

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Joonatan Ristmäe

**MATEMAATIKAÄREVUSE ENNUSTAJATE JÄRJESTAMINE NING
KULTUURITI VÕRDLEMINE**

Uurimistöö

Juhendaja: Karin Täht

Läbiv pealkiri: Matemaatikaärevuse ennustajad

Tartu 2026

Matemaatikaärevuse ennustajate järjestamine ning kultuuriti võrdlemine**Kokkuvõte**

Käesoleva uurimistöo eesmärgiks oli SMARVUS uuringu (Terry jt., 2023b) andmete põhjal matemaatikaärevuse ennustajaid järjestada ning võrrelda nende mustreid kultuuride vahel. Valimisse kuulus 18 841 üliõpilast 35 erinevast riigist, kes vastasid küsimustikule, mis sisaldas küsimusi demograafilise tausta, usklikkuse, ärevuse liikide ja muude psühholoogiliste omaduste kohta. Isiksuseomadused järjestati kohandatud R^2 alusel. Lisaks võrreldi isiksuseomaduste ja matemaatikaärevuse seoste suundi riikide ja maailmajagude lõikes. Riikidevaheliseks võrdluseks osutus valim ebapiisavaks. Maailmajagude-vahelises võrdluses olid korrelaatide suunad ja tugevuste järjestused kõigis maailmajagudes sarnased. Ainsaks erandiks oli Aafrikas vanuse ja eriala õppeaasta positiivne seos matemaatikaärevusega, mida mujal ei esinenud. Seosed olid sarnased kõikjal, kuid tugevaimad olid need Austraalias ja Okeaanias ning nõrgimad aga Aafrikas.

Märksõnad: matemaatikaärevus, statistikaärevus, kultuuride-vaheline võrdlus, enesetõhusus, usklikkus

A Cross-Cultural Comparison and Ranking of Predictors of Mathematics Anxiety**Abstract**

The aim of this study was to rank predictors of mathematics anxiety and compare the patterns of these predictors across cultures. The sample consisted of 18, 841 university students from 35 countries, who filled out a survey that included questions about their demographic background, religiosity, different types of anxiety and other psychological characteristics. Predictors were ranked based on adjusted R^2 values. In addition, the directions of the relationships between predictors and mathematics anxiety were compared across countries and continents. The sample size was insufficient for country-level comparisons. At the continental level, the rankings of predictors and the directions of associations were similar in all continents. The only exception was found in Africa, where age and degree year were significantly positively correlated with mathematics anxiety - a pattern not found elsewhere. The patterns were consistent across all regions, but the associations were strongest in Oceania and Europe and the weakest in Africa.

Keywords: mathematics anxiety, statistics anxiety, cross-cultural comparison, self-efficacy, religiosity

Matemaatikaärevuse ennustajate järjestamine ning kultuuriti võrdlemine

Matemaatikaärevus on tugev negatiivne reaktsioon matemaatikaga seonduvale, enamasti matemaatika õppimisele. See väljendub üldiselt nii füüsiliste sümptomite, intensiivsete muremõtete kui ka vältimiskäitumisena. Matemaatikaärevuse uurimine on oluline, kuna see on erinevate uuringute põhjal negatiivses korrelatsioonis matemaatikatumetustega (Luttenberger jt., 2018; Lau jt., 2022), mis viitab sellele, et ärevus võib takistada matemaatiliste oskuste rakendamist ja arengut. On näidatud, et matemaatikaärevus on negatiivses korrelatsioonis enesetõhususega matemaatikas, mis on omakorda positiivses korrelatsioonis matemaatikatumetustega (Luttenberger jt., 2018). Pisa uuringud on näidanud, et matemaatikaärevus ja sooritus on negatiivses korrelatsioonis kõigis 97 riigis, mis Pisa uuringutes on osalenud (OECD, 2024). Matemaatikaärevuse ja soorituse vaheline negatiivne korrelatsioon on osaliselt seotud ärevuse negatiivse mõjuga kognitiivsetele võimetele - kui õpilased tunnevad matemaatika suhtes ärevust, ei suuda nad matemaatikaülesannete lahendamisele keskenduda, sest neid segavad muremõtted nende ülesannete ja oma võimekuse kohta neid lahendada (OECD, 2024). Jenifer jt. (2022) leidsid, et kõrgema matemaatikaärevusega õpilased kulutasid matemaatikaeksamiks valmistudes vähem aega harjutusülesannete lahendamiseks. See oli ühtlasi õpilaste meelest suurimat pingutust nõudev õppimismeetod, viidates sellele, et matemaatikaärevust võib pärssida õppimisel pingutamist, halvendades seega tulemusi. Seega matemaatikaärevuse ennustajate uurimine võib aidata tuvastada riskitegureid, mis on seotud suurenenud matemaatikaärevuse ja madalama matemaatilise sooritusega, ning võimaldada kujundada sekkumisi, mis arvestavad nii individuaalseid kui ka kultuurilisi eripärasid. Rahvusvaheline vaade on seejuures oluline, et selgitada välja, millised ennustajad on universaalsed ja millised kultuurispetsiifilised.

Varasemad uuringud on leidnud, et matemaatikaärevust ennustavad individuaalsed omadused nagu statistikaärevus (Gibeau jt., 2023), sotsiaalärevus (Sai, 2022), enesetõhususe puudumine matemaatikas (Li jt., 2021; Luttenberger jt., 2018), kehvad matemaatikatumetused (Lau jt., 2022; Luttenberger jt., 2018), kõrge isikuomane ärevus ja naissugu (Luttenberger jt., 2018). Matemaatikaärevust ennustavad ka keskkondlikud tegurid nagu koolikaaslaste kõrge tase matemaatikas (Ahmed, 2025) ja õpetajatepoolse toe puudumine (Semeraro jt., 2020).

Eri kultuuride võrdluses on varasemalt leitud, et üle maailma on matemaatikaärevus üldise ärevusega positiivses korrelatsioonis (Luttenberger jt., 2018) ja matemaatikatumustega nõrgas negatiivses korrelatsioonis (Lau jt., 2022), kuid riikidevahelises võrdluses pole matemaatikaärevusel seost riigi üldise matemaatikatasemega (Lee, 2008), näiteks Aasia riikides on kõrge matemaatikaärevus ning head matemaatikatumused (Lee, 2008). Kolumbias on üliõpilastel rohkem matemaatikaärevust kui USA-s, kuid seda vaid kahe ülikooli võrdluse põhjal (Brown jt., 2020). Enesetõhusus matemaatikas on negatiivses korrelatsioonis matemaatikaärevusega üle maailma erinevates riikides. (Li jt., 2021) ning naistel esineb matemaatikaärevust rohkem kui meestel üle maailma (Luttenberger jt., 2018; OECD, 2024). Lau jt. (2022) uurisid 64 riiki ning leidsid, et neist 35 riigis oli üldine matemaatikaärevuse tase haridusasutuses negatiivses korrelatsioonis indiviidi matemaatikatumustega, ülejäänud riikides statistiliselt olulist efekti polnud (Lau jt., 2022). Globaalselt on seega leitud, et matemaatikaärevus seostub negatiivselt enesetõhususega matemaatikas, matemaatikatumustega, positiivselt üldise ärevusega ning et naissoost isikud on kõrgema matemaatikaärevusega.

Siiski pole varasemates uuringutes matemaatikaärevuse ennustajaid järjestatud ning kultuuriti nende trende võrreldud. Samuti on varasemad uuringud on võrrelnud vaid matemaatikaärevuse üksikuid ennustajaid üksikute riikide vahel tunduvalt väiksema valimiga. Käesolev töö võrdleb aga suurt hulka ennustajaid viie maailmajao vahel ühtse metoodika ja suure rahvusvahelise valimi alusel ning järjestab ennustajaid tugevuse põhjal. Käesolevas töö eesmärk on kindlaks teha, mis on SMARVUS (Terry jt., 2023b) andmete põhjal parimad matemaatikaärevuse ennustajad ja kas eri riikides ja maailmajagudes on matemaatikaärevuse korrelaadid sarnased.

Meetod

Valim

Kasutan 2021. aastal rahvusvahelise andmekogumise käigus kogutud andmeid. (Terry jt., 2023b) Andmete valimiks oli 18 841 üliõpilast 100-st ülikoolist ja 35-st erinevast riigist. Üliõpilaste vanus oli vahemikus 18 kuni 67 ning keskmine vanus oli 21,01 (standardhälve 4,12) aastat. Valimi koostamisel katsuti leida just bakalaureuseastme üliõpilasi, kes võtsid vähemalt ühte statistikaainet, kuid ei õppinud eriala, mida tugevalt seostatakse matemaatika ja statistikaga (näiteks psühholoogia, majandus, pedagoogika, arstiteadus) ning 98% vastanutest nendele kriteeriumitele ka vastas. Valimist eemaldati 6,199 inimest, kuna nad jätsid küsimustikule vastamise poolikuks ning 72 vastust eemaldati, kuna need olid topelt esitatud vastused. Lõppkokkuvõttes kasutan 12 570 inimese andmeid 35-st erinevast riigist.

Mõõdikud

Andmete kogumiseks tehti küsimustikud õpilastele, küsimustikud õppejõule ning koguti ülikoolidelt õpilaste hinnete kohta infot.

Õpilaste küsimustik sisaldas küsimusi erinevate psühholoogiliste omaduste kohta, mis on välja toodud tabelis 1. Täpsemad mõõdikute kirjeldused on saadaval SMARVUS algandmeid kirjeldavas artiklis (Terry jt., 2023b).

Tabel 1.

Küsimustikus kasutatud skaalad

Psühholoogilise omaduse nimetus	Kasutatud skaalad/küsimused	Küsimuste arv
statistikaärevus	Statistics Anxiety Rating Scale (STARS; Cruise jt., 1985) R-MARS-S (Terry jt. 2023a)	47
matemaatikaärevus	Revised Mathematics Anxiety Rating Scale (R-MARS; Baloglu ja Zelhart, 2007)	44
testiärevus	STARS-M (Terry jt., 2023c) Revised Test Anxiety Scale (R	25

	TAS; (Benson & El-Zahhar, 1994)	
isikuomane ärevus	Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA; Ree et al., 2008)	21
negatiivse hinnangu kartus	isikuomase ärevuse alamskaala Brief Fear of Negative Evaluation Scale – Straightforward (BFNE-S; Leary, 1983; Rodebaugh et al., 2004)	8
sotsiaalse suhtlemise ärevus	Liebowitz Social Anxiety Scale – Self Report (LSAS-SR; Baker et al., 2002; Liebowitz, 1987)	11
esinemisärevus	Liebowitz Social Anxiety Scale – Self Report (LSASSR; Baker et al., 2002; Liebowitz, 1987)	13
ebakindluse talumatus	Uncertainty Scale – Short Form (IUS-SF; Carleton et al., 2007)	12
loovusärevus	ja Creativity Anxiety Scale (Daker et al., 2020)	8
ebaloomingulisuse ärevus	New General Self Efficacy Scale (NGSE; Chen jt., 2001)	8
enesetõhusus	Attitude Towards Mathematics Survey (ATMS; Miller et al., 1996)	7
püsivus	püsivuse alamskaala Cognitive Reflection Test (CRT; Frederick, 2005)	3
analüütiline mõtlemine		
usklikkus	„Kui tugevalt sa usud jumalasse/jumalatesse skaalal 1 kuni 100“	1

Üliõpilased andsid ka demograafilist teavet (vanus, sugu/sooline identiteet, rahvuslik kuuluvus ja võimalikud õpiraskused), teavet eelneva ülikoolieelse matemaatikahariduse kohta (kõrgeim tase, hinded ja kui kaua aega tagasi need läbiti), eneseraporteeritud hinded läbitud statistikakursuste eest ning infot oma õppekava kohta (ülikool, eriala, õppeaasta ja kas nad õpivad mõnda muud matemaatikal põhinevat, kuid mitte statistikaga seotud ainet). Küsitluse andmetes sisaldub ka automaatselt Qualtricsi (Qualtrics XM: The Leading Experience Management Software - Qualtrics, n.d.) poolt salvestatud teave (vastamise algus- ja lõppkuupäevad, kestus ning vastamise protsent) ning juhtautori poolt lisatud peamised identifikaatorid (osaleja ID, küsitluse ID, riik ja keel).

Küsimustik õppejõule sisaldas teavet statistikakursuste kohta, mida üliõpilased küsitluse täitmise ajal läbisid. Registreeriti üliõpilaste statistikaainete toimumise kuupäevad, õpetamise vorm (nt loengud/praktikumid, veebipõhine/kohapealne õpe), kursuse sisu ning hindamiste liigid.

Uuringu eetiline külg

Enne andmete kogumist taodeldi ning saadi luba Sussexi Ülikooli eetikakomiteelt. Uuringus osalenud partnerülikoolid uurisid enda eetikakomiteelt, kas on vaja ka nende täiendavat luba ning vajadusel hangiti see enne andmete kogumise algust. Ülikoolidega, kes jagasid õpilaste hindeid, sõlmiti andmekaitselepingud.

Andmeid on muudetud, et selle põhjal ei oleks võimalik ühtegi uuringus osalenud isikut tuvastada. Andmetest on eemaldatud nimed ja isikukoodid. Samuti on õpilaste vanus, eriala ning õpilaste pool võetud õppeained kategoriseeritud. Soolise identiteedi ja erivajaduste andmeid on osaliselt ümber rühmitatud ning etnilise tausta kohta on info täielikult kustutatud.

Eetikakomiteede loa, andmekaitselepingud ning andmete anonüümseks muutmise tõttu olen veendunud, et andmed, mida kasutan, on eetilisel kogutud.

Statistiline analüüs

Küsimuste eemaldamine

Andmeid töödeldi Visual Studio Code keskkonnas (Visual Studio Code - the Open Source AI Code Editor, 2021) kasutades programmeerimiskeelt R (R: The R Project for Statistical Computing, n.d.). SMARVUS andmete täpne kirjeldus oli avalikult üles laetud .xlsx kujul failina smarvus_codebook_250124.xlsx. Esmalt kirjutati R-i kood, mis arvutas iga küsimuse jaoks, mitu protsenti inimestest sellele vastasid, s t väärtus ei olnud "NA". Seejärel välistati edasisest analüüsist kõik küsimused, mille vastamisprotsent oli vähem kui 50%, kuna sellised küsimused ei aita ülemaailmselt andmeid võrrelda. See välistas peaaegu kõik küsimused õpilase eelnevate matemaatikaõpingute kohta ning samuti kõik küsimused õpetajate poolt vastatud küsimustikes. Kokku välistas see 800st küsimusest 520 küsimust ning alles jäi 280 küsimust.

küsimuste grupeerimine

Andmeid kirjeldava artikli järgi jaotasin küsimused kategooriatesse, nagu näidatud tabelis 2.

Tabel 2

Küsimuste kategooriatesse jaotamine

KATEGOORIA NIMI	KATEGOORIASSE KUULUVAD KÜSIMUSED				KUIDAS KATEGOORIA SKOOR IGA INIMESE JAOKS ARVUTATI	
Statistikaärevus	Q7.1_1	Q7.1_2	Q7.1_3	Q7.1_4	küsimuste keskmine	
	Q7.1_5	Q7.1_6	Q7.1_7	Q7.1_8		
	Q7.1_9	Q7.1_10	Q7.1_11	Q7.1_12		
	Q7.1_13	Q7.1_14	Q7.1_15	Q7.1_16		
	Q7.1_17	Q7.1_18	Q7.1_19	Q7.1_20		
	Q7.1_21	Q7.1_22	Q7.1_23	Q7.2_1		
	Q7.2_2	Q7.2_3	Q7.2_4	Q7.2_5		
	Q7.2_6	Q7.2_7	Q7.2_8	Q7.2_9		
	Q7.2_10	Q7.2_11	Q7.2_12	Q7.2_13		
	Q7.2_14	Q7.2_15	Q7.2_16			
	Q7.2_17	Q7.2_18	Q7.2_19	Q7.2_20		
	Q7.2_21	Q7.2_22	Q7.2_23	Q8.2_11		
Matemaatikaärevus	Q8.1_1	Q8.1_2	Q8.1_3	Q8.1_4		küsimuste keskmine
	Q8.1_5	Q8.1_6	Q8.1_7	Q8.1_8		
	Q8.1_9	Q8.1_10	Q8.1_11	Q8.1_12		
	Q8.1_13	Q8.1_14	Q8.1_15	Q8.1_16		
	Q8.1_17	Q8.1_18	Q8.1_19			
	Q8.1_20	Q8.2_1	Q8.2_2	Q8.2_3		
	Q8.2_4	Q8.2_5	Q8.2_6	Q8.2_7		
	Q8.2_8	Q8.2_9	Q8.2_10	Q8.2_11		
	Q8.2_12	Q8.2_13	Q8.2_14	Q8.2_15		
	Q8.2_16	Q8.2_17	Q8.2_18			
	Q8.2_19	Q8.2_20	Q8.2_21	Q8.2_22		
	Q8.2_23	Q8.2_24				
tähelepanukontroll	Q7.1_24	Q8.1_21	Q9.1_22	Q11.1_9	loeti kokku õigesti vastatud tähelepanukontrolli küsimuste arv	
	Q13.1_17	Q15.1_9				
isikuomane ärevus	Q9.1_1	Q9.1_2	Q9.1_3	Q9.1_4	küsimuste keskmine	
	Q9.1_5	Q9.1_6	Q9.1_7	Q9.1_8		
	Q9.1_9	Q9.1_10	Q9.1_11	Q9.1_12		
	Q9.1_13	Q9.1_14	Q9.1_15	Q9.1_16		
	Q9.1_17	Q9.1_18	Q9.1_19	Q9.1_20		
	Q9.1_21					
testiärevus	Q10.1_1	Q10.1_2	Q10.1_3			küsimuste keskmine
	Q10.1_4	Q10.1_5	Q10.1_6			

KATEGOORIA NIMI	KATEGOORIASSE KUULUVAD KÜSIMUSED	KUIDAS KATEGOORIA SKOOR IGA INIMESE JAOKS ARVUTATI
	Q10.1_7 Q10.1_8 Q10.1_9 Q10.1_10 Q10.1_11 Q10.1_12 Q10.1_13 Q10.1_14 Q10.1_15 Q10.1_16 Q10.1_17 Q10.1_18 Q10.1_19 Q10.1_20 Q10.1_21 Q10.1_22 Q10.1_23 Q10.1_24 Q10.1_25	
hirm negatiivse hinnangu ees (fear of negative evaluation)	Q11.1_1 Q11.1_2 Q11.1_3 Q11.1_4 Q11.1_5 Q11.1_6 Q11.1_7 Q11.1_8	küsimuste keskmine
esinemisärevus (performance anxiety)	Q12.1_1 Q12.1_2 Q12.1_3 Q12.1_4 Q12.1_6 Q12.1_8 Q12.1_9 Q12.1_13 Q12.1_14 Q12.1_16 Q12.1_17 Q12.1_20 Q12.1_21	küsimuste keskmine
sotsiaalse interaktsiooni ärevus	Q12.1_5 Q12.1_7 Q12.1_10 Q12.1_11 Q12.1_12 Q12.1_15 Q12.1_18 Q12.1_19 Q12.1_22 Q12.1_23 Q12.1_24	küsimuste keskmine
loovusärevus (creativity anxiety)	Q13.1_1 Q13.1_2 Q13.1_3 Q13.1_4 Q13.1_5 Q13.1_6 Q13.1_7 Q13.1_8	küsimuste keskmine
ebaloomingulisuse ärevus (noncreativity anxiety)	Q13.1_9 Q13.1_10 Q13.1_11 Q13.1_12 Q13.1_13 Q13.1_14 Q13.1_15 Q13.1_16	küsimuste keskmine
ebakindluse talumatus	Q14.1_1 Q14.1_2 Q14.1_3 Q14.1_4 Q14.1_5 Q14.1_6 Q14.1_7 Q14.1_8 Q14.1_9 Q14.1_10 Q14.1_11 Q14.1_12	küsimuste keskmine
enesetõhusus	Q15.1_1 Q15.1_2 Q15.1_3 Q15.1_4 Q15.1_5 Q15.1_6 Q15.1_7 Q15.1_8	küsimuste keskmine

KATEGOORIA NIMI	KATEGOORIASSE KUULUVAD KÜSIMUSED	KUIDAS KATEGOORIA SKOOR IGA INIMESE JAOKS ARVUTATI
järjepidevus	Q16.1_1 Q16.1_2 Q16.1_3 Q16.1_4 Q16.1_5 Q16.1_6 Q16.1_7	Kõigepealt arvutati küsimuste Q16.1_2, Q16.1_3, Q16.1_4, Q16.1_5 ja Q16.1_7 vastupidine skoor, kuna neil oli märgistus "reverse scored". Seejärel võeti küsimuste keskmine
analüütiline mõtlemine	Q17.1 Q17.2 Q17.3	loeti kokku õigesti vastatud küsimuste arv
usklikkus	Q18.1 ehk „Kui tugevalt sa usud jumalasse/jumalatesse skaalal 1 kuni 100”	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
enesekindlus nuputamises	crt_check1 ehk „Sa oled just vastanud kolmele analüütilise mõtlemise ülesandele. Mitu neist arvad, et sa õigesti vastasid?”	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
sohi tegemine nuputamises	crt_check2 ehk „Sa oled just vastanud kolmele analüütilise mõtlemise ülesandele. Kas sa otsisid mõnda vastust internetist?”	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
õpiraskused	spld	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
sugu	gender	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
vanus	age	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
ülikool	university	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust

KATEGOORIA NIMI	KATEGOORIASSE KUULUVAD KÜSIMUSED	KUIDAS KATEGOORIA SKOOR IGA INIMESE JAOKS ARVUTATI
peaeriala	degree_major	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust
eriala õppeaasta	degree_year ehk „Millisel kursusel sa oma õpingutes oled? Kui õpid osakoormusega, palun sisesta kursus, millel oleksid, kui õpiksid täiskoormusega.“	polnud vaja edasi töödelda, kuna kategooria sisaldab vaid ühte küsimust

muutujate võrdlus

Muutujate seosed matemaatikaärevusega järjestati kohandatud R^2 väärtuste järgi. Selleks kasutati R-i funktsiooni lm() ning selle alamkäsklust adj.r.squared. Kohandatud R^2 väärtuste mõõteviga hinnati bootstrap meetodil, kus algandmetest valiti juhusliku valikuga valimeid, iga valimi puhul arvutati uuesti kohandatud R^2 väärtus ning seda protsessi 1000 korda korrates sai arvutada R^2 95% usalduspiirid.

Selleks, et riikide ja maailmajagude vahel trendide suunasid võrrelda, tehti kõik muutujad järjestusskaala muutujateks või binaarseteks muutujateks (vaid kaks võimalikku väärtust). Mõned muutujad või nende väärtused eemaldati, kui igal vastusevariandil polnud piisavalt vastajaid, et muutujat riikidevaheliselt võrrelda. Kokkuvõttes muudeti muutujaid nagu on näidatud tabelis 3.

Tabel 3

Kategooriate eemaldamine või muutmine riikidevahelise korrelatsioonide suundade võrdluse jaoks

KATEGOORIA	VÕIMALIKUD VÄÄRTUSED	PÕHJENDUS (vajadusel)	TULEMUS
õpiraskused	aktiivsus- ja tähelepanuhäire (ATH/ADD); düsleksia; düskalkuulia; düspraksia; düsgraafia/düsortograafia ; mul ei ole spetsiifilist õpiraskust; muu (palun täpsustage)	93% vastanutest ei vastanud või vastasid “mul ei ole spetsiifilist õpiraskust”. Seega õpiraskuste võrdlemiseks riikide vahel on valim liiga väike	Kategooria eemaldati riikidevahelisest võrdlusest
keel	21 erinevat keelt	98% vastanutest tegid seda emakeeles, seega riikide vahel ei saa keele mõju võrrelda.	Kategooria eemaldati riikidevahelisest võrdlusest
sugu	naine; mees; muu	0,7% vastanutest vastasid “muu”, seega selliste inimeste riikidevaheliseks võrdlemiseks on valim liiga väike.	vastusevariant “muu” loeti samaväärseks vastamata jätmisega ehk saadi binaarne muutuja
vanus	18-21; 22-25; 26+		vastusevariandid nummerdati vastavavalt 1, 2 ja 3 ehk saadi järjestuskaala muutuja
kraadi õppeaasta	esimene; teine; kolmas; neljas; viies; magistri- või doktoriõpe	vaid 0,02% vastanutest vastasid “magistri- või doktoriõpe”	magistri- või doktoriõpe, eemaldati, ülejäänud vastusevariandid nummerdati vastavalt numbritega 1; 2; 3; 4 ja 5 ehk

KATEGOORIA	VÕIMALIKUD VÄÄRTUSED	PÕHJENDUS (vajadusel)	TULEMUS
ülikool	Ülikooli nimi	Erinevates riikides on erinevad ülikoolid, seega seda muutujat ei saagi riikidevaheliselt võrrelda	saadi järjestuskaala muutuja Kategooria eemaldati riikidevahelisest võrdlusest
peaeriala	psühholoogia; loodusteadused; matemaatika; äri ja rahandus; sotsiaalteadused; haridusteadused; humanitaarteadused ja kunstid; liigitamata	teine kõige populaarsem vastusevariant moodustas 4% vastanutest, seega inimeste võrdlemiseks, kes ei valinud populaarseimat vastusevarianti ("psühholoogia"), riikidevaheliseks võrdlemiseks on valim liiga väike.	Kategooria eemaldati riikidevahelisest võrdlusest

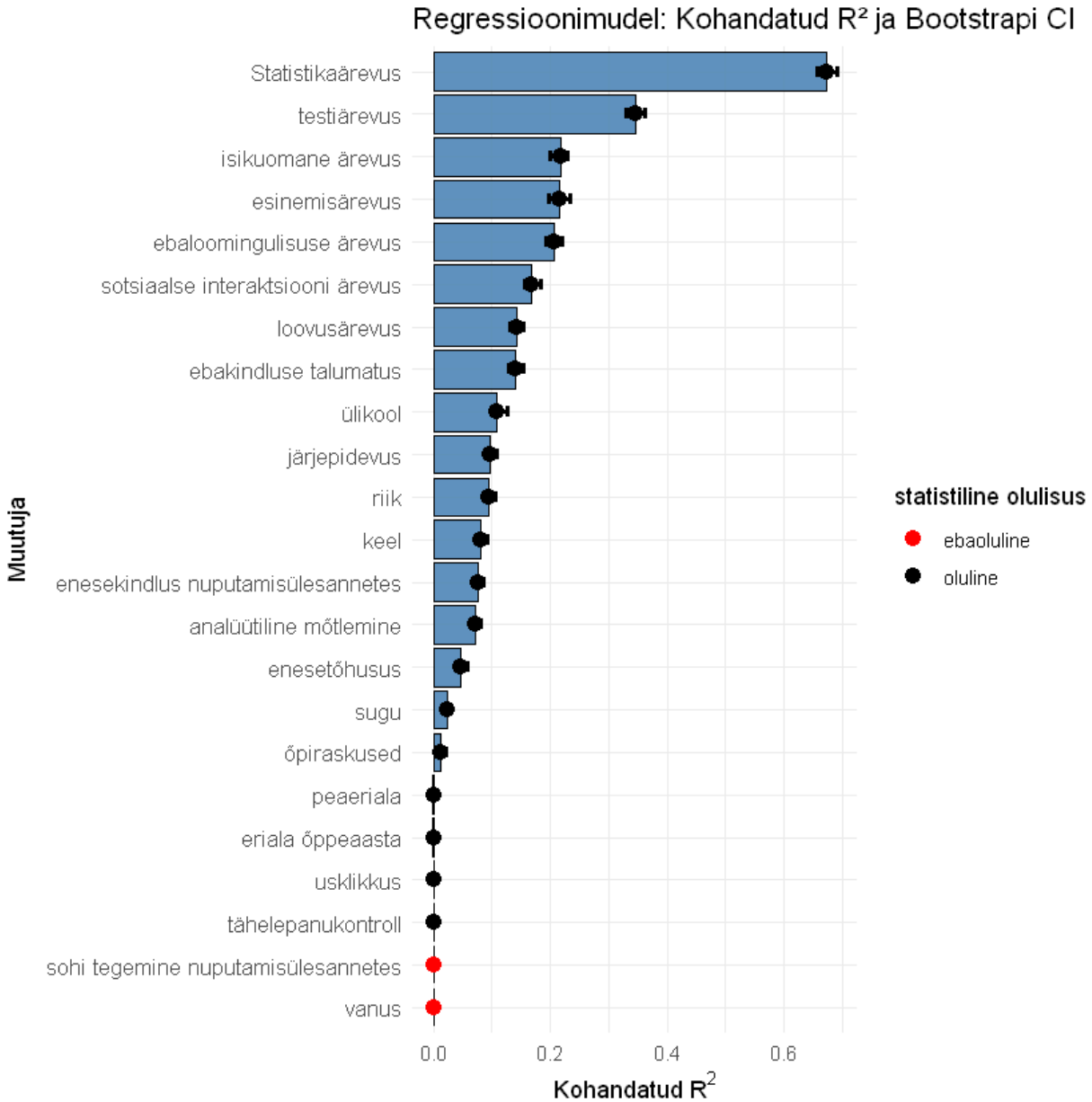
Kõik järele jäänud muutujad olid kas binaarsed või järjestuskaala muutujad. Leiti kõikide muutujate korrelatsioonid matemaatikaärevusega igas riigis eraldi ning samuti igas maailmajaos eraldi. Seejärel võrreldi riikide ja maailmajagude vahel korrelatsioonide trende.

Tulemused

Ennustajate järjestamine kohandatud R^2 järgi

Muutujate kohandatud R^2 väärtused kahanevas järjekorras on toodud joonisel 1. Suurima

R^2 väärtusega olid statistikaärevus ja testiärevus ning nendele järgnesid muud ärevuse liigid. Demograafilised näitajad seletasid matemaatikaärevust vähem kui erinevad ärevuse liigid.

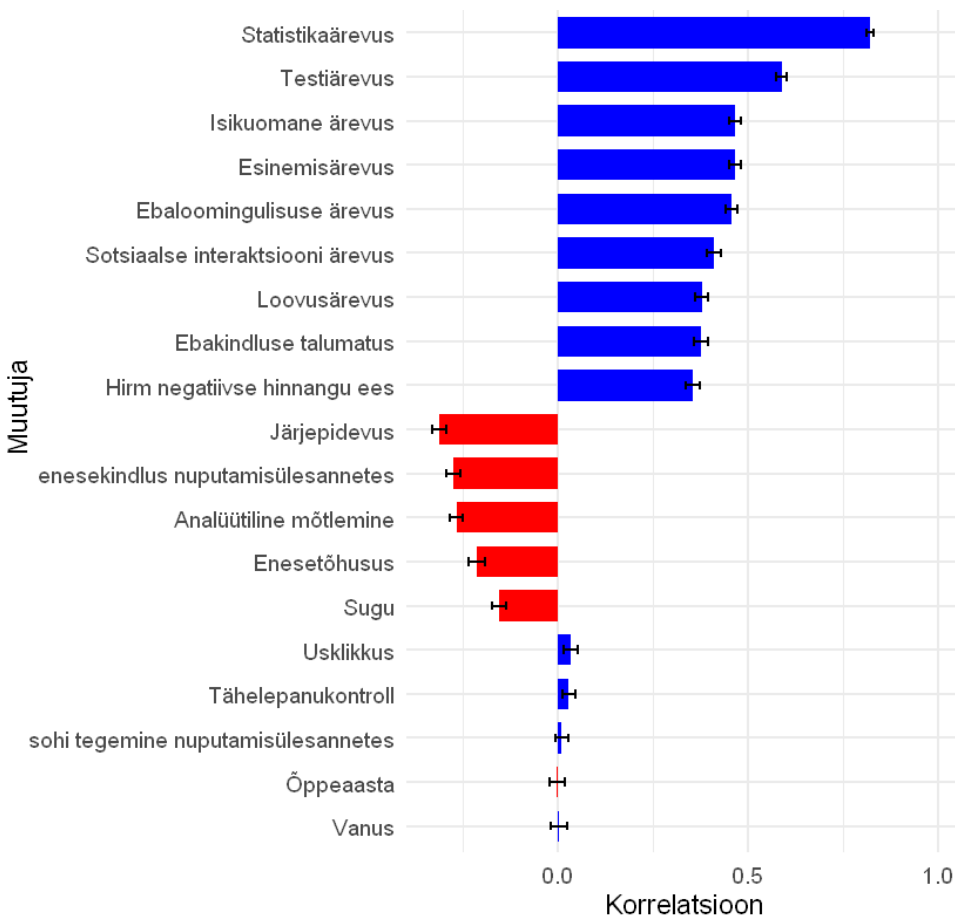


Joonis 1. Muutujad sorteeritud kohandatud R^2 väärtuste järgi 95% usaldusvahemikuga..

Ennustajate korrelatsioonide suundade leidmine

Kuna muutujad tehti edasisel töötlemisel binaarseteks (vaata täpsemalt tabel 3) või järjestusmuutujateks, siis saame näha ka muutujate korrelatsioone matemaatikaärevusega, mis näitavad globaalselt trendide suunda. Need on välja toodud joonisel 2. Erinevad ärevuse liigid on

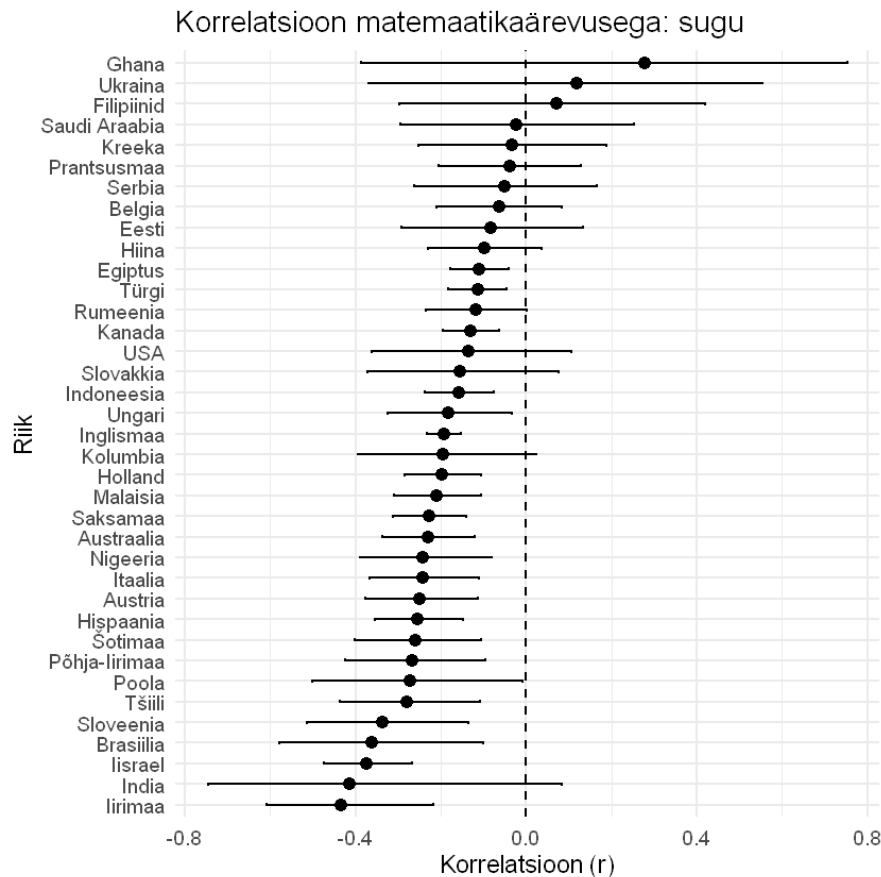
matemaatikaärevusega positiivses korrelatsioonis ning need on ühtlasi tugevaimad matemaatikaärevuse korrelaadid. Järjepidevus ja enesetõhusus on negatiivses korrelatsioonis matemaatikaärevusega. Analüütiline mõtlemine ja enesekindlus analüütilise mõtlemise testi jooksul lahendatud ülesannete õigsuses (joonisel “enesekindlus nuputamisesannetes”) on võrdsete ja negatiivsete korrelatsioonidega. “Sugu” on joonisel 2 negatiivse korrelatsiooniga ehk naistel esineb matemaatikaärevust rohkem kui meestel. Usklikkuse korrelatsioon on nullilähedane.



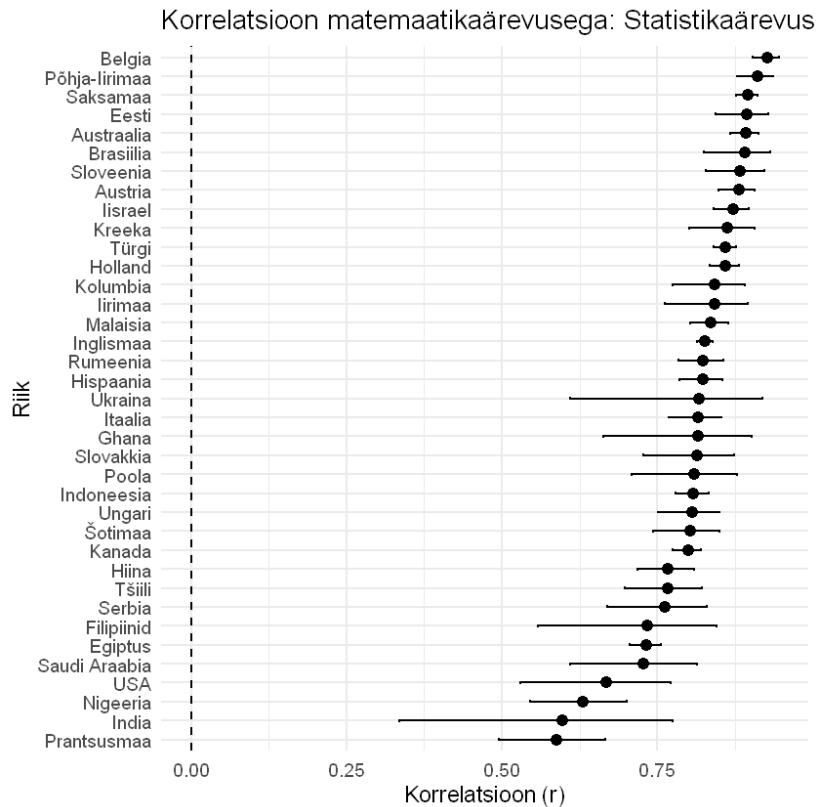
Joonis 2. Muutujate korrelatsioonid matemaatikaärevusega 95% usaldusvahemikuga. Muutujal “sugu” tähistab negatiivne korrelatsioon, et naistel on kõrgem matemaatikaärevus kui meestel. Muutujad on korrelatsioonikordaja absoluutväärtuste järgi kahanevalt järjestatud. Negatiivsed korrelatsioonid on punasega tähistatud.

Korrelatsioonide võrdlus riikide ja maailmajagude lõikes

Riikidevahelises võrdluses oli enamus erinevuseid statistiliselt ebaolulised. Mida suurema korrelatsiooniga ennustaja on, seda selgemalt olulised erinevused välja tulid. Madala korrelatsiooniga ennustajate puhul oli usaldusvahemike kattuvus suurem. Riikidevahelises võrdluses kattusid aga nii madala kui ka kõrge korrelatsiooniga ennustajate usaldusvahemikud väga suurel määral. Vabalt valitud madala korrelatsiooniga muutuja “sugu” ning kõrge korrelatsiooniga muutuja “statistikaärevus” usaldusvahemikud riikide lõikes on välja toodud joonisel 3 ja joonisel 4.

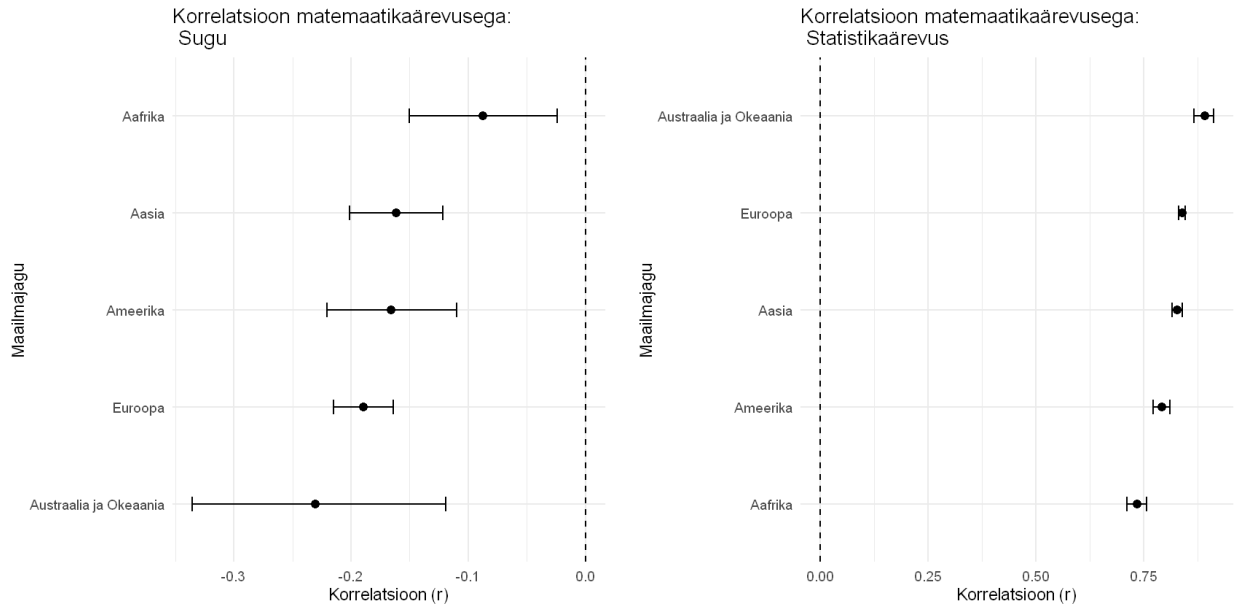


Joonis 3. Muutuja “sugu” korrelatsioon matemaatikaärevusega erinevates riikides 95% usaldusvahemikuga. Negatiivne korrelatsioon tähistab, et naistel on kõrgem matemaatikaärevus.



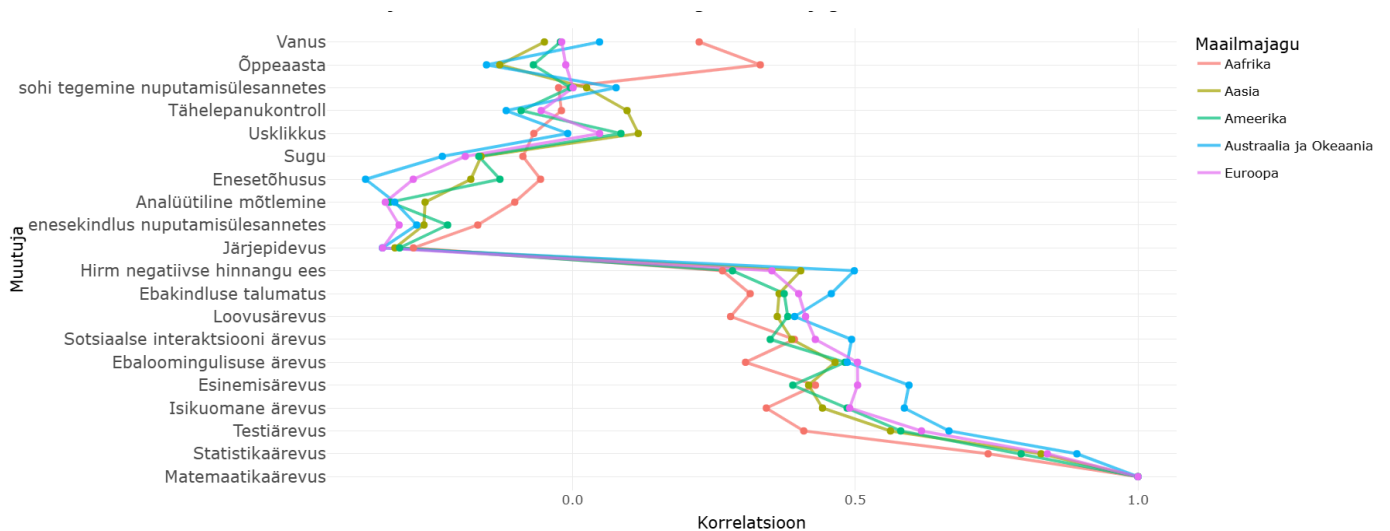
Joonis 4. Muutuja “statistikaärevus” korrelatsioon matemaatikaärevusega erinevates riikides 95% usaldusvahemikuga.

Et muutujate usaldusvahemikud kattuvad riikide vahel väga suures osas, siis ei olnud võimalik leida riikidevahelises võrdluses statistiliselt olulisi mustreid. Maailmajagude kaupa vaadates ilmnevad osadel muutujatel olulised erinevused. Seda eriti kõrgema korrelatsiooniga muutujatel, nagu näha joonisel 5.



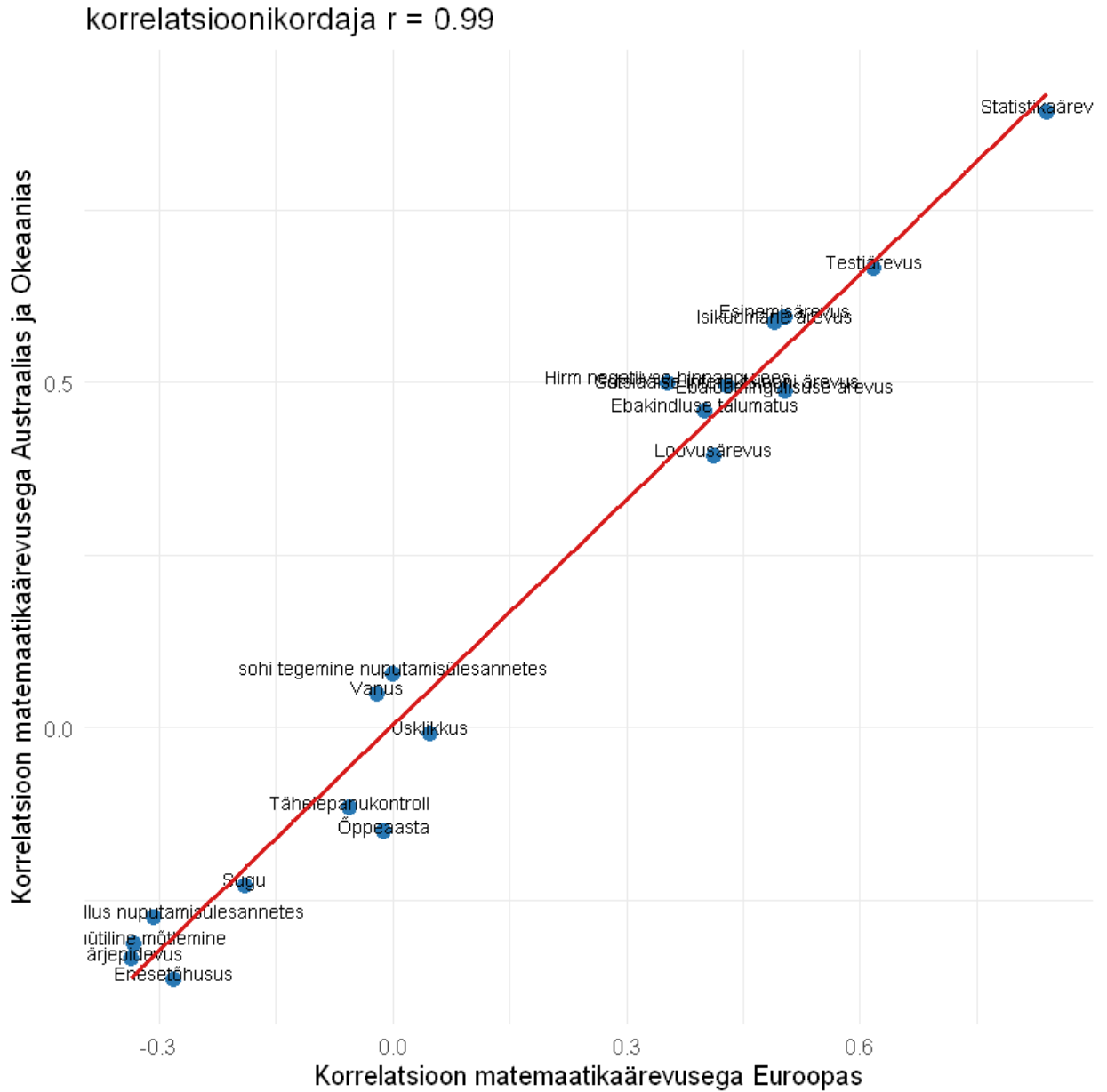
Joonis 5. Muutujate “sugu” ja “statistikaärevus” korrelatsioon matemaatikaärevusega maailmajagude kaupa 95% usaldusvahemikuga. Negatiivsed väärtused tähistavad vasakpoolsel graafikul, et naiste matemaatikaärevus on kõrgem.

Maailmajagude korrelatsioonid muutujate kaupa on välja toodud joonisel 6.



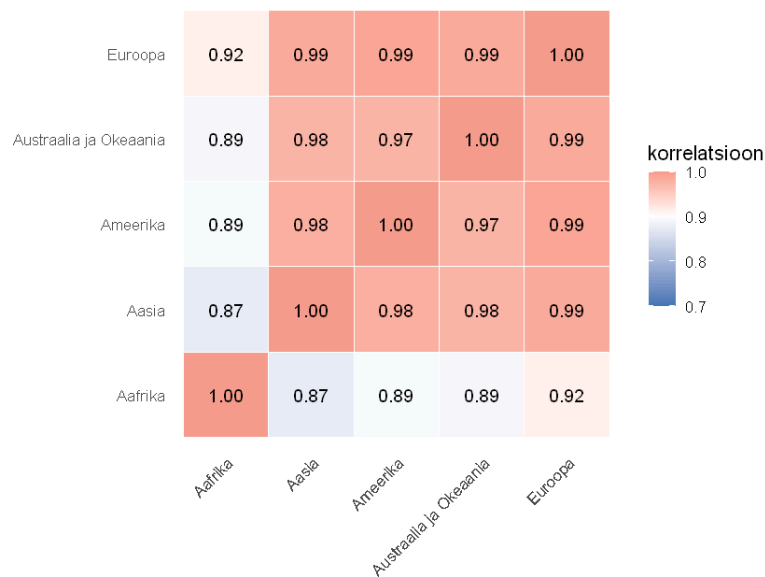
Joonis 6. Muutujate korrelatsioonid matemaatikaärevusega maailmajagude lõikes.

Maailmajagudel on korrelatsioonide järjestused väga sarnased, nagu on näha joonisel 6. Selleks, et kontrollida korrelatsioonide trendide sarnasust, leiti paarikaupa maailmajagude korrelatsioonidevahelised korrelatsioonid. Kui võrreldi näiteks Euroopat ning Austraaliat ja Okeaniat, siis kanti kõik muutujad graafikule nii, et x-koordinaat on muutuja korrelatsioon matemaatikaärevusega Euroopas, y-koordinaat on muutuja korrelatsioon matemaatikaärevusega Austraalias ja Okeaanias. Saame graafiku, mis on välja toodud joonisel 7.



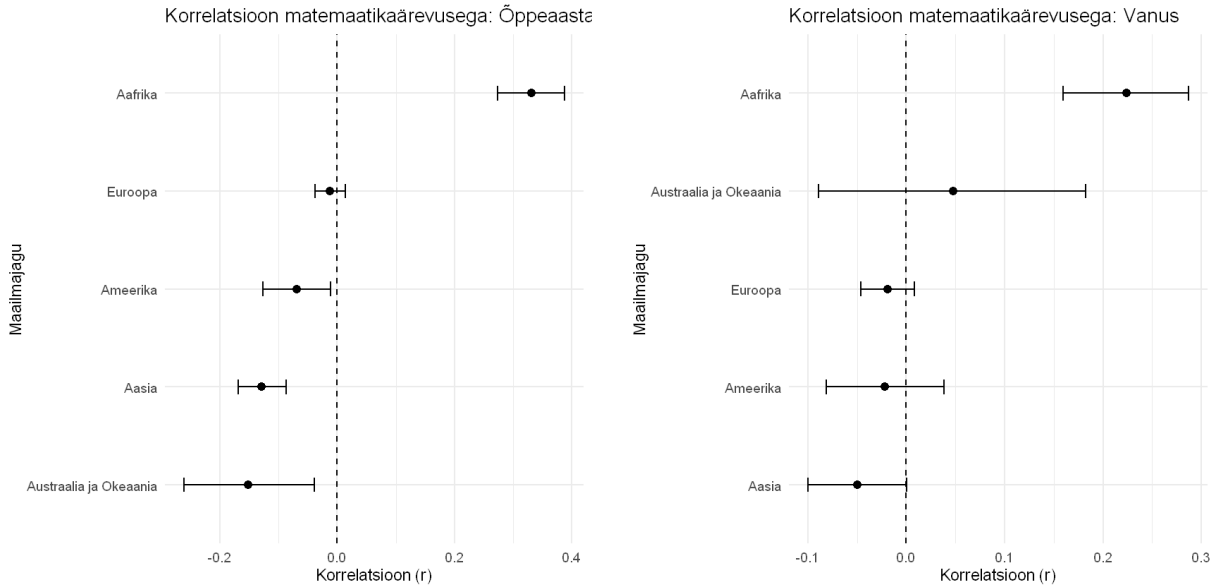
Joonis 7. Matemaatikaärevuse korrelatsioonidevaheline korrelatsioon Euroopas ning Austraalias ja Okeaanias on 0.99.

Joonisel 7 toodud graafikul on korrelatsioon 0.99 ehk Euroopa ning Austraalia ja Okeania puhul on korrelatsioonidevaheline korrelatsioon 0.99. Teiste maailmajagude korrelatsioonidevahelised korrelatsioonid on välja toodud joonisel 8. Kõik väärtused on 0,87 või enam ehk maailmajagude trendid on väga sarnased. Kõrge number joonisel 8 tähendab, et kui ühes maailmajaos on muutujal matemaatikaärevusega teistest muutujatest kõrgem korrelatsioon, siis kehtib see seos ka teises maailmajaos ja vastupidi.



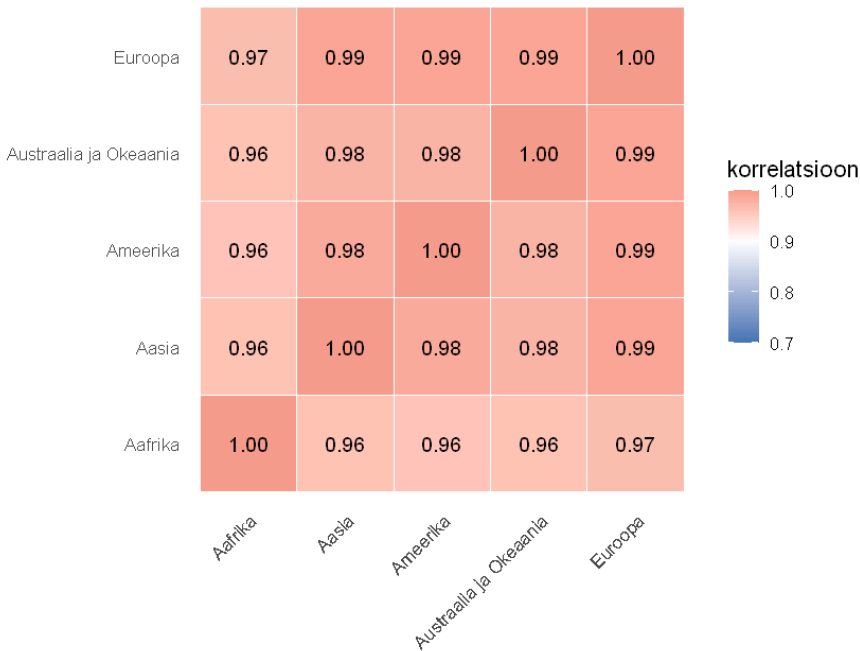
Joonis 8. Maailmajagude korrelatsioonidevahelised korrelatsioonid.

Selgelt on näha, et Aafrika erineb teistest maailmajagudest. Seda seetõttu, et see on ainus maailmajagu, kus vanus ja eriala õppeaasta oluliselt positiivselt korreleeruvad matemaatikaärevusega, nagu näha joonisel 9.



Joonis 9. Matemaatikaärevuse korrelatsioon eriala õppeaasta ja vanusega erinevates maailmajagudes.

Kui vanuse ja eriala õppeaasta välja jätta, siis maailmajagude korrelatsioonidevahelised korrelatsioonid on näha joonisel 10.



Joonis 10. Maailmajagude korrelatsioonidevahelised korrelatsioonid, kui välja jätta muutujad “vanus” ja “eriala õppeaasta”

Joonisel 10 on korrelatsioonid väga kõrged, kõik väärtused on 0,96 või kõrgemad. Seega korrelatsioonide trendid on erinevates maailmajagudes on väga sarnased: suurimad ja väikseimad korrelaadid on kõigis maailmajagudes samad ning korrelaatide tugevuse järjekord on igas maailmajaos peaaegu samasugune. Küll aga varieerub üldine korrelatsioonide tugevus.

Korrelatsioonide tugevuste võrdlemine maailmajagude lõikes

Et korrelatsioonide tugevustes maailmajagude vahel erinevusi selgemalt näha, leiti erinevate maailmajagude korrelatsioonide absoluutväärtuste erinevuste keskmine paarikaupa. See tähendab, et võeti üks muutuja ning leiti selle muutuja korrelatsioonid kahes maailmajaos, vastavalt tähistega a ja b . Seejärel võeti mõlemast korrelatsioonikordaja absoluutväärtused $|a|$ ja $|b|$ ning lahutati need. Nii toimiti iga muutuja jaoks ning lõpuks arvatati saadud erinevuste keskmine. Teisisõnu rakendati valemit 1.

$$erinevus = keskmine(|a| - |b|) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (|a_i| - |b_i|) \quad (1)$$

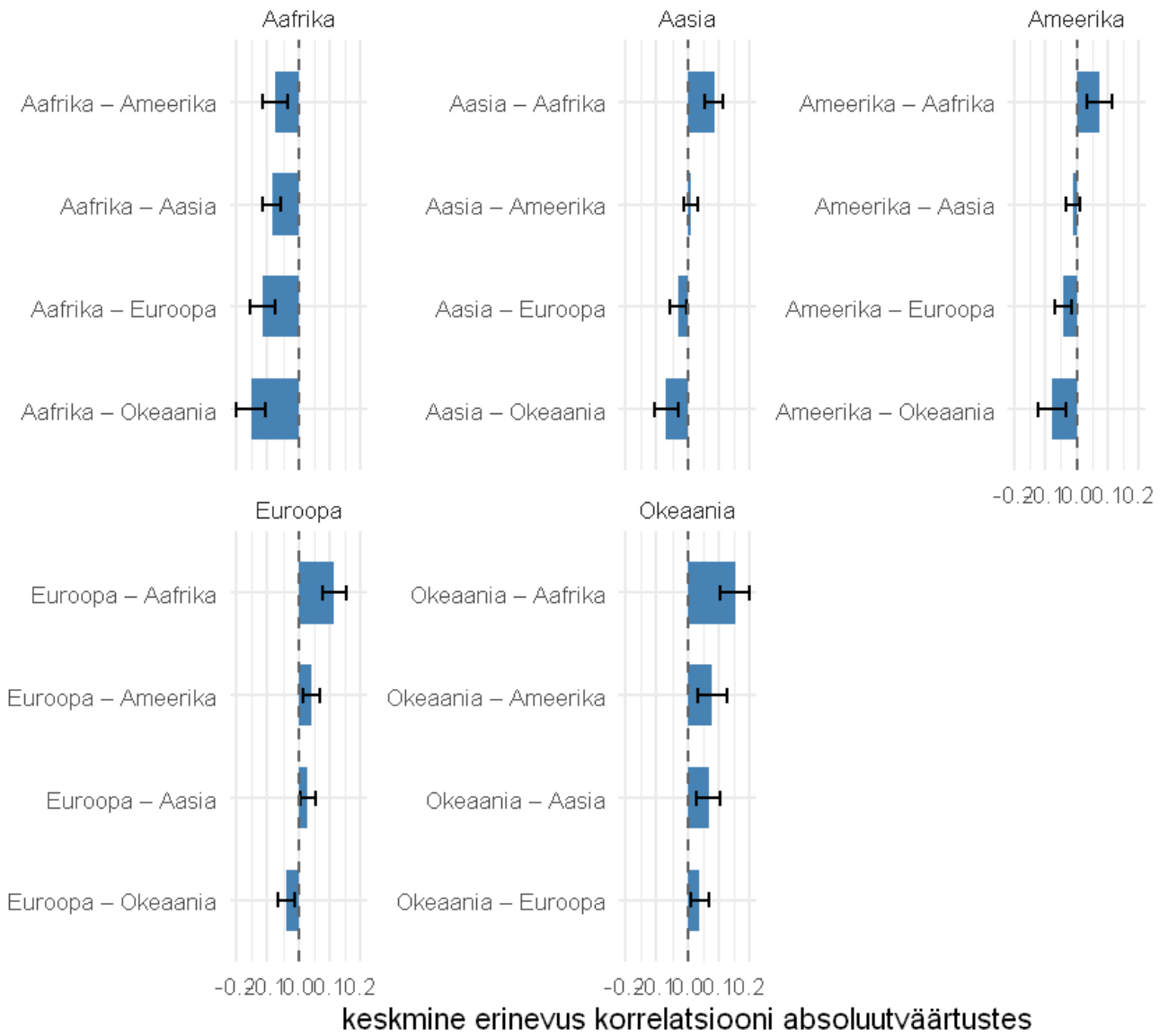
,kus i tähistab muutuja järjekorranumbrit. Igal muutujal on oma järjekorranumber.

a_i on muutuja number i korrelatsioonikordaja ühes maailmajaos

b_i on muutuja number i korrelatsioonikordaja teises maailmajaos

k on muutujate koguarv

Valemi 1 abil arvatati keskmine korrelatsioonide erinevus paarikaupa kõikides maailmajagudes. ning tulemused on välja toodud joonisel 11.



Joonis 11. Maailmajagude keskmised korrelatsioonide erinevused. Positiivsed väärtused tähendavad, et keskmiselt olid esimeses maailmajaos suuremad korrelatsioonikordajad, negatiivsed väärtused tähendavad, et keskmiselt olid esimeses maailmajaos väiksemad korrelatsioonikordajad. Austraalia ja Okeania on märgitud joonisele lühendatult kui “Okeania”.

Sellest analüüsist välistati muutujad vanus ja eriala õppeaasta, kuna need olid maailmajagude võrdluses ainsaks erandiks, kus trendid olid erinevad. Muutuja “sohi tegemine nuputamisülesannetes” välistati samuti, kuna selle korrelatsioon matemaatikaärevusega oli ebaoluline ning nende arvestamine lisab maailmajagude võrdlusesse müra. Joonise 11 põhjal on näha, et üldine korrelatsioonide suuruste hierarhia on kasvavas järjekorras:

1. Aafrika
2. Ameerika
3. Aasia
4. Euroopa
5. Austraalia ja Okeania

Arutelu

Uuringu eesmärgiks oli võrrelda matemaatikaärevuse ennustajaid ja nende erinevuseid riikide ja maailmajagude lõikes. Kohandatud R^2 väärtuste põhjal saadi ennustajate järjekord (joonis 1), mille kohaselt kõige tugevamas seoses matemaatikaärevusega olid statistikaärevus ja testiärevus ning nendele järgnesid muud ärevuse liigid. Demograafilised näitajad seletasid matemaatikaärevust vähem kui erinevad ärevuse liigid. Seejärel võrreldi muutujate korrelatsioonide suundasid (joonis 2). Leiti, et erinevad ärevuse liigid on matemaatikaärevusega positiivses korrelatsioonis ning need on ühtlasi tugevaimad matemaatikaärevuse korrelaadid. Järjepidevus ja enesetõhusus on negatiivses korrelatsioonis matemaatikaärevusega. Analüütiline mõtlemine ja enesekindlus analüütilise mõtlemise testi jooksul lahendatud ülesannete õigsuses on võrdsete ja negatiivsete korrelatsioonidega. Naistel esineb matemaatikaärevust rohkem kui meestel. Usklikkuse korrelatsioon on nullilähedane.

Maailmajagudevahelises võrdluses leiti, et matemaatikaärevuse korrelaatide suunad ja nende tugevuse pingerida on maailmajagudes väga sarnased, ainsaks erandiks olid Aafrikas vanuse ja eriala õppeaasta positiivne seos matemaatikaärevusega. Seega korrelatsioonide trendid on maailmajagudes väga sarnased, kuid erinevates maailmajagudes avaldusid need erineva

tugevusega. Maailmajaod trendide tugevuste järjekorras olid: Austraalia ja Okeania, Euroopa, Aasia, Ameerika ja Aafrika.

Leitud tulemused on kooskõlas varasemate uuringutega, et matemaatikaärevus on positiivselt seotud statistikaärevusega (Gibeau jt., 2023), üldise ärevusega (Luttenberger jt., 2018), sotsiaalärevusega (Sai, 2022) ja naissoost olemisega (Luttenberger jt., 2018), kuid negatiivselt seotud enesetõhususega matemaatikas (Li jt., 2021; Luttenberger jt., 2018). Käesolev uuring on oluline, kuna leiti, et need seosed kehtivad kõikides maailmajagudes. Varasemad uuringud on võrrelnud matemaatikaärevuse üksikuid ennustajaid üksikute riikide vahel tunduvalt väiksema valimiga. Käesolev töö võrdleb aga suurt hulka ennustajaid viie maailmajaod vahel ühtse metoodika ja suure rahvusvahelise valimi alusel.

Maailmajagude erinevused trendide tugevuses võib olla näide WEIRD-valimitest (*Western, Educated, Industrialized, Rich, Democratic* ehk läänelikud, haritud, tööstuslikud, rikkad ja demokraatlikud ühiskonnad on valimites ülesindatud) psühholoogiliste testide koostamisel. Näiteks statistikaärevuse sotsiaalärevuse ja muude testide küsimused võivad olla optimeeritud just WEIRD-valimi inimeste jaoks ja seetõttu joonistuvad trendid selgemini välja.

Teine selgitus maailmajagude erinevusele võib olla, et Euroopas ning Austraalias ja Okeaanias (meie uuringu puhul vaid Austraalias) on inimeste sissetulekud valdavalt suuremad ning seega inimeste matemaatika õppimise kvaliteet ei ole sissetulekust piiratud, andes võimalust isiksuseomaduste väljendumiseks. Seevastu madalama elatustasemega maailmajagudes sõltub matemaatikahariduse kvaliteet ja seeläbi ka matemaatikaärevus inimese sissetulekust, vähendades isiksuseomaduste mõju tähtsust.

Edasistes uuringutes oleks oluline uurida ka vastajate sissetulekuid, et näha, kas see võib selgitada maailmajagudevahelisi erinevuseid. Samuti tasuks üleüldiselt võrrelda, kui usaldusväärsed on isiksusetestid eri kultuuride lõikes ning kas nende kohandamine mõnes maailmajaos aitaks täpsemaid tulemusi leida.

Käesolevas uuringus järjestati demograafilise tausta ja isiksuseomaduste, sealhulgas erinevate ärevuste liikide seoste tugevused matemaatikaärevusega (joonis 1). Leiti, et matemaatikaärevuse ennustajad ja nende järjekord on erinevates maailmajagudes samad, kuid Euroopas ning Austraalias ja Okeaanias on seosed tugevaimad, Aasias ning Ameerikas nõrgemad ning Aafrikas nõrgimad.

Kasutatud allikad

- Ahmed, W. (2025). Big fish in little ponds are less anxious about math: a multilevel analysis of school average achievement on math anxiety. *Social Psychology of Education*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s11218-024-09960-w>
- Baker, S. L., Heinrichs, N., Kim, H., & Hofmann, S. G. (2002). The Liebowitz social anxiety scale as a self-report instrument: a preliminary psychometric analysis. *Behaviour Research and Therapy*, 40(6), 701–715. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00060-2](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00060-2)
- Baloğlu, M., & Zelhart, P. F. (2007). Psychometric properties of the revised Mathematics Anxiety Rating Scale. *The Psychological Record*, 57(4), 593–611. <https://doi.org/10.1007/bf03395597>
- Benson, J., & El-Zahhar, N. (1994). Further refinement and validation of the revised test anxiety scale. *Structural Equation Modeling a Multidisciplinary Journal*, 1(3), 203–221. <https://doi.org/10.1080/10705519409539975>
- Brown, J. L., Ortiz-Padilla, M., & Soto-Varela, R. (2020). Does mathematical anxiety differ Cross-Culturally? *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(1), 126–136. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.1.464>
- Carleton, R. N., Norton, M. P. J., & Asmundson, G. J. (2007). Fearing the unknown: A short version of the Intolerance of Uncertainty Scale. *Journal of Anxiety Disorders*, 21(1), 105–117. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2006.03.014>
- Chen, G., Gully, S. M., & Eden, D. (2001). Validation of a new General Self-Efficacy scale. *Organizational Research Methods*, 4(1), 62–83. <https://doi.org/10.1177/109442810141004>
- Cruise, R. J., Cash, R. W., & Bolton, D. L. (1985). Development and validation of an instrument to measure statistical anxiety. **Proceedings of the Section on Statistical Education**, 4, 92–97.
- Daker, R. J., Cortes, R. A., Lyons, I. M., & Green, A. E. (2020). Creativity anxiety: Evidence for anxiety that is specific to creative thinking, from STEM to the arts. *Journal of Experimental Psychology General*, 149(1), 42–57. <https://doi.org/10.1037/xge0000630>
- Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *The Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25–42. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>

- Gibeau, R., Maloney, E. A., Béland, S., Lalande, D., Cantinotti, M., Williot, A., Chanquoy, L., Simon, J., Boislard-Pépin, M., & Cousineau, D. (2023). The correlates of statistics anxiety: Relationships with spatial anxiety, mathematics anxiety and gender. *Journal of Numerical Cognition*, 9(1), 16–43. <https://doi.org/10.5964/jnc.8199>
- Jenifer, J. B., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2022). Studying while anxious: mathematics anxiety and the avoidance of solving practice problems during exam preparation in college calculus. *ZDM*, 55(2), 359–369. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01456-1>
- Lau, N. T. T., Hawes, Z., Tremblay, P., & Ansari, D. (2022). Disentangling the individual and contextual effects of math anxiety: A global perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(7). <https://doi.org/10.1073/pnas.2115855119>
- Leary, M. R. (1983). Brief fear of negative evaluation scale [Dataset]. In *PsycTESTS Dataset*. <https://doi.org/10.1037/t00048-000>
- Lee, J. (2008). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19(3), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009>
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., & Maeda, Y. (2021). Relations Between Students' Mathematics Anxiety and Motivation to Learn Mathematics: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017–1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Liebowitz, M. R. (1987). Social phobia. *Modern Problems of Pharmacopsychiatry/Modern Trends in Pharmacopsychiatry*, 22, 141–173. <https://doi.org/10.1159/000414022>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Miller, R. B., Greene, B. A., Montalvo, G. P., Ravindran, B., & Nichols, J. D. (1996). Engagement in academic work: the role of learning goals, future consequences, pleasing others, and perceived ability. *Contemporary Educational Psychology*, 21(4), 388–422. <https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0028>
- Oecd. (2024). PISA 2022 Results (Volume V). In *Programme for international student assessment/Internationale Schulleistungsstudie*. <https://doi.org/10.1787/c2e44201-en>
- Qualtrics XM: The leading experience management software - Qualtrics*. (n.d.). Qualtrics. <https://www.qualtrics.com/>

- R: *The R Project for Statistical Computing*. (n.d.). <https://www.r-project.org/>
- Ree, M. J., French, D., MacLeod, C., & Locke, V. (2008). Distinguishing cognitive and somatic dimensions of state and trait anxiety: Development and validation of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA). *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 36(3), 313–332. <https://doi.org/10.1017/s1352465808004232>
- Rodebaugh, T. L., Woods, C. M., Thissen, D. M., Heimberg, R. G., Chambless, D. L., & Rapee, R. M. (2004). More information from fewer questions: the factor structure and item properties of the original and brief fear of negative evaluation scale. *Psychological Assessment*, 16(2), 169–181. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.16.2.169>
- Sai, H. (2022). *Matemaatikaärevuse seos testiärevuse ja sotsiaalärevusega*. <https://hdl.handle.net/10062/90882>
- Semeraro, C., Giofrè, D., Coppola, G., Lucangeli, D., & Cassibba, R. (2020). The role of cognitive and non-cognitive factors in mathematics achievement: The importance of the quality of the student-teacher relationship in middle school. *PLoS ONE*, 15(4), e0231381. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231381>
- Terry, J., & Field, A. P. (2023a). A comparison of theoretical explanations for the relationship between maths and statistics anxieties on academic performance. Artikkel pole avaldatud.
- Terry, J., Ross, R. M., Nagy, T., Salgado, M., Garrido-Vásquez, P., Sarfo, J. O., Cooper, S., Buttner, A. C., Lima, T. J. S., Öztürk, İ., Akay, N., Santos, F. H., Artemenko, C., Copping, L. T., Elsherif, M. M., Milovanović, I., Cribbie, R. A., Drushlyak, M. G., Swainston, K., . . . Field, A. P. (2023b). Data from an International Multi-Centre Study of Statistics and Mathematics Anxieties and Related Variables in University Students (the SMARVUS Dataset). *Journal of Open Psychology Data*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.5334/jopd.80>
- Terry, J., Lea, C., & Field, A. P. (2023c). Statistics anxiety and maths anxiety: Evidence of another jangle fallacy. Artikkel pole avaldatud.
- Visual Studio Code - The open source AI code editor*. (2021, November 3). <https://code.visualstudio.com/>

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis.

Joonatan Ristmäe