense-making devices. *ZDM*, 51(3), 555–564. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01058-4>
- Sfard, A., & Prusak, A. (2005). Telling Identities: In Search of an Analytic Tool for Investigating Learning as a Culturally Shaped Activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14–22. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=7e67bb78-fb02-3cd4-a57e-0c94cb0c1945>
- Sik, D. (2020). Networks of anxiety – from the distortions of late modern societies to the social components of anxiety. *Phenomenology and Mind*, 18, Article 18. <https://journals.openedition.org/phenomenology/1635>

- Simpson, A., & Bouhafa, Y. (2020). Youths' and Adults' Identity in STEM: A Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research*, 3(2), 167–194. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00034-y>
- Skinner, E. A., & Saxton, E. A. (2019). The development of academic coping in children and youth: A comprehensive review and critique. *Developmental Review*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2019.100870>
- Spinath, B., Eckert, C., & Steinmayr, R. (2014). *Gender differences in school success: What are the roles of students' intelligence, personality and motivation?* 56(2), 230–243. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=1a574109-11a7-3bca-9676-e4f010d81765>
- Steidtmann, L., Kleickmann, T., & Steffensky, M. (2023). Declining Interest in Science in Lower Secondary School Classes: Quasi-Experimental and Longitudinal Evidence on the Role of Teaching and Teaching Quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(1), 164–195. <https://doi.org/10.1002/tea.21794>
- Stekhoven, D. J., & Bühlmann, P. (2012). MissForest—Non-parametric missing value imputation for mixed-type data. *Bioinformatics*, 28(1), 112–118. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr597>
- Stets, J. E., & Burke, P. J. (2000). Identity Theory and Social Identity Theory. *Social Psychology Quarterly*, 63(3), 224–237. <https://doi.org/10.2307/2695870>
- Stoehr, K. J., & Lawrence, A. (2022). Mathematics Anxiety: Identity Work in a Gifted Prospective Elementary Teacher's Mathematics-Related Personal Narratives. *Mathematics Teacher Education and Development*, 24(2), 11–124. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1379940>
- Symonds, J., Boheim, R., Somerville, M., Baines, E., Tang, X., Oeri, N., Rinas, R., Buehler, F., Benke, G., Davies, A., Sloan, S., Devine, D., & Sainz, G. M. (2025). Children's Momentary Behavioural Engagement and Class Size: A National Systematic Observation Study. *Frontline Learning Research*, 13(2). <https://doi.org/10.14786/flr.v13i2.1431>
- Zacharopoulos, G., Sella, F., & Cohen Kadosh, R. (2021). The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(24), e2013155118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2013155118>
- Zhang, M., Hu, Y., & Hu, Y. (2023). The Influences of Socioeconomic Status on Parental Educational Expectations: Mediating and Moderating Effects. *Sustainability*, 15(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/su151612308>

- Täht, K., & Paškov, M. (2013). Education Matters, but Who Can Attain It? Attitudes towards Education and Educational Attainment in Estonia. *Studies of Transition States and Societies*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.58036/stss.v5i2.163>
- Tamm, A. (2021). Eesti hilisteismeliste väärtused: Seosed tajutud hoolivuse, kooli asukoha ja pere sotsiaalmajandusliku staatusega. *Estonian Journal of Education / Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 9(1), 117–137. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.1.05>
- Teel tasakaalustatud ühiskonda III*. (2021). Sotsiaalministeerium. <https://www.vordsuskeskus.ee/et/andmebaas/teel-tasakaalustatud-uhiskonda-iii>
- Tidyverse. (n.d.). Retrieved 6 May 2025, from <https://www.tidyverse.org/>
- Tikile, E. A., & Ngulube, I. E. (2025). The Usage of Swear Words Among Generations X, Y and Z in Rivers State University. *International Journal of Literature, Language and Linguistics*, 8. <https://doi.org/10.52589/IJLLL-7YPDRYKS>
- Timar-Anton, C., Negru-Subtirica, O., & Damian, L. E. (2023). The Role of Parental Socio-Economic Status and Perceived Career-Related Behaviors in Developmental Trajectories of Educational Identity in Adolescence: A Four-Wave Study. *European Journal of Personality*, 37(6), 782–797. <https://doi.org/10.1177/08902070221150480>
- 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*. Haridus- ja Noorteamet. https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2023-12/Pisa_tulemused_2022_.pdf
- Tooding, L.-M. (2007). *Andmete analüüs ja tõlgendamine sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikooli kirjastus.
- Tulviste, T., Harro, H., & Tamm, A. (2018). Value Structure and Priorities in Estonian Children: Using the Picture-Based Value Survey for Children (PBVS-C). *Child Indicators Research*, 11(6), 1817–1829. <https://doi.org/10.1007/s12187-017-9512-5>
- UNESCO. (2024). *Global Education Monitoring Report: Gender report—Technology on her terms*. <https://doi.org/10.54676/WVCF2762>
- Vaidya, A. N., & Battey, D. (2022). Homeplace: Black Teachers Creating Space for Black Students in Mathematics Classrooms. *Teachers College Record*, 124(11), 218–256. <https://doi.org/10.1177/01614681221139535>
- Wilson, M., & Matthews, J. S. (2024). Black adolescents' motivation to resist the false dichotomy between mathematics achievement and racial identity. *Npj Science of Learning*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00219-9>
- Woodford, B. S. (2023). *Math = Me > Me = Female, Math People are Less Math Averse: Identity Correlates Above Gender with Math Anxiety and Implicit Attitudes*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/vpgdu>

Õpikäsitus. (n.d.). Haridus- ja Teadusministeerium. Retrieved 3 May 2025, from <https://www.hm.ee/opikasisut>

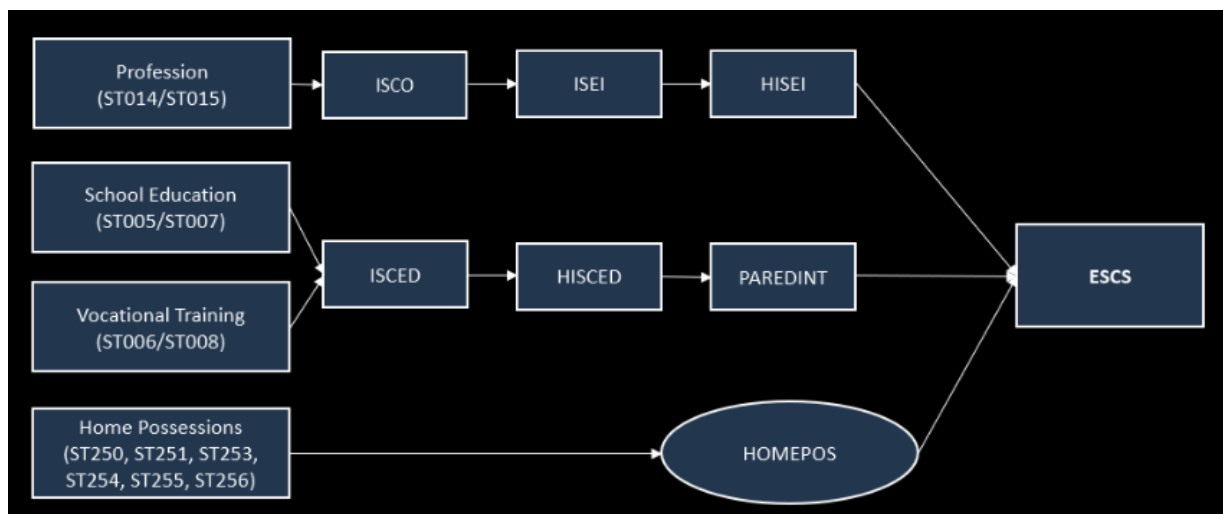
LISAD

Lisa 1. PISA 2022 koondtunnuste sisu (OECD, 2024)

FAMSUP

Item	Wording
ST300Q01JA	How often parents/family member: Discuss how well you are doing at school.
ST300Q02JA	How often parents/family member: Eat [the main meal] with you.
ST300Q03JA	How often parents/family member: Spend time just talking with you.
ST300Q04JA	How often parents/family member: Talk to you about the importance of [completing ISCED 3].
ST300Q05JA	How often: parents/family member: Talk to you about any problems you might have at school.
ST300Q06JA	How often parents/family member: Ask you about how well you are getting along with other students at school.
ST300Q07JA	How often parents/family member: Encourage you to get good [marks].
ST300Q08JA	How often parents/family member: Take an interest in what you are learning at school.
ST300Q09JA	How often parents/family member: Talk to you about your future education.
ST300Q10JA	How often parents/family member: Ask you what you did in school that day.

ESCS



BELONG

Item	Wording	Reverse d
ST034Q01TA	Agree/disagree: I feel like an outsider (or left out of things) at school.	
ST034Q02TA	Agree/disagree: I make friends easily at school.	R
ST034Q03TA	Agree/disagree: I feel like I belong at school.	R
ST034Q04TA	Agree/disagree: I feel awkward and out of place in my school.	
ST034Q05TA	Agree/disagree: Other students seem to like me.	R
ST034Q06TA	Agree/disagree: I feel lonely at school.	

BULLIED

Item	Wording
ST038Q03NA	In past 12 months, how often: Other students left me out of things on purpose.
ST038Q04NA	In past 12 months, how often: Other students made fun of me.
ST038Q05NA	In past 12 months, how often: I was threatened by other students.
ST038Q06NA	In past 12 months, how often: Other students took away or destroyed things that belonged to me.
ST038Q07NA	In past 12 months, how often: I got hit or pushed around by other students.
ST038Q08NA	In past 12 months, how often: Other students spread nasty rumours about me.
ST038Q09JA	In past 12 months, how often: I was in a physical fight on school property.
ST038Q10JA	In past 12 months, how often: I stayed home from school because I felt unsafe.
ST038Q11JA	In past 12 months, how often: I gave money to someone at school because they threatened me.

FEELSAFE

Item	Wording	Reversed
ST265Q01JA	Agree/disagree: I feel safe on my way to school.	R
ST265Q02JA	Agree/disagree: I feel safe on my way home from school.	R
ST265Q03JA	Agree/disagree: I feel safe in my classrooms at school.	R
ST265Q04JA	Agree/disagree: I feel safe at other places at school (e.g. hallway, cafeteria, restroom).	R

SCHRISK

Item	Wording	Reversed
ST266Q01JA	Occur during past four weeks: Our school was vandalised.	R
ST266Q02JA	Occur during past four weeks: I witnessed a fight on school property in which someone got hurt.	R
ST266Q03JA	Occur during past four weeks: I saw gangs in school.	R
ST266Q04JA	Occur during past four weeks: I heard a student threaten to hurt another student.	R
ST266Q05JA	Occur during past four weeks: I saw a student carrying a gun or knife at school.	R

RELATST

Item	Description	Reversed
ST267Q01JA	Agree/disagree: The teachers at my school are respectful towards me.	
ST267Q02JA	Agree/disagree: If I walked into my classes upset, my teachers would be concerned about me.	
ST267Q03JA	Agree/disagree: If I came back to visit my school 3 years from now, my teachers would be excited to see me.	
ST267Q04JA	Agree/disagree: I feel intimidated by the teachers at my school.	R
ST267Q05JA	Agree/disagree: When my teachers ask how I am doing, they are really interested in my answer.	
ST267Q06JA	Agree/disagree: The teachers at my school are friendly towards me.	
ST267Q07JA	Agree/disagree: The teachers at my school are interested in students' well-being.	
ST267Q08JA	Agree/disagree: The teachers at my school are mean towards me.	R

NEGSCLIM

Item	Wording
SC172Q02JA	Extent a problem in your school: Profanity
SC172Q03JA	Extent a problem in your school: Vandalism
SC172Q04JA	Extent a problem in your school: Theft
SC172Q05JA	Extent a problem in your school: Intimidation or verbal abuse among students (including texting, emailing, etc.)
SC172Q06JA	Extent a problem in your school: Physical injury caused by students to other students
SC172Q07JA	Extent a problem in your school: Intimidation or verbal abuse of teachers or non-teaching staff (including texting, emailing, etc.)

DISCLIM

Item	Wording
ST273Q01JA	How often: Students do not listen to what the teacher said.
ST273Q02JA	How often: There is noise and disorder.
ST273Q03JA	How often: The teacher has to wait a long time for students to quiet down.
ST273Q04JA	How often: Students cannot work well.
ST273Q05JA	How often: Students do not start working for a long time after the lesson begins.
ST273Q06JA	How often: Students get distracted by using [digital resources] (e.g. smartphones, websites, apps).
ST273Q07JA	How often: Students get distracted by other students who are using [digital resources] (e.g. smartphones, websites, apps).

MATHPERS

Item	Wording	Reversed
ST293Q01JA	This school year, how often: I actively participated in group discussions during mathematics class.	
ST293Q02JA	This school year, how often: I paid attention when my mathematics teacher was speaking.	
ST293Q03JA	This school year, how often: I put effort into my assignments for mathematics class.	
ST293Q05JA	This school year, how often: I made time to learn the material for mathematics class.	
ST293Q06JA	This school year, how often: I asked questions when I did not understand the mathematics material that was being taught.	
ST293Q07JA	This school year, how often: I lost interest during mathematics lessons.	R
ST293Q08JA	This school year, how often: I tried to connect NEW material to what I have learned in previous mathematics lessons.	
ST293Q09JA	This school year, how often: I started my work on mathematics assignments right away.	

ANXMAT

Item	Wording	Reversed
ST292Q01JA	Agree/disagree: I often worry that it will be difficult for me in mathematics classes.	R
ST292Q02JA	Agree/disagree: I get very tense when I have to do mathematics homework.	R
ST292Q03JA	Agree/disagree: I get very nervous doing mathematics problems.	R
ST292Q04JA	Agree/disagree: I feel helpless when doing a mathematics problem.	R
ST292Q05JA	Agree/disagree: I worry that I will get poor [marks] in mathematics.	R
ST292Q06JA	Agree/disagree: I feel anxious about failing in mathematics.	R

TEACHSUP

Item	Wording	Reversed
ST270Q01JA	How often: The teacher shows an interest in every student's learning.	R
ST270Q02JA	How often: The teacher gives extra help when students need it.	R
ST270Q03JA	How often: The teacher helps students with their learning.	R
ST270Q04JA	How often: The teacher continues teaching until the students understand.	R

DMCVIEWS

Item	Wording
SC173Q01JA	Last year, how often staff: They helped students of different backgrounds to recognise the similarities that exist between them.
SC173Q02JA	Last year, how often staff: They encouraged students of different backgrounds to resolve disagreements by finding common ground.
SC173Q03JA	Last year, how often staff: They supported activities or organisations that encourage students' expression of diverse identities.
SC173Q04JA	Last year, how often staff: They taught students how to respond to discrimination.
SC173Q05JA	Last year, how often staff: They taught students to be inclusive of others with different backgrounds.
SC173Q06JA	Last year, how often staff: They provided additional support for students from disadvantaged backgrounds.

TEACHBEHA

Item	Wording
SC061Q06TA	Learning hindered by: Teachers not meeting individual students' needs
SC061Q07TA	Learning hindered by: Teacher absenteeism
SC061Q08TA	Learning hindered by: Staff resisting change
SC061Q09TA	Learning hindered by: Teachers being too strict with students
SC061Q10TA	Learning hindered by: Teachers not being well prepared for classes

STUBEHA

Item	Wording
SC061Q01TA	Learning hindered by: Student truancy
SC061Q02TA	Learning hindered by: Students skipping classes
SC061Q03TA	Learning hindered by: Students lacking respect for teachers
SC061Q04TA	Learning hindered by: Student use of alcohol or illegal drugs
SC061Q05TA	Learning hindered by: Students intimidating or bullying other students
SC061Q11HA	Learning hindered by: Students not being attentive

Lisa 2. Kontrollitud mõjude analüüs matemaatikatesti tulemustele

Tabel 11. Kontrollitud mõjude analüüs matemaatikatesti tulemustele

	Tunnus	Mudel 3
	(Vabaliige)	534.327 ***
Mate- maatiline identiteet	Matemaatikaärevus	-20.338 ***
	Püsivus matem õppimisel	4.932 ***
Pere näitajad	ESCS	23.864 ***
	SES hinnang	-17.126 ***
	Pere julgustus ja avatus	1.833 **
	Pere toetus ja huvi	-3.167 ***
Kooli obj näitajad	Kooli suurus	5.958 ***
	Erakool (<i>ref</i> = <i>munitsipaalkool</i>)	-1.883
Tajutava koolikeskkonna näitajad	Neg koolikliima	-5.094 ***
	Mitmekesisus	1.077
	Pärssiv õp käitumine	0.629
	Pärssiv õpl käitumine	-0.146
	Koolirisk	-2.182 ***
	Kuuluvustunne	-2.353 ***
	Turvatus	6.78 ***
	Kiusamise kogemine	0.371
Klass + matem näitajad	Õp-õpl suhte kval	2.756 ***
	Õp tugi	-6.93 ***
	Matem kval	12.209 ***
	Matem distsipliin	4.656 ***
Õpilase sots-dem näitajad	Tüdruk (<i>ref</i> = <i>poiss</i>)	-6.111 ***
	Testi keel vene (<i>ref</i> = <i>eesti</i>)	-26.95 ***

Tunnus	Mudel 3
Võimekususkumus	4.032 ***
Klassi suurus	2.964 ***
Selektiivne vastuvõtt (<i>ref</i> = <i>alati</i>)	
Ei	-2.433
Vahest	-4.462 **
Võimekuse järgi grup	-1.592 **
Lisaõppes osalemine (<i>ref</i> = <i>ei osale</i>)	-7.567 ***
Vanus	6.556 ***
Immigrandistaatus (<i>ref</i> = <i>kohalik</i>)	
I gen	-12.305
II gen	-6.547 **
AIC	611519.8
R ²	0.3512

Märkus: *** p -väärtus ≤ 0 ; ** p -väärtus ≤ 0.1 ; * p -väärtus ≤ 0.05 . $N = 63040$
Allikas: autori arvutused PISA 2022 andmete põhjal