

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Helina Koppel

HARIDUSE TOOTMISFUNKTSIOON BALTI RIIKIDE NÄITEL

Bakalaureusetöö

Õppekava RAKENDUSLIK MAJANDUSTEADUS, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Jelena Matina, MSc
Kaasjuhendaja: Ako Sauga, PhD

Tallinn 2020

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 7092 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Helina Koppel

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 179191TAAB

Üliõpilase e-posti aadress: helina.koppel@hotmail.com

Juhendaja: Jelena Matina, MSc:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaasjuhendaja Ako Sauga, PhD:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	5
SISSEJUHATUS	6
1. HARIDUSÖKONOOMIKA	8
1.1. Hariduse olulisus	8
1.2. Hariduse tootmisfunktsioon.....	8
1.3. Balti riikide haridussüsteemid	12
1.3.1 Eesti haridussüsteem	12
1.3.2. Läti haridussüsteem	14
1.3.3. Leedu haridussüsteem.....	15
2. HARIDUSE TOOTMISFUNKTSIOONI MUUTUJAD	17
2.1. Andmete kirjeldus	17
2.2. Metoodika.....	20
3. BALTI RIIKIDE HARIDUSE TOOTMISFUNKTSIOONI ANALÜÜS	21
3.1. Balti riikide hariduse tootmisfunktsioonide tulemused	21
3.1.1. Matemaatikatesti tulemus kui sõltuv muutuja	21
3.1.2. Lugemistesti tulemus kui sõltuv tunnus	24
3.1.3. Loodusteaduse testi tulemus kui sõltuv tunnus	26
3.2. Järeldused	27
KOKKUVÕTE	30
SUMMARY	33
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	36
LISAD	39
Lisa 1. Multikollineaarsuse hindamine.....	39
Lisa 2. Multikollineaarsuse eemaldamisel saadud tulemused	40
Lisa 3. Esialgne analüüs matemaatikatesti puhul	41
Lisa 4. Fikseeritud efektiga mudel matemaatikatesti puhul	42
Lisa 5. White'i test matemaatikatesti puhul	43
Lisa 6. Kohandatud standardvigadega mudel matemaatikatesti puhul.....	44
Lisa 7. Esialgne mudel lugemistesti hindamisel.....	45
Lisa 8. Lugemistesti mudel, millest on eemaldatud ebaolulised tunnused.....	46
Lisa 9. White'i test lugemistesti puhul	47

Lisa 10. Kohandatud standardvigadega mudel lugemise tulemuse analüüsimisel.....	48
Lisa 11. Esialgne analüüs loodusteaduse testi puhul.....	49
Lisa 12. Lõplik mudel loodusteaduse testi tulemuse analüüsimisel.....	50
Lisa 13. White'i test loodusteaduse testi puhul	51
Lisa 14. Riikide vaheline võrdlus objektisptesiiifiliste vabaliikmete põhjal.....	52
Lisa 4. Lihtlitsents	53

LÜHIKOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks on anda ülevaade hariduse tootmisfunktsioonist Balti riikide näitel. Eelkõige on see vajalik, et selgitada välja, millised tegurid mõjutavad õpilaste tulemusi. Autor on seadnud endale neli põhilist ülesannet: anda ülevaade tootmisfunktsioonist ja Balti riikide haridussüsteemist, modelleerida vastav mudel ning teha mudeli põhjal järeldused.

Autor on analüüsinud PISA testide tulemusi perioodil 2006-2018 ning nende põhjal on modelleeritud kolm erinevat fikseeritud efektiga mudelit. Sõltuvaks tunnuseks on vastava valdkonna keskmine testi tulemus. Sõltumatuteks teguriteks on erinevad tunnused, mis kirjeldavad õpilase õppimise keskkonda kui ka tagatausta. Iga kolme aasta tagant läbi viidavad testid annavad ülevaate noorte matemaatika, lugemise kui ka loodusteaduse teadmistest.

Analüüside käigus on selgunud, et kindlaid järeldusi ei ole võimalik teha. Nii matemaatika kui ka lugemise testi tulemuste mõjutatavusest ei ole võimalik midagi kindlat järeldada. Samas loodusteaduse testi tulemusi analüüsiv mudel on leidnud, et sõnastiku olemasolu kodus parandab tulemusi kahe punkti võrra. Ebaselgeks jäi teise muutuja seos, sest kodus olemasolevad raamatud koolitööde jaoks vähendavad keskmist hinnet viie punkti võrra. Riikide vahelises võrdluses on selgunud, et kui muutujad sõnastik ja raamatud kooliks on kõigi riikide puhul samad, siis kõige paremaid tulemusi saavutavad Eesti õpilased ning kõige halvemaid Leedus õppivad noored.

Võtmesõnad: Haridus, PISA, tootmisfunktsioon

SISSEJUHATUS

Lõputöö teemaks on „Hariduse tootmisfunktsioon Balti riikide näitel“, mis käsitleb erinevate aspektide mõju õppetulemustele. Hariduse sisenditeks loetakse enamasti kolme erinevat sisendit: inimressurss, materiaalne ressurss ning koolivälised sisendid.

Haridust on peetud privileegiks mitmeid aastaid. Koolis õppimine võimaldab omandada teadmisi, mida on võimalik kasutada reaalelulistel situatsioonides. See omakorda mõjutab tootlikkust töajouturul, mis on sisendiks erinevates sissetuleku ja inimkapitali funktsioonides.

Kuigi Balti riikidel on olnud sarnane minevik: oldud on mitmete võõrvõimude all ning taasiseseisvuti alles 1991. aastal, on viimase kahekümne üheksa aasta jooksul arenenud erinevatel kiirustel. 2019. aasta lõpus avalikustati 2018. aasta PISA testi tulemused, mis näitasid, et õppetulemused kolmes riigis erinevad kolossaalselt. Eestis suudavad põhikooli õpilased kasutada koolis õpitud teadmisi päriselulikes situatsioonides suurepäraselt, olles maailmas kõrgel kolmandal kohal, siis Läti ja Leedu pidid leppima kordades halvemate tulemustega. Nende tulemuste valguses on töö autoril olnud mitmeid vestlusi Läti ja Leedu kolleegidega, kes tundsid kerget kadedust Eesti saavutuste üle hariduses. Sellest lähtuvalt soovitakse antud töös uurida, kuidas mõjutavad erinevad näitajad Balti riikide PISA testide tulemusi ning mil viisil nad üksteisest erinevad.

Töö eesmärgiks on selgitada välja aspektid, mille tõttu erinevad Balti riikide õppetulemused üksteisest märgatavalt. Autor on püstitanud järgmised uurimiülesanded:

- Anda ülevaade hariduse tootmisfunktsioonist.
- Anda ülevaade Balti riikide haridussüsteemidest
- Lähtudes hariduse tootmisfunktsioonist analüüsida, millest sõltuvad PISA testi tulemused.
- Teha saadud mudeli põhjal järeldused ning ettepanekud edasisteks uuringuteks.

Teooria käsitleb hariduse olulisust majanduses, hariduse tootmisfunktsiooni ning Balti riikide haridussüsteeme. Neist esimese puhul tuuakse välja millist rolli mängib haridus

majanduskeskkonnas. Eelkõige on kirjanduse analüüsimisel vaadeldud siiski erinevaid rahvusvahelisi uuringuid, mis käsitlevad hariduse tootmisfunktsioone. Sealjuures on autor pööranud tähelepanu ka tulemuste erinevuste selgitamisele. Viimase alapeatükina käsitletakse kolme riigi haridussüsteeme.

Analüüsi käigus uuritakse kahest erinevast andmebaasist pärinevaid andmeid. Eelkõige kasutatakse OECD (Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon) andmebaasi, millel on eraldi alljaotus PISA uuringu jaoks. See võimaldab adekvaatsemalt hinnata testi tulemuste sõltuvust muutujatest, sest vastused pärinevad osalejate poolt täidetud küsitlustest. Lisaks OECD andmebaasile on autor kasutanud ka Maailma Panga andmebaasi, kust on võetud näitaja „valitsuse investeeringud põhikooli õpilase kohta sisemajanduse koguproduktist“. Võrreldakse vaid Balti riike aastatel 2006-2018, seal juures tuleb tähele panna, et uuring viiakse läbi iga kolme aasta tagant. Leitud muutujad imporditakse programmi Gretl, kus kõige pealt eemaldatakse multikollineaarsus vähimruutude meetodil ning hiljem lisatakse mitte multikollineaarsed muutujad fikseeritud efektiga mudelisse. Kokku viiakse läbi kolm fikseeritud efektiga mudeli analüüsi, et anda parem ülevaade tootmisfunktsioonist. Sõltuvateks tunnusteks loetakse PISA testi keskmisi tulemusi matemaatikas, lugemises kui ka loodusteaduses. Sõltumatuteks tunnusteks on valitud nii õpilase taustast kui ka keskkonnast tingitud muutujad.

Kolmandas peatükis keskendutakse kolme mudeli analüüsimisele. Eelkõige üritatakse selgitada, miks erinevad tulemused teooriast. Samuti antakse soovitusi mudeli edasi arendamisele ning hariduspoliitika kujundamisele tuginedes rahvusvahelistele analüüsidele.

Autor soovib tänada oma juhendajaid, kes on aidanud lõputöö valmimisele kaasa.

1. HARIDUSÖKONOOMIKA

Haridust peetakse eelkõige tarbija ja kapitali hüveks, mis laiendab tarbija silmaringi. Uute teadmiste kinnistamine aitab kaasa toote või teenuste paranemisele (Olaniyan, Okemakinde 2008). Haridusökonomika eesmärgiks on selgitada välja, millised sisendid eelkõige mõjutavad hariduse tootmisfunktsiooni. Analüüsitulemustest lähtudes tehakse valik haridusteenuste jaotamisel erinevate inimrühmade vahel. Antud peatükis antakse ülevaade haridusest ja selle tootmisfunktsioonist ning Balti riikide haridussüsteemist.

1.1. Hariduse olulisus

Haridus on oluliseks osaks poliitika kujundamisel. Eelkõige mõjutab haridus elu keskkonda: mida paremad on ühiskonna teadmised, seda suurem on potentsiaalne majanduskasv, mis on vajalik konkureerimaks rahvusvahelises keskkonnas. Liskas sellele avaldab haridus mõju ka palgatasemete ebavõrdule. (Burgess 2016) Goldin ja Katz (2008) on inimkapitali olulisuse näiteks toonud kahekümnenda sajandi Ameerika ja Euroopa haridussüsteemid. Alghariduse omandamise lõppedes võimaldas Ameerika Ühendriik jätkata kõigil õpilastel olenemata taustast tasuta hariduse omandamist, samal ajal kui Euroopas võimaldati edasi õppimist vaid võimekamatele õpilastele. Selle tulemusena saavutas USA parema tehnoloogilise arengu, mille tõttu kasvas majandus märgatavalt ning võrdsustus sissetulekute jaotus erinevate inimgruppide vahel.

1.2. Hariduse tootmisfunktsioon

Hariduse tootmisfunktsioon uurib suhet õpilastest ja koolist sõltuvate sisendite mõjust õppetulemustele. Tulemuste lisandväärtuseks on anda parem selgitus inimkapitali moodustamisele ning parandada ressursside optimaalset jaotust. (Bowels 1970) Sellest lähtuvalt on kindlaks tehtud, et indiviidide investeringud kvaliteetsesse haridusse suurendavad tööjõutootlikkust, mis omakorda võimaldab teenida kõrgemat sissetulekut (Leping 2005). Kuna tulemused mängivad

suurt rolli tootlikuses, siis hariduse tootmisfunktsioon võimaldab uurida täpsemaid põhjuseid tootlikuse erinevustes (Bowels 1970).

Baasteadmisi inimkapitali moodustamiseks omandatakse juba varajases eas, eelkõige keskendutakse nendele alg- ja põhikoolis. Selle tõttu on ka paljud valitsused otsustanud rahastada üldhariduskooli, et õppetegevus muuta efektiivsemaks. (Filmer, Pritchett 1999) Paljude jaoks tundub loogiline, et hariduskulutuste suurenemine toob endaga kaasa paremad õppetulemused. Siiski mitmed teadlased on kahtleval seisukohal, sest varasemad analüüsid ei ole näidanud tugevat seost. Suurimaks probleemiks loetakse multikollineaarsust erinevate muutujate vahel, sest investeeringud haridusse avalduvad mitmes näitajas. Inglismaal läbiviidud uuringus läheneti antud seosele teistmoodi: vaesus indekseeriti vastavalt sissetulekutoetusele. Selle tulemusena leiti, et kulutuste ja tulemuste vahel valitseb positiivne seos. (Pennell et al. 2001) Hariduse tähtsust hinnatakse ka Euroopa Liidus, kus loodi strateegia aastateks 2014-2020, millel on mitmed ambitsioonikad eesmärgid hariduse efektiivsemaks muutmisel, mis toetaksid jätkuvat majanduskasvu. Selline lähenemine on ärgitanud küsima, kas ka riigid on väärtustavad haridust samamoodi, sest Euroopa Liidu liikmesriikide harduskulutuste osakaal SKP-st on pigem kahanenud või jäänud samaks. Sellest lähtuvalt on läbiviidud uuring kaheksas riigis, kus küsitakse kodanikke eelistusi sotsiaalkulude kohta. Kaheksa riigi tulemusena on kodanikud eelistanud, et valitsus suurendaks kulutusi just haridus- ja tervisevaldkonnas, isegi kui see tähendaks maksude suurenemist. Kuna selgus, et haridust peetakse ka ühiskonnas tähtsaks hüveks, siis uuriti ka milliste koolide astmeid tuleks enim toetada lisarahaga. Uuringust selgus, et eelkõige soovitakse parandada üldhariduse ja kutsehariduse õppekvaliteeti. (Busemeyer et al. 2018)

Mitmed artiklid on võtnud aluseks uurimuse „Equality of educational opportunity“, mida on hakatud hiljemalt kutsuma Colemani raportiks. Analüüs üritab välja selgitada, mis näitajad mõjutavad eelkõige testide tulemusi. Arvesse on võetud mitmeid aspekte: õpilase, õpetaja ja kooli tausta kui ka kooli võimalusi. Kooli keskkond on antud uuringus väga laiahaardeline mõiste, mis kaasab järgmiseid näitajaid nagu kaasõpilaste taust, õpetaja haridustase, kooli ja õppematerjali vanus, ruumide suurused, erinevad lisavõimalused, mis kool õpilastele pakub ning veel paljugi teisi aspekte. Lisaks keskkonnale vaadeldakse õpilaste etnilist tausta. (Coleman 1968, Webbink 2005) Paljud näitajad on kättesaadavad vaid üksikute perioodide kohta, kuid korrektse tulemuse saavutamiseks tuleks arvestada nii varasemat kui ka praegust olukorda. Lisaks tuleks uurimusse kaasata ka päritavaid tunnuseid. (Todd, Wolpin 2007) Sarnasele järeldusele on jõudnud ka majandusteadlane Hanushek, kes on majandusõpikus kirjutanud, et kuigi tulemusi on võimalik

hinnata kindlal ajahetkel, siis tuleb arvestada, et haridus on pikaajaline protsess. Selle tõttu võivad minevikusündmused mõjutada tulemusi pikaajaliselt. (Brewer, McEvan 2009)

Lisaks on täheldatud, et mudelite modelleerimine on raskendatud. Majandusteooriad ei täpsusta muutujaid, mille vahel on kindlad seosed olemas. (Angrist, Krueger 2001). Selle tõttu võivad tähelepanuta jäänud tegurid mõjutada ka mudeli tulemusi (Webb 2005). Kuna teooria ei käsitle kindlaid seoseid, siis teadlaste valik muutujate lisamisel mudelisse on kallutatud nende enda huviobjektist lähtuvalt (Krueger 1999). Lamdin (1996) on välja toonud, et kuigi paljud majandusteadlased ei ole oma hariduse tootmisfunktsioonides kasutanud muutujat osavõtt, siis tema analüüsist selgus, et antud näitaja omab positiivset mõju tulemustele. Samas oli muutuja tugevas positiivses korrelatsioonis tasuta lõunatega, mis tähendab, et tasuta lõuna olemasolu tõstab koolis käimise aktiivsust.

Kuna haridussüsteemid on kontingentides erinevad, siis tuleks hariduse tootmisfunktsiooni uurida erinevate riikide põhjal. Varasemalt mainitud Colemani raport on võtnud aluseks Ameerika Ühendriikide koolisüsteemi, kuid teada tuntud erineb see märgatavalt Euroopa haridussüsteemist. Sellest lähtuvalt uuris Ludger Wößmann 2005. aastal hariduse tootmisfunktsiooni Lääne-Euroopa riikide näitel. Sakslane võttis aluseks viieteistkümne Lääne-Euroopa riigi TIMSS andmed. Andmebaasi on koondatud seitsmeteistkümne Euroopa riigi koolide andmed, mis on võtnud aluseks õpilaste, õpetajate ja kooli küsimustikud. Uuringu eesmärgiks on välja selgitada, milline on klassi suuruse vähendamise mõju põhikooliõpilaste matemaatikatumulemustele. Analüüsist selgus, et paljudes riikides tähendavad väiksemad klassid paremaid tulemusi matemaatikas. Erandiks osutus Island, kus tulemused jäid samaks. (Wößmann, 2005) Teistsuguse lähenemise hariduse tootmisfunktsiooni uurimiseks on võtnud Tennessee osariik Ameerika Ühendriikides, kes algatas 1985.-1986. aastatel projekti STAR. Programm jaotas õpilased alates koolieelsest rühmast väikestesse (13-17 õpilast), keskmistesse (22-25 õpilast) ja keskmistesse abiklassidesse (22-25 õpilast ning täiskohaga abistav õpetaja) ning vaatles õpilaste arengut kuni kolmanda klassini. Õpilased, kes oli jaotatud väiksematesse klassidesse, saavutasid paremaid tulemusi võrreldes keskmiste klassidega. Ruumiefekt oli kõige märgatavam esimesel aastal, hilisematel aastatel mõjus klassiruumi väiksus küll tulemustele positiivselt, kuid efekt oli statistiliselt väiksem. Abiõpetaja kaasamine keskmistesse õppeklassidesse ei omanud suurt mõju tulemustele võrreldes keskmiste klassidega, kus õpetaja abistas õpilasi väiksema koormusega. Väiksem õppekeskkond avaldas suuremat mõju vähemusõpilastele, kellel oli võimalus süüa tasuta koolilõunat. (Krueger 1999)

Ammermüller, Heijke ja Wößmann (2005) on uurinud hariduse tootmisfunktsiooni Ida-Euroopa riikides üleminekuperioodi ajal. Valimi moodustasid seitse erinevat riiki. Neist nelja, Tšehhi, Slovakkia, Ungari ja Sloveenia, peetakse arenenumateks, sest koolisüsteemid sarnanevad Lääne-Euroopaga. Läti, Leedu ja Rumeenia haridussüsteem omab nõukoguaegseid tunnuseid, mille tõttu peetakse neid antud uurimuses vähemareneneud riikideks. TIMMS andmeid analüüsid järeldus, et gruppide vahel esineb olulisi erinevusi hariduse tootmisfunktsioonides. Suurimat erinevust kahe grupi vahel on täheldatud õpilase individuaalses ja perekondlikes asjaoludes. Riikides, kus viidi reformid kiiremini läbi, on vanemate tagataust oluliseks statistiliseks näitajaks. Matemaatika ja loodusteaduse testide tulemus väheneb märgtavalt, kui õpilase vanemad on riiki sisserändajad, ei oma piisavat haridust või omavad kodus vähe raamatuid. Lätis, Leedus ja Rumeenias on statistiliselt olulisi näitajaid vähem ning tulemused varieerusid riikides rohkem. Kõige olulisemaks tulemuste mõjutajaks oli perekonna immigratsioon, mis Lätis ja Leedus vähendas testide tulemuslikkust märgtavalt, Rumeenias aga vastupidiselt mõjus tulemustele positiivselt. Vähemolulised statistilised näitajad on raamatute kättesaadavus kodus ning vanemate ülikooli diplomeeritus, mis käitusid sarnaselt nelja lääneeuroopalikuma haridussüsteemi riigiga, kuigi mõju tulemustele oli väiksem. Selle tõttu võib väita, et õpilaste perekondlik tagataust võimaldab Lätis, Leedus ja Rumeenias võrdsemat keskkonda õpilastele kui Tšehhis, Slovakkias, Sloveenias ja Ungaris. Koolide ressursid ja institsionaalsed seaded nagu klassiruumide suurus, õpetaja sugu ja kogemus, kooli autonoomia, ressursside olemasolu ja kodutööd, ei oma suurt mõju õppetulemustele. Klassiruumi suuruse mõju loetakse antud uuringus ebamääraseks, ning pigem eeldatakse, et see ei oma mõju või on lausa väikese negatiivse efektiga.

Kui Wößmanni, Kruegeri analüüsis järeldati, et väiksem õppeklass omab positiivset mõju testi tulemustele, siis Ida-Euroopa riikide uuring käsitleb ruumi mõju ebamäärasena. Kahetimõistetavaid tulemusi üritasid selgitada Bosworth ja Caliendo (2004), kes väidavad, et vastav efekt võib olla nii positiivne kui ka negatiivne. Klassisuurus võimaldab õpetada paindlikumalt, kuid lõpliku otsuse ruumi kasutamise osas langetab õppejõud. Igal õpetajal on kindel plaan, kuidas teadmisi edasi anda, kuid see võib varieeruda vastavalt eelistustele. Kuigi klassiruum on väiksem, võib õpetaja kulutada enamus aega võimekamatele õpilastele, et aidata neil jõuda maksimaalse saavutuseni. Samal ajal kui mõni õpetaja eelistab oma aega kulutada õpilastele, kellel on raskusi õppeainega. Suurem klassiruum võimaldab aga õpetajal oma aega optimaalsemalt jaotada ning saavutada paremaid kaalutud keskmisi tulemusi. Seega klassiruumi suuruse efekt sõltub eelkõige õpetajate eelistustest. Optimaalsema tulemuse saavutamiseks tuleks

õpilased jagada klassidesse vastavalt võimekusele, see tähendaks, et õppejõul on võimalus oma aega jagada võrdselt kõigi vahel.

Filmer ja Pritchett (1999) on uurinud hariduse tootmisfunktsiooni teistussuguses võtmes, püüdes aru saada kulude jaotusest. Nende analüüsi tulemustest lähtudes eeldavad nad, et haridusse investeerimist mõjutavad eelkõige haridustöötajad. Seega võivad mitmed otsused olla kallutatud töötajaskonna heaolu kasuks. Nad spekulatsioonivad, et hariduse tootmisfunktsioon ei ole mõeldud informeerimaks, kuidas on võimalik saavutada maksimaalne tulemus, vaid annab tõuke tugevamate reformide läbiviimiseks muutes otsustusõiguste üleehitust võrdsemaks. Suurimateks reformideks peetakse teise maailmasõja järgseid muutusi hariduse valdkonnas. Põhiliseks muutuseks oli koolikohustuse pikendamine üheksale aastale, mis võimaldas varakult investeerida inimkapitali. Eeldati, et otsus võimaldab vähendada ebavõrdsust sotsiaalmajanduslike klasside vahel ning suurendab vähemkindlustatud peredest pärit õpilaste osakaalu kesk- ja kõrghariduse omandamisele. Võrdsemad tingimused viivad selleni, et noored hindavad haridust veelgi enam ning suurendavad inimkapitali koolitustel osalemisega. (Björklund, Salvanes 2010) Lõuna-Ameerikas läbi viidud analüüs PISA uuringust on samuti kinnitanud reformide vajalikkust. Töös võeti aluseks viie riigi mikroandmed, kus selgus, et tulemuste mõju on riigiti erinev, kuid suur osatähtsus hinnete kujundamisel on nii investeeringutel, keskkonnal kui ka õpilase taustal. Käesolev uurimus õigustab mitmeid sotsiaalprogramme, mida riikides läbi viiakse. Eelkõige on need keskendunud vähemjõukamate perede toetamisele eesmärgiga suurendada koolis käivate õpilaste arvu. (Deutsch et al. 2013)

1.3. Balti riikide haridussüsteemid

1.3.1 Eesti haridussüsteem

Eesti haridussüsteem baseerub elukestval õppel, mille esimesed etapid on riigi poolt ette nähtud. Selle all peetakse silmas üldharidust, mis jaguneb alus-, põhi- ja üldkeskhariduseks, ning mille osas valitseb Eestis kindel süsteem. Iga kool peab õpilast harima vastavalt riiklikule õppekavale aastas 175 õppepäeva ning võimaldama nelja koolivaheaega. Riik võimaldab valida eesti ja vene õppekeele vahel, kuid mõlemas koolis on kohustuslik õpetada eesti keelt. Hariduse omandamine on Eestis õpilastele tasuta, enamasti katab vajalikud kulud kohalik omavalitsus. Munitsipaalkoolide ja eraüldhariduskoolidele eraldab riik raha riigieelarvest. (PGS § 15, 20, 24, 82)

Alusharidus on koolieelne õppeperiood, mille eesmärgiks on aidata last kasvatada ja arendada võttes arvesse iga isiku individuaalsust. Enamasti läbivad seda etappi lapsed vanuses poolteist kuni seitse aastat, kuid antud etapp ei ole riigi poolt kohustuslikuks määratud. (Alus-, põhi- ja keskkharidus 2020, Eelkool 2020)

Põhiharidus, mis järgneb alusharidusele, aitab õpilasel avastada enda maailmapilti ning aitab kaasa füüsilisele ja sotsiaalsele arengule. Eestis jaguneb antud etapp kolmeks astmeks: 1.-3. klass, 4.-6. klass ning 7.-9. klass, mis on kohustuslik kõigile alla 17-aastastele õpilastele. Lisaks peab vald või linn pakkuma põhihariduse võimalust kõigile, kes ei ole omandanud varasemalt antud etappi. Põhikooli lõpetamisel on kohustuslik sooritada kolm eksamit, neist kaks on kindlaks määratud (eesti keel ja matemaatika) ning kolmandaks eksamiks on valikaine, mis on kinnitatud haridus- ja teadusministri poolt samal õppeaastal. Üldkeskkharidus võimaldab õpilasel omandada teadmisi, mis valmistab teda ette haridusteeks, mis järgneb peale üldkeskkhariduse edukat läbimist. Etapp võimaldab õpilasel läbida nii kohustuslikke kui ka valikaineid. Nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis hinnatakse õpilaste teadmisi viiepalliskaalal, kus viis on kõige kõrgem hinne ning üks kõige madalam. Sealjuures võivad koolid sätestada oma õppekavas erandeid, kus põhikooli kahes esimeses etapis antakse sõnalisi hinnanguid, mis teise astme lõppedes teisendatakse viiepalliskaalale. (PGS § 2, 3, 4, 5, 7, 29, 30)

Suuremad õppekava muudatused viidi läbi 2011. aastal, kui kehtestati uusi määrusi põhikooli ja üldkeskkhariduse õppekavadele. Esimesed aastad olid katsetamise aastad, kuid kriitikat oli uute õppekavade suunal küllaga. Enamasti heideti ette seda, et õppekava oli liiga mahukas, mis ei võimaldanud täita õppekavade eesmäärke, ning määrustes oli dubleerivaid kirjed, mis muutsid arusaamise keerukaks. Kriitika andis tõuke täiustada õppekavasid, milleni jõuti 2014. aastal, kui hakati muutma määrusi kergemini loetavamateks ning õppeprogramm seoti paremini eesmärkide ja arengukavadega. (Seletuskiri "Vabariigi ... 2014)

Eelkõige mõjutas haridust „Elukestva õppe strateegia 2020“, mis koondas enda alla seitset erinevat haridusega seotud programmi, mis võttis aluseks majanduse olukorra. Haridussüsteem üritab anda õpilastele võimaluse omandada erinevaid teadmisi ja oskusi valdkondades, mis muudaksid nad tulevikus konkurentsivõimelistemaks. Programmide otstarbe on väga laiahaardeline, mis keskendub näiteks digipädevuse suurendamisele, tööturu ja õppekavade paremini seostatavusele,

üldhariduskoolide võrgustiku ühtlustamisele kui ka hariduse kvaliteedi ja nüüdisaegsuse parendamisele. (Arengukavad 2020)

Erinevad uuringud on näidanud, et Eestis on probleeme riigikeele oskusega, mis tekitab ebavõrdse olukorra tööturul. Eesti keele säilimine on prioriteediks jätkusuutlikuse printsiibile, mille tõttu on välja töötatud „Keeleprogramm“, mis parandab eesti keele õppe kättesaadavust. Eestis on mitmeid probleemseid piirkondi, kus õpetajate riigikeele oskuse tase ei ole parim, mille tõttu kannatab ka õppekvaliteet. Selle parandamiseks võimaldatakse õppeasutuste töötajatel parandada eesti keele oskust, mille tulemusena peaks ka õpetamise kvaliteet ja tulemused tulevikus paranema. (Keeleprogramm ... 2020)

1.3.2. Läti haridussüsteem

Läti haridussüsteem sarnaneb Eestile, mille eesmärgiks on noori ette valmistada tööturule sisenemiseks. Peamiseks õppekeeleks loetakse läti keelt. Muudes keeltes on võimalik õppida erakoolides või riigiharidusasutustes, mis võimaldab programme rahvusvähemuslastele. Riigi või omavalitsuse poolt hallatavate õppeasutuste tasu rahastatakse vastavalt riigi või omavalitsuse eelarvest. Alushariduse puhul tuleb vanematel tasuda söögikulutused, kuid õppetegevus on rahastatud riigi või omavalitsuse poolt. Eraõppeasutus võib kehtestada õpilastele õppemaksu. Kõrghariduse omandamisel katab riik teatud arvu õpilaste õppetasu vastavalt õppeaasta riigihangetele. (Education system in Latvia 2020)

Esimeseks etapiks loetakse alusõpet, mis valmistab lapsi kooliks ette. Antud staadium ei ole täies ulatuses kohustuslik, kuid lapsed, kes ei osale aktiivselt lasteaias õppetöös, peavad läbima teatud eelkooliprogrammid viie kuni kuue aastaselt, et olla kooliks valmis. Koolikohustus laskub õpilastele tavaliselt seitsme aastaselt ning on kohustuslik kuni kuuteistkümnene aastaseks saamiseni, kuid on ka erandeid. Koolikohustuse võib edasi lükata omades mõjuvat põhjust (tervise või psühholoogilised probleemid). Põhihariduse eesmärgiks on edasi anda peamisi põhitõdesid ja -oskusi, mis on vajalikud ühiskonnas ja eraelus, luues baasi edasiõppimiseks. Hindamissüsteem varieerub olenevalt klassist, kus õpilane õpib. Esimese klassi õpilaste õppetulemusi ei hinnata kindlal skaalal, alates teisest klassis hakkavad õpilased saama hindeid läti keeles, vähemuskeeles ja matemaatikas, kolmandas klassis lisandub võõrkeeled ning alates neljandast klassist hinnatakse kõiki aineid kümnepalli skaalal. Põhikooli lõpus (9. klassis) on õpilastel kohustuslik läbida riiklikud eksamid, mis on sätestatud Haridusministeeriumi poolt. Peale põhikooli lõpetamist on noorel võimalik jätkata õpinguid kutsehariduskeskuses või keskkoolis. Esimene keskendub

eelkõige töökvalifikatsiooni saamisele ning teine valmistab õpilasi ette edasisteks õpinguteks ülikoolis. (*Ibid.*)

Läti on jätkanud oma haridussüsteemi uuendamisele vastavalt riiklikule ja Euroopa Liidu 2020 strateegiale. Peamisteks eesmärkideks on moderniseerida kutseharidust ja kõrgharidust, parandada õppejõudude palgasüsteemi, õpilaste IT oskusi kui ka õppeasutuste tugisüsteeme ning digitaliseerida õppematerjale. (Latvian Ongoing ... 2018)

1.3.3. Leedu haridussüsteem

Haridus on Leedus prioriteediks ning seda rahastatakse riigi eelarvest. Ainus erand on kõrgharidus, kus toetatakse umbes poolte õpilaste õpinguid tulenevalt nende tulemustest. Nii riik, omavalitsus kui ka haridusasutus omavad vastutust kvaliteetse õppe pakkumisel. Riik pakub üleüldist haridus, omavalitsus vastutab hariduse omandamise eest kuni õpilase kuuteistkümnenda eluaastani ning peab võimaldama transporti kooli ja koju ning õppeasutused vastutavad hariduse andmise eest mugandades õppekava vastavalt õpilaste individuaalsetele vajadustele. (Lithuanian Overview 2020)

Alushariduse omandamine on vabatahtlik, kuid kõik lapsed peavad enne seitsmeaastaseks saamist läbima eelkooliprogrammi. Põhihariduse omandamine algab seitsme aastaselt ning on kohustuslik kuni kuuteistkümnenda eluaastani. Põhihariduse esimene etapp kestab neli aastat, mille jooksul õpib nooruk õppimise, kirjanduse, kultuurilisi, sotsiaalsete oskuste põhialuseid. Pärast seda jätkab noor kohustuslikus korras kuue aastast kooliteed põhikoolis. (*Ibid.*)

Viiendas või kuuendas klassis lisandub õppekavasse teine võõrkeel ning kümnendas või üheteistkümnendas klassis võimaldatakse õpilasel juba ise valida aineid, mis neid huvitavad (Education System of Lithuania 2020). Põhikooli lõppedes peab õpilane näitama omandatud teadmisi läbi eksamite, mis on organiseeritud ministeeriumi poolt. Noorukil tuleb läbida vähemalt kaks eksamit, millest üks on leedu keel ja teine on valikeksam. Lõpetajal on võimalik kokku teha kuus eksamit. (Education- Matura examination 2018)

Leedu on oma prioriteediks seadnud hariduse kvaliteedi tõstmise, parandada kõrghariduse kättesaadavust ning suurendada rahvusvahelist konkurentsivõimet. Noorte tööturule sisenemise lihtsustamiseks plaanitakse välja töötada paremaid praktilisi võimalusi vastavalt turule. 2017.

aasta raportist on selgunud, et Leedu on mitmeid aastaid vaevelnud demograafiliste muutuste käes, mille tõttu on võetud ette koolivõrgustike reformimise. (Lithuania Country Report ... 2017)

2. HARIDUSE TOOTMISFUNKTSIOONI MUUTUJAD

2.1. Andmete kirjeldus

Uurimistöö analüüsi läbiviimisel on kasutatud sekundaarseid kvantitatiivseid makroandmeid Eesti, Läti ja Leedu kohta. Peamiseks allikaks andmete saamisel oli OECD andmebaas, millele on loodud eraldi alljaotus PISA testi jaoks. Lisaks erinevate valdkondade ülesannetele tuleb õpilastel, nende vanematel kui ka õpetajatel vastata ka küsitlusele, et anda hiljem parem ülevaade koolisüsteemidest ja õppekeskkonnast.

Andmebaas võimaldab leida muutujaid vastavalt kriteeriumitele. Kriteeriumiteks loetakse nii riike, aastaid kui ka tunnuseid. Kui need on valitud, siis tuleb valida muutuja, mida esitatakse vastavalt varem valitud kriteeriumile. Andmeid on võimalik esitada nii protsentides, keskmistena, standardhälvetena kui ka protsentiilides.

Antud uurimistöös on leitud andmed Balti riikide kohta vastavalt sellele, millal kõik riigid võtsid uuringust osa. Kõige hiljem liitus uuringuga Balti riikidest Eesti, selle tõttu on andmed alates 2006. aastast. Uuring viiakse läbi iga kolme aasta tagant, seega on aegriks aastad 2006, 2009, 2012, 2015 ja 2018. Mudelis kasutatavad andmed on valitud vastavalt kirjandusele ning andmete kättesaadavusele. Enamus muutujad nagu laua, oma toa, sõnastiku, vaikse koha, kooliks vajaminevate raamatute ning arvuti olemasolu, vanemate hariduse ja immigratsiooni taseme kohta, on esitatud protsentidest vastanute suhtes. Teistsuguse lähenemisega on muutuja klassi suurus linnakoolides, kus tulemus on esitatud keskmise väärtusena. Antud muutujal puudus väärtus 2009. aasta kohta. Teooriat uurides on selgunud, et antud näitaja võib anda erinevaid tulemusi ning selle tõttu soovis autor lisada kindlasti muutuja ka enda algsesse mudelisse. Seetõttu on 2009. aasta tulemus interpoleeritud, mis tähendab, et väärtus on leitud 2006. ja 2012. aasta keskmisena.

Lisaks OECD andmebaasile kasutati ka Maailma Panga andmebaasi, et leida iga riigi investeeringud põhikooli õpilaste kohta protsendina sisemajanduse koguproduktist. Brewer, McEvan (2009) on öelnud, et minevikusündmused võivad tulemustele mõju avaldada viitajaga. Minevikusündmusteks võib pidada ka pikaajalisi investeeringuid haridusse. Selle tõttu on autor

läbi viinud korrelatsioonanalüüsi tulemuste ja investeeringute vahel. Autor leidis, et investeeringud tuleks lisada Eesti ja Leedu puhul nihkega kaks aastat ning Läti puhul kolm aastat. Otsus tuleneb sellest, et antud aastatel oli näitajate vahel positiivne korrelatsioon, mis tähendab, et investeeringute tegemine haridusse võimaldab saavutada paremaid õppetulemusi. Autor võttis arvesse vaid positiivset seost, sest Inglismaal läbiviidud uuring on kinnitanud, et investeeringud parandavad õppetulemusi.

Mudeli puhul tuleb ka jälgida, et kõik väärtused oleksid numbrilised. Selle tõttu on riikide nimed kodeeritud: Eesti Vabariik – 1, Läti Vabariik – 2 ning Leedu Vabariik – 3.

Hariduse tootmisfunktsioon uurib, kuidas sõltumatud tunnused mõjutavad õppetulemusi. Autor käsitleb oma mudelis õppetulemusena PISA uuringu matemaatika, lugemise kui ka loodusõpetuse testi tulemusi. Sõltumatute tunnustena käsitletakse järgnevaid näitajaid:

- klassi suurus linnas (keskmine) – klass_linnas;
- laua olemasolu kodus (protsendina) – laud;
- oma toa olemasolu (protsendina) – oma_tuba;
- sõnastiku olemasolu kodus (protsendina) – sõnastik;
- vaikne koht õppimiseks (protsendina) – vaikne_koht;
- raamatute olemasolu koolitööde tegemiseks (protsendina) – raamatud_kooliks;
- arvuti olemasolu koolitööde teostamiseks (protsendina) – arvuti_kooliks;
- vanemate ülikoolihariduse omamine (protsendina)- ema_ulikool, isa_ulikool;
- investeeringud õpilase kohta SKP-st (protsendina) – invest_op_kohta;
- õpilane on teise põlvkonna immigrant (protsendina) – immigrant_2polv.

Sõltumatute muutujate valiku puhul arvestati eelkõige seda, et tegurit oleks võimalik käsitleda kõikidel perioodidel. Colemani raportis on öeldud, et tulemusi mõjutavad mitmed tegurid, mis sõltuvad nii õpilasest endist kui ka keskkonnast (Coleman 1968). Selle alusel on autor lisanud mudelisse neli muutujat, mida varasemalt ei ole uuringutes kasutatud. Oma toa, laua, arvuti koolitöödeks kui ka vaigse koha olemasolu võimaldab autori arvates õpilasel paremini keskenduda koolitöödele. Tuba võimaldab õpilasele privaatsuse ja annab kindlustunde. Vaigse koha puhul on õpilasel võimalik keskenduda vaid kodutööde tegemisele, sest segavaid faktoreid ei ole läheduses. Õppimine laua taga võimaldab luua sarnase keskkonna koolile, kus ülesandeid täidetakse koolipingis. Iga aastaga muutub tehnoloogia kasutamine erinevates valdkondades

populaarsemaks, seda ka haridusvaldkonnas. Paljud materjalid on tehtud kättesaadavaks interneti vahendusel. Selle tõttu on mudelisse lisatud ka muutuja, mis käsitleb arvutite olemasolu, sest see võimaldab saada lisainformatsiooni teemade kohta. Ida-Euroopa riikides läbi viidud uuringus kasutati sõltumatute tunnustena nii immigratsioon, vanemate haridust, ruumi suurust kui ka raamatute kättesaadavust (Ammermüller et al. 2009). Viimase tunnuse puhul käsitleb autor oma analüüsis nii sõnastikku kui ka raamatute olemasolu koolitöödeks. Investeeringute ja tulemuste vahelist positiivset seost on tõestanud Inglismaal läbi viidud uuring (Pennell et al. 2001).

Viiel aastal läbiviidud uuringud näitavad, et kolossaalseid erinevusi riikide vahel ei ole. Viie perioodi keskmiste vaatlemine näitab, et Leedu on investeerinud haridusse pea kümme protsendipunkti vähem kui teised Balti riigid. Eestis on uuringus osalenud keskmiselt 9% õpilastest, kelle vanemad on riiki immigrerunud, mis on kaheksa protsendipunkti rohkem kui Leedus. Täpsem statistika on kättesaadaval tabelis 1.

Tabel 1. Kirjeldav statistika (%)

	Keskmised väärtused		
	Eesti	Läti	Leedu
Laud	97	98	99
Oma tuba	85	78	87
Sõnastik	92	91	90
Vaikne koht	93	92	92
Raamatud kooliks	88	93	90
Arvuti kooliks	87	89	92
Ema ülikool	32	31	38
Isa ülikool	24	19	27
Investeeringud	25	27	19
Teise põlvkonna immigrant	9	5	1

Allikas: Autori koostatud tabel OECD ja Maailma Panga andmete pealt

Aastate jooksul on klasside suurused linnas igas riigis vähenenud. 2006. aastal oli linnas keskmiseks klassi suuruseks Eestis 32, Lätis 35 ning Leedus 26 õpilast. 2018. aastaks oli õpilaste arv klassis vähenenud Eestis ja Lätis vastavalt viie ja üheksa õpilase võrra. Leedus on klassid jäänud aastate lõikes sarnasesse suurusjärku.

2.2. Metoodika

Autor on uurimistöö eesmärgi saavutamiseks kasutanud andmete analüüsiks fikseeritud efektiga mudelit, mis võimaldab uurida paneelandmeid. Analüüs viiakse läbi programmis Gretl. Meetodit on mõistlik kasutada siis, kui uuritavaid objekte on vähe ning nad on kõik üksteisega sarnases majandusruumis. Analüüs annab kokkuvõtva lineaarse mudeli, kus sõltuvaks muutujaks on matemaatika, lugemise või loodusteaduse testi tulemus ning sõltumatuteks muutujateks erinevad näitajad, mida on käsitletud järgmises alapeatükis.

Pennell et al. (2009) on oma analüüsis öelnud, et suurimaks probleemiks haridust käsitlevate mudelite puhul on multikollineaarsus. Selline nähtus esineb, kui sõltumatud tunnused on omavahel tihedalt seotud. Selle tõttu on autor otsustanud enne muutujate lisamist fikseeritud efektiga mudelisse vaadelda multikollineaarsust ühendatud mudelis. Selline samm on vajalik, sest Gretl ei võimalda multikollineaarsuse hindamist fikseeritud efektiga mudelis. Kui tugevaid seoseid omavaid regressoreid mudelist ei eemaldata, võib mudel anda valesid tulemusid. Eelkõige peetakse selle all silmas seda, et statistiliselt olulised tunnused võivad jääda lõplikust mudelist välja, sest multikollineaarsus muudab näitajad ebaoluliseks. Sellise nähtuse eemaldamiseks on autor lisanud kõik olemasolevad muutujad mudelisse ning eemaldanud kõik sõltumatud muutujad ükshaaval, alustades suurimast. Tegevus viidi läbi kasutades varieeruvusindeksit VIF (*Variance Inflation Factor*), mis võimaldab anda ülevaate, millised muutujad on üksteisega tihedalt seotud. Multikollineaarsuseks nimetatakse nähtust, kus sõltumatud muutujad on omavahel tihedalt seotud.

3. BALTI RIIKIDE HARIDUSE TOOTMISFUNKTSIOONI ANALÜÜS

3.1. Balti riikide hariduse tootmisfunktsioonide tulemused

3.1.1. Matemaatikatesti tulemus kui sõltuv muutuja

Kirjandust analüüsid on välja toodud, et suurimaks probleemiks hariduse tootmisfunktsiooni kirjeldavates mudelites on multikollineaarsus. Selline nähtus võib muuta statistiliselt olulised tunnused ebaoluliseks, mistõttu viis autor vähimruutude mudelis läbi multikollineaarsuse hindamise, kus leidis, et esialgselt võis esineda multikollineaarsust kaheksa tunnuse puhul (Tabel 2.).

Tabel 2. Multikollineaarsuse hindamine

Muutuja	Varieeruvusindeks VIF
Klass_linnas	16,64
Laud	7,41
Oma_tuba	32,74
Sõnastik	12,12
Vaikne_koht	17,88
Raamatud_kooliks	10,08
Arvuti_kooliks	9,15
Ema_ulikool	99,63
Isa_ulikool	182,81
Invest_op_kohta	3,51
Immigrant_2polv	22,89

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 1)

Kuna antud nähtusel on negatiivne mõju mudelile, eemaldab töö autor ükshaaval probleemsed sõltumatud muutujad, alustades suurimast näitajast. Kümnest suuremad väärtused võivad anda indikatsiooni, et mudelis esineb kollineaarsuse probleem. Selle tõttu eemaldas autor muutujad suuremast väiksemani, alustades isa ülikooli haridusele viitavast näitajast. Kui antud väärtus oli eemaldatud, vähenes kollineaarsuse probleem märgatavalt: üle kümne oli vaid ema ülikooli ja immigratsiooni näitaja. Mõlema muutuja eemaldumisel selgus, et kollineaarsust ei esine (Tabel 3).

Tabel 3. Multikollinearsuse eemaldamisel saadud tulemused

Muutuja	Varieeruvusindeks VIF
Klass_linnas	5,10
Laud	2,09
Oma_tuba	7,46
Sõnastik	3,54
Vaikne_koht	3,58
Raamatud_kooliks	6,03
Arvuti_kooliks	3,14
Invest_op_kohta	1,27

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 2)

Kollinearsuse eemaldamisel saadud muutujad lisati fikseeritud efektiga mudelisse. Esialgses mudelis on kõik muutujad ebaolulised (Tabel 4.).

Tabel 4. Esialgne analüüs matemaatika testi puhul

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	896,38	695,67	0,27
Klass linnas	0,48	1,11	0,69
Laud	-2,61	6,92	0,73
Oma tuba	0,23	1,11	0,84
Sõnastik	-0,53	1,04	0,64
Vaikne koht	0,33	2,96	0,92
Raamatud kooliks	-1,48	1,90	0,48
Arvuti kooliks	-0,45	0,41	0,33
Invest_op_kohta	0,54	0,73	0,50

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 3)

Korrektse mudeli saavutamiseks tuleb mudelit modelleerida nii, et mudelisse jääksid vaid olulised tunnused. Selle tõttu eemaldati mudelist ükshaaval statistiliselt mitteolulised tunnused. Lõplikus mudelis on järgmised sõltumatud muutujad: konstant ($3,23 \times 10^{-10}^{***}$) ning sõnastik ($0,09^*$) (Lisa 4). Neist esimene on oluline nivool 0,01 ning teine 0,1. Usaldusnivoo näitab, kui suur on tõenäosus, et väärtus on statistiliselt oluline. Autor on oma bakalaureusetöös otsustanud kasutada nivood 0,1, et jätta mudelisse võimalikult palju erinevaid muutujaid, mis võimaldaks teha rohkem järeldusi. Antud juhul tuleb loomulikult silmas pidada, et tunnused, mis on jäetud mudelisse nivool 0,1, võivad väga vähesel määral mõjutada sõltuvat muutujat. Modelleerimisel saadud LSDV mudeli olulisust kinnitab objektide ja regressorite vaheline olulisuse tõenäosus, milleks on $1,96 \times 10^{-7}$. Antud juhul on nii fiktiivsete tunnuste kui ka regressorite mõju matemaatikatesti tulemusele oluline nivool 0,01. Antud test ei määra ära lõplikult testi olulisust, sest eelkõige tuleb jälgida

regressorite olulisust eraldiseisvalt. F -testi regressorite olulisuse hindamiseks on Gretl automaatselt läbi viinud testi, mille tulemuseks saadi 0,09, mis on oluline nivool 0,1. Sellisel juhul tuleb vastu võtta sisukas hüpotees, mis tähendab, et vähemalt üks tunnustest omab olulist mõju mudelile. Lisaks olulisusele vaadeldi ka erinevaid determinatsioonikordajaid. Esiteks saadi LSDV mudeli determinatsioonikordajaks 0,95. See tähendab, et mudelis on sõltuva tunnuse hajumine ära seletatud 95% regressorite ja fiktiivsete tunnuste abil. Lisaks LSDV determinatsioonikordajale tuleb vaadelda ka grupisest näitajat. Grupisisene mudel on teisendatud mudel, kus leitakse riikidevaheliste testitulemuste ja sõltumatute muutujate aritmeetilised keskmised. Antud determinatsioonikordaja on võrreldes LSDV mudelis esitatavaga kordades madalam, olles vaid 0,24. See viitab asjaolule, et sõltuva tunnuse riikidevahelist erinevuste hajuvust ei ole võimalik antud mudeli korral piisavalt hinnata. Teiseks oluliseks testiks loetakse fikseeritud efektidega ja ühendatud mudeli võrdlemist F -testiga. Antud test võimaldab kindlaks määrata, kas analüüsis kasutatakse õiget meetodit. Kui tõenäosus on varem paika pandud nivoost 0,1 suurem, siis tuleb vastu võtta nullhüpotees, mille tagajärjel tuleks modelleerida uus ühendatud mudel. Kui aga tõenäosus on nivoost väiksem, siis on fikseeritud efektiga mudeli kasutamine õigustatud. Ökonomeetria programm viib antud testi läbi automaatselt ning varem mainitud muutujate korral saadi tõenäosuseks $7,09 \times 10^{-8}$, mis lubab vastu võtta sisuka hüpoteesi. Selle tõttu ei modelleerita uut mudelit.

Grupisese heteroskedastiivsuse hindamisel kasutatakse White'i testi, mille tõenäosuseks saadi 0,05 (Lisa 5). Selle tõttu tuleb vastu võtta sisukas hüpotees nivool 0,05, see tähendab, et mudelis esineb heteroskedastiivsust. Antud nähtus võib viidata sellele, et mudel on esitatud valel kujul või on välja jäetud olulised tunnused korrektse tulemuse saamiseks. Mudel modelleeritakse ümber kohandatud standardvigadega, mis võimaldab arvestada heteroskedastiivsusega (Tabel 5.). Selle tõttu saadi tulemuseks täiesti uus mudel, kus varasemalt oluline tunnus on muutunud ebaoluliseks. Selle tõttu on ainsaks oluliseks tunnuseks konstant. Kuigi mitte ükski autori poolt lisatud muutuja ei ole enam statistiliselt oluline, näitab mudel, et fikseeritud efektiga mudel on õigustatud. Samas tuleb välja tuua, et regressorid ei ole statistiliselt olulised sõltuva muutuja mõju hindamisel.

Tabel 5. Kohandatud standardvigadega mudel matemaatikatesti puhul

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	544,18	29,98	0,00***
Sõnastik	-0,54	0,32	0,23

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 6)

3.1.2. Lugemistesti tulemus kui sõltuv tunnus

Varasemalt läbi viidud analüüs matemaatikatesti tulemuse mõju hindamisele osutus kasutuskõlblikuks. Selle tõttu on autor otsustanud modelleerida uued mudelid, kus sõltuvaks muutujaks on teiste valdkondade testi tulemused. Sellist lähenemist võimaldab asjaolu, et PISA uuringus viiakse läbi kolm erinevat testi: matemaatika, loodusõpetus ja lugemine. Autor on otsustanud modelleerida uued mudelid sarnaselt esimesele.

Kuna kollinearsuse probleemiga tegeleti varasemalt, siis uue mudeli puhul ei pea seda enam läbi viima. Autor on esialgsesse fikseeritud efektiga mudelisse lisanud samad sõltumatud muutujad nagu mudeli puhul, kus sõltuvaks tunnuseks oli matemaatikatesti tulemus. Mudeli loomisel kasutatakse lugemistesti keskmist tulemust sõltuva tunnuseks. Esmakordselt modelleeritud mudel näitab sarnaselt varasemaga, et mudelis on mitmed tunnused ebaolulised (Tabel 6.).

Tabel 6. Esialgne mudel lugemistesti hindamisel

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	159,66	476,76	0,75
Klass linnas	-0,54	0,76	0,52
Laud	7,42	4,74	0,19
Oma tuba	0,86	0,76	0,32
Sõnastik	1,15	0,71	0,18
Vaikne koht	-0,83	2,03	0,71
Raamatud kooliks	-4,83	1,30	0,02**
Arvuti kooliks	-0,29	0,28	0,35
Invest_op_kohta	-0,82	0,50	0,17

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 7)

Selle tõttu eemaldati ükshaaval ebaolulised tunnused, mille tulemusena saadi, et ainsateks olulisteks tunnusteks mudelis on konstant ja raamatud koolitöödeks (Tabel 7.).

Tabel 7. Lugemistesti mudel, millest on eemaldatud ebaolulised tunnused

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	159,66	56,91	$1,43 \times 10^{-8***}$
Raamatud koolitöödeks	-3,83	0,63	$7,93 \times 10^{-5***}$

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 8)

Mõlemad determinatsioonikordajad on tõusnud võrreldes mudeliga, kus hinnati muutujate mõju matemaatika testile. LSDV determinatsioonikordaja on 0,97 ning grupisisene determinatsioonikordaja on 0,77. LSDV mudeli F-testi olulisuse tõenäosuseks on $8,70 \times 10^{-9}$, mis tähendab, et mudel on statistiliselt oluline. Lisaks sellele tuleb jälgida ka regressorite olulisust mudelis, mis antud mudelis on $7,93 \times 10^{-5}$. Selle põhjal tuleb vastu võtta sisukas hüpotees: vähemalt üks regressoritest on statistiliselt oluline. Samuti on õigustatud fikseeritud efektiga mudeli kasutamine, sest fikseeritud ja ühendatud mudeli hindamisel on tõenäosuseks $1,29 \times 10^{-7}$, mille tõttu tuleb vastu võtta sisukas hüpotees.

Sarnaselt esimese mudeliga esineb ka antud juhul heteroskedastiivsus (Lisa 9). Mudel modelleeritakse ümber kohandatud standardvigadega (Tabel 8.) ning vaadatakse üle kõik olulised näitajad, et anda lõplik hinnang mudelile. Tegevuse tagajärjel vähenes tunnuste statistiline osatähtsus mudelis. Kuigi konstant on jätkuvalt oluline nivool 0,01, on olulisust näitav väärtus suurenenud märgatavalt (0,01). Samas suurem muutus toimus muutujas raamatud koolitöödeks, kus olulisus on langenud 0,05 olles oluline nivool 0,1. Regressorite olulisus mudelis on vähenenud ($p=0,05$), kuid autori poolt kasutatavat nivood järgides on võimalik vastu võtta sisukas hüpotees, kus vähemalt üks sõltumatu muutuja kordaja on nullist erinev. Samas tuleb tähele panna, et väärtus on väga lähedal nivoole, mille tõttu võib väita, et näitaja pole siiski mudelis piisavalt oluline.

Tabel 8. Kohandatud standardvigadega mudel lugemistesti tulemuste analüüsimisel

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	835,62	83,02	0,0097***
Raamatud koolitöödeks	-3,83	0,91	0,05*

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 10)

Fikseeritud efektiga ja ühendatud mudeli võrdlemisel saadud tulemus $8,01 \times 10^{-7}$ võimaldab vastu võtta sisuka hüpoteesi, mis tähendab, et autor on kasutanud mudeli modelleerimiseks õiget mudelikuju.

3.1.3. Loodusteaduse testi tulemus kui sõltuv tunnus

Esialgsesse mudelisse lisati samad sõltumatud tunnused nagu varasemate testide puhul. Võrreldes eelnevaga on olulisi tunnuseid rohkem, samas ei ole õigustatud fikseeritud efektiga mudeli kasutamine (Lisa 11). Selle tõttu eemaldati ükshaaval ebaolulised tunnused, alustades kõige suuremast väärtusest. Kõigepealt võeti mudelist välja vaikse koha olemasolu, hiljem eemaldati ka tunnused klassi suurus linnas, arvuti koolitöödeks, laua olemasolu, investeringud õpilase kohta ning oma tuba. Lõpliku mudeli moodustavad konstant, sõnastik ning raamatud koolitöödeks (Tabel 9.).

Tabel 9. Lõplik mudel loodusteaduse testi tulemuse analüüsimisel

Muutuja	Koefitsient	Standardviga	Olulisuse tõenäosus
Konstant	788,57	67,06	$3,53 \times 10^{-7***}$
Sõnastik	1,85	0,35	0,00***
Raamatud kooliks	-5,01	0,97	0,00***

Allikas: Autori koostatud tabel Gretli analüüsi põhjal (Lisa 12)

LSDV ja grupisisene determinatsioonikordaja on vastavalt 0,98 ning 0,76, mis võimaldab öelda, et mudel seletab hästi testi tulemuse hajuvust nii regressorite kui ka regressorite ja objektide abil. Nii LSDV mudel kui ka regressorite mõju mudelis on statistiliselt olulised nivool 0,01. Seetõttu on võimalik vastu võtta sisukas hüpotees. Mudeli statistilise olulise näitajaks saadi $9,89 \times 10^{-9}$ ning regressorite tõenäosuseks 0,00. Kui enne ebaoluliste tunnuste eemaldamist ei olnud fikseeritud efektiga mudeli kasutamine õigustatud, siis nende tunnuste eemaldamisel saavutati vastupidine tulemus ehk autor on kasutanud õiget mudeli kuju. Testi tõenäosuseks on $1,14 \times 10^{-6}$, mis on väiksem kui nivoo 0,01. Viimase testina viidi läbi grupisisene heteroskedastiivsuse hindamine (Lisa 13), mis andis tulemuseks 0,40. Kuna antud näitaja on suurem kui nivoo 0,1, saab autor vastu võtta nullhüpoteesi, mis tähendab seda, et mudelis heteroskedastiivsust ei esine. Selle tõttu võib väita, et mudel on end õigustanud. Mudel on kujul:

$$Y = 789 - 5,01 \times \text{raamatudkooliks} + 1,85 \times \text{sõnastik} + u$$

kus

raamatudkooliks – koolitöödeks vajalikud raamatute olemasolu,

sõnastik – sõnastiku olemasolu kodus,

u – juhuslik liige.

Mudel näitab, et sõnastiku olemasolu omab positiivset efekti õppetulemustele, samal ajal kooli tarbeks soetatud raamatud vähendavad võimalust saavutada kõrge tulemus antud õppeaines. Sõnastiku olemasolu kodus võimaldab saavutada 1,85 punktilist kõrgemat keskmist tulemust, kuid raamatud koolitöödeks vähendavad keskmist testi tulemust 5,01 punkti võrra.

Riikidevahelist võrdlust on võimalik läbi viia kasutades objektispetsiifilisi vabaliikmeid. Kui kõikides riikides oleks kõigil õpilastel sama ligipääs sõnastikele ja raamatutele kooliks, suureneks tulemused kõige enam Eestis ning kõige vähem Leedus (Lisa 14).

3.2. Järeldused

Mudeli modelleerimise esimese sammuna viidi läbi multikollineaarsuse analüüs, mis võimaldas tuvastada tunnuseid, mis on üksteisega tugevas seoses. Kõige tugevamalt olid kollineaarsed vanemate haridustasemed. Autori arvates on selline lahendus ka loogiline, sest tavaliselt moodustavad leibkonna sarnase sotsiaalmajandusliku taustaga inimesed.

Mudelis, kus sõltuvaks tunnuseks oli matemaatikatesti tulemus, olid kõik lisatud muutujad ebaolulised. Autori arvates võib see tuleneda sellest, et vaadeldavaid objekte ning aegridu oli vähe, mis ei võimaldanud anda korrektset tulemust. Üheks ebaoluliseks tunnuseks osutus klassi suurus linnakoolides, mis võis tuleneda õppejõu otsustest ruumi kasutamise osas, millele on viidanud ka Bosworth ja Caliendo (2004) oma uuringus. Samuti on autor tõmmanud paralleele veel teisegi uuringuga, kus Saksamaa teadlased analüüsisid Ida-Euroopa riikide hariduse toomisfunktsioone. Ida-Euroopa all käsitleti antud uuringus riike, mis olid ajalooliselt tugevalt mõjutatud Nõukogu Liidu poolt, sh Läti ja Leedu. Sealt tuli välja, et klassi efekt oli riikides ebamäärane ning kindlat seisukohta muutuja mõjust ei osatud võtta (Ammermüller et al. 2009).

Mudel, mis võttis aluseks lugemistesti tulemused, osutus küll statistiliselt oluliseks, kuid regressorite statistiline olulisus mudelis ei ole autori jaoks piisavalt hästi määratletud. Selle tõttu ei saa järeldada, et Balti riikides omab muutuja raamatud koolitöödeks olulist efekti õppetulemusele. Lisaks on antud muutuja koefitsient negatiivse märgiga, mis tähendab seda, et mida rohkematel õpilastel on kodus lisamaterjale, seda halvem on keskmine tulemus lugemises. Autori arvates on selline mõju mingil määral ebaloogiline, sest tavaliselt peaks õppimist soodustav materjal parandama teemast arusaamist. Samas võib märki tõlgendada ka vastupidiselt.

Õpilased, kellel ei ole muresid teemade omandamisel, ei vaja lisamaterjale koolitöödeks, sest suudavad omandada õpitud kooli poolt pakutavate vahenditega. Samal ajal kui koolinoorte vanemad, kelle järglastel esineb probleeme teemadest arusaamisega, investeerivad raha abimaterjalidesse. Lisaks on üheks võimalikuks põhjenduseks ka digilahenduste välja töötamine koolides, kus materjal on kättesaadav interneti vahendusel. Selle tõttu ei ole õpilastel nii suurt vajadust füüsilise õppematerjali järgi. See võib tekitada efekti, et raamatud koolitöödeks mõjutavad tulemus negatiivselt.

Ainsaks õnnestunuks mudeliks võib lugeda viimast mudelit, kus hinnati sõltumatute muutujate mõju loodusõpetuse testi tulemusele. Analüüsis selgus, et sõnastiku olemasolu suurendab keskmist tulemust kahe punkti võrra, samas raamatud õppetöös vähendavad testist saadud punkte viie võrra. Sõnastik, mis võimaldab tõlkida sõnu emakeelde, võimaldab paremini aru saada võõrkeelsetest materjalidest, mida koolides aina enam kasutatakse. Selle tõttu võib abivahend aidata kaasa ka paremate tulemuste saavutamisele.

Autori lõplik järeldus on see, et tehtud mudelid ei anna täielikku ülevaadet hariduse tootmisfunktsioonist. Analüüsi probleemiks arvatakse olevat andmete aegriidade vähesus, sest andmed olid kättesaadavad vaid viie perioodi kohta. Kindlasti tuleks antud mudel uuesti läbi viia mõne aasta pärast, kui vaadeldavaid perioode on rohkem. Lisaks sellele oli suureks probleemiks ka multikollineaarsuse esinemine, mille tõttu eemaldati kolm tähtsat muutujat. Nii vähemusrahvus kui ka vanemate haridustase oli oluliseks tunnuseks mitmes mudelis, mida käsitlesid mitmed rahvusvahelised teadurid. Autor lahendas multikollineaarsuse probleemi eemaldades vastavad muutujad. Samas võisid need muutujad olla siiski statistiliselt olulised näitajad sarnaselt teoorias leituga. Nende eemaldamine võis kaasa tuua mudeli ülesehituse muutuse, mis võis anda valesid tulemusi. Selle tõttu soovitab autor tulevikus muuta lähenemisviisi, mis võimaldaks jätta sellised muutujad siiski mudelisse. Üheks võimaluseks oleks indekseerida tunnused sarnaselt Inglismaal läbi viidud uuringule (Pennell et al. 2001), mille tulemusena leiti, et kulutused ja õppetulemused on omavahel positiivselt seotud.

Balti riikidel on sarnased haridussüsteemid, sest kõigi poliitikat on kujundanud Euroopa Liitu astumine: Eesti ja Läti on oma hariduse tihedalt sidunud Euroopa arengukavaga ning kõigi kolme riigi peamiseks ülesandeks on muuta noored tööturul konkurentsivõimelisemaks (Arengukavad 2020, Education system in Latvia 2020, Latvian Ongoing ... 2018, Lithuania Country Report ... 2017). Selle tõttu rahastavad riik ning omavalitsus koole, mis omakorda võimaldab omandada

kvaliteetset haridust olenemata sotsiaalmajanduslikust klassist (Education system in Latvia 2020, Lithuanian Overview 2020, PGS § 20, 82). Võrreldes Eestiga on Läti ja Leedu muutnud kohustuslikuks eelkooliprogrammid (Education system in Latvia 2020, Eelkool 2020, Lithuanian Overview 2020), see tähendab, et õpilane peab läbima enne kooli astumist valmisolekukursuse. Autori arvates võib olla Eesti heade tulemuste taga ka range hindamissüsteem (PGS § 29), mis paneb lapsed esimesest klassist alates pingutama. Läti aga alustab kõigi õppeainete hindamist alles neljandast klassist (Education system in Latvia 2020), mille tõttu võivad baasteadmised jääda puudulikuks, sest ei pühendata nii palju aega õppimisele. Kindlat tõepõhja antud väitele ei saa omistada, sest muutuja jäi mudelist välja, kuna Leedu kohta kindlad andmed puudusid. Samuti erineb Leedu oma struktuuri poolest, kus põhihariduse omandamiseks kulub kümme aastat (Lithuanian Overview 2020), kui teistes riikides vaid üheksa (Education system in Latvia 2020, PGS § 2). Eesti ja Leedu puhul tuleb ka silmas pidada, et Leedus on põhikooli lõpus vähem kohustuslikke eksameid (Education- Matura examination 2018, PGS § 30). Haridussüsteemide võrdlemisel soovib autor tulevikus mudelisse lisada ka koolisüsteemide erinevusest tingitud näitajaid nagu eelkooliprogrammi läbimise efektiivsus ja hindamissüsteem. Antud näitajad jäid sellest mudelist välja, sest eelkooliprogrammi läbimise kohta oli andmete periood piiratud ning Leedu kohta puudus informatsioon hindamissüsteemi kohta. Eelkooliprogrammi läbimisel tuleks arvesse võtta, et antud muutuja mõjutab tulemust viitajaga, mis tähendaks, et kui võtta arvesse 2006. aasta PISA testi tulemus, oleks vaja eelkooliprogrammi läbimise protsenti 1997. aasta kohta. Kahjuks töö autor nii pikka aegrida antud riikide kohta ei leidnud.

Autor ei saa anda faktilisi soovitusi hariduspoliitika kujundamisel eelkõige just selle tõttu, et mudelid andsid puudulikke tulemusi. Kuigi loodusõpetuse testi tulemuste analüüsist selgus, et sõnastikud mõjutavad tulemust positiivselt, ei arva autor, et tuleks populariseerida sõnastike soetamist koju. Põhiliselt selle tõttu, et praegusel ajal on sõnastikud kättesaadavad ka internetis. Antud teemat on võimalik edasi uurida kaasates teisigi riike peale Eesti, Läti ja Leedu, kes liitusid 2004. aastal Euroopa Liiduga. Lisaks võib silmas pidada ka eelpool mainitud muutujate lisamist ja mudeli indekseerimist.

Autor hindab seda, et uute reformide elluviimisel vaadeldakse ka kitsaskohti, mis võimaldab muuta hariduse andmist ja omandamist efektiivsemaks. Kindlasti tuleks ministriumitel jätkata haridustulemuste monitoorimist ning osalemist erinevatel rahvusvahelistel uuringutel.

KOKKUVÕTE

Haridust peetakse Euroopas väga tähtsaks hüveks, mis aitab noortel luua baastadmised tööturule sisenemiseks. Nii Eesti, Läti kui ka Leedu on võtnud eesmärgiks koolis käimise siduda päriseluga, mis võimaldaks noortel hiljem olla konkurentsivõimelisemad. Plaanide edukaks läbiviimiseks tuleb tegeleda erinevate poliitiliste küsimustega. Reformide läbi viimist soodustavad mitmed uuringud õppetulemustest, sealhulgas ka hariduse tootmisfunktsioon. Hariduse tootmisfunktsiooni analüüsil üritatakse selgitada, millist mõju avaldavad nii õpilasest kui ka koolikeskkonnast tingitud tegurid õppetulemustele. Aastate jooksul saadavad resultaadid on sisendiks inimkapitali moodustamisele, mida käsitlevad mitmed teised tootmisfunktsioonid.

Esimesena pööras sellele tähelepanu Ameerika teadlane Coleman, kes viis koos teiste teadlastega läbi mahulise uuringu Ühendriikides. Analüüsi eesmärgiks oli saada parem ülevaade koolivõrgustikest ning aidata kaasa haridusreformide uuendamisele. Õppetulemusi võivad mõjutada mitmed tegurid alates õpilasest endast kuni valitsuse otsusteni. Näitajaid, mis võivad mõjutada resultaate, on niivõrd palju, et mitmed teadlased on nende seast valinud endale meelepärased tegurid, mida uurida. Autor on täheldanud, et enamasti üritati selgitada klassi efekti. Eelkõige selle tõttu, et antud näitajat on võimalik poliitikaga mõjutada, pannes paika maksimaalse õpilaste arvu klassis. Uuringud on täheldanud, et klassi efekt võib olla nii negatiivne kui ka positiivne olenevalt sellest, millise riigiga on tegu. Samuti on mitmed teadlased öelnud, et efekt on ebamäärane ning selgeid järeldusi ei ole võimalik teha. Seda väidet kinnitavad ka teadlased Bosworth ja Caliendo, kes üritasid selgitada, miks on antud tunnuse kõikumine niivõrd suur. Oma uuringus järeldasid nad, et lõpliku otsuse klassiruumi kasutamise osas langetab õppejõud, mis võimaldab tekitada ebamäärase efekti tulemusele. Selle tõttu soovitatakse, et klassid moodustatakse vastavalt õpilaste võimekusele. Selline lähenemine võimaldab õpetajal jaotada oma aega õpilaste vahel optimaalselt ning vähendab võimalust eelistuste tekkimisele. Kuigi klassiruumi suuruse mõju tulemustele ei ole suudetud lõplikult tõendada, siis mitmed uuringud on jõudnud arusaamisele, et õpilase päritolu on tähtsaks lüliks teadmiste omandamisel.

Balti riikide haridussüsteemid sarnanevad üksteisele, kuid leidub ka suuremaid erinevusi. Sarnasus võib tuleneda sellest, et kõik riigid kuuluvad Euroopa Liitu, mis on paika pannud kindlad direktiivid hariduse edendamisel. Teise maailmasõja järgsed reformid koolikohustuse pikendamisele on avaldanud mõju ka neile kolmele riigile, kus põhihariduse omandamine on kohustuslik kuni noore kuuteistkümnenda või seitsmeteistkümnenda eluaastani. Selle tõttu on ka hariduse omandamine võimaldatud kõigile, olenemata õpilase majanduslikust olukorrast. Võrreldes Läti ja Leeduga ei ole Eesti eelkooliprogrammide läbimist kohustuslikuks muutnud, mis tähendab, et kooli võib sattuda õpilane, kellel puuduvad algteadmised. Lisaks on lätlastele antud loominguilisem lähenemine hindamissüsteemile, kus on rakendatud astmeline hindamine. Õpilased saavad nooremates klassides hindeid vaid teatud ainetes, kõiki ained hakatakse hindama alates neljandast klassist. Leedus valitseb ka teistsugune klasside struktuure jaotus, kus põhihariduse omandamine toimub kümme aastat, kui teistes riikides üheksa. Leedukatele antakse ka põhikooli lõppedes suurem valikuvõimalus eksamite sooritamisel, kus õpilane peab kohustuslikus korras sooritama vaid kaks eksamit, kuid sooviavaldusel on võimalik teha kokku lausa kuus eksamit. Eestis on kohustuslik sooritada kolm eksamit: matemaatika, eesti keel ning valikaine.

Töö eesmärgiks oli modelleerida hariduse tootmisfunktsiooni mudel Balti riikide näitel. Autor täitis oma eesmärgi osaliselt, sest lõplikke tulemusi ei ole võimalik peaaegu et andagi. Esimesena viis autor läbi mudeli, kus üritati välja selgitada, kuidas mõjutavad erinevad tunnused matemaatikatesti tulemusi PISA uuringus. Mudelit ei olnud võimalik teisendada selliseks, et oleks võimalik teguritele hinnang anda. Selle tõttu viidi läbi ka teiste valdkondade tulemusi analüüsiv mudel. Lugemist hindav mudel näitas, et vähemalt üks regressoritest on oluline nivool 0,1. Siiski ei andnud see piisavat kindlust, et teha lõplikke järeldusi, sest lisaks sellele oli ka tunnus raamatud koolitöödeks ebaloogilise märgiga, näidates negatiivset suhet õppetulemusega. Täiendavaks analüüsiks sobis vaid viimane mudel, kus uuriti loodusõpetuse testi tulemusi. Tulemuseks saadi, et sõnastike olemasolu suurendab keskmist tulemust kahe punkti võrra, kuid raamatud kooliks vähendavad resultaati viie punkti võrra. Kuigi viimane tunnus tundub algselt ebaloogilisena, siis autor on leidnud sellele võimaliku selgituse: aina tihem e-materjalide kasutusele võtmine või raamatute soetamine õpilastele, kellel on raskusi teemade omandamisel. Riikidevahelisi erinevusi vaadeldes selgus, et kui regressorid on kõigis Balti riikides samad, siis kõige paremad tulemused loodusteadustes on Eestis ning halvimal Leedus.

Puudulikest mudelitest tingituna ei ole autoril võimalik anda selgeid juhiseid hariduspoliitika läbiviimisel. Kindlasti ei soovitata viimase mudeli põhjal propageerida sõnastike soetamist, sest

neid on võimalik kasutada ka interneti vahendusel. Teoriast lähtudes on soovitatav jälgida erinevate rahvusvaheliste analüüside tulemusi ning teha neist vajalikke järeldusi.

SUMMARY

AN ANALYSIS OF COMPANY'S COMPETITIVENESS

Helina Koppel

The aim of this research was to understand how educational results are affected by personal or environment aspects in Baltics. The topic is very actual at the present time. PISA research which is carried out in every three years has revealed 2018 results in December 2019. Three countries which should be very similar, because of the same economical environment and history, show large differences between results in each category: mathematical, reading and science. Estonia is at the forefront of the world, same time Latvia is in the middle and Lithuania struggles at the end of the list. The main reason why these results are so important is that education plays a big role in the economics. Education is an input for human capital which concerning productivity on labour market.

The author has set herself following questions to answer at the end of the thesis:

- Give an overview of educational production function.
- Give an overview of education systems in the Baltic States
- Regarding to educational production function analyse which factors affect PISA test results mostly.
- Draw conclusions based on the obtained model and suggestions for further research.

Education has been constantly monitored for decades. American researcher Coleman with other researchers have been focused on educational environments differences in United States. The working paper has trying to understand why educational outcomes are so different. They have suggested that results are closely related to pupils' background and school environment. Factors which could be used for model are so many that most of the researchers have been selected only the ones which they are more interested. Lots of thesis are trying to understand the effect of the class size which have been varied. The effect could be positive, negative or even unclear. It is explained by that teachers have the ability to decide for what purpose they use the space. Do they help more capable students or students who have difficulty understanding the subject. Therefore,

it is recommended to fill the classes according to the students' abilities to optimise educational outcome. Many studies have been identified that youngsters' background plays an important role. There is a tendency for minorities to perform worse.

Author has been analysed three models according to the dependent feature. Data is taken from OECD database which has own section for PISA research. It gives an access to survey which was conducted by test participants, their parents and teachers. All three countries have been participated in the survey together since 2006. Regarding to that all years after 2006 (2009, 2012, 2015, 2018) has been added to model. Dependent variable differs from the model: mathematics, reading and science. Independent variable is a factor which could affect results in author's opinion. Example: having own room, desk, dictionary, opportunity to use computer for schoolwork or a quiet place to study, parents' level of education, immigration, government investment and so on. The literature has mentioned that the biggest problem of these models are multicollinearity which could lead to wrong model. Author has been approached to the problem in her own way: OLS model was carried out and all independent variables which has shown possibility to strong collinearity was removed from model. A fixed effect model was performed with all other variables after that: class size in the city, owning a desk to study, own room, dictionary, books for school, possibility to use computer for school work and government investment.

First model which used mathematics results as dependent variable, did not give any results. Constant was only one which was statistically important but joint test on named regressors rejected that. Second model which aim was to understand how factors affect reading ability gives also unclear results. The joint test was performed and it shows very weak probability that regression is important for model. Because of that author does not make any conclusion. Last but not least the model which was using science average results as dependent variable gives a result. All test including statistical significance of the model and regressions and justification of the shape of the model and heteroskedasticity, give an positive results. Model and regressions are statistically significant, using fixed effect model was justified and there is no mark of heteroskedasticity. Final results were that owning a dictionary could improve performance of science by two points but same time owning books for school work reduces results by five points. Author has some suggestion regarding to negative effect. There is possibility that books for school affect performance negatively due to parents who is concerned about their children performance. It means that parents are buying additional material for pupils who are having issues at school all the time. Also there is a tendency to use e-solution for school work due to that physical books may not be

that important anymore. If all independent variables remain the same then results of science are better in Estonia and worst in Lithuania.

After analysing all these models by her own, the author has concluded that it is not possible to make definite recommendations for the implementation of education policy on the basis of them. Instead of that author makes recommendation based on theory. Ministry of Education should continue to participate in suveys which allows to map problems in the education system. In addition, it would be good to pay attention to class collecting as well,

There are some recommendation for future research for analysing PISA results. One opportunity is to not remove multicollinearity before performing fixed effect model because variables which have strong collinearity could be important for model. One option is indexing. If there is a desire to perform a similar test in the Baltic States in future then it would be good if the model reflects the differences between education systems. In this thesis there was impossible to add these variables. Mainly because of missing information about grading systems in Lithuania and missing data of completing pre-schools which are mandatory for Lithuania and Latvia. Another option is to add countries into the model which joined European Union at the same time as Baltic States.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Alus-, põhi- ja keskharidus*. Haridus- ja Teadusministeerium. Kättesaadav: <https://www.hm.ee/et/tegevused/alus-pohi-ja-keskharidus>, 19. märts 2020.
- Ammermüller, A., Heijke, H., Wößmann, L. (2005). Schooling quality in Eastern Europe: Educational production during transition, *Economics of Education Review*, 24, 579-599.
- Angrist, J. A., Krueger, A. B. (2001). Instrumental Variables and the Search for Identification: from Supply and Demand to Natural Experiments. *Journal of Economic Perspectives*, 15 (4), 69-85.
- Arengukavad*. Haridus- ja teadusministeerium. Kättesaadav: <https://www.hm.ee/et/tegevused/arengukavad>, 19. märts 2020.
- Björklund, A., Salvanes, K. G. (2010). Education and Family Background: Mechanisms and Policies. *IZA Discussion Papers*, No. 5002. Institute for the Study of Labor (IZA), Bonn.
- Bosworth, R., Caliendo, F. (2007). Educational production and teacher preferences. *Economics of Education Review*. 26, 487-500.
- Bowels, S. (1970). Towards an Educational Production Function. *The Education, Income and Human Capital*, 11-70.
- Brewer, D. J., McEwan, P. J. (2009). *Economics of Education (1st ed)*. Elsevier.
- Burgess, S. M. (2016). Human Capital and Education: The State of the Art in the Economics of Education. *IZA Discussion Paper*, No 9885.
- Busemeyer, M. R., Garritzmann, J. L., Neimanns, E. (2018). Investing in education in Europe: Evidence from a new survey of public opinion. *Journal of European Social Policy*, 28 (1), 34-54.
- Coleman, J. S., Hopkins, J., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., York, R. L. (1966). U.S. Government Printing Office. *Equality of Educational Opportunity*.
- Deutsch, J., Dumas, A., Silber, J. (2013). Estimating an educational production function for five countries of Latin America on the basis of the PISA data. *Economics of Education Review*, 36, 245-262.
- Education- Matura examination*. (2018). Ministry of Education, Science and Sport. Kättesaadav: https://www.smm.lt/web/en/education_1/matura-examinations-, 19. märts 2020.

- Education System in Latvia*. Ministry of Education and Science. Kättesaadav: <https://izm.gov.lv/en/industries/education/education-system-in-latvia>, 19. märts 2020.
- Education System of Lithuania*. Kättesaadav: <https://www.lithuaniaeducation.info/education-system>, 19. märts 2020.
- Eelkool*. Tallinna Linnavalitsus. Kättesaadav: <https://www.tallinn.ee/est/liivakulasteaed/Eelkool-21>, 19. märts 2020.
- Filmer D., Pritchett, L. (1999). What education production function really show: a positive theory of education expenditures. *Economics of Education Review*, 18 (2), 223-239.
- Goldin C. D., Katz, L. F. (2009). *The Race between Education and Technology*. USA: Harvard University Press.
- Keeleprogrammi 2020-2023 seletuskiri*. Kättesaadav: https://www.hm.ee/sites/default/files/10_keelesprogr_2020-23_seletuskiri_dets19.docx.pdf, 19. märts 2020.
- Krueger, A. B. (1999). Estimates of Education Production Function. *The Quarterly Journal of Economics*, 114 (2), 497-532.
- Lamdin, D. J. (1996). Evidence of Student Attendance as an Independent Variable in Education Production Function. *Journal of Educational Research*, 155-162.
- Latvia Ongoing Reforms and Policy Developments*. (2018). European Commission. Kättesaadav: https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/ongoing-reforms-and-policy-developments-34_en, 19. märts 2020.
- Leping, K.-O. (2005). *Inimkapitali ja palga seosed Eestis ning nende dünaamika. – Majandusteadus ja haridus Eestis*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 15-44.
- Lithuania Country Report on ICT in Education*. (2017). European Schoolnet. Kättesaadav: <http://www.eun.org/documents/411753/839549/Country+Report+Lithuania+2017.pdf/d707697-196e-4c33-ba03-254f3698ea23>, 19. märts 2020.
- Lithuanian Overview*. European Commission. Kättesaadav: https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/lithuania_en, 19. märts 2020.
- Olaniyan D.A., Okemakinde T. (2008). *Human Capital Theory: Implications for Educational Development*. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 5 (5), 479-483.
- Pennell, H., Travers, T., West, A. (2001). Financing school-based education in England: poverty, examination results, and expenditure. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 19, 461-471
- Printchett, L., Filmer, D. (1999). What education production function really show: a positive theory of education expenditures. *Economics of Education Review*, 18, 223-239.
- Põhikooli- ja gümnaasiumi seadus. RT I, 13.03.2019, 120.

Seletuskiri- "Vabariigi Valitsuse 6. Jaanuari 2011 a. määruse nr 1 "Põhikooli riiklik õppekava" ja Vabariigi Valitsuse 6. Jaanuari 2011 a. määruse nr 2 "Gümnaasiumi riiklik õppekava" muutmine" kohta. (2014). Kättesaadav: https://www.hm.ee/sites/default/files/seletuskiri_riiklike_oppekavade_muutmise_kohta2014.pdf, 19. märts 2020.

Todd, P. E, Wolpin, K. I. (2007). The Production of Cognitive Achievement in Children: Home, School, and Racial Test Score Gaps. *Journal of Human Capital*, 1 (1), 91-136.

Webbink, D. (2005). Casual Effects in Education. *Journal of Economic Surveys*, 19 (4), 535-560.

LISAD

Lisa 1. Multikollineaarsuse hindamine

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

klass_linnas	16,643
laud	7,406
oma_tuba	32,739
sonastik	12,117
vaikne_koht	17,879
raamatud_kooliks	10,079
arvuti_kooliks	9,150
ema_ulikool	99,633
isa_ulikool	182,809
invest_op_kohta	3,507
immigrant_2polv	22,888

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Lisa 2. Multikollineaarsuse eemaldamisel saadud tulemused

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

klass_linna	5,096
laud	2,078
oma_tuba	7,463
sonastik	3,544
vaikne_koht	3,577
raamatud_kooliks	6,033
arvuti_kooliks	3,135
invest_op_kohta	1,271

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Lisa 3. Esialgne analüüs matemaatikatesti puhul

Fixed effect 1: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: mattest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	896,376	695,668	1,289	0,2670
klass_linnas	0,484764	1,11236	0,4358	0,6855
laud	-2,61195	6,91879	-0,3775	0,7250
oma_tuba	0,234424	1,10939	0,2113	0,8430
sonastik	-0,528026	1,03888	-0,5083	0,6380
vaikne_koht	0,334903	2,96353	0,1130	0,9155
raamatud_kooliks	-1,48439	1,89886	-0,7817	0,4781
arvuti_kooliks	-0,453290	0,405989	-1,117	0,3267
invest_op_kohta	0,540339	0,725529	0,7448	0,4978
Mean dependent var	495,2475	S.D. dependent var		17,54038
Sum squared resid	114,6898	S.E. of regression		5,354665
LSDV R-squared	0,973373	Within R-squared		0,598638
LSDV F(10, 4)	14,62248	P-value(F)		0,009902
Log-likelihood	-36,54043	Akaike criterion		95,08087
Schwarz criterion	102,8694	Hannan-Quinn		94,99790
Rho	-0,903073	Durbin-Watson		2,687058

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(8, 4) = 0,745759$
 with $p\text{-value} = P(F(8, 4) > 0,745759) = 0,665389$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 4) = 0,867026$
 with $p\text{-value} = P(F(2, 4) > 0,867026) = 0,486628$

Test for omission of variables -
 Null hypothesis: parameters are zero for the variables
 vaikne_koht
 Test statistic: $F(1, 4) = 0,0127708$
 with $p\text{-value} = P(F(1, 4) > 0,0127708) = 0,915469$

Lisa 4. Fikseeritud efektiga mudel matemaatikatesti puhul

Fixed effect 2: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: mattest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	544,179	25,9655	20,96	<0,0001	***
sonastik	-0,538108	0,285267	-1,886	0,0859	*
Mean dependent var	495,2475	S.D. dependent var		17,54038	
Sum squared resid	215,9098	S.E. of regression		4,430368	
LSDV R-squared	0,949874	Within R-squared		0,244414	
LSDV F(3, 11)	69,48182	P-value(F)		1,96e-07	
Log-likelihood	-41,28516	Akaike criterion		90,57031	
Schwarz criterion	93,40251	Hannan-Quinn		90,54014	
Rho	-0,526540	Durbin-Watson		2,274544	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(1, 11) = 3,55825$
 with p-value = $P(F(1, 11) > 3,55825) = 0,0859133$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 11) = 104,206$
 with p-value = $P(F(2, 11) > 104,206) = 7,09121e-008$

Distribution free Wald test for heteroskedasticity -
 Null hypothesis: the units have a common error variance
 Asymptotic test statistic: $\text{Chi-square}(3) = 7,92589$
 with p-value = 0,0475685

Lisa 5. White'i test matemaatikatesti puhul

Distribution free Wald test for heteroskedasticity:

Chi-square(3) = 7,92589, with p-value = 0,0475685

Pooled error variance = 14,394

unit	variance
1	6,29616 (T = 5)
2	19,0468 (T = 5)
3	17,8390 (T = 5)

Lisa 6. Kohandatud standardvigadega mudel matemaatikatesti puhul

Fixed effect- robust: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: mattest
 Robust (HAC) standard errors

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	544,179	28,9848	18,77	0,0028	***
sonastik	-0,538108	0,318748	-1,688	0,2334	
Mean dependent var	495,2475	S.D. dependent var		17,54038	
Sum squared resid	215,9098	S.E. of regression		4,430368	
LSDV R-squared	0,949874	Within R-squared		0,244414	
Log-likelihood	-41,28516	Akaike criterion		90,57031	
Schwarz criterion	93,40251	Hannan-Quinn		90,54014	
Rho	-0,526540	Durbin-Watson		2,274544	

Joint test on named regressors -

Test statistic: $F(1, 2) = 2,85$

with p-value = $P(F(1, 2) > 2,85) = 0,233431$

Robust test for differing group intercepts -

Null hypothesis: The groups have a common intercept

Test statistic: Welch $F(2, 7,7) = 89,8484$

with p-value = $P(F(2, 7,7) > 89,8484) = 4,51686e-006$

Lisa 7. Esialgne mudel lugemistesti hindamisel

Fixed effect 1: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: lugtest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	159,657	476,758	0,3349	0,7545	
klass_linna	-0,538189	0,762331	-0,7060	0,5191	
laud	7,41918	4,74162	1,565	0,1927	
oma_tuba	0,855673	0,760295	1,125	0,3234	
sonastik	1,15423	0,711971	1,621	0,1803	
vaikne_koht	-0,825830	2,03098	-0,4066	0,7051	
raamatud_kooliks	-4,82714	1,30133	-3,709	0,0207	**
arvuti_kooliks	-0,291727	0,278234	-1,048	0,3536	
invest_op_kohta	-0,821725	0,497223	-1,653	0,1737	
Mean dependent var	489,5246	S.D. dependent var		18,27683	
Sum squared resid	53,86634	S.E. of regression		3,669685	
LSDV R-squared	0,988482	Within R-squared		0,907092	
LSDV F(10, 4)	34,32741	P-value(F)		0,001930	
Log-likelihood	-30,87250	Akaike criterion		83,74499	
Schwarz criterion	91,53354	Hannan-Quinn		83,66203	
rho	-0,525108	Durbin-Watson		2,374873	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(8, 4) = 4,88166$
 with p-value = $P(F(8, 4) > 4,88166) = 0,0713696$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 4) = 8,23903$
 with p-value = $P(F(2, 4) > 8,23903) = 0,0381542$

Test for omission of variables -
 Null hypothesis: parameters are zero for the variables
 klass_linna
 Test statistic: $F(1, 4) = 0,498406$
 with p-value = $P(F(1, 4) > 0,498406) = 0,519149$

Lisa 8. Lujemistesti mudel, millest on eemaldatud ebaolulised tunnused

Fixed effect 2:Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: lugtest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	835,622	56,9077	14,68	<0,0001	***
raamatud_kooliks	-3,83417	0,630361	-6,082	<0,0001	***
Mean dependent var	489,5246	S.D. dependent var		18,27683	
Sum squared resid	132,8755	S.E. of regression		3,475571	
LSDV R-squared	0,971587	Within R-squared		0,770818	
LSDV F(3, 11)	125,3828	P-value(F)		8,70e-09	
Log-likelihood	-37,64430	Akaike criterion		83,28859	
Schwarz criterion	86,12079	Hannan-Quinn		83,25842	
rho	0,168681	Durbin-Watson		1,075943	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(1, 11) = 36,9967$
 with p-value = $P(F(1, 11) > 36,9967) = 7,9326e-005$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 11) = 92,9608$
 with p-value = $P(F(2, 11) > 92,9608) = 1,28542e-007$

Distribution free Wald test for heteroskedasticity -
 Null hypothesis: the units have a common error variance
 Asymptotic test statistic: $\text{Chi-square}(3) = 27,6621$
 with p-value = $4,27624e-006$

Lisa 9. White'i test lugemistesti puhul

Distribution free Wald test for heteroskedasticity:

Chi-square(3) = 27,6621, with p-value = 4,27624e-006

Pooled error variance = 8,85837

unit	variance
1	6,57776 (T = 5)
2	17,7437 (T = 5)
3	2,25362 (T = 5)

Lisa 10. Kohandatud standardvigadega mudel lugemise tulemuse analüüsimisel

Fixed effect-robust: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: lugtest
 Robust (HAC) standard errors

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	835,622	83,0246	10,06	0,0097	***
raamatud_kooliks	-3,83417	0,919770	-4,169	0,0530	*
Mean dependent var	489,5246	S.D. dependent var		18,27683	
Sum squared resid	132,8755	S.E. of regression		3,475571	
LSDV R-squared	0,971587	Within R-squared		0,770818	
Log-likelihood	-37,64430	Akaike criterion		83,28859	
Schwarz criterion	86,12079	Hannan-Quinn		83,25842	
rho	0,168681	Durbin-Watson		1,075943	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(1, 2) = 17,3773$
 with p-value = $P(F(1, 2) > 17,3773) = 0,0530118$

Robust test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: Welch $F(2, 7,4) = 160,576$
 with p-value = $P(F(2, 7,4) > 160,576) = 8,0135e-007$

Lisa 11. Esialgne analüüs loodusteaduse testi puhul

Fixed effect 1: Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: lootest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	1450,73	449,226	3,229	0,0320	**
klass_linnas	0,528751	0,718306	0,7361	0,5025	
laud	-4,92726	4,46779	-1,103	0,3320	
oma_tuba	-1,53163	0,716388	-2,138	0,0993	*
sonastik	0,806712	0,670855	1,203	0,2955	
vaikne_koht	0,538539	1,91369	0,2814	0,7924	
raamatud_kooliks	-5,63882	1,22618	-4,599	0,0100	**
arvuti_kooliks	0,179512	0,262166	0,6847	0,5311	
invest_op_kohta	0,784931	0,468508	1,675	0,1692	
Mean dependent var	504,0371	S.D. dependent var		22,16649	
Sum squared resid	47,82443	S.E. of regression		3,457760	
LSDV R-squared	0,993048	Within R-squared		0,904424	
LSDV F(10, 4)	57,13498	P-value(F)		0,000712	
Log-likelihood	-29,98023	Akaike criterion		81,96045	
Schwarz criterion	89,74900	Hannan-Quinn		81,87749	
rho	-0,754960	Durbin-Watson		3,213216	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(8, 4) = 4,73146$
 with p-value = $P(F(8, 4) > 4,73146) = 0,0751056$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 4) = 1,81839$
 with p-value = $P(F(2, 4) > 1,81839) = 0,274347$

Test for omission of variables -
 Null hypothesis: parameters are zero for the variables
 vaikne_koht
 Test statistic: $F(1, 4) = 0,0791939$
 with p-value = $P(F(1, 4) > 0,0791939) = 0,792351$

Lisa 12. Lõplik mudel loodusteaduse testi tulemuse analüüsimisel

Fixed effect 2:Fixed-effects, using 15 observations
 Included 3 cross-sectional units
 Time-series length = 5
 Dependent variable: lootest

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	788,567	67,0552	11,76	<0,0001	***
sonastik	1,84747	0,345283	5,351	0,0003	***
raamatud_kooliks	-5,01321	0,972583	-5,155	0,0004	***
Mean dependent var	504,0371	S.D. dependent var		22,16649	
Sum squared resid	120,8452	S.E. of regression		3,476280	
LSDV R-squared	0,982433	Within R-squared		0,758495	
LSDV F(4, 10)	139,8089	P-value(F)		9,89e-09	
Log-likelihood	-36,93253	Akaike criterion		83,86506	
Schwarz criterion	87,40532	Hannan-Quinn		83,82735	
rho	-0,796138	Durbin-Watson		2,339312	

Joint test on named regressors -
 Test statistic: $F(2, 10) = 15,7035$
 with p-value = $P(F(2, 10) > 15,7035) = 0,000821549$

Test for differing group intercepts -
 Null hypothesis: The groups have a common intercept
 Test statistic: $F(2, 10) = 72,2099$
 with p-value = $P(F(2, 10) > 72,2099) = 1,1389e-006$

Distribution free Wald test for heteroskedasticity -
 Null hypothesis: the units have a common error variance
 Asymptotic test statistic: $\text{Chi-square}(3) = 2,96319$
 with p-value = 0,397336

Lisa 13. White'i test loodusteaduse testi puhul

Distribution free Wald test for heteroskedasticity:

Chi-square(3) = 2,96319, with p-value = 0,397336

Pooled error variance = 8,05635

unit	variance
1	5,45789 (T = 5)
2	7,09441 (T = 5)
3	11,6168 (T = 5)

Lisa 14. Riikide vaheline võrdlus objektspesiifiliste vabaliikmete põhjal

obsahat2

1:1 803,9182

1:2 803,9182

1:3 803,9182

1:4 803,9182

1:5 803,9182

2:1 788,9847

2:2 788,9847

2:3 788,9847

2:4 788,9847

2:5 788,9847

3:1 772,7979

3:2 772,7979

3:3 772,7979

3:4 772,7979

3:5 772,7979

Lisa 4. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Helina Koppel (sünnikuupäev:)

1. annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Hariduse tootmisfunktsioon Balti riikide näitel“,

mille juhendajateks on Jelena Matina ja Ako Sauga,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh TalTechi raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks TalTechi veebikeskkonna kaudu, sealhulgas TalTechi raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*