

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Kristjan-Eric Lääne

**TOOTMISPROTSESSI SUHTELINE EFEKTIIVSUS EUROOPA
REGIOONIDES**

Magistritöö

Õppekava TAAM, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Heili Hein, MA

Tallinn 2021

Deklareerin, et olen koostanud töö 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 10002 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Kristjan-Eric Lääne

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 192451TABB

Üliõpilase e-posti aadress: kristjaneric.laane@gmail.com

Juhendaja: Heili Hein, MA:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	5
SISSEJUHATUS.....	6
1. TEOREETILINE RAAMISTIK	8
1.1. Tootlikkus ja selle mõjutegurid.....	8
1.2. Tootmisprotsessi suhteline efektiivsus.....	12
1.3. Empiiriline kirjandus.....	14
2. METOODIKA JA ANDMED.....	19
2.1. Metoodika.....	19
2.2. Andmed	21
2.3. Kirjeldav statistika.....	24
3. EMPIIRILINE ANALÜÜS.....	30
3.1. Efektiivsusskoorid.....	30
3.2. Välistegurite mõju efektiivsusele	35
3.3. Järeldused ja arutelu	38
KOKKUVÕTE.....	43
SUMMARY	45
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU.....	47
LISAD	51
Lisa 1. Regioonid	51
Lisa 2. DEA varieeruva mastaabiefekti ja <i>order-m</i> mudeli skoorid	55
Lisa 3. Osalise regressiooni graafikud: kõik regioonid.....	58
Lisa 4. Osalise regressiooni graafikud: rikkad regioonid.....	59

Lisa 5. Osalise regressiooni graafikud: vaesed regioonid	60
Lisa 6. Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris kaardil	61
Lisa 7. Naiste tööjõus osalemise määr kaardil	62
Lisa 8. Lihtlitsents	63

LÜHIKOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks on uurida, kuidas erineb tootmisprotsessi suhteline efektiivsus Euroopa regioonides, kasutades selleks andmeraja analüüsi (DEA). Samuti hinnatakse töös kolme keskkonnateguri mõju tootmisprotsessi efektiivsusele. Hinnatakse pealinna asumise regioonis, inimkapitali teadus ja tehnoloogiasektoris ja naiste tööjõus osalemise määra mõju efektiivsusele. Analüüsitakse 256 NUTS-2 taseme regiooni andmeid aasta 2017 kohta. Mõjude hindamiseks kasutatakse De Witte ja Kortelaineni (2013) meetodikat.

Tulemused näitavad, et keskmised efektiivsuskorid Euroopas on oodatust kõrgemad. Mõjude hinnangu tulemuste põhjal on efektiivsusele soodsad suurem hõive teadus ja tehnoloogiasektoris ning naiste tööjõus osalemise määr. Regioonid, kus asub riigi pealinn, on vähem efektiivsemad kui need regioonid, kus pealinna ei asu.

Võtmesõnad: efektiivsus, andmeraja analüüs, Euroopa regioonid, inimkapital teaduses ja tehnoloogias, naiste tööjõus osalemine

SISSEJUHATUS

Keerulistel aegadel nagu selleks on olnud aasta 2020, saab eriti oluliseks koostöö eri riikide ning organisatsioonide vahel. Euroopa Liidu (EL) kui majandusühingu paneb kriisiolukord proovile, et tõestada, kas koostöö liikmesriikide vahel toimib efektiivselt. Suurbritannia väljaastumine liidust on indikatsioon kõigile teistele liikmesriikidele, et tuleb paremini hinnata hetkeolukorda ning kujundada poliitikameetmed selliselt, et EL-i majandus võtaks ka edaspidi võimalikult hästi ning kõik liikmesriigid saaksid sellest kasu. See on oluline, et säilitada konkurentsivõime globaalsel turul.

Selle juures on oluline just hetkeolukorrast ülevaate omamine. Tootlikkus ning selle kasv on üks olulisemaid majanduslikke näitajaid. Tootlikkust saab hinnata mitmeti. Lisaks riigi tasandile on otstarbekas tootlikkust ka regioonide lõikes hinnata, sest tihti võib riiki tervikuna vaadates saada ebatäieliku pildi, sest riigisiselt on piirkonnad heterogeensed. See võimaldab tuvastada kasvu vedurid ning teisalt ka murekohad. Tootlikkuses ei tohiks esineda suuri vahesid ning selle parandamiseks toetatakse pidevalt madalate näitajatega piirkondi. Suurimaks toetusmeetmeks on Euroopa Liidu ühtekuuluvuspoliitika ja selle juurde kuuluvad fondid, mille eesmärk on ühtlustada regioonide läbi investeringute teadus- ja arendustegevusse, innovatsiooni, infrastruktuuri, digitaliseerimisse, energeetikasse ja haridusse.

Tootlikkuse kasvu saavutamisel on oluline tootmisprotsesside efektiivsus ehk see, kui efektiivselt kasutatakse ära olemasolevaid sisendeid. Tihti võib näiteks maapiirkondades olla efektiivsus madalam kui suurlinnades. Selle parandamise jaoks on oluline aru saada, millised tegurid mõjutavad efektiivsust, et oleks võimalik olukorra parandamiseks midagi ette võtta, et riigisiselt ei tekiks regioonide efektiivsuste vahel suuri erinevusi. Samuti on investeringute suunamiseks oluline aru saada, millised piirkonnad on madalama tootlikkusega ja vajavad suuremat toetust.

Käesoleva töö raames uuritakse Euroopa Liidu regioonide tootmisprotsessi suhtelist efektiivsust, et määratleda, milline on hetkeolukord ning kas regioonide vahel esineb suuri lõhesid

efektiivsuses. Samuti uuritakse, kuidas mõningad tegurid efektiivsust mõjutavad. See võimaldab teha soovitusi, millistele teemadele tuleks rohkem tähelepanu suunata, et erinevused regioonide vahel muutuksid väiksemaks. Seega on töö eesmärgiks hinnata ja võrrelda tootmisprotsessi suhtelist efektiivsust Euroopa regioonides ning leida, millised tegurid mõjutavad tootmisprotsesside suhtelist efektiivsust. Töö uurimisküsimusteks on:

- Kuidas erineb tootmisprotsessi suhteline efektiivsus Euroopa regioonide vahel?
- Kuidas mõjutab pealinna asumine regioonis tootmise suhtelist efektiivsust?
- Kuidas mõjutab teaduses ja tehnoloogias hõivatute määr suhtelist efektiivsust?
- Kuidas mõjutab naiste tööjõus osalemise määr suhtelist efektiivsust?

Töö empiiriline osa koosneb kahest osast. Esiteks leitakse piirkõvera analüüsiga Euroopa regioonide suhtelised efektiivsused kasutades selleks kaht erinevat andmeraja analüüsi meetodit – varieeruva mastaabiefektiga mudelit ja *order-m* lähenemist. Andmeraja analüüs võimaldab empiiriliste andmete põhjal konstrueerida tootmiskiiri ja selle alusel võrrelda valimis olevad üksuseid omavahel ning anda neile efektiivsusskoor. Antud lähenemine on alternatiivseks võimaluseks tootlikkust uurivates empiirilistes uuringutes tavapäraselt rakendatavale *growth accounting* meetodikale. Käesolevas töös kasutatakse põhiliselt ARDECO andmebaasist saadud andmeid. Töö empiirilise osa teises etapis leitakse, millisel määral mõjutavad uuritavad tegurid regioonide efektiivsusskoore. Mõjude hindamise meetoodika toetub De Witte ning Kortelaineni (2013) tööle. Regioone uuritakse NUTS-2 tasemel ning NUTS klassifikatsiooni 2016. aasta versiooni kasutades.

Järgnev töö on jagatud kolmeks peatükiks. Esimeses peatükis tehakse ülevaade tootlikkusest, seda mõjutavatest teguritest ning selle mõõtmisest. Samuti tuuakse välja Euroopa piirkondade kohta tootlikkuse ja efektiivsuse teemadel uurimusi kirjutanud autorite tööde tulemused. Teises peatükis kirjeldatakse töös kasutatavat meetoodikat ning valitud keskkonnategureid. Lisaks tuuakse välja andmete kirjeldav statistika. Viimases peatükis tuuakse välja mõlema etapi tulemused ning analüüsitakse neid. Kirjeldatakse, millised regioonid on efektiivsemad, millised jäävad maha ning kui suured on efektiivsuse lõhed regiooniti. Samuti tuuakse välja regressioonanalüüsi tulemused selgitamaks, millised tegurid ja kuidas mõjutavad tootmise efektiivsust.

1. TEOREETILINE RAAMISTIK

Peatükis tuuakse välja tootlikkuse arvutamise ja analüüsimise erinevad võimalused ning kirjanduses käsitletud peamised tootlikkuse mõjutegurid. Täiendavalt tehakse ülevaade varasemate empiiriliste uuringute tulemustest.

1.1. Tootlikkus ja selle mõjutegurid

Tootmise sisendite ja väljundite tehnoloogilist seost iseloomustatakse matemaatiliselt tootmisfunktsiooni kaudu, mis võimaldab määrata, millised tegurid mõjutavad väljundi kasvu kõige enam (Behr 2015). Solow (1957) pakkus välja agregeeritud tootmisfunktsiooni (valem 1), mis on saanud oluliseks tööriistaks majandusarengu analüüsimisel:

$$Q(t) = A(t)f[K(t), L(t)] \tag{1}$$

kus

$Q(t)$ – toodang hetkel t ,

$K(t)$ – kapital hetkel t ,

$L(t)$ – tööjõud hetkel t ,

$A(t)$ – koguteguritootlikkus hetkel t , tehnoloogia muutus ajas.

Funktsiooni kuju osas leiab kõige sagedamini kasutust Cobb-Douglaste tootmisfunktsioon. Lisaks Cobb-Douglastele kasutatakse ka lineaarset, hüperboolset, logaritmilist, translog-tüüpi ja CES (*constant elasticity of substitution*) tüüpi tootmisfunktsioone. (Behr 2015)

Growth accounting on meetod, mis hõlmab endas majanduskasvu jagamist komponentideks ning selleks kasutatakse sageli just Solowi tootmisfunktsiooni. See näitab, kui suure osa tootmise kasvust seletavad ära erinevad (möödetavad) tootmissisendid ning kui suur osa „jääb üle“ ehk on seletatav koguteguritootlikkuse (*total factor productivity*, TFP) poolt. Koguteguritootlikkust nimetatakse Solow' jääkliikmeks, koguteguritootlikkuse kasvu aga tehnoloogia muutuseks

(*technological change*) või tehnoloogiliseks progressiks (*technological progress*). *Growth accounting* on üks enim kasutatavaid ja olulisemaid meetodeid, uurimaks majanduskasvu ja selle tegureid. (Lavenko *et al.* 2019)

Regioonide võrdlemiseks on võimalik kasutada näiteks SKP-d inimeste kohta ja uurida kuidas seda mõjutavad erinevad majanduslikud näitajad nagu tööjõud, investeeringud, eksport, haridustase jne (Skare, Rabar 2014). Regioonide tootlikkuse ühtlustamine on olnud üks suurimaid väljakutseid Euroopa Liidus, sest oluline on säilitada konkurentsivõime teiste suurte maailma riikidega, eriti USA ja Hiinaga. Selle jaoks on rohkem tähelepanu pööratud regioonide majandusliku taseme ühtlustamisele, et ei tekiks suuri vahesid esimeste ja viimaste vahel, sest see ohustab lisaks konkurentsivõimele ka EL-i sisemist poliitikat ning sotsiaalset stabiilsust. (Rogge 2019) Olukorra tõsidust näitab ka viimasel ajal nähtav trend, kus üle Euroopa on populistlikut poliitikat viljelevad parteid rohkem toetust kogunud.

Solowi kasvumudeli (valem 1) järgi on näha, et toodangu kasvu tingib sisendite akumulatsioon ning TFP. Sissetulekutasemete erinevused eri riikide ja regioonide vahel tulenevad valdavas osas erinevustest tootlikkuses (Männasoo *et al.* 2018). Tootlikkuse erinevuste kohta väidavad Kounetas ja Napolitano (2018), et regioonid erinevad tänu tehnoloogia kättesaadavusele ning tootmise efektiivsuse ühtlustamine võimaldab regioonide majanduslikku taset Euroopas ühtlustada. TFP erinevused seletavad ära kuni 75% varieeruvusest kogutoodangus töötaja kohta regionaalsel tasandil. Seda nii riigisiselt kui ka võrreldes teiste riikide regioonidega. Suurima TFP-ga Euroopas on London–Amsterdam–Munich–Milan telje regioonid. Madalamad TFP tasemed on aga Ida-Euroopa regioonides. (Beugelsdijk *et al.* 2018)

Varasemalt, aastatel 1950-1990, muutus Lääne-Euroopa regioonide tootlikkus aina sarnasemaks, kuid viimastel aastakümnetel on vahe suurenema hakanud (Fratesi, Rodríguez-Pose 2016). Varasemalt suutis EL läbi ühtekuuluvus poliitika vähem arenenud regioonide toetamise kaudu neid järele aidata, kuid pärast 2008. aasta finantskriisi on tootlikkust vedanud hoopis globaliseerumine ja uued IKT (info- ja kommunikatsioonitehnoloogia) tehnoloogiad, mis tekitavad regioonide vahel ebavõrdsust. Arenenumad regioonid saavad veelgi efektiivsemaks, samas kui vähem arenenud regioonid, mis toetuvad rohkem tootmissektorile, jäävad maha, sest automatiseerimine vähendab tööjõu vajadust. Seega on tööjõu tootlikkus üks suurim ebavõrdsuse tekitaja. (Gómez-Tello *et al.* 2020)

Sarnased tulemused on Di Bernardino *et al.* (2017) uurimuses, kus nad väidavad, et kaks iselaadset tegurit nagu rahvusvaheline kaubandus ning struktuuri muutused tööstusest teenindussektorile, mõjutavad tugevalt tootlikkuse kasvu. Samas on Balassa-Samuelsoni teooria põhjal mittekaubeldavate kaupade sektor madalama tootlikkusega võrreldes kaubeldavate kaupade sektoriga ning tööjõu liikumine sinna on vähendanud üldist majanduskasvu tempot, sest tekib niioelda struktuurne koorem. Tegelikult leitakse, et tänapäeva majanduses on teenindussektor väga heterogeenne ning tootlikkus varieerub. Näiteks IKT sektori kiire kasv kandub üle ka teistele teenindussektori ettevõtetele tänu tehnoloogia arengule ja laialdasele levikule. Sama töö autorid väidavad oma uuringus, et tööjõu suurenemine kaubandussektoris mõjutab regioonide tootlikkust positiivselt ning struktuurset koormat ei teki. Tuleviku tootlikkuse kasvu jaoks on kõige olulisem IKT sektor. Pariboni ja Tridico (2019) toovad välja, et tööjõu tootlikkuse peamised mõjutegurid on innovatsiooni soosivate investeeringute kiirus, teadus- ja arendustegevuse intensiivsus, tööturu regulatsioonid ning tööturu liikumine teenindussektori poole. Teadus- ja arendustegevus soosivad uute ideede genereerimist ja seega üldist protsesside arengut.

Morris *et al.* (2019) leidsid, et tootlikkuse vahed on suurenenud OECD riikide vahel veelgi rohkem kui peale eelmist finantskriisi. Vähem arenenud regioonides on puudus oskustööjõust, tänu millele pole majanduslikult kasulik investeerida uutesse tehnoloogiasse, mis suurendaks tootlikkust ning vähendaks vahesid arenenud regioonidega. Samuti vähendab oskuste puudujääk parimate regioonide edasist arengut. Ühtlasi ei ole oskuste vähesus ainult regionaalne probleem, vaid mõjutab sarnaselt kõiki piirkondi. Nad soovivad arendada ja investeerida väljaõppesse, mis vastab regiooni reaalse nõdlusega, sest muidu võib haritud tööjõud lihtsalt edasi tööle siirduda arenenud regiooni.

Tootlikkust on seostatud ka institutsioonide ja omavalitsuste tööga. Agostino *et al.* (2020) kasutasid andmeid Euroopa väikesete ja keskmiste ettevõtete kohta, uurides, kas ja kuidas institutsioonide kvaliteet ettevõtete tootlikkust mõjutab. Selgub, et institutsioonide kvaliteet on oluline ettevõtete tootlikkusele ning enim mõjutab see pigem väiksemaid ja vähema ressursiga ettevõtteid.

Euroopa Liidu regionaal- ja ühtekuuluvuspoliitika on loodud, et toetada Euroopa regioonide ühtlustumist, toetades vähem arenenud regioone Euroopa Liidu fondidest. Toetatakse põhilisi

majanduskasvu tegureid nagu teadus- ja arendustegevus, innovatsioon, transport, digitaliseerimine, energeetika ja haridus. (Rogge 2019) Mõju selle käigus toetuse saanud regioonidele on erinev tänu kahele põhjusele. Rahastuse saanud regioonid toimetavad rahaga erinevalt, mis tähendab, et rahastuse kasutegur on kohati erinev. Samuti on regioonid erinevate majanduslike struktuuridega ning sama rahastus või toetus annab erinevaid tulemusi. Kuna ühtekuuluvusfondide rahastus on suunatud just teenindussektorisse ja viimasel ajal just rohelise ja nutika tehnoloogia arenguks, uurib Percoco (2017) rahastuse mõju. Ta leiab üleinvesteeringute ilmingud teenindussektoris ning investeeringutes immateriaalsetesse varadesse, mis tähendab, et lisainvesteeringud suurt kasvu enam ei too ja võivad hoopis kasvu vähendada. Seda juhul, kui regioon on teenindussektor hästi arenenud ja sellel on suur osakaal. Vähem arenenud regioonides toob ühtekuuluvus fondide toetus kaasa märkimisväärsema kasvu tootlikkuses. Faiña *et al.* (2020) leiavad, et saada maksimaalselt kasu EL-i toetustest, peab osalema ka erakapital, et tekiksid sünergiad ning rahastus jõuaks reaalselt tootmisprotsesside arendusse.

Rogge (2019) leiab, et TFP on olnud EL-is regiooniti ebaühtlane, samas TFP eriti kogutoodangu kasvu ei mõjutanud. Selgituseks tõi Rogge, et see võib olla tingitud 2008. aasta fintantskriisist. Ühtlasi leiavad Gómez-Tello *et al.* (2020), et 2000-2015 on tootlikkuse vahed suurenenud ja see on põhiliselt sellepärast, et arenenumad regioonid liiguvad kiiremini eest ära, kui teised jõuavad järele. Samas on vaesemad regioonid liikunud lähemale EL-i keskmisele. Struktuuri muutused suurendavad regioonide tootlikkust ja vähendavad vahet parimatega, küll aga mitte suurel määral. Levenko *et al.* (2018) täheldasid, et peale 2008. aasta finantskriisi on majanduskasv CEE riikides olnud aeglane, tänu millele on neil keerulisem järele jõuda teistele EL-i riikidele. Selle üheks suurimaks põhjuseks on olnud madal TFP kasv, mis tähendab, et kogutoodangu kasvamiseks peab pidevalt rohkem tootmisressurse kasutama.

Williamson (1965) on selgitanud tootlikkuse erinevusi sellega, et uusi tehnoloogiaid hakatakse esimesena kasutama arenenud regioonides ning need liiguvad kiiremini ühelt arengutasemelt järgmisele. Uudse tehnoloogiaga sektorites kasvab tootmise efektiivsus kiiremini ning regioon liigub teistest regioonidest, kus domineerib veel varasem tehnoloogia, eest ära. Hilisemas arengufaasis tekib olukord, kus arenenud regioonidest hakkab kapital ja tööjõud mujale liikuma, et suuremat tasuvust leida, mis tingib varem maha jäänud regioonide järele jõudmise. Sellest tulenevalt peaks olema EL-i siht lihtsustada tehnoloogia ja oskusteabe liikumist regioonide vahel, et vahed regioonide vahel uuesti ühtlasemaks muutuksid.

1.2. Tootmisprotsessi suhteline efektiivsus

Teine lähenemine *growth accountingu* kõrval regioonide hindamiseks on piirkõvera analüüs (*frontier analysis*). Selle asemel, et hinnata tootmisfunktsiooni, kasutatakse empiirilisi andmeid, et konstrueerida nende põhjal tootmispiir, mis rahuldab etteantud eeldusi ning millesse mahuvad kõik andmestikus olevad sisendi ja väljundi kombinatsioonid. Kaks meetodit selle analüüsi tegemiseks on andmeraja analüüs (DEA – *data envelopment analysis*), mis on mitteparameetiline meetod ning ei tee rangeid eeldusi andmete jaotuse kohta, ja stohhastiline piiranalüüs (SFA – *stochastic frontier analysis*), mis on parameetiline meetod. Käesolevas töös kasutatakse just DEA meetodit ning selle edasiarendusi. DEA on saanud makrotaseme uuringutes *growth accountingu* alternatiivina populaarseks, sest ei nõua tootmisprotsessi sobitamist funktsionaalsesse vormi ega eelda, et kõik regioonid on efektiivsed (Enflo, Hjertstrand 2009).

DEA on efektiivsuse mõõtmise meetod, mida kasutatakse tootmisüksuste (DMU – *decision making unit*) suhtelise efektiivsuse määramiseks. Erinevalt *growth accountingule*, kus kasutatakse tootmisfunktsioone, on DEA aluseks andmed reaalses tootmises kasutatavate sisendite ja väljundite kohta, mille baasilt genereeritakse tootmispiir ning mille suhtes hinnatakse iga üksuse efektiivsust. Tootmispiiri moodustavad kõige efektiivsemad tootmisüksused, kuna andmete põhjal on sellise efektiivsuse taseme saavutamine võimalik ja teised valimis olnud tootmisüksused peaksid olema suutelised jõudma samale tasemele. (Skare, Rabar 2014) Efektiivsuse hindamisel kasutatakse DEA mudelites tavaliselt Farelli efektiivsust, millega leitakse, kas on võimalik vähendada sisendeid, et toota sama kogus väljundit, mõõtes see juures kui kaugel asub iga tootmisüksus tootmispiirist. Farelli sisendi efektiivsus on defineeritud kui (Bogetoft, Otto 2011)

$$E(x, y) = \min\{E | E_x \text{ saab toota } y\} \quad (2)$$

kus

E – sisendi efektiivsus

x – sisend

y – väljund

Tootmisüksustel on ligipääs samale tehnoloogiale, kuid kõigil pole tehnoloogiale sama ligipääs või erineb tehnoloogia kasutuse viis, mis väljendubki tootmisprotsessi efektiivsuses. Tootmisvõimaluste hulk on defineeritud kui (*Ibid.*)

$$T = \{(x, y) | x \text{ saab toota } y\} \quad (3)$$

kus

T – tootmisvõimalused

x – sisend

y – väljund

Tootmisvõimaluste hulka hinnatakse minimaalse ekstrapolatsiooni printsiibil, ehk otsitakse väiksemat hulka, kuhu andmestikus olevad sisendite ja väljundite kombinatsioonid kuuluvad ning mis rahuldavad seatud eeldusi. DEA meetodi juures tehakse järgnevad eeldused. Eeldatakse vaba kõrvaldatavust (*free disposability*) ehk konkreetset kogust väljundit saab toota konkreetse koguse sisendiga ning samuti saab sama kogust väljundit toota rohkema hulga sisenditega. Sama kehtib ka vastupidi, et alati saab toota vähem väljundit rohkema sisendiga. Mõningatel juhtudel ei pruugi see eeldus paika pidada. Näiteks saasteaineid ei ole võimalik tootmisprotsessi käigus vähem toota. Teiseks eelduseks tootmisvõimaluste hulga kohta on kumerus (*convexity*), mis sätestab, et kui kaks sisend-väljund paari on võimalikud, siis on ka mistahes kombinatsioon neist kahest paarist võimalik. Kolmandaks tehakse eeldus mastaabiefekti kohta, tootmine võib olla kas konstantse (CRS), varieeruva (VRS), kahaneva (DRS) või kasvava (IRS) mastaabiefektiga. (*Ibid.*)

DEA üheks erijuhtumiks loetakse ka FDH (*free disposability hull*) mudelit, sest see põhineb samuti minimaalse ekstrapolatsiooni printsiibil. Antud mudel ei eelda kumerust, mis eristab teda teistest DEA mudelitest ning mille tõttu seda vahel ei liigitata DEA mudeliks. Kumeruse eelduse puudumine tähendab seda, et tootmiskiir on võrreldes DEA teiste mudelitega kõige väiksem ja selle alla mahub kõige vähem vaatlusi. (*Ibid.*)

Alternatiiviks DEA erinevatele mudelitele tootmiskiiri genereerimisel, saab kasutada ka *order-m* tootmiskiiri. Antud meetodi puhul ei kasutata efektiivsuskooari avutamisel võrdlemiseks mitte kogu valimi põhjal loodud tootmiskiiri, vaid valimist võetakse m -arv vaatlusi, mis kasutavad vähem sisendit kui antud hetkel hinnatav vaatlus kasutab, ning efektiivsuskoor leitakse selle põhjal. Kuna efektiivsuse hindamisel ei kasutata enam kogu valimit, muudab see efektiivsuse hinnangud vähem tundlikuks erindite suhtes. (Badin *et al.* 2012; De Witte, Kortelainen 2013)

Efektiivsust mõjutavate tegurite hindamiseks on kirjanduses kasutatud kolme tüüpi lähenemist. Ühe-etapiline lähenemine, kus välistegurid kaasatakse tootmispiiri arvutamisel kohe sisendite või väljundite hulka. See aga eeldab, et tegurite mõju suund on juba varem teada ning seega pole kindel, kas kaasata välistegur sisendite või väljundite hulka. Teiseks võimaluseks on kahe-etapiline lähenemine, kus esimeses osas leitakse DEA või FDH efektiivsuskoorid ning teises osas kasutatakse leitud skooride regressioonmudelis sõltuva muutujana. (Badin *et al.* 2012) DEA skooride kasutamine teises etapis regressioonanalüüsis erinevate välismuutujate mõjude hindamiseks on põhjendatud ainult teatud piiravate eelduste täitmisel (Simar, Wilson 2007). Daraio *et al.* (2011) pakuvad välja testi, millega saab hinnata nende eelduste täitmist ning negatiivse tulemuse korral ei soovita kahe-etapilist lähenemist kasutada. Kolmandaks võimaluseks on tingimuslik mitteparameetriline lähenemine, kus arvutatakse välja tingimuslikud efektiivsuskoorid, milles on arvesse võetud ka välistegurid. Antud meetod võimaldab hinnata tegurite mõju efektiivsusele ilma kitsendavate piirangute täitmiseta. (Badin *et al.* 2012)

1.3. Empiiriline kirjandus

Regioonide või riikide tootlikkust ja tootmisprotsessi efektiivsust uurivas empiirilises kirjanduses ja teadustöodes on tavaks kahe-etapiline lähenemine. Esmalt leitakse DEA abil efektiivsuskoorid või *growth accounting* lähenemist kasutades TFP. Üldjuhul kasutatakse sisenditena tööjõudu ja kapitali ning väljundina SKP-d või lisandväärtust (GVA – *gross value added*). Teises etapis kasutatakse esimeses etapis leitud efektiivsusnäitajaid mudelis sõltuva muutujana. Lähtuvalt majandusteooriast valitakse sõltumatuteks muutujateks sageli inimkapitali, innovatsiooniga ja tehnoloogiaga seotud tunnused. Ülevaade valikust varasematest uuringutest on esitatud tabelis 1.

Skare ja Rabar (2014) kasutasid DEA-d, et hinnata Horvaatia regioonide efektiivsust ning leidsid, et vahed on suured. Sisendina kasutati töötusemäära, toetushüvitiste saajate arvu ning väljunditena muu hulgas tööstussektori osakaalu GVA-st ja kapitali kogumahutust põhivarasse (GFCF – *gross fixed capital formation*). Kounetas ja Napolitano (2018) konstrueerisid tootmispiiri *bootstrap* meetodiga ning uurisid teises etapis rahvusvahelise kaubanduse mõju Itaalia regioonidele, mis on nende tulemuste põhjal vähendanud regiooniti efektiivsuste erinevusi.

Tabel 1. Ülevaade empiirilistest kirjandusest

Autorid	Teema	Andmed	Meetod	Tulemused
Enflo, Hjertstrand (2009)	Konvergeerumise allikad	Prantsumaa, Saksamaa, Itaalia, Iirimaa regioonid	DEA	Vaesemad regioonid ei ole tehnoloogia muutust piisavalt ära kasutanud. EL-i konvergeerumine on aeglane
Skare, Rabar (2014)	Regionaalse efektiivsuse hindamine	Horvaatia regioonid 2005-2007	DEA	Suured vahed keskmise ja kõige kehvema regiooni vahel, kõige rohkem mõjutab efektiivsust GFCF
Filippetti, Peyrache (2015)	Tööjõu tootlikkuse allikad	211 Euroopa regiooni 18 riigist, 1995-2007	DEA	Tehnoloogiline lõhe pidurdab mahajäävate regioonide arengut
Capello, Lenzi (2015)	Innovatsiooni ja teadmiste mõju tootlikkusele	Euroopa regioonid NUTS-2 2004-2007	<i>Growth accounting</i>	Innovatsiooni mõju sõltub suuresti innovatsiooni iseloomust
Männasoo et al. (2018)	Inimkapitali, T&A, konvergenti mõju TFP-le	99 regiooni 31 Euroopa riigist 2000-2013	<i>Growth accounting</i> ; Olley-Pakes meetod; DEA; SFA	Inimkapitali positiivne mõju arenenud regioonides. Teadus- ja arendustegevuse mõju vähene.
Beugelsdijk et al. (2018)	TFP erinevus Euroopa regioonides	257 regiooni 21 Euroopa riigist	<i>Growth accounting</i>	TFP erinevus on suurim tegur tootlikkuse erinevustele Euroopas
Tsekeris, Papaiou (2018)	Kreeka regioonide efektiivsus	13 Kreeka regiooni 2000-2012	SFA	Suured vahed äärealade efektiivsuses. Efektiivsust parandavad hariduse arendamine ja regioonidevaheline kaubandus.
Kounetas, Napolitano (2018)	Rahvusvahelise kaubanduse mõju Itaalia regioonide efektiivsusele	Itaalia regioonid 1993-2011	DEA	R&D investeeringud ja EMU tulek vähendasid regioonide vahelisi erinevusi tootmise efektiivsuses
Lavenko et al. (2019)	TFP kasv CEE riikides	11 CEE riiki 1996-2016	<i>Growth accounting</i>	Enne kriisi mõjutas TFP kogutootlikkust positiivselt, peale kriisi negatiivselt
Gómez-Tello et al. (2020)	Euroopa regioonide tootlikkuste erinevused	13 Euroopa riigi regioonid. 2000-2015	<i>Shift-share</i>	Arenenud regioonid liiguvad teistelt eest ära. Eriti tootmise, jaemüügis, IKT-s ja finantsis
Faiña et al. (2020)	Euroopa regionaal poliitika mõju Hispaania regioonidele	Hispaania regioonid 2000-2013	<i>Growth accounting</i>	ERDF toetused aitasid TFP-l mitte langeda veel madalamale. R&D investeeringud mõjusid TFP kasvule positiivselt
Guillamón, Cuadrado-Ballesteros (2021)	Läbipaistvuse mõju kohalike omavalitsuste efektiivsusele	100 Hispaania omavalitsust 2008-2014	DEA, SFA	Suurem omavalitsuse läbipaistvus tähendab suuremat efektiivsust. Sarnased tulemused nii SFA kui DEA puhul

Allikas: Autori koostatud

DEA meetodiga on regioone hinnatud veel Enflo ja Hjertstrand (2009), kelle tulemused näitavad, et Lääne-Euroopas on esiteks regioonide ühtlustumine aeglane ning vähem arenenud regioonid ei ole suutnud piisavalt hästi ära kasutada uut tehnoloogiat, et tootmine tõhusamaks saada. Filippetti ja Peyrache (2015) toovad sisse tehnoloogilise lõhe mõiste, mis tähendab puudust piisavatest teadmistest ja võimekusest, et võtta tootmises kasutusele uusi tehnoloogiaid. Seda aitab leevendada investeerimine haridusse ja innovatsiooni. Seda tuleks arvesse võtta DEA analüüsis, sest tootmispiiri moodustavad üksused, kus on olemas võimekus uuendada tootmistehnoloogiat. Tehnoloogia lõhe on üks põhjus, miks regioonid ei jõua piisavalt kiiresti esimestele regioonidele järele. Uus tehnoloogia võib küll olemas olla, aga kui keegi seda kasutada ei oska, pole sellel suurt mõju efektiivsusele.

Lisaks on kirjanduses kasutatud SFA analüüsi, et efektiivsust hinnata. Guillamón ja Cuadrado-Ballesteros (2021) uurisid SFA, DEA ja *order-m* lähenemist kasutades Hispaania omavalitsusi. Oodatult olid kõige kõrgemad efektiivsuskoorid *order-m* puhul, millele järgesid DEA skoorid. SFA meetodiga saadi kõige madalamad skoorid. Nende tulemused näitasid, et efektiivsusele mõjub soodsalt see, kui omavalitsuse juhtimine on läbipaistev. Tsekeris ja Papaioannou (2018) tuvastasid efektiivsuse erinevused Kreeka regioonides, kus maapiirkondade efektiivsus on märgatavalt madalam võrreldes pealinna regiooniga. Nende hinnangul tuleks olukorra parandamiseks luua võimalused, et tõsta regioonidevahelist kaubandust. EU-9 riikides on suur mõju regioonide asukohal, mida näitavad Ramajo ja Hewingsi (2018) tulemused. Regiooni efektiivsus sõltub ümbritsevate regioonide efektiivsusest, mis tähendab, et tõhusad protsessid tootmises kanduvad koostöö käigus kiiresti edasi. Täiendavalt leidsid nad, et EU-9 regioonid on liikunud tootmispiirile aina lähemale, keskmiselt 2,3% aastas.

Samuti on kirjanduses palju töid TFP analüüsimise kohta, kus TFP leitakse *growth accountinguga*. Lavenko *et al.* (2019) uurisid, kuidas mõjutab Kesk- ja Ida-Euroopa riikides TFP tootlikkust ning leidsid, et enne finantskriisi panustas TFP tugevalt tootlikkuse kasvu, kuid peale kriisi on TFP mõju olnud pea olematu. Beugelsdijk *et al.* (2018) näitasid, et TFP erinevused seletavad ära suure osa tootlikkusest ning TFP erinevuste põhjused on tekkinud tänu majandusgeograafiale ning regioonide ajaloole. Näiteks on TFP madalam endistes kommunistriikides. Faiña *et al.* (2020) uurisid, kuidas on Euroopa ühtekuuluvus poliitika raames tehtud rahastus toetanud TFP-d Hispaanias. Tulemused näitasid, et toetused aitasid hoida TFP-d mõistlikul tasemel. Capello ja Lenzi (2015) uurisid innovatsiooni ja teadmiste mõju ning leidsid, et mõjud sõltuvad suuresti

innovatsiooni iseloomust. Samuti peab arvestama iga regiooni eripäraga, sest kõikidele regioonidele ei saa rakendada sarnast innovatsiooni edendamise mudelit.

Asjade internet (*internet of things*, IoT), on uus tehnoloogia, mis on tänaseks jõudnud peaaegu igasse eluvaldkonda. Espinoza *et al.* (2020) keskendusid oma uurimuses IoT mõjudele tootlikkusele, kasutades selleks *growth accounting* mudelit. Oodatult leidsid nad, et mõju tootlikkusele on positiivne, kuid mitte väga suurel määral, sest IoT on veel arengufaasis ja läheb aega, enne, kui see suudab aina rohkem erinevaid tegevusi lihtsamaks muuta või sootuks ära kaotada. IoT on osa info- ja kommunikatsioonitehnoloogia sektorist, mille hulka kuuluvad väga erinevad valdkonnad. Koduinternet, telefoniliinid ja muu andmeside ja kommunikatsioonitehnoloogia, mille arengut käsitlevad Mačiulytė-Šniukienė ja Gaile-Sarkane (2014), tootlikkust enam suurel määral ei mõjuta. Samale järeldusele jõudsid Gordon ja Sayed (2020), et varasemalt soodustas kommunikatsioonitehnoloogia areng tootlikkust nii USA-s kui ka Euroopas, kuid alates 2005. aastast suurem mõju tootlikkusele puudub. Sellest võib järeldada seda, et antud osa sellest sektorist on juba piisavalt stabiilne ning ei suuda enam tootmises suurt lisaväärtust luua ja mõistlikum on panustada uuematesse tehnoloogiatesse nagu IoT ja AI (*artificial intelligence*).

Männasoo *et al.* (2018) uurisid teadus- ja arendustegevuse ning inimkapitali mõju TFP kasvule leides, et mõju on positiivne, kuid heterogeenne ning sõltub regiooni tootlikkuse tasemest, mis võib olla seotud Filippetti ja Peyrache (2015) kirjeldatud tehnoloogia lõhega. Samuti mõjutab läheduses olevate regioonide areng tootlikkust positiivselt. Sanso-Navarro ja Vera-Cabello (2018) kinnitasid ümbritsevate regioonide mõju ning seda just teadmiste ja teadus- ja arendustegevuse perspektiivist. Gómez-Tello *et al.* (2020) uurisid tootlikkust *shift-share* meetodiga. Analoogselt kinnitavad nemad, et tootlikkus on EL-is ebaühtlane ning selle veduriks on finantsi ja jaemüügi kiire areng rikastes regioonides.

Kirjanduses on Euroopa tootlikkust võrreldud USA tootlikkusega. Nii Van Ark (2015) kui Atkinson (2018) on oma töödes välja toonud, et Euroopa jääb võrreldes USA-ga tootlikkuses maha ning Euroopa ettevõtted on kaotamas konkurentsivõimet. Atkinson (2018) kirjeldab, et USA-s juhitakse investeeringuid uutesse IKT valdkondadesse, nagu IoT, AI ja robotika, paremini kui Euroopas. Samuti investeerivad Euroopa ettevõtted keskmiselt vähem IKT-sse kui USA ettevõtted ning Euroopa arengut piiravate teguritena on veel välja toodud regulatsioonid ja ühise turu

puudumine. Van Ark (2015) väidab, et Euroopa ei keskendu piisavalt pikaajalistele plaanidele ja tegeletakse rohkem lühiajaliste probleemidega nagu makronäitajate parandamine või finantsturgude stabiliseerimine. Seega on oluline, et Euroopa suudaks tõsta tootmise efektiivsust ja sellega kiirendada majanduskasvu, sest muidu liiguvad USA ja ka Hiina eest ära, mis tähendab väiksemat mõjuvõimu läbirääkimistel ning kehvemaid tingimusi.

Kirjanduses on läbivalt välja toodud Euroopa Liidu ühtekuuluvuspoliitika, mille eesmärk on ühtlustada EL-i regioone. Uuritud on nii selle käigus tehtud rahastuse mõju kui ka tehtud soovitusi, kuidas võiks rahastust suunata, sest tootmise efektiivsust suudab kõige suurema tõenäosusega mõjutada just EL-i rahastus. Teadus- ja arendustegevus, innovatsioon, transport, digitaliseerimine, ja haridus mõjutavad tootlikkust positiivselt ning neid valdkondi EL ka toetab. Sellegipoolest on majandusareng EL-is regiooniti väga ebaühtlane ning mitmed autorid on kinnitanud, et tootlikkuse erinevused on selle põhjustajaks. Tootlikkuse erinevused tulenevad aga näiteks tehnoloogilisest lõhest, regioonide ajaloost ja regioonide geograafilisest asukohast. Tulenevalt sellest tundub, et EL-i rahastus peab olema paremini sihitud, et toetada valdkondi, mis antud regioonis järele aitamist vajavad. Kuna on leitud, et Euroopa jääb tootlikkuses USA-st maha, on efektiivsuse teema Euroopa jaoks väga aktuaalne ning oluline on omada võimalikult täpset ülevaadet hetkeolukorrast ning teada, millised tegurid efektiivsust mõjutavad ning millised mitte.

2. METOODIKA JA ANDMED

Peatükis kirjeldatakse detailsemalt töös rakendatavat meetodikat ning analüüsis kasutatud andmeid. Tuuakse välja ka andmete kirjeldav statistika, et anda Euroopa regioonidele esialgne hinnang. Samuti selgitatakse kolme keskkonnateguri valikut, mille mõju efektiivsusele uuritakse.

2.1. Metoodika

Kui tavapäraselt kasutatakse tootlikkust uurivas kirjanduses *growth accounting* meetodit, siis käesolevas töös hinnatakse Euroopa regioonide tootmisprotsessi efektiivsust kasutades mitteparameetrilist piiranalüüsi. Samuti hinnatakse kolme välisteguri mõju efektiivsusele täielikult mitteparameetrilist lähenemist kasutades. Efektiivsusskooride arvutamiseks kasutatakse DEA kahe sisendi ja ühe väljundiga mudelit, kus sisendiks on regiooni kapitalivaru ning töötatud tundide arv ja väljundiks lisandväärtus (GVA). Lisaks eeldatakse varieeruvat mastaabiefekti. Kuivõrd DEA on deterministlik meetod ning seetõttu väga tundlik erindite suhtes, arvutatakse efektiivsusskoorid ka *order-m* meetodit kasutades. Lisaks väiksemale tundlikkusele on *order-m* lähenemise eeliseks veel see, et erinevalt DEA-st ei eelda see meetod tootmissisendite- ja väljundite vaba kõrvaldatavust. Kolme keskkonnateguri mõju hindamiseks rakendatakse De Witte ja Kortelaineni (2013) välja töötatud meetodikat, mis kätkeb tingimuslike (keskkonnategurite mõju arvesse võtvate) efektiivsusskooride arvutamist *order-m* abil ning mitteparameetrilist regressioonanalüüsi.

Kui keskkonnategurite mõju hindamiseks rakendatakse kahe-etapilist lähenemist, siis uurimuse esimeses etapis leitud DEA efektiivsusskoore ei saa vabalt kasutada regressioonmudelites, sest skoorid on omavahel korrelatsioonis. Seega oleksid teises etapis leitud tulemused statistilises mõttes valed. Selleks, et mitteparameetrilise meetodiga leitud skoores saaks kasutada ka mõjude hindamiseks regressioonmudeliga, on vaja defineerida andmete genereerimise protsess. Simar ja Wilson (2007) konstrueerisid selle jaoks kindla algoritmiga meetodi, mis põhineb *bootstrapil* ning

millega saab hinnata ka välistegurite mõjude usalduspiire. Samuti põhjendavad nad, et tavapärane *bootstrap* empiiriliste andmetega ei ole antud juhul piisav. Nende meetodis kasutatakse välistegurite mõjude hindamiseks suurima tõepära meetodit koos kärbitud regressiooni mudeliga. (*Ibid.*) Algoritmi rakendamiseks R-is on loodud teek „rDEA“ (Simm, Besstremyannaya 2020). Meetodi suurimaks miinuseks on see, et selle kasutamine eeldab eraldatavuse tingimuse (*separability condition*) kehtimist, mis tähendab, et teises etapis kasutatavad keskkonnategurid ei tohi mõjutada esimeses etapis efektiivsusskooride arvutamise aluseks olevaid sisendeid ja väljundeid. See piirab suuresti meetodika kasutamist, sest üldiselt, kui uuritakse keskkonnategurite mõju, siis eeldatakse, et tegurid mõjutavad sisendeid ja väljundeid, vastasel juhul oleks sellise analüüsi tegemine vähese väärtusega. Eraldatavuse eeldust on praktikas raske saavutada, sest keskkondlikud tegurid siiski mõjutavad lisaks efektiivsusskooridele ka tootmispiiri ning sisendeid, väljundeid ja välistegureid ei saa käsitleda eraldiseisvatena.

De Witte ja Kortelainen (2013) pakuvad välja parema lahenduse. Pelgalt efektiivsusskooride arvutamine ei võimalda sügavat analüüsi läbi viia, kui ei ole teada, millised keskkonnategurid efektiivsust mõjutavad. Nad hindavad enda töös keskkonnategurite mõju mitteparameetriselt leitud tingimuslikele efektiivsusskooridele, milleks kasutatakse *order-m* efektiivsusskoore ja tuumafunktsiooni. Samuti võimaldab nende meetod hinnata mõjude statistilist olulisust. (*Ibid.*)

Metoodika järgi leitakse esmalt *order-m* lähenemisega efektiivsusskoorid ning nende abil tingimuslikud efektiivsusskoorid, kus võetakse arvesse ka välistegurid, mis regiooni efektiivsust mõjutavad. Tingimuslike efektiivsusskooride arvutamine on sarnane *order-m* kaudu leitud skooridele, kus regioonide võrdlemisel ei kasutata kõiki valimis olevaid regioane, vaid *m*-arv regiooni, mis kasutavad vähem sisendit kui hinnatav regioon ning mille keskkonnategurite väärtus on sarnane. Iga välisteguri jaoks leitakse silumisparameeter, sest tegemist on täielikult mitteparameetriselise meetodiga, kus ei eeldata mingit konkreetset mudeli kuju ning tavapäraseid koefitsiente ei ole võimalik välja arvutada. Silumisparameetreid hinnatakse *Least Squares Cross-Validation* mudelit kasutades. Välistegurite mõjude hindamiseks leitakse ilma välistegureid arvesse võtmata leitud efektiivsusskooride ja välistegurteid arvesse võtvate tingimuslike efektiivsusskooride jagatis, mida kasutatakse mitteparameetriselises regressioonimudelil sõltuva muutujana. Mõjude suuna saab välja lugeda osalise regressiooni graafikute pealt. (*Ibid.*) Statistilise olulisuse hindamiseks kasutatakse mitteparameetriselise olulisuse testi. Regressiooni ja statistilise olulisuse testi jaoks kasutatakse R-i teeki „np“ (Racine, Hayfield 2020).

Töös kasutatakse andmeid Euroopa regioonide kohta, sest mitmetest uuringutest on selgunud, et riigid võivad olla üsna heterogeensed. McCann (2018) tõi välja, et Brexiti hääletuse puhul hääletasid EL-ist lahkumise poolt pigem vaesemates regioonides elavad inimesed, kes leidsid, et kannatavad globaliseerumise negatiivsete mõjude all ning ainult rikkad regioonid, nagu London, saavad EL-is olemisest rohkem kasu. Tegelikult tõestati, et olukord on vastupidine ja hoopis vaesemad regioonid toetusid suuresti EL-ile – kaubandus oli põhiliselt EL-i riikidega ning saadi märkimisväärset rahastust ühtekuuluvuspoliitika raames. Siiski tehti otsus EL-ist lahkuda. See näitab, et riikide hindamisel on oluline regionaalne vaade.

Regioone uuritakse NUTS-2 tasemel ning NUTS klassifikatsiooni 2016. aasta versiooni kasutades. Regioonide liigituse aluseks on riigi haldusüksused ning nende jagunemine NUTS erinevatele tasanditele toimub rahvaarvu põhjal. NUTS-2 tasandile liigituvad need regioonid, kus rahvaarv jääb 800 000 ja 3 000 000 vahele. (EÜ määrus nr 1059/2003) Töö valimis on 256 regiooni 25 Euroopa riigist ja Suurbritanniast. Andmete usaldusväärsuse tõttu jäeti välja kõik Rumeenia ja Bulgaaria regioonid ning samuti Prantsusmaa, Hispaania ja Portugali väikesed saared, mis NUTS-2 mõistes olid eraldi regioonid. Regioonide nimekiri on välja toodud lisades (lisa 1).

Detailsemate tulemuste saamiseks hinnatakse kolme erinevat mudelit. Esiteks kõik regioonid koos ning lisaks eraldi rikkad ja vaesed regioonid. Regioonide jagamisel rikasteks ja vaesteks kasutatakse GVA elaniku kohta mediaan väärtust.

2.2. Andmed

Mudelis kasutatud andmed, nende allikad ning kirjeldav statistika on välja toodud tabelis 2. Regiooni tootmispiiri konstrueerimiseks kasutab autor sisendina töötatud tundide arvu ning kapitalivaru, väljundina aga lisandväärtust ehk GVA-d. Kõik efektiivsusskooride arvutamise aluseks olevate muutujate väärtused on elaniku kohta, et vähendada andmestikus suuri absoluutväärtuseid nagu võib mõnel suuremal ja rikkamal regioonil olla. GVA ja töötatud tundide arvu kohta saadi andmed ARDECO andmebaasist. Regioonide efektiivsusanalüüsis on kapitalivaru arvutatud mitmel viisil. Cambridge Econometrics (2020) metoodika on kõige põhjalikum ja võtab kapitalivaru hindamisel arvesse regioonide majandusliku struktuuri. Eelistatud on kasutada PIM ehk *perpetual inventory* metoodikat, mis väljendab kapitalivaru regioonis järgmise valemiga:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + GFCF_t \quad (4)$$

kus

K – kapitalivaru

δ – amortatsioonimäär

$GFCF$ – kapitali kogumahutus põhivarasse

Valemist on näha, et kapitalivaru leidmiseks on vaja kapitalivaru aegrea esimesel aastal, amortisatsiooni määra ning aegrida investeeringute kohta. Andmebaasidest on võimalik kätte saada regionaalsed andmed ainult viimase kohta, seega tuleb esimesed kaks tuletada. Cambridge Econometrics (2020) kasutab esimese aasta kapitalivaru leidmiseks kogu riigi kohta käivat kapitalivaru ning jagab selle regioonide vahel vastavalt tööstusharude investeeringute osakaaludele selles regioonis. Käesoleva töö autor kasutab veidi lihtsamat lahendust, mida on sellegipoolest teaduskirjanduses sageli rakendatud (Männasoo *et al.* 2018; Levenko *et al.* 2019; Kounetas, Napolitano 2018; Enflo, Hjerstrand 2009), ning kus esimese aasta väärtuse leidmiseks arvutatakse see välja vastavalt valemile:

$$K_t = \frac{GFCF_t}{g + \delta} \quad (5)$$

kus

g – kasvumäär

Kasvumäärana kasutab autor keskmist investeeringute kasvumäära ning amortatsioonimäärana 10%, mis on leidnud kasutust ka mujal ning on väidetud, et valitud määr tulemusi suuresti ei muuda (Kounetas, Napolitano 2018). Esimeseks aastaks võtab autor vastavalt andmete kättesaadavusele aasta 2000.

Välisteguritena valis autor mudelisse kolm muutujat, mis on näha ka tabelis 2. Tootlikkuse erinevuse põhjusteks on peamiselt loetud: inimkapitali, majanduse avatust, avaliku sektori toimimist, innovatsiooni ja teadus- ning arendustegevuse intensiivsust (Kounetas, Napolitano 2018). Sellest ning muust kirjandusest tulenevalt valiti antud töös hinnatavad keskkonnategurid. Esiteks kategoorilise muutujana, kas regioonis asub pealinn. Teiseks uuritakse, kuidas mõjutab naiste töös osalemise määr efektiivsust ning kolmas tegur on inimressursid teadus- ja tehnoloogiaektoris ehk täpsemalt, kui suur osa aktiivsest rahvastikust töötab nendes sektorites. Viimane tegur asendab investeeringuid teadus- ja arendustegevusse, mida tavaliselt sellistes

uuringutes kasutatakse. Asendamise põhjuseks on andmete puudulikkus investeringute kohta mõne suurema Euroopa riigi regioonide kohta.

Tabel 2. Muutujate kirjeldav statistika

	Keskmine	Min	Max	SD	Allikas
Lisandväärtus elaniku kohta	27682.28	6520.96	220764.04	17215.93	ARDECO
Töötatud tundide arv elaniku kohta	762.40	506.55	3101.83	194.50	ARDECO
Kapital elaniku kohta	56973.67	11495.33	194639.68	26576.11	ARDECO, autori arvutused
Pealinn regioonis; jah=1, ei=0	0.12	0.00	1.00	0.32	Autor
Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris (%)	32.33	13.10	53.00	7.59	Eurostat
Naiste töötajate osalemine määr (%)	59.89	33.20	74.40	6.66	Eurostat

Allikas: Autori koostatud

Üldjuhul on riigis tegevus koondunud pealinna ümber, mis tähendab, et seal leiavad suure tõenäosusega esimesena kasutust uued tehnoloogilised lahendused, mis tootmisprotsessi efektiivsemaks muudavad. Teisalt võivad pealinna regioonid andmeraja analüüsi meetoodika tõttu näida ebaefektiivsemad, sest kui pealinna regioon on pindalalt väike, võib töötaja elukoht olla pealinna regioonis, kuid töö käiakse pealinna regioonist väljas. Tänu sellele võivad mõningad regioonid näida vähem efektiivsemad kui nad tegelikult on. Beugelsdijk *et al.* (2018) hindasid samuti geograafiliste tegurite mõju TFP kasvule, kasutades selleks kategoorilisi muutujaid nagu, kas regiooni läbib jõgi või, kas regioonil on merepiir. Mõlemad näitajad mõjutasid TFP-d positiivselt, ent statistiliselt olulisust enamikes mudelites ei saavutatud.

Soolist ebavõrdsust on tihti uuritud seoses majanduskasvuga ja leitud, et võrdsem meeste ja naiste hulk töötajates tähendab kõrgemat majanduskasvu. Näiteks Klasen ja Lamanna (2009) uurisid, kuidas mõjutab sooline ebavõrdsus tööturul ja hariduses majanduskasvu, pöörates analüüsis suuremat tähelepanu arenevatele turgudele. Nende tulemused viitasid samuti sellele, et majandusele mõjub paremini, kui riigis töötajates on mehi ja naisi võrdsemalt. Klasen ja Lamanna kasutasid enda töös ühe muutjana naiste osakaalu kogu töötajates. Käesolevas töös hinnatakse aga naiste töötajate osalemise määra mõju, et uurida, kas lisaks majanduskasvule mõjutab naiste töötajate osalemine ka efektiivsust. Price (2010) selgitab, et mitmekesine töötajate suurendab ettevõtetes

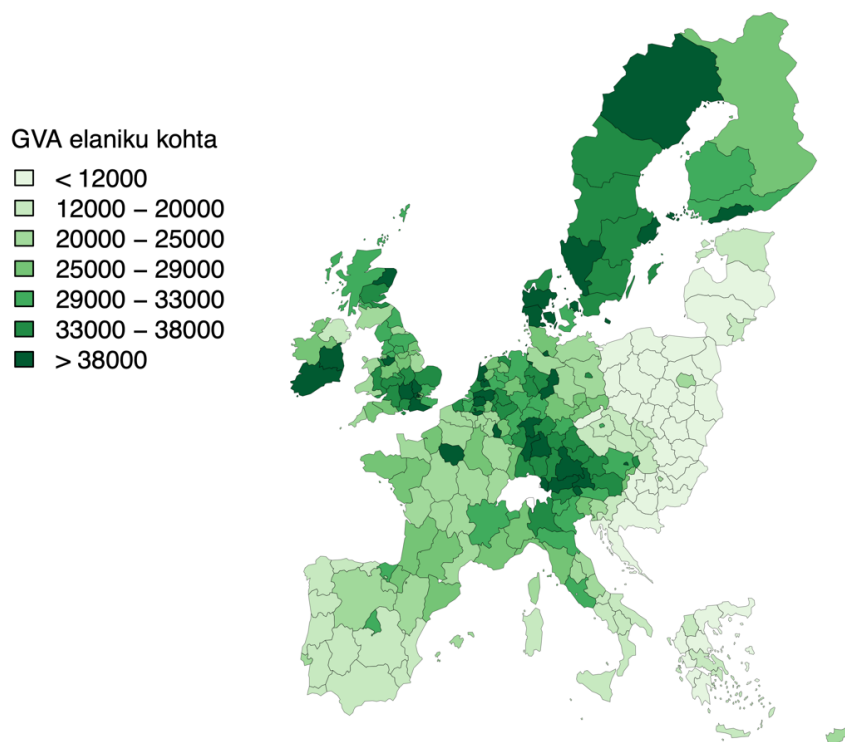
uute ideede genereerimist ja muudab töökeskkonda innovaatilisemaks, mis omakorda peaks tõstma efektiivsust.

Viimase tegurina kaasati mudelisse inimressursid teadus- ja tehnoloogiasektoris (HRST – *human resources in science and technology*). Teistes töödes efektiivsuse ja tootlikkuse kohta on kasutatud mõjutegurina kulutusi teadus- ja arendustegevusele (R&D – *research and development*) ning enamasti on see osutunud tootlikkusele positiivselt mõjuvaks ning statistiliselt oluliseks (näiteks Faiña *et al.* 2020). Nagu eelnevalt mainitud, siis andmete puudumise tõttu valiti HRST seda asendama. Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris on suuresti seotud sellega, kui palju investeeringuid suunatakse hariduse edendamisesse, sest vajalik on piisavalt vajalike teadmistega inimesi, kes antud sektorites suudaksid töötada. Seega sobib antud muutuja asenduseks. Samuti kasutasid Beugelsdijk *et al.* (2018) sama muutujat enda efektiivsuse analüüsis Euroopa regioonide kohta ning leidsid, et see on statistiliselt oluline ning positiivse mõjuga.

2.3. Kirjeldav statistika

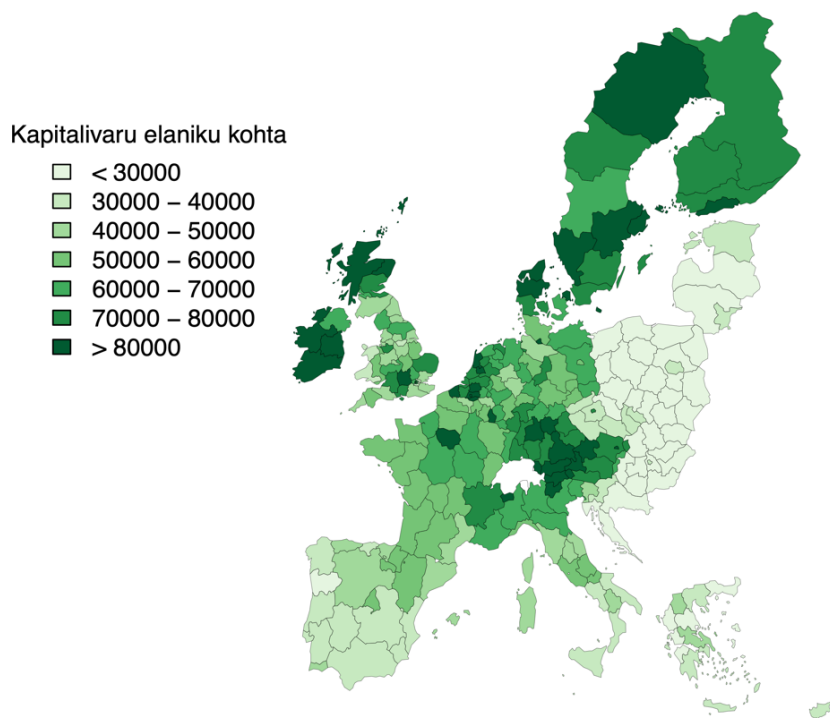
Järgnevalt iseloomustatakse DEA analüüsis olevaid muutujaid ning tuuakse need regioonide lõikes välja ka kaardil, et tuua välja esmane indikatsioon, milline on hetkeseis. Samuti kirjeldatakse keskkonnategureid.

Lisandväärtus elaniku kohta Euroopas on üsna suure varieeruvusega ning vahe esimese ja viimase vahel on suur. Kõige suurem väärtus on Londonit hõlmavas regioonis UKI3. Londoni regioon on teistest niivõrd kaugel, et sellele järgneva Luksemburgi regiooni LU00 lisandväärtus elaniku kohta on 2,5 korda madalam. Lisaks neile on kõrge GVA ka Iirimaa regioonides IE05 ja IE06. Keskmine GVA elaniku kohta on 27 682. Kõige madalamate näitajatega on Ungari ja Poola regioonid. Kõige madalam väärtus on HU32 regioonis, kus see on 6 521, mis on 33 korda väiksem UKI3 regioonist. Joonis 1 illustreerib lisandväärtuse suurt varieeruvust Euroopas ning toob välja rikkamad ning vaesemad regioonid. Rikkamad regioonid asuvad Kesk-Euroopa ja Londoni liinil ning Põhjamaades. Ida-Euroopa, Baltikum, Kreeka ja Hispaania paistavad välja kui madalate väärtustega piirkonnad.



Joonis 1. Lisandväärtus elaniku kohta NUTS-2 regioonides.
Allikas: ARDECO, autori koostatud

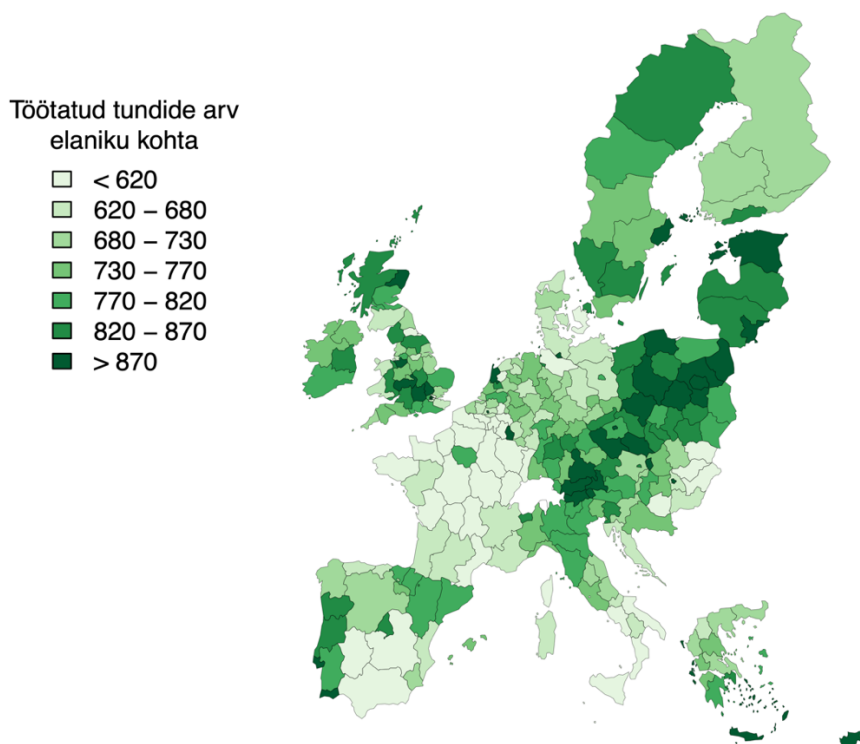
Kapitalivaru varieeruvus regioonide lõikes on samuti üsna suur. Kapitali elaniku kohta on kõige rohkem kahes Suurbritannia regioonis UKI3 ja UKM5, millest üks asub Londonis ja teine Šotimaal. Nende lähedal asuv Iirimaa regioon, Luksemburg ning Rootsi regioon, kus asub Stockholm, on samuti kõrgete väärtustega. Nendest regioonidest kolmes asub ka pealinn. 256 regiooni seas on viimastel kohtadel Poola regioonid. Kogu NUTS-2 regioonide keskmine kapitali väärtus elaniku kohta on 56 974. Joonisel 2 on näha regiooni kapitalivaru elaniku kohta, mis on väga sarnane lisandväärtuse kaardile. Ida-Euroopa eristub selgelt kui piirkond, kus on kapitali kõige vähem, mis on loogiline tänu Nõukogude liidu mõjule ning mis mõjutab piirkonna majandust veel pikalt. Suure kapitalivaru poolest eristuvad veel Rootsi, Taani, Iirimaa ja Šotimaa. Väiksem kapitalivaru on ka Kreekas, Horvaatias ja Hispaania lõunaosas.



Joonis 2. Kapitalivaru NUTS-2 regioonides.

Allikas: Autori arvutused ARDECO põhjal, autori koostatud

Sarnaselt suurimale kapitalivarule ja lisandväärtusele elaniku kohta, on UKI3 regioon kõige suurema töötatud tundide arvu elaniku kohta väärtusega, mis on pea kaks korda suurem kui paremuselt järgmine regioon. Suurbritannia regioonile järgnevad Ungari, Tšehhi, Slovakkia regioonid ja Luksemburg. Kõigis nendest regioonides asub ka riigi pealinn. Kõige vähem töötunde elaniku kohta on Belgia BE32 ja Prantsusmaa FRE2 ja FRF3 regioonides. Keskmine töötatud tundide arv elaniku kohta Euroopas on 762. Joonisel 3 on toodud töötatud tundide arv elaniku kohta kaardil. Kui kapitalivaru poolest eristusid Ida-Euroopa ja Baltikumi riigid kõige väiksemate näitajate poolest, siis tööd tehakse nendes selgelt rohkem. Võimalik, et töötundidega kompenseeritakse kapitali vähesus. Suurte töötundidega on veel mõned Kesk-Euroopa regioonid, Londoni ümbrus ja Portugal. Prantsusmaa on üllatavalt madalate töötundidega.



Joonis 3. Töötatud tundide arv elaniku kohta NUTS-2 regioonides.
Allikas: ARDECO, autori koostatud

Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris on kõige kõrgem Varssavi PL91 regioon, kus hõive on 53%. Üle 50% on hõive ka Rootsi SE11, Suurbritannia UKI3 ja Luksemburgi LU00 regioonides, mis näitab kõrget spetsialiseerumise taset. Kõigis kõrge teadus- ja tehnoloogiasektori hõivega regioonides asub ka pealinn, mis näitab, et arendustega seotud töökohad on koondunud pealinnade ümber. Kõige madalama hõivega regioonid asuvad Kreekas, kus näiteks EL62 regioon on hõive 13,1%. Keskmise hõive kõikide regioonide peale on 32,3%. Lisas 6 toodud kaardilt eristuvad suure hõive poolest Rootsi, Kesk-Euroopa liin ja Leedu Vilniuse regioon. Lõuna-Euroopas on hõive madalam.

Naiste tööjõus osalemise määra järgi on kõige kõrgema määraga Rootsi SE11 ehk Stockholmi regioon, kus määr on 74,4%. Neile järgneb Läti LT01 regioon 71,1%-ga. Kõige vähem majanduslikult aktiivsetest naistest osaleb tööjõus Itaalia regioonides – koguni 5 Itaalia regiooni on kõige madalamate näitajatega jäädes 33 ja 38 protsendi vahele. Euroopa keskmine määr on 59,9%. Lisas 7 on toodud naiste tööjõus osalemise määr kaardil. Kaardilt paistavad välja Saksamaa lõunaosa, London, Rootsi ja ka Baltikum kui kõrgete väärtusega piirkonnad. Madalamad väärtused on Ida-Euroopas, Kreekas ja Itaalias.

Jagades regioonid lisandväärtus elaniku kohta mediaani põhjal rikkasteks ja vaesteks regioonideks, saab veelgi detailsemad võrdlusi teha. Rikkasteks ja vaesteks regioonideks jagatud valimite statistikat on näha tabelis 3. Oodatult on suurima erinevusega näitajad lisandväärtus ja kapitalivaru elaniku kohta, mis erinevad umbes kaks korda. Samuti on naiste tööjõus osalemise määr rikkastes regioonides 13% suurem. Töötatud tundide arv on näitajatest kõige sarnasem ja erineb ainult 10%. Keskmine hõive teadus ja tehnoloogia sektoris ja kõrgharitud elanike osakaal on aga rikkastes regioonides umbes 36% kõrgem.

Tabel 3. Rikaste ja vaeste regioonide keskmised

	Keskmine rikkad	Keskmine vaesed	Erinevus
GVA elaniku kohta	37819.07	17545.49	116%***
Töötatud tundide arv elaniku kohta	798.36	726.44	10%***
Kapital elaniku kohta	74634.44	39312.91	90%***
Pealinn regioonis; jah=1, ei=0	0.14	0.09	50%
Hõive teadus ja tehnoloogia sektoris (%)	37.21	27.44	36%***
Naiste tööjõus osalemise määr (%)	63.53	56.24	13%***

Märkused: *** - oluline olulisuse nivool 0,01; ** - oluline olulisuse nivool 0,05; * - oluline olulisuse nivool 0,1. Erinevuse testimine t-testiga.

Allikas: autori arvutused

Tabelis 4 on toodud muutujate korrelatsioonimaatriks nii kõikide regioonide kui ka rikaste ja vaeste regioonide kohta eraldi. Kõikide regioonide maatriksist on näha, et oodatult on kõige tugevam positiivne seos GVA ja kapitali vahel. Mõõdukalt tugevad seosed on GVA ja töötundide ja inimkapitali teaduses ja tehnoloogias vahel, mis on samuti loogilised. Huvitav on, et inimkapitali teaduses ja tehnoloogias ja naiste tööjõus osalemise määra vahel on mõõdukalt tugev positiivne seos. Rikaste regioonide maatriks on üldpildis sarnane, kuid naiste osalemine tööjõus seos teiste

muutujatega on nõrgem ja mõnel juhul hoopiski statistiliselt mitte oluline. Vaeste regioonide maatriksis esinevad ka negatiivsed seosed, seda siis töötundide ja GVA ning töötundide ja kapitali vahel. Seega rohkemate töötundide tegemine ei suurenda GVA-d vaestes regioonides, mis viitab madalale efektiivsusele.

Tabel 4. Muutujate korrelatsioonimaatriksid

	Kõik regioonid				
	GVA	Töötunnid	Kapital	HRST	Naiste määr
GVA	1				
Töötunnid	0.64***	1			
Kapital	0.83***	0.34***	1		
HRST	0.62***	0.30***	0.63***	1	
Naiste määr	0.44***	0.24***	0.49***	0.63***	1
	Rikkad regioonid				
	GVA	Töötunnid	Kapital	HRST	Naiste määr
GVA	1				
Töötunnid	0.89***	1			
Kapital	0.73***	0.60***	1		
HRST	0.46***	0.36***	0.41***	1	
Naiste määr	0.13	0.16*	0.15*	0.43***	1
	Vaesed regioonid				
	GVA	Töötunnid	Kapital	HRST	Naiste määr
GVA	1				
Töötunnid	-0.33***	1			
Kapital	0.91***	-0.43***	1		
HRST	0.46***	0.12	0.31***	1	
Naiste määr	0.39***	0.22**	0.28**	0.43***	1

Märkused: *** - oluline olulisuse nivool 0,01; ** - oluline olulisuse nivool 0,05; * - oluline olulisuse nivool 0,1.

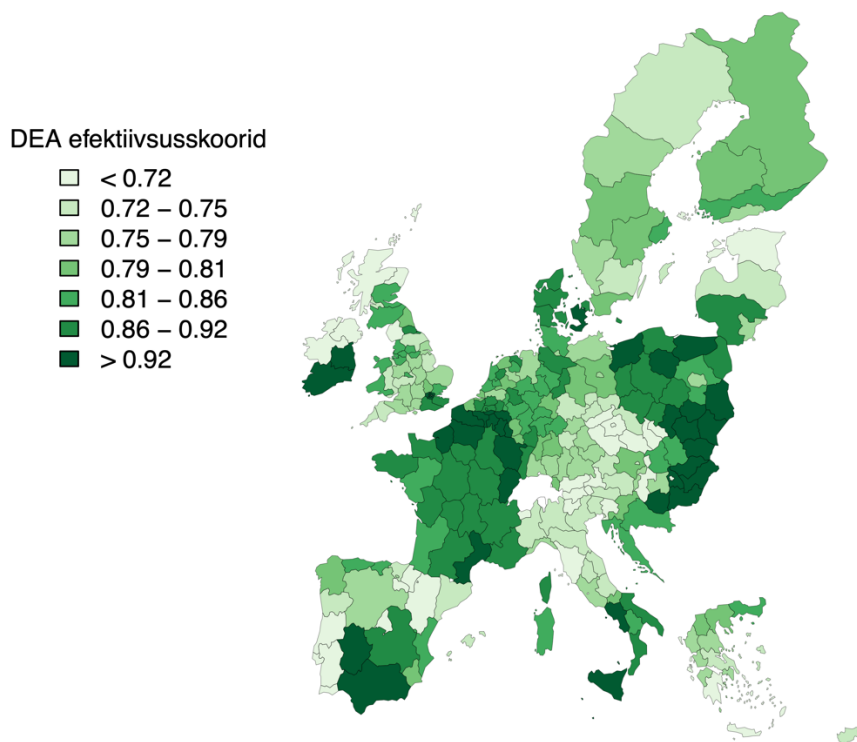
Allikas: Autori koostatud

3. EMPIIRILINE ANALÜÜS

Peatükis tuuakse välja empiirilise analüüsi tulemused nii efektiivsusskooride kui ka efektiivsust mõjutavate tegurite kohta. Efektiivsusskoore analüüsitakse nii regioonide kui ka riikide lõikes. Analüüsi teises osas esitatakse regressioonanalüüsi tulemused keskkonnategurite mõju kohta kolme erineva mudeli puhul. Peatüki lõpus analüüsitakse saadud tulemusi ning tehakse järeldused.

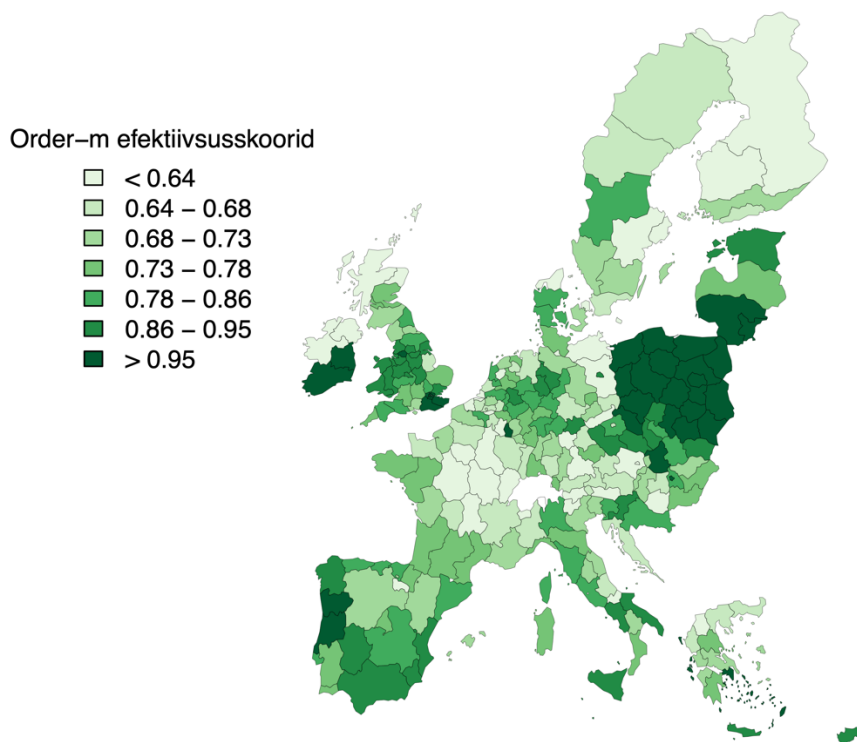
3.1. Efektiivsusskoorid

Joonisel 4 on näha regioonide lõikes DEA varieeruva mastaabiefektiga mudeli efektiivsusskoore. Mida kõrgem skoor, seda efektiivsem regioon on ja seda tumedamalt on regioon kaardil kujutatud. Londoni regioonid ja Iirimaa, mis olid kõige kõrgemate sisendite ja väljunditega GVA ja kapitali poolest, on täielikult efektiivsed. Samuti tuleb esile Prantsusmaa, kus on efektiivsus kõrge üle riigi pea kõigis regioonides. Ka Itaalia ja Hispaania lõuna piirkonnad joonistuvad välja. Üllatavad on Poola, Slovakkia ja Ungari kõrged tulemused, sest üldiselt on leitud, et Ida-Euroopas on efektiivsus pigem madal. Poola regioonid eristusid kui madala lisandväärtuse ja kapitalivaruga, kuid efektiivsuse poolest ollakse kõrgel. Portugal koos Eesti ja Lätiga joonistuvad välja kui vähem efektiivsemate piirkondadega riigid. Nende puhul on ühine nimetaja see, et ollakse Euroopa äärealad. Kesk-Euroopa regioon paistavad välja samuti pigem vähem efektiivsetena. Kõige efektiivsemad ja tootmispiiri moodustavad regioonid on BE32, DK02, HU31, HU32, IE05, IE06, ITG1, PL72, PL81, SK04, UKI3 ja UKI5 regioonid. Kõige väiksema efektiivsusega regioonid on CZ01, SK01, PT15 ja FI20. Kõik efektiivsusskoorid on saadaval töö lisas 2.



Joonis 4. DEA varieeruva mastaabiefekti efektiivsuskoorid NUTS-2 regioonides kaardil.
Allikas: Autori koostatud

Joonisel 5 on toodud *order-m* efektiivsuskoorid, kus *m*-väärtuseks valiti 150. Võrreldes varieeruva mastaabiefektiga mudeliga on vähem väga kõrge efektiivsusega regioone. Suurimad erinevused on näha Prantsusmaa ja Portugali regioonide puhul. Prantsusmaa, mis oli üle kogu riigi suure efektiivsusega, on *order-m* puhul palju madalamate skooridega. Vastupidiselt Prantsusmaale, on Portugal just *order-m* skooride poolest efektiivsem. Poola, Londoni piirkonna regioonide ja Iirimaa skoorid on mõlema mudeli puhul sarnaselt kõrge efektiivsusega. Balti riigid on samuti saanud kõrgemad skoorid, sest teises mudelis olid nad pigem madala efektiivsusega. Mudeli eripärast tulenevalt on loogiline, et tulemused erinevad varieeruva mastaabiefektiga mudeli tulemustest ning kirjeldavad efektiivsust täpsemalt.



Joonis 5. *Order-m* efektiivsuskoorid NUTS-2 regioonides kaardil, $m=150$
Allikas: Autori koostatud

Regioone, kus mõlema lähenemisega arvutatud skoorid olid alla 0,7 väärtuse, oli kokku 10. Nendest 3 regiooni Itaaliast ja Suurbritanniast, kaks Tšehhist ja üks Hispaaniast ja Soomest. Kõrge efektiivsusega piirkondi, kus mõlema lähenemisega skoorid olid üle 0,9 väärtuse, oli 20. Nendest 8 Poolast, 5 Suurbritanniast, 2 Hispaaniast ja Irimaalt, üks Itaaliast ja Slovakkias ning Luksemburg. Seega nende tulemuste põhjal on Poola efektiivsuskooride poolest kõige edukam riik Euroopas. Kõige madalamate skooride poolest ükski riik otseselt ei eristu, kuid Itaalia, Tšehhi ja Suurbritannia üksikud regioonid jäävad teistest maha.

Tabelis 5 on toodud ka mõlema mudeli kirjeldavad statistikud. *Order-m* mudel loeb mõned regioonid superefektiivseks, ehk nende skoor on suurem kui 1, ning käsitleb neid eranditena ja tootmispiirist jäävad nad väljapoole. Seega on *order-m* mudeli puhul suurimaks skooriks 1,16.

Keskmiised tulemused on mõlema mudeli puhul üsna sarnased, kuid minimaalsed skoorid erinevad rohkem. Samuti on tabelis 5 toodud statistikud riikide lõikes, et detailsemalt analüüsida riigisiseseid erinevuseid.

Tabel 5. Efektiivsusskooride kahe erineva mudeli kirjeldav statistika

		DEA (VRS)				<i>Order-m</i>			
	Regioonide arv	Keskmine	Min	Max	SD	Keskmine	Min	Max	SD
Kõik riigid	256	0.81	0.52	1.00	0.09	0.78	0.41	1.16	0.14
Austria	9	0.74	0.70	0.79	0.03	0.66	0.59	0.76	0.05
Belgia	11	0.91	0.80	1.00	0.05	0.68	0.63	0.83	0.06
Küpros	1	0.74	0.74	0.74	0.00	0.95	0.95	0.95	0.00
Tšehhi	8	0.67	0.52	0.74	0.06	0.85	0.63	1.05	0.13
Saksamaa	38	0.80	0.73	0.88	0.04	0.75	0.59	0.93	0.09
Taani	5	0.90	0.87	1.00	0.05	0.72	0.63	0.80	0.07
Eesti	1	0.67	0.67	0.67	0.00	0.91	0.91	0.91	0.00
Kreeka	13	0.75	0.68	0.81	0.04	0.78	0.62	1.02	0.13
Hispaania	16	0.78	0.69	0.93	0.08	0.80	0.63	0.92	0.09
Soome	5	0.76	0.62	0.81	0.07	0.65	0.60	0.71	0.04
Prantsusmaa	22	0.89	0.85	0.98	0.04	0.69	0.59	0.82	0.05
Horvaatia	2	0.84	0.83	0.85	0.01	0.75	0.67	0.82	0.08
Ungari	8	0.88	0.68	1.00	0.12	0.76	0.64	1.04	0.12
Iirimaa	3	0.90	0.71	1.00	0.14	0.84	0.52	1.00	0.23
Itaalia	21	0.77	0.64	1.00	0.09	0.72	0.43	0.93	0.12
Leedu	2	0.83	0.78	0.87	0.05	1.03	0.98	1.09	0.05
Luksemburg	1	0.96	0.96	0.96	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
Läti	1	0.72	0.72	0.72	0.00	0.78	0.78	0.78	0.00
Holland	12	0.82	0.78	0.87	0.03	0.73	0.56	0.86	0.09
Poola	17	0.91	0.77	1.00	0.06	1.04	0.95	1.16	0.06
Portugal	5	0.68	0.61	0.72	0.04	0.87	0.75	1.03	0.11
Rootsi	8	0.77	0.74	0.82	0.03	0.67	0.57	0.82	0.07
Sloveenia	2	0.73	0.67	0.79	0.06	0.85	0.80	0.89	0.04
Slovakkia	4	0.81	0.55	1.00	0.16	0.90	0.72	1.11	0.14
Suurbritannia	41	0.80	0.68	1.00	0.08	0.84	0.41	1.08	0.14

Allikas: Autori arvutused

Mõlema lähenemisega arvatud efektiivsusskooride keskmised tulemused on vastavalt 0,81 varieeruva mastaabiefekti mudeli ja 0,78 *order-m* mudeli puhul, mis tähendab, et keskmiselt võiksid regioonid vähendada sisendeid vastavalt 19% ja 22%, ilma, et väljundi kogus väheneks. Seega on keskmised efektiivsusskoorid pigem kõrged ning viitavad tootmisprotsessis saavutatud efektiivsusele. Suuresti tuleneb see Ida-Euroopa kõrgetest tulemustest, sest just Ungari, Poola ja Slovakkia on kõrgete skooridega.

Kuigi joonistelt 4 ja 5 tundub, et vahed on regioonide vahel suured, siis tegelikult on näiteks varieeruva mastaabiefektiga mudeli skooride puhul alla 0,65 skooriga regioonid kõigest 5. Madalate skooridega regioonides tuleb ebaefektiivsus suures osas tänu sellele, et töötatud tundide arv on kõrge ehk võrreldes teiste regioonidega tehakse sama väljundi saamiseks rohkem tööd. Kõige väiksema skooriga Praha regioon CZ01 on näiteks üldse kõikide regioonide peale kolmas töötatud tundide arvu poolest elaniku kohta. *Order-m* skooride puhul on keskmine skoor samuti üsna kõrge, kuid madalama väärtusega skoorid on veidi rohkem. Alla 0,65 skooriga regioonid on 13 ning alla 0,5 skooriga 3 regiooni. Efektiivsusskooride poolest on kõige efektiivsem riik Poola, kus keskmine skoor oli mõlema mudeli puhul kõige kõrgem, vastavalt 0,91 ja 1,04. Mõlema mudeliga kõrged tulemused saanud riigid olid veel Slovakkia, Iirimaa, Suurbritannia, Luksemburg ja Leedu.

Analüüsidest, kuidas erineb efektiivsus riikide siseselt, on paslik uurida skooride standardhälbeid. Varieeruva mastaabiefektiga mudeli puhul on keskmine hajuvus 0,09. Sellest kõrgema hajuvusega on Itaalia, Ungari, Iirimaa ja Slovakkia. Itaalias on nii täiseffektiivsusega regioonid kui ka regioonid, mille skoor on 0,65 ja 0,64. Ungaris on samuti kaks täielikult efektiivset regiooni, kuid ka 0,68 skooriga pealinna Budapesti regioon. Iirimaa, mis oli suure lisandväärtuse ja kapitalivaruga, jaguneb kolmeks regiooniks, millest kaks on täielikult efektiivsed, kuid kolmas regioon jääb efektiivsuse poolest veidi maha, olles skooriga 0,71. Slovakkias on jällegi pealinna Bukaresti regioon see, mis on selgelt madalama efektiivsusega kui teised kolm Slovakkia regiooni, millest üks on täiseffektiivsusega.

Standardhälve *order-m* skooride puhul on veidi kõrgem 0,14. Kõige suurema hälbega on Iirimaa, kus endiselt on kaks täiseffektiivsusega regiooni, kuid viimane kolmas regioon, on madalama skooriga kui varieeruva mastaabiefektiga mudeli skoor. Lisaks teistele varem mainitud riikidele, on *order-m* skooride poolest suurema varieeruvusega ka Tšehhi, Kreeka ja Suurbritannia.

Suurbritannias on UKM5 ja UKN0 saanud skoorid alla 0,5, mis muudavad riiki ebaühtlasemaks. Kreekas on samuti rohkem regioone alla 0,7 skooriga, mida varieeruva maastaabiga oli vähem.

Vaadates suure regioonide arvuga Saksamaad, siis varieeruva maastaabi mudeli skoorid on väga ühtlasel jaotunud ja jäävad vahemikku 0,73-0,88. Seega üle kogu riigi kasutatakse tootmisprotsessides tehnilisi võimalusi ühtlaselt tõhusalt. *Order-m* skooride jaotus on veidi ebaühtlasem ning skoorid jäävad vahemikku 0,61-0,92. Prantsusmaa kui suure regioonide arvuga regioonide skoorid on kõik suuremad kui 0,85. *Order-m* puhul on näha langust kõikide Prantsusmaa regioonide skoorides, kuid enam vähem sarnases mastaabis, et jäävad vahemikku 0,59-0,82 ehk suuresti ei erine. Itaalia ja Suurbritannia regioonide varieeruvus on veidi kõrgem.

3.2. Välistegurite mõju efektiivsusele

Kuna DEA skooride kasutamine regressioon mudelis tavalisel viisil eeldab mitmete piirangute rakendamist, kasutatakse mõjude hindamiseks De Witte ja Kortelainen (2013) metoodikat. Tulemused on esitatud tabelis 6.

Mõjusid hinnati kolme erineva mudeliga. Esiteks mudel, kus olid kõik regioonid korraga esindatud ning kaks mudelit, milles jagati regioonid lisandväärtus elaniku kohta mediaan väärtuse põhjal rikasteks ja vaesteks regioonideks. Välistegurite mõjude suunda saab antud metoodika järgi hinnata osalise regressiooni graafikute pealt, mis on toodud välja töö lisades 3, 4 ja 5. Kuna arvutamisel kasutati sisendi efektiivsust, tähendab see, et kui graafikutel seletava tunnuse väärtuse kasvades efektiivsuste suhe kasvab, on mõju efektiivsusele ebasoodne. Kategooriliste muutujate puhul tähendab see, et mida suurem on muutuja kohta käiv efektiivsuste suhe, seda ebasoodsam on antud muutuja mõju efektiivsusele. Mõjud hinnati ebaselgeks, kui graafikult ei ilmnenu kindlat trendi.

Kõiki regioone hõlmava mudeli tulemused näitavad, et hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris on regioonide efektiivsusele positiivse mõjuga. Naiste töajõus osalemise määra soodne mõju on küll pigem soodne, aga ei tulnud nii ilmekalt välja kui teadus- ja tehnoloogiasektori hõive mõju. Mõlemad tegurid on statistiliselt olulised. Pealinna asumine regioonis on samuti oluline, kuid graafikutelt ilmneb, et pealinnaga regioonid on vähem efektiivsed võrreldes regioonidega, kus pealinna ei ole.

Tabel 6. Silumisparameetrid ja mõjud

	Silumisparameeter	p-väärtus		Mõju	Efektiivsust suurendab	
Kõik regioonid						
	HRST	2.643	0.000	***	Soodne	Suurem hõive
	Naised	2.086	0.060	*	Pigem soodne	Suurem naiste tööjõus osalemise määr
	Pealinn	0.000	0.003	***	Ebasoodne	Pealinna mitte regioonis asumine > pealinn asub regioonis
	Vaatluste arv	256				
R ²		0.377				
Standardviga		0.104				
Rikkad regioonid						
	HRST	2.148	0.000	***	Pigem soodne	Suurem hõive
	Naised	2.013	0.008	***	Pigem soodne	Suurem naiste tööjõus osalemise määr
	Pealinn	0.008	0.015	**	Ebasoodne	Pealinna mitte regioonis asumine > pealinn asub regioonis
	Vaatluste arv	128				
R ²		0.525				
Standardviga		0.091				
Vaesed regioonid						
	HRST	2.725	0.100		Ebaselge	
	Naised	2.826	0.015	**	Ebaselge	
	Pealinn	0.000	0.095	*	Ebasoodne	Pealinna mitte regioonis asumine > pealinn asub regioonis
	Vaatluste arv	128				
R ²		0.304				
Standardviga		0.114				

Märkused: *** - oluline olulisuse nivool 0,01; ** - oluline olulisuse nivool 0,05; * - oluline olulisuse nivool 0,1. Mõjude suund ilmneb osalise regressiooni graafikute pealt, graafikud on toodud lisades 3, 4, 5. HRST – *human resources in science and technology* ehk teadus- ja tehnoloogiasektoris hõivatute määr.

Allikas: autori arvutused

Rikaste regioonidega mudeli tulemused on sarnased kõiki regioone hõlmava mudeli tulemustele. Naiste tööjõus osalemise määr on väiksema p-väärtusega ning R² on rikaste mudeli puhul samuti kõrgem. Vaeste regioonide tulemused erinevad rohkem. Inimkapital teaduses ja tehnoloogias ei ole statistiliselt oluline, naiste tööjõus osalemise määr on küll oluline, kuid mõju efektiivsusele ei tule graafikult selgelt välja. Pealinna asumine regioonis on sarnaselt teistele mudelitele negatiivse

mõjuga, kuid väiksema p-väärtusega. Samuti on vaeste regioonide R^2 kõige madalam, mis võib viidata sellele, et vaestes regioonides mõjutavad tootmisprotsessi efektiivsust muud faktorid.

Pealinna asumine regioonis on efektiivsusele ebasoodne kõikide mudelite puhul ning oluline vähemalt nivool 0,1. Pealinna regioonidest said 10 regiooni madalama efektiivsuskooori, kui keskmine ning nende hulka kuulusid näiteks Stockholmi, Londoni, Viini, Pariisi ja Brüsseli regioonid, mida iseloomustab kõrge lisandväärtus elaniku kohta. Kuna London on NUTS-2 alusel jagatud mitmeks erinevaks regiooniks, siis suure tõenäosusega võib Londoni regioonides andmete arvestus olla eksitav. Samuti võib reaalsuses muudes regioonides toodetud lisandväärtus olla raporteeritud pealinna regiooni, sest ettevõtete peakontorid on pealinnas.

Naiste tööjõus osalemine on samuti oluline iga mudeli puhul vähemalt 0,1 nivool. Mõju efektiivsusele on soodne kõikide regioonidega mudelis ning rikaste regioonidega mudelis. See vastab ka varasemate uuringute tulemustele, et naiste osalemine tööjõus on majanduskasvule oluline ning antud analüüsist järeldub pigem positiivne mõju ka efektiivsusele. Vaeste regioonidega mudelis on mõju statistiliselt oluline, kuid ebaselge. Võimalik, et vaestes regioonides, kus kapitali on 90% vähem kui rikastes, ei ole veel naiste tööjõus osalemise mõjud suurema väljundi tootmisel esinenud.

Inimkapital teaduses ja tehnoloogias soodustab regiooni tootmisprotsessi efektiivsust kõigi regioonide ja rikaste regioonide mudelis, kuid ei ole statistiliselt oluline vaeste regioonidega mudelis. Tulemused viitavad sellele, et antud muutuja kasutamine teadus- ja arendustegevuse investeeringute asemel oli õigustatud, sest tulemused on sarnased uuringutele, mis kasutasid muutujana investeeringuid. Teadus- ja tehnoloogiasektori hõive positiivne mõju on ootuspärane ja näitab, et teadusesse ja tehnoloogiasse tuleb jätkuvalt investeerida, et saavutada suurem efektiivsus ja majanduskasv. Antud juhul on oluline pidevalt arendada hariduse taset, et oleks piisavate oskustega töötajaid, kes suudaksid teadus- ja tehnoloogiasektoris töötada ja seda arendada.

Tabelis 7 on võrdluseks toodud ka Simari ja Wilsoni (2007) mõjude hindamise meetoodika tulemused. Tuleb märkida, et eraldatavuse tingimus pole suure tõenäosusega täidetud ja tulemused on välja toodud ainult võrdlemise eesmärgil. Negatiivne märk tähendab, et mõju efektiivsusele on soodne. Erinevalt De Witte ja Kortelaineni (2013) meetoodikale, on kõik tegurid iga mudeli puhul olulised. Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris mõjutab tootmisprotsessi efektiivsust positiivselt

kõikide mudelite puhul. Teised kaks muutujat mõjuvad efektiivsusele ebasoodsalt. Kui pealinna asumine regioonis oli ka De Witte ja Kortelainen metoodika puhul ebasoodsa mõjuga, siis naiste tööjõus osalemise määr on Simari ja Wilsoni järgi samuti negatiivse mõjuga ja seda kõikides mudelites.

Tabel 7. Simari ja Wilsoni metoodika tulemused

	Koefitsient	Olulisus
Kõik regioonid		
Vabaliige	0.737	***
HRST	-0.010	***
Naised	0.014	***
Pealinn	0.137	***
Rikkad regioonid		
Vabaliige	0.892	**
HRST	-0.008	**
Naised	0.010	**
Pealinn	0.094	**
Vaesed regioonid		
Vabaliige	0.707	***
HRST	-0.016	***
Naised	0.016	***
Pealinn	0.190	***

Märkused: *** - oluline olulisuse nivool 0,01, ** - oluline olulisuse nivool 0,05, * - oluline olulisuse nivool 0,1. Negatiivne märk tähendab, et mõju on efektiivsusele soodne.

Allikas: Autori arvutused

3.3. Järeldused ja arutelu

Kirjeldavast statistikast tuli ilmekalt välja, et Ida-Euroopas on selgelt vähem kapitali elaniku kohta, kui Lääne-Euroopas. Samuti on lisandväärtus elaniku kohta Ida-Euroopas madalam, mis näitab, et füüsiline kapital on endiselt oluline, et rohkem lisandväärtust luua. Kapitali vähesuse tõttu on piirkonnas ka kõrgem töötatud tundide arv elaniku kohta. Efektiivsusskooride poolest, aga Ida-Euroopa maha ei jäänud, vaid oli isegi üllatavalt kõrgete näitajatega. See tähendab, et kuigi antud piirkonnas on füüsilist kapitali vähe, siis suudetakse vähese kapitaliga võimalikult palju väljundit toota või kasutatakse füüsilise kapitali asemel rohkem inimkapitali, mis on loogiline, sest

majandus liigub suuresti teenindussektori põhiseks, kus on füüsilisel kapitalil väiksem osakaal. Samuti leidis Gómez-Tello et al. (2020), et vaesemad regioonid on liikunud EL-i keskmisele tootlikkusele lähemale ning Ramajo ja Hewingsi (2018) järgi liiguvad Euroopa regiooniga iga aastaga tootmispiirile aina lähemale. Seega ei ole suur kapitalivaru tingimata eelduseks efektiivse tootmisprotsessi loomisel ning võimalus efektiivselt tegutseda on olemas ka vaesematel regioonidel.

Efektiivsusskoorid kaartidel joonistel 4 ja 5 viitavad küll sellele, et Euroopa regioonide vahel on suured vahed, kuid keskmised skoorid nii varieeruva mastaabiefekti kui ka *order-m* mudeli puhul on pigem kõrgemad, kui oleks võinud kirjandusest loetu põhjal eeldada. Mahajäävaid ehk madalama skooriga regioone ei olnud samuti üleliia palju, mis tegelikult näitab, et Euroopas on tootmine pigem tõhus. Oodatult on suurima efektiivsusega endiselt Londoni piirkonna regioonid ning Suurbritannia välja astumine Euroopa Liidust võib konkurentsivõimet globaalsel turul vähendada, olenevalt sellest, millised kokkulepped lõpuks saavutatakse. Üllatava tulemusena on kõrge efektiivsusega, ja seda üle kogu riigi, Poola, mis näitab ilmekalt, et vähese kapitali hulgaga on võimalik saavutada efektiivsus.

Riigisisese efektiivsuse varieeruvuse analüüsis selgus, et enamikes riikides ei ole vahed regioonide vahel ülemäära suured. Seda isegi suure regioonide arvuga riikide nagu Saksamaa ja Prantsusmaa puhul. Mõningad probleemid esinesid Itaalia ja Tšehhiga, kus varieeruvus skooride vahel oli keskmisest kõrgem ning mõlemas riigis oli regioone, mis jäid kõige madalama efektiivsusega regioonide hulka. Kuna Tšehhi jäi teistest Kesk- ja Ida-Euroopa riikidest efektiivsuse poolest maha, tuleks täiendavalt analüüsida, miks ei ole Tšehhi suutnud piisaval tasemel suunata investeeringuid tootmise efektiivsuse parandamiseks ning üle vaadata Euroopa Liidu fondidest saadavate toetuste kasutus. Kuna üldjoontes ei olnud riigisisest suuri varieeruvusi, saab seda seostada positiivse regionaalpoliitika mõjuga, millega on aidatud vähem arenenud piirkondi järele.

Efektiivsust mõjutavate kolme keskkonnateguri analüüs näitas, et hõive teadus- ja tehnoloogia-sektoris soodustab efektiivsuse kasvu. Tulemused on kooskõlas varasemate uuringute tulemustega. Sarnase mõjuga on investeeringud teadus- ja arendustegevusse, mis tuli välja kirjandusest ning mida tavapäraselt tootlikkuse analüüsid kasutatakse. Efektiivsust suurendavad uued tehnoloogiad nii tootmisel kui teenuste osutamisel, olgu selleks siis nutikamad süsteemid

tehastes või tegevuste automatiseerimine teenindussektoris peamiselt tänu IKT abile. Espinoza *et al.* (2020) järgi on uued IKT tehnoloogiad seotud IoT ja AI-ga, mille mõju tootlikkusele, nende prognooside baasil, on lähiaastatel kasvavas trendis. Nimetatud uued tehnoloogiad töötatakse välja just teadus- ja tehnoloogiasektoris, mis tänapäeval on saanud aina suurema avalikkuse huvi osaliseks ning omavad riikide majanduses aina suuremat tähtsust. Et tagada jätkuvalt suurenev hõive nendest sektorites, on oluline toetada haridust, sest vajalik on kvaliteetse oskusteabega spetsialistide olemasolu, kes suudaksid jätkata uute tehnoloogiate arendust. Kindlasti peab tagama, et spetsialistide puudus ei hakkaks pidurdama antud sektorite arengut, sest vastasel juhul kannatab ka efektiivsus ja majanduskasv ning teised suured riigid nagu USA ja Hiina liiguvad eest ära. Selle jaoks on oluline koostöö Euroopa Liidu regioonide vahel, et vahetada kogemusi ja teadmisi hariduse edendamisel ning samuti jagada oskusteavet teadus- ja tehnoloogiasektoris läbi konverentside ja riikidevaheliste koostööde. Samas tuleb tähele panna seda, et ka teised sektorid areneksid edasi ning investeringud liiguksid ka mujale, sest majanduse efektiivseks toimimiseks on vaja kõikide sektorite koostöö. Mačiulytė-Šniukienė ja Gaile-Sarkane (2014) näiteks leidsid, et IKT sektoris kommunikatsioonitehnoloogia areng ei suurenda enam suurel määral tootmise efektiivsust, mis on hea näide, miks tuleb investeringuid suunata ka muudesse valdkondadesse.

Tulemused naiste tööjõus osalemise määra kohta näitasid samuti soodsat mõju efektiivsusele, mida on kirjanduses selgitatud sellega, et mitmekesisem töökeskkond suurendab ideede genereerimist ning innovaatilist mõtlemist. Mõju ei ilmnenu nii selgelt kui teadus- ja tehnoloogiasektori hõive mõju, kuid trend oli siiski eristatav. Samas olid Simari ja Wilsoni (2007) meetodikaga, mille puhul eraldatavuse eeldus ei ole suure tõenäosusega täidetud, tulemused vastupidised ja näitasid hoopis ebasoodsat mõju efektiivsusele, mis mingil määral toetab De Witte ja Kortelaineni (2013) meetodikaga leitud ebaselgemaid mõjusid naiste tööjõus osalemise määra kohta. Kui majandus liigub rohkem teenindussektori poole, saavad oluliseks sotsiaalsed oskused ja kommunikatsioon inimeste vahel. Mitmekesine töökeskkond, mis tähendab võrdset meeste ja naiste arvu, soodustab diskussiooni tekkimist ning detailsemat analüüside läbi viimist, mis suurendab nutikamate lahenduste kasutusele võtmist ning seega efektiivsemat tegutsemist. Naiste tööjõus osalemise määra juures tuleb siiski arvestada ka rahvastiku kasvu aspekti, mis tähendab, et olemas peaks olema kindel piirmäär, kui palju naisi saab korraga olla hõivatud tööga, ilma, et see hakkaks negatiivselt mõjuma sündimusele. See aga on eraldi teema, mis ei jää antud magistr töö piiridesse ning vajab eraldi analüüsi.

Viimaseks teguriks oli pealinna asumine regioonis, mis kõikide mudelite puhul näitas, et pealinnas mitte asuvad regioonid on efektiivsemad kui pealinnaga regioonid. Erinevaid põhjused sellise tulemuse ilmnemisel on analüüsitud 3.2 peatükis. Selle tulemuse alusel saab järeldada, efektiivsuse saavutamiseks ei pea ettevõtteid tingimata asuma või liikuma oma tegevusega pealinna ning saavad edu saavutada ka keskusest eemal. Samuti viitab see sellele, et suured keskused ei asu ainult pealinnade ümber ja suurtes riikides nagu Saksamaa, Prantsusmaa ja Hispaania, on lisaks pealinnale mitu suuremat keskust ning pealinn kui selline ei ole niivõrd eriline. Täiendavalt näitab pealinna regioonidest eemal vähesema kapitalivaruga tingimustes efektiivsuse saavutamine, et füüsiline kapital ei ole nii suure tähtsusega, et toota või teenust osutada efektiivselt, sest tööstussektori osakaal on jäänud väiksemaks.

Mõjude analüüsis käsitleti kolme mudelit, millest üks oli vaeste regioonidega mudel. Antud mudeli tulemused näitasid, et inimressurss teadus- ja tehnoloogiasektoris ja naiste tööjõus osalemise määr ei olnud kas statistiliselt oluline või ei tulnud mõju suund selgelt välja. See võib tähendada, et vaeste regioonide efektiivsust mõjutavad teised tegurid ning nende jaoks oleks vaja eraldi analüüsi. Kuna Euroopas on väga erineva ajaloolise taustaga riike, on võimalik, et mõningad riigid, mis kuulusid varasemalt näiteks Nõukogude Liitu, ei ole veel jõudnud sellisele arengutasemele võrreldes Vana Euroopa riikidega ning nendes mõjutavad tootmisprotsessi efektiivsust veel muud tegurid.

Tulemuste tõlgendamisel tuleb arvesse võtta ka andmeraja meetoodika olemust. Meetoodika järgi luuakse empiiriliste andmete põhjal üks tootmispriir, mille kaudu hinnatakse regioonide efektiivsust vastavalt sellele, kui kaugel regioon tootmispriirist asub. Tulenvalt tootmispriiri konstrueerimise eripärast, saavad väga kõrgete ja väga madalate sisend-väljund väärtustega regioonid kõrge efektiivsuskooeri, mis ei pruugi olla absoluutne tõde tootmise efektiivsuse kohta ning tulemusi tuleb tõlgendada seda arvesse võttes. Londoni piirkonna regioonid, mis olid kirjeldavas statistikas välja toodud näitajate poolest teistest regioonidest suurelt eest ära, loetakse selle meetoodika põhjal täielikult efektiivseks. Antud töö tulemustes kõige kõrgemaid efektiivsuskooeri saanud Poola regioonid eristusid, kui kõige madalamate näitajatega sisendite ja väljundite poolest.

Teine kitsendus andmeraja meetoodika puhul on empiiriliste andmete kasutamine tootmispriiri konstrueerimisel. See tähendab, et andmete kogumise meetoodikad on väga olulised, sest vead või

valesti sisestatud andmed mõjutavad kohe efektiivsuskooride suuruseid. Väiksemate regioonide puhul võib tihti juhtuda seda, et näiteks elatakse ühes regioonis, kuid töötatakse teises, mis kohe muudab tulemusi ühe või teise regiooni kasuks. Näiteks London on jagatud mitmeks väikseks regiooniks ning mitmed Euroopa riikide pealinnade regioonid on omaette väiksed regioonid, kus tihti võib elukoht ja töökoht jääda erinevate regioonide piiridesse.

Analüüsi üheks sisendiks oli kapitalivaru, mille väärtusi otse andmebaasidest regioonide kohta kätte ei saa, vaid tuli välja arvutada, tehes selleks kindlad eeldused, mis tähendab, et kapitalivaru on hinnanguline väärtus. Antud töös kasutati üsna lihtsat lähenemist kapitalivaru arvutamiseks, mis võib tulemusi mõjutada. Näiteks eristusid Ida-Euroopa regioonid, kui väga madala kapitalivaruga piirkonnad ning selle tõttu said nad andmeraja analüüsis kõrged efektiivsuskoorid. Võimalik, et kapitalivaru suurused on Ida-Euroopas alahinnatud ning täpsemaks analüüsiks, tuleks kapitalivaru hinnata ka detailsemate lähenemistega, nagu pakkus välja Cambridge Econometrics (2020).

KOKKUVÕTE

Selleks, et säilitada globlaane konkurentsivõime, on oluline, et Euroopa toimib ühtlaselt ja kasutab tootlikkuse suurendamiseks kõige paremat kättesaadavat tehnoloogiat. Selle jaoks on oluline saada täpne ülevaade hetkeolukorrast, sest ühing on täpselt nii tugev, kui on selle kõige nõrgem liige. Käesolevas magistritöös hinnati Euroopa regioonide tootmisprotsessi suhtelist efektiivsust kasutades andmeid 256 NUTS-2 klassifikatsiooni regiooni kohta. Töös kasutati regioonide tõhususe võrdlemiseks suhtelist efektiivsust, lisaks hinnati, kuidas kolm keskkonna tegurit tootmise efektiivsust mõjutavad.

Kui tavapäraselt kasutatakse tootlikkuse hindamisel *growth accounting* meetodikat, siis käesolev töö kasutab regioonide efektiivsuse hindamiseks andmeraja analüüsi (DEA), mis võimaldab olemasolevate andmete põhjal hinnata, milline on parim võimalik saavutatav sisendite ja väljundite kombinatsioon ning selle alusel võrrelda kui kaugele teised regioonid sellest jäävad. Seega on töö üheks väärtuseks alternatiivse lähenemisega efektiivsuse hindamine Euroopa regioonides.

Arvutati välja nii varieeruva mastaabiefektiga kui ka *order-m* efektiivsusskoorid. Töö empiirilise osa teises osas uuriti, kuidas mõjutavad efektiivsusskoore kolm keskkonnategurit. Hinnatud teguriteks olid pealinna asumine regioonis, inimkapital teaduses ja tehnoloogias ning naiste tööjõus osalemise määr. Kuivõrd efektiivsusskooride otsene kasutamine regressioonanalüüsis on statistiliselt vale, kasutati mõjude hindamiseks ja tõlgendamiseks De Witte ja Kortelaineni (2013) meetodikat.

DEA analüüsiga leitud efektiivsusskoorid oli oodatust kõrgemate keskmiste väärtustega ning madalama väärtustega regioone ei olnud suurel määral. Samuti ei erinenud skoorid riigisiselt palju ning ainult üksikud riigid oli suurema varieeruvusega. Mõjude hindamise tulemused näitasid, et efektiivsusele mõjuvad soodsalt hõive teadus- ja tehnologiasektoris ning naiste tööjõus osalemise määr, mis on kooskõlas teiste uuringutega. Regioonid, milles ei asu pealinn, olid samas

efektiivsemad kui pealinnadega regioonid, mis viitab sellele, et kogu tegevus ei koonu ainult pealinna keskuse ümber. Samuti näitab see, efektiivsus on võimalik saavutada ka riigi pealinnast eemal. Vaeste regioonide kohta tehtud mudelist ei tulnud kahe keskkonnateguri mõjud selgelt välja, mis võib tähendada, et neid regioone mõjutavad veel muud tegurid.

Tulemustest saab järeldada, et Euroopas on saavutatud üsna kõrge keskmine efektiivsuse tase ning regioonide vahel ei esine liialt suuri erinevusi. Selle hoidmiseks ning globaalsel turul konkurentsivõime säilitamiseks, on vajalik pidev investeerimine haridusse ja koostöö riikide vahel, et toetada teadus- ja tehnoloogiasektorit, mis töötavad selle nimel, et uued tehnoloogiad valmiks ning jõuaksid kasutusse. Haridus on oluline, et oleks piisavalt oskusteabega spetsialiste, kes suudavad aina kõrgemate nõudmistega teadus- ja tehnoloogiasektoris hakkama saada ja seal väärtust luua.

Töö tulemuste tõlgendamisel peab arvesse võtma andmeraja meetodika eripärasid, mis annavad väga kõrgete ja väga madalate sisend-väljund kombinatsioonidega regioonidele kõrged skoorid, mis ei pruugi väljendada teglikkust. Näiteks Ida-Euroopa oodatust kõrgemad tulemused. Lisaks oli andmeraja analüüsis üheks sisendiks kapitalivarude, mida ei võetud otse andmebaasist, vaid arvutati välja ühe kindla lähenemisega. Kapitalivarude väärtused võivad erineda vastavalt valitud arvutusmeetodikale ning eeldustele, mida tehti. Seega võivad efektiivsusskooride tulemused erineda käesoleva töö tulemustest, kui kasutatakse näiteks detailsemat kapitalivarude arvutusmeetodikat. Samuti mõjutavad töö tulemusi väikese pindalaga regioonid, mille puhul võib andmete kogumise meetodika anda vale indikatsiooni regioonis reaalselt toimuvale ning seega otseselt mõjutada efektiivsusskoore.

Töö käigus ilmnisid edasist uuringut vajavad teemad. Täiendavalt vajavad analüüsimist veel vaeste regioonide efektiivsust mõjutavad tegurid, sest magistriltööst selgus, et neid regioone mõjutavad muud tegurid, kui antud töös käsitletud keskkonnategurid. Samuti tasub uurida, kuidas mõjutavad Euroopa fondidest saadud toetused efektiivsust Euroopa regioonides, et hinnata toetuste mõju.

SUMMARY

PRODUCTION EFFICIENCY IN EUROPEAN REGIONS

Kristjan-Eric Lääne

The objective of this research was to estimate production efficiency of European regions using data envelopment analysis (DEA) for 256 NUTS2 regions. Furthermore, the impact of three external variables on efficiency scores was evaluated. DEA uses empirical data to estimate best available production frontier against which all other regions are compared with to calculate efficiency scores. Two different models were used to estimate efficiency – variable returns to scale and order-m model. The impact of three external variables were estimated using De Witte and Kortelainen (2013) methodology. Three external variables were: whether the capital city is in the region, human resources in science and technology and women participation rate in labour.

Estimated production efficiency scores were surprisingly higher than expected. What is more, there were only a small number of regions that are lagging behind. Moreover, scores did not differ within countries and only a few countries had more variance than average. Impact estimation of external variables showed that human resources in science and technology and women participation rate in labour have favourable effect to efficiency. Regions that do not have the capital city in region are more efficient than regions that have the capital city.

Results demonstrate that European regions have achieved high average production efficiency. In addition, there does not seem to be huge differences between regions in respect of efficiency. To maintain the high level of efficiency and global competitiveness, Europe must continue to invest in education and collaborate with other countries to support science and technology sectors which are important in developing new production technologies. Education on the other hand, is crucial for supplying these sectors with qualified labour force to further develop these sectors.

There are few restrictions assessing the results of this research. Results should be interpreted with caution as the specifics of frontier analysis could lead to high efficiency scores for regions with very low or high output-input combination values. One input for DEA is capital stock that is calculated here using only one possible approach. Using other, more detailed approaches, will result in different efficiency scores, than reported in this paper. Furthermore, regions with small areas can be misleading and give wrong indication about real situation in the region.

Topics for further reasearch also arised from discussion in this paper. Poor regions must be further analysed in terms of external variables that impact efficiency as in this paper no solid effect of these variables was found. What is more, it would be interesting to study the impact of the funding of European funds on efficiency.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- ARDECO (2021). ROIGT: Gross Fixed Capital Formation at constant prices (Capital Formation). [Online]. Kättesaadav: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial/ardeco-online_en, 9.03.2021.
- ARDECO (2021). ROVGE: GVA at constant prices (Domestic Product). [Online]. Kättesaadav: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial/ardeco-online_en, 9.03.2021.
- ARDECO (2021). RNLHT: Total Hours Worked (Labour Market). [Online]. Kättesaadav: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial/ardeco-online_en, 9.03.2021.
- Agostino, M., Di Tommaso, M. R., Nifo, A., Rubini, L., Trivieri, F. (2020). Institutional quality and firms' productivity in European regions. *Regional Studies*, 54, 1275-1288.
- Atkinson, D.R. (2018) How ICT Can Restore Lagging European Productivity Growth *Information Technology & Innovation Foundation*.
- Bădin, L., Daraio, C., Simar, L. (2012). Explaining Inefficiency in Nonparametric Production Models: The State of the Art. *Annals of Operations Research*, 214, 5–30.
- Behr, A. (2015). *Production and Efficiency Analysis with R*. New York: Springer International Publishing Switzerland
- Beugelsdijk, S., Klasing, M. J., Milionis, P. (2018) Regional economic development in Europe: the role of total factor productivity. *Regional Studies*, 52, 461–476.
- Bogetoft, P., Otto, L. (2011) . *Benchmarking with DEA, SFA and R*. New York: Springer Science+Business Media.
- Cambridge Econometrics. (2020). Regional capital stock estimates –Methodological note. Kättesaadav: <http://www.camecon.com/wp-content/uploads/2020/02/2020-02-19-Regional-capital-stock-methodology.pdf>, 03.02.2021.
- Capello, R., Lenzi, C. (2015) Knowledge, Innovation and Productivity Gains across European Regions. *Regional Studies*, 49, 1788–1804.
- De Witte, K., Kortelainen, M. (2013). What explains the performance of students in a heterogeneous environment? Conditional efficiency estimation with continuous and discrete environmental variables. *Applied Economics*, 45, 2401–2412.
- Di Bernardino, C., D'Ingiullo, D., Sarra, A. (2017) Distributive trade and regional productivity growth. *The Service Industries Journal*, 37, 13–14.

- Daraio, C., Simar, L., Wilson, P. (2011). Testing whether two-stage estimation is meaningful in non-parametric models of production. *LIDAM Discussion Papers*, 2010031. Universita catholique de Louvain, Institute of Statistics, Biostatistics and Actuarial Sciences.
- Enflo, K., Hjertstrand, P. (2009) Relative Sources of European Regional Productivity Convergence: A Bootstrap Frontier Approach. *Regional Studies*, 43, 643–659.
- Espinoza, H., Kling, G., McGroarty, F., O’Mahony, M., Ziouvelou, X. (2020). Estimating the impact of the Internet of Things on productivity in Europe. *Heliyon*, 6.
- Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1059/2003, 26. mai 2003, millega kehtestatakse ühine statistiliste territoriaalüksuste liigitus (NUTS).
- Eurostat (2021). HRST_ST_RCAT: HRST by category and NUTS 2 regions (Science and technology). Kättesaadav: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hrst_st_rcat/default/table?lang=en, 10.03.2021.
- Eurostat (2021). LFST_R_LFP2ACTRT: Economic activity rates by sex, age and NUTS 2 regions (%) (Population and social conditions). Kättesaadav: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfst_r_lfp2actrt/default/table?lang=en, 10.03.2021.
- Faiña, A., Lopez-Rodriguez, J., Montes-Solla, P. (2020). European Union regional policy and development in Spain: capital widening and productivity stagnation over 1989–2010. *Regional Studies*, 54, 106–119.
- Filippetti, A., Peyrache, A. (2015) Labour Productivity and Technology Gap in European Regions: A Conditional Frontier Approach. *Regional Studies*, 49, 532–554.
- Fratesi, U., Rodríguez-Pose, A. (2016). The crisis and regional employment in Europe: What role for sheltered economies? *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*, 9, 33–55.
- Gordon, R. J., Sayed, H. (2020). Transatlantic Technologies: The Role of ICT in the Evolution of U.S. and European Productivity Growth. *National Bureau of Economic Research Working papers*, No. 27425.
- Gómez-Tello, A., Murgui-García, M-J., Sanchis-Llopis, M-T. (2020). Exploring the recent upsurge in productivity disparities among European regions. *Growth and Change*, 00, 1–26.
- Guillamónm M.D.,Cuadrado-Ballesteros, B. (2021) Is transparency a way to improve efficiency? An assessment of Spanish municipalities, *Regional Studies*, 55, 221-233.
- Klasen, S., Lamanna, F. (2009). The Impact of Gender Inequality in Education and Employment on Economic Growth: New Evidence for a Panel of Countries. *Feminist Economics*, 15, 91–132.

- Kounetas, K., Napolitano, O. (2018). Modeling the incidence of international trade on Italian regional productive efficiency using a meta-frontier DEA approach. *Economic Modelling*, 71, 45–58.
- Lavenko, N., Oja, K., Staehr, K. (2019). Total factor productivity growth in Central and Eastern Europe before, during and after the global financial crisis. *Post-Communist Economies*, 31 (2), 137–160.
- Mačiulytė-Šniukienė, A., Gaile-Sarkane, E. (2014). Impact of Information and Telecommunication Technologies Development on Labour Productivity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 1271–1282.
- McCann, P. (2018). The trade, geography and regional implications of Brexit. *Papers in Regional Science*, 97, 3–8.
- Morris, D., Vanino, E., Corradini, C. (2019). Effect of regional skill gaps and skill shortages on firm productivity. *Environment and Planning*, 52, 933–952.
- Männasoo, K., Hein, H., Ruubel, R. (2018). The contributions of human capital, R&D spending and convergence to total factor productivity growth. *Regional Studies*, 52 (12), 1598–1611.
- Pariboni, R., Tridico, P. (2019). Structural change, institutions and the dynamics of labor productivity in Europe. *Journal of Evolutionary Economics*, 30, 1275-1300.
- Percoco, M. (2017). Impact of European Cohesion Policy on regional growth: does local economic structure matter? *Regional Studies*, 51, 833–843.
- Prince, S. (2010). Women: Most Underused Resource in Japan. *Economy, Culture & History Japan Spotlight Bimonthly*, 29, 19–21.
- Racine, J., Hayfield, T. (2020). Package 'np'. Kättesaadav: <https://cran.r-project.org/web/packages/np/np.pdf>, 08.04.2021.
- Ramajo, J., J. D. Hewings, G. (2018). Modelling regional productivity performance across Western Europe. *Regional Studies*, 52, 1372-1387.
- Rogge, N. (2019). Regional productivity growth in the EU since 2000: something is better than nothing. *Empirical Economics*, 56, 423–444.
- Sanso-Navarro, M., María Vera-Cabello, M. (2018) The long-run relationship between R&D and regional knowledge: the case of France, Germany, Italy and Spain, *Regional Studies*. 52, 619–631.
- Skare, M., Rabar, D. (2014). Regional efficiency assessment using dea window analysis. *Economic computation and economic cybernetics studies and research / Academy of Economic Studies*, 48, 39–61.

- Simar, L., Wilson, W.P. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136, 31–64.
- Simm, J., Besstremyannaya, G. (2020). Package 'rDEA'. Kättesaadav: <https://cran.r-project.org/web/packages/rDEA/rDEA.pdf>, 18.03.2021.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39, 312–320.
- Tsekeris, T., Papaioannou, S. (2018) Regional determinants of technical efficiency: evidence from the Greek economy, *Regional Studies*, 52, 1398-1409.
- Van Ark, B. (2015). From Mind the Gap to Closing the Gap. Avenues to Reverse Stagnation in Europe through Investment and Productivity Growth. *European Commission Directorate General Economic and Financial Affairs Discussion Paper*, No. 006.
- Williamson, J.G. (1965). Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of Patterns. *Economic Development and Cultural Change*, 13, 3–47.

LISAD

Lisa 1. Regioonid

AT11	Burgenland (AT)	DEE0	Sachsen-Anhalt	FRM0	Corse	PL82	Podkarpackie
AT12	Niederösterreich	DEF0	Schleswig-Holstein	HR03	Jadranska Hrvatska	PL84	Podlaskie
AT13	Wien	DEG0	Thüringen	HR04	Kontinentalna Hrvatska	PL91	Warszawski stoleczny
AT21	Kärnten	DK01	Hovedstaden	HU11	Budapest	PL92	Mazowiecki regionalny
AT22	Steiermark	DK02	Sjælland	HU12	Pest	PT11	Norte
AT31	Oberösterreich	DK03	Syddanmark	HU21	Közép-Dunántúl	PT15	Algarve
AT32	Salzburg	DK04	Midtjylland	HU22	Nyugat-Dunántúl	PT16	Centro (PT)
AT33	Tirol	DK05	Nordjylland	HU23	Dél-Dunántúl	PT17	Área Metropolitana de Lisboa
AT34	Vorarlberg	EE00	Eesti	HU31	Észak-Magyarország	PT18	Alentejo
BE10	Région de Bruxelles-Capitale / Brussels Hoofdstedelijk Gewest	EL30	Attiki	HU32	Észak-Alföld	SE11	Stockholm
BE21	Prov. Antwerpen	EL41	Voreio Aigaio	HU33	Dél-Alföld	SE12	Östra Mellansverige
BE22	Prov. Limburg (BE)	EL42	Notio Aigaio	IE04	Northern and Western	SE21	Småland med öarna
BE23	Prov. Oost-Vlaanderen	EL43	Kriti	IE05	Southern	SE22	Sydsverige
BE24	Prov. Vlaams-Brabant	EL51	Anatoliki Makedonia , Thraki	IE06	Eastern and Midland	SE23	Västsverige
BE25	Prov. West-Vlaanderen	EL52	Kentriki Makedonia	ITC1	Piemonte	SE31	Norra Mellansverige

BE31	Prov. Brabant wallon	EL53	Dytiki Makedonia	ITC2	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	SE32	Mellersta Norrland
BE32	Prov. Hainaut	EL54	Ipeiros	ITC3	Liguria	SE33	Övre Norrland
BE33	Prov. Liège	EL61	Thessalia	ITC4	Lombardia	SI03	Vzhodna Slovenija
BE34	Prov. Luxembourg (BE)	EL62	Ionia Nisia	ITF1	Abruzzo	SI04	Zahodna Slovenija
BE35	Prov. Namur	EL63	Dytiki Ellada	ITF2	Molise	SK01	Bratislavský kraj
CY00	Kypros	EL64	Stereia Ellada	ITF3	Campania	SK02	Západné Slovensko
CZ01	Praha	EL65	Peloponnisos	ITF4	Puglia	SK03	Stredné Slovensko
CZ02	Strední Čechy	ES11	Galicia	ITF5	Basilicata	SK04	Východné Slovensko
CZ03	Jihozápad	ES12	Principado de Asturias	ITF6	Calabria	UKC1	Tees Valley and Durham
CZ04	Severozápad	ES13	Cantabria	ITG1	Sicilia	UKC2	Northumberland and Tyne and Wear
CZ05	Severovýchod	ES21	País Vasco	ITG2	Sardegna	UKD1	Cumbria
CZ06	Jihovýchod	ES22	Comunidad Foral de Navarra	ITH1	Provincia Autonoma di Bolzano/Bozen	UKD3	Greater Manchester
CZ07	Strední Morava	ES23	La Rioja	ITH2	Provincia Autonoma di Trento	UKD4	Lancashire
CZ08	Moravskoslezsko	ES24	Aragón	ITH3	Veneto	UKD6	Cheshire
DE11	Stuttgart	ES30	Comunidad de Madrid	ITH4	Friuli-Venezia Giulia	UKD7	Merseyside
DE12	Karlsruhe	ES41	Castilla y León	ITH5	Emilia-Romagna	UKE1	East Yorkshire and Northern Lincolnshire
DE13	Freiburg	ES42	Castilla-la Mancha	ITI1	Toscana	UKE2	North Yorkshire
DE14	Tübingen	ES43	Extremadura	ITI2	Umbria	UKE3	South Yorkshire
DE21	Oberbayern	ES51	Cataluña	ITI3	Marche	UKE4	West Yorkshire
DE22	Niederbayern	ES52	Comunidad Valenciana	ITI4	Lazio	UKF1	Derbyshire and Nottinghamshire
DE23	Oberpfalz	ES53	Illes Balears	LT01	Sostines regionas	UKF2	Leicestershire, Rutland and Northamptonshire

DE24	Oberfranken	ES61	Andalucía	LT02	Vidurio ir vakaru Lietuvos regionas	UKF3	Lincolnshire
DE25	Mittelfranken	ES62	Región de Murcia	LU00	Luxembourg	UKG1	Herefordshire, Worcestershire and Warwickshire
DE26	Unterfranken	FI19	Länsi-Suomi	LV00	Latvija	UKG2	Shropshire and Staffordshire
DE27	Schwaben	FI1B	Helsinki-Uusimaa	NL11	Groningen	UKG3	West Midlands
DE30	Berlin	FI1C	Etelä-Suomi	NL12	Friesland (NL)	UKH1	East Anglia
DE40	Brandenburg	FI1D	Pohjois- ja Itä-Suomi	NL13	Drenthe	UKH2	Bedfordshire and Hertfordshire
DE50	Bremen	FI20	Åland	NL21	Overijssel	UKH3	Essex
DE60	Hamburg	FR10	Île de France	NL22	Gelderland	UKI3	Inner London - West
DE71	Darmstadt	FRB0	Centre - Val de Loire	NL23	Flevoland	UKI4	Inner London - East
DE72	Gießen	FRC1	Bourgogne	NL31	Utrecht	UKI5	Outer London - East and North East
DE73	Kassel	FRC2	Franche-Comté	NL32	Noord-Holland	UKI6	Outer London - South
DE80	Mecklenburg-Vorpommern	FRD1	Basse-Normandie	NL33	Zuid-Holland	UKI7	Outer London - West and North West
DE91	Braunschweig	FRD2	Haute-Normandie	NL34	Zeeland	UKJ1	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire
DE92	Hannover	FRE1	Nord-Pas-de-Calais	NL41	Noord-Brabant	UKJ2	Surrey, East and West Sussex
DE93	Lüneburg	FRE2	Picardie	NL42	Limburg (NL)	UKJ3	Hampshire and Isle of Wight
DE94	Weser-Ems	FRF1	Alsace	PL21	Malopolskie	UKJ4	Kent
DEA1	Düsseldorf	FRF2	Champagne-Ardenne	PL22	Slaskie	UKK1	Gloucestershire, Wiltshire and Bristol/Bath area
DEA2	Köln	FRF3	Lorraine	PL41	Wielkopolskie	UKK2	Dorset and Somerset
DEA3	Münster	FRG0	Pays-de-la-Loire	PL42	Zachodniopomorskie	UKK3	Cornwall and Isles of Scilly

DEA4	Detmold	FRH0	Bretagne	PL43	Lubuskie	UKK 4	Devon
DEA5	Arnsberg	FRI1	Aquitaine	PL51	Dolnoslaskie	UKL1	West Wales and The Valleys
DEB1	Koblenz	FRI2	Limousin	PL52	Opolskie	UKL2	East Wales
DEB2	Trier	FRI3	Poitou- Charentes	PL61	Kujawsko- Pomorskie	UKM 5	North Eastern Scotland
DEB3	Rheinhesen- Pfalz	FRJ1	Languedoc - Roussillon	PL62	Warminsko- Mazurskie	UKM 6	Highlands and Islands
DEC0	Saarland	FRJ2	Midi- Pyrénées	PL63	Pomorskie	UKM 7	Eastern Scotland
DED2	Dresden	FRK1	Auvergne	PL71	Lódzkie	UKM 8	West Central Scotland
DED4	Chemnitz	FRK2	Rhône- Alpes	PL72	Swietokrzyskie	UKM 9	Southern Scotland
DED5	Leipzig	FRL0	Provence- Alpes-Côte d'Azur	PL81	Lubelskie	UKN 0	Northern Ireland (UK)

Lisa 2. DEA varieeruva mastaabiefekti ja *order-m* mudeli skoorid

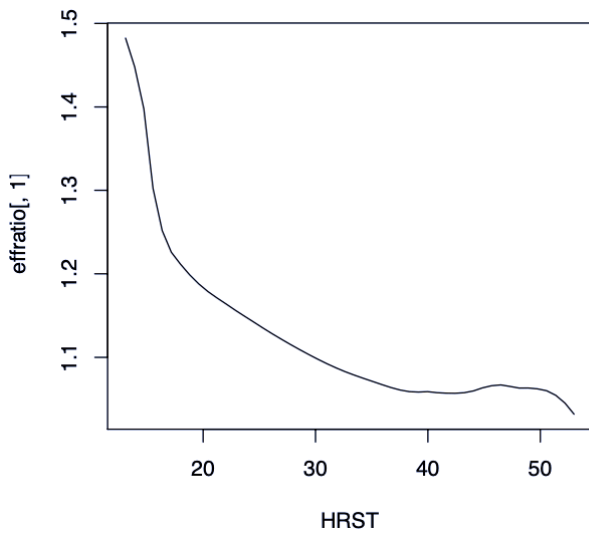
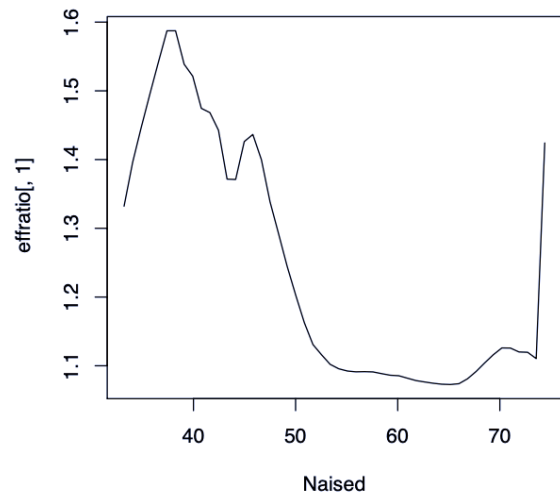
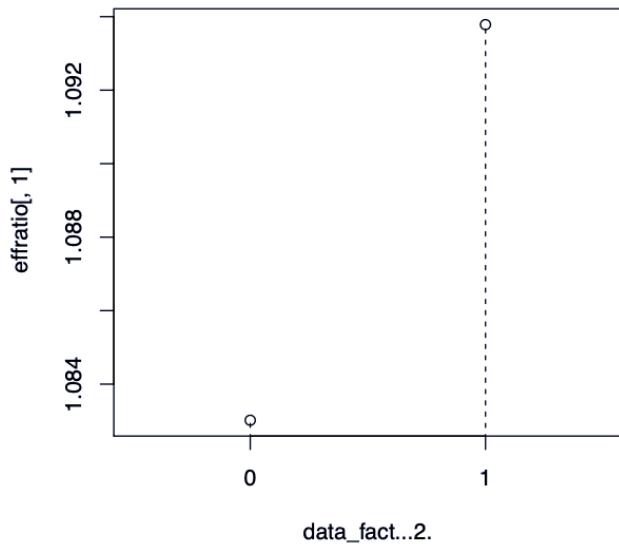
Regioon	VRS	Order-m	Regioon	VRS	Order-m	Regioon	VRS	Order-m
AT11	0.78	0.69	EL65	0.71	0.76	NL21	0.78	0.78
AT12	0.79	0.61	ES11	0.8	0.90	NL22	0.79	0.78
AT13	0.74	0.62	ES12	0.82	0.81	NL23	0.87	0.56
AT21	0.72	0.59	ES13	0.82	0.83	NL31	0.81	0.79
AT22	0.72	0.68	ES21	0.74	0.82	NL32	0.85	0.84
AT31	0.74	0.65	ES22	0.69	0.74	NL33	0.81	0.67
AT32	0.7	0.66	ES23	0.71	0.63	NL34	0.8	0.57
AT33	0.71	0.68	ES24	0.69	0.69	NL41	0.78	0.86
AT34	0.79	0.76	ES30	0.69	0.73	NL42	0.81	0.81
BE10	0.86	0.68	ES41	0.76	0.72	PL21	0.96	1.07
BE21	0.9	0.71	ES42	0.87	0.79	PL22	0.94	1.11
BE22	0.88	0.66	ES43	0.92	0.91	PL41	0.88	1.12
BE23	0.89	0.68	ES51	0.72	0.86	PL42	0.93	1.03
BE24	0.91	0.65	ES52	0.83	0.89	PL43	0.91	1.00
BE25	0.8	0.63	ES53	0.72	0.73	PL51	0.87	1.16
BE31	0.94	0.63	ES61	0.93	0.92	PL52	0.9	0.95
BE32	1	0.83	ES62	0.79	0.90	PL61	0.95	1.06
BE33	0.97	0.74	FI19	0.79	0.60	PL62	0.95	0.97
BE34	0.95	0.64	FI1B	0.77	0.66	PL63	0.87	1.00
BE35	0.94	0.66	FI1C	0.81	0.71	PL71	0.88	1.03
CY00	0.74	0.95	FI1D	0.79	0.60	PL72	1	1.11
CZ01	0.52	0.68	FI20	0.62	0.66	PL81	1	1.05
CZ02	0.69	0.85	FR10	0.88	0.62	PL82	0.98	0.96
CZ03	0.66	0.91	FRB0	0.88	0.64	PL84	0.9	1.04
CZ04	0.69	0.63	FRC1	0.86	0.63	PL91	0.77	0.99
CZ05	0.74	1.05	FRC2	0.92	0.64	PL92	0.84	0.99
CZ06	0.66	0.95	FRD1	0.86	0.65	PT11	0.72	1.03
CZ07	0.69	0.87	FRD2	0.93	0.72	PT15	0.61	0.75
CZ08	0.7	0.86	FRE1	0.92	0.71	PT16	0.69	0.96
DE11	0.8	0.71	FRE2	0.98	0.68	PT17	0.67	0.84
DE12	0.8	0.71	FRF1	0.88	0.67	PT18	0.71	0.76
DE13	0.77	0.78	FRF2	0.87	0.59	SE11	0.82	0.57
DE14	0.78	0.66	FRF3	0.96	0.66	SE12	0.79	0.64
DE21	0.78	0.61	FRG0	0.85	0.74	SE21	0.74	0.71

DE22	0.78	0.78	FRH0	0.86	0.76	SE22	0.79	0.66
DE23	0.75	0.66	FRI1	0.85	0.74	SE23	0.77	0.68
DE24	0.78	0.89	FRI2	0.89	0.67	SE31	0.79	0.82
DE25	0.74	0.63	FRI3	0.87	0.69	SE32	0.75	0.65
DE26	0.81	0.82	FRJ1	0.94	0.74	SE33	0.74	0.65
DE27	0.77	0.69	FRJ2	0.86	0.74	SI03	0.79	0.89
DE30	0.78	0.89	FRK1	0.87	0.64	SI04	0.67	0.80
DE40	0.8	0.64	FRK2	0.86	0.65	SK01	0.55	0.72
DE50	0.83	0.93	FRL0	0.87	0.68	SK02	0.85	1.11
DE60	0.77	0.59	FRM0	0.91	0.82	SK03	0.85	0.85
DE71	0.84	0.82	HR03	0.83	0.67	SK04	1	0.92
DE72	0.83	0.75	HR04	0.85	0.82	UKC1	0.87	0.72
DE73	0.79	0.85	HU11	0.68	1.04	UKC2	0.8	0.82
DE80	0.76	0.63	HU12	0.94	0.83	UKD1	0.71	0.72
DE91	0.86	0.82	HU21	0.78	0.67	UKD3	0.82	1.01
DE92	0.82	0.90	HU22	0.71	0.68	UKD4	0.84	0.94
DE93	0.88	0.72	HU23	0.93	0.64	UKD6	0.81	0.91
DE94	0.76	0.66	HU31	1	0.71	UKD7	0.84	0.93
DEA1	0.86	0.91	HU32	1	0.75	UKE1	0.77	0.89
DEA2	0.85	0.84	HU33	0.96	0.73	UKE2	0.72	0.81
DEA3	0.85	0.81	IE04	0.71	0.52	UKE3	0.83	0.90
DEA4	0.81	0.88	IE05	1	1.00	UKE4	0.81	0.88
DEA5	0.83	0.84	IE06	1	1.00	UKF1	0.76	0.87
DEB1	0.82	0.76	ITC1	0.72	0.66	UKF2	0.76	0.93
DEB2	0.8	0.70	ITC2	0.65	0.43	UKF3	0.74	0.65
DEB3	0.86	0.78	ITC3	0.75	0.75	UKG1	0.73	0.86
DEC0	0.8	0.72	ITC4	0.74	0.78	UKG2	0.77	0.93
DED2	0.73	0.67	ITF1	0.74	0.64	UKG3	0.85	0.93
DED4	0.74	0.69	ITF2	0.79	0.57	UKH1	0.75	0.76
DED5	0.74	0.77	ITF3	0.94	0.88	UKH2	0.79	0.84
DEE0	0.8	0.70	ITF4	0.9	0.93	UKH3	0.82	0.90
DEF0	0.81	0.74	ITF5	0.81	0.72	UKI3	1	1.00
DEG0	0.74	0.65	ITF6	0.9	0.78	UKI4	0.98	1.00
DK01	0.88	0.64	ITG1	1	0.91	UKI5	1	1.08
DK02	1	0.72	ITG2	0.82	0.74	UKI6	0.94	1.03
DK03	0.89	0.80	ITH1	0.64	0.50	UKI7	0.92	1.00
DK04	0.87	0.79	ITH2	0.69	0.59	UKJ1	0.76	0.75
DK05	0.87	0.63	ITH3	0.72	0.70	UKJ2	0.88	1.00
EE00	0.67	0.91	ITH4	0.73	0.70	UKJ3	0.77	0.72
EL30	0.75	0.96	ITH5	0.72	0.76	UKJ4	0.89	0.97

EL41	0.73	0.73	ITI1	0.71	0.82	UKK1	0.76	0.75
EL42	0.71	1.01	ITI2	0.74	0.72	UKK2	0.76	0.86
EL43	0.68	0.87	ITI3	0.73	0.72	UKK3	0.74	0.73
EL51	0.81	0.67	ITI4	0.75	0.79	UKK4	0.74	0.80
EL52	0.79	0.66	LT01	0.78	1.09	UKL1	0.81	0.90
EL53	0.8	0.62	LT02	0.87	0.98	UKL2	0.74	0.91
EL54	0.78	0.68	LU00	0.96	1.00	UKM5	0.69	0.41
EL61	0.77	0.73	LV00	0.72	0.78	UKM6	0.68	0.64
EL62	0.69	1.02	NL11	0.87	0.76	UKM7	0.81	0.74
EL63	0.77	0.71	NL12	0.8	0.69	UKM8	0.72	0.76
EL64	0.74	0.70	NL13	0.82	0.67	UKM9	0.81	0.69
						UKN0	0.68	0.49

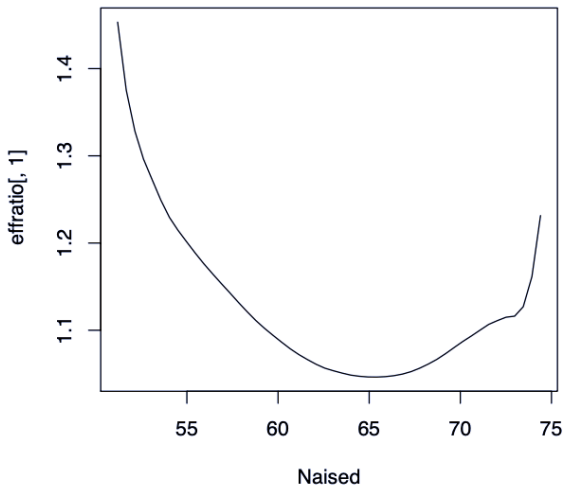
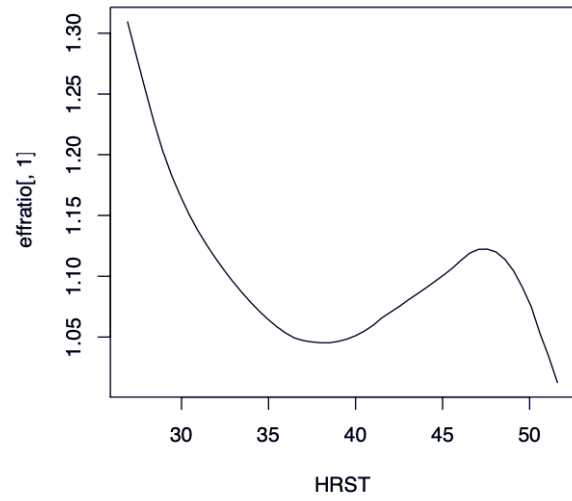
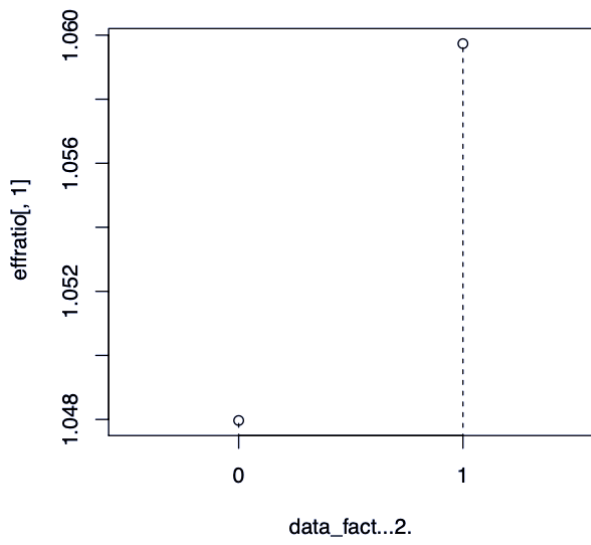
Allikas: Autori arvutused

Lisa 3. Osalise regressiooni graafikud: kõik regioonid



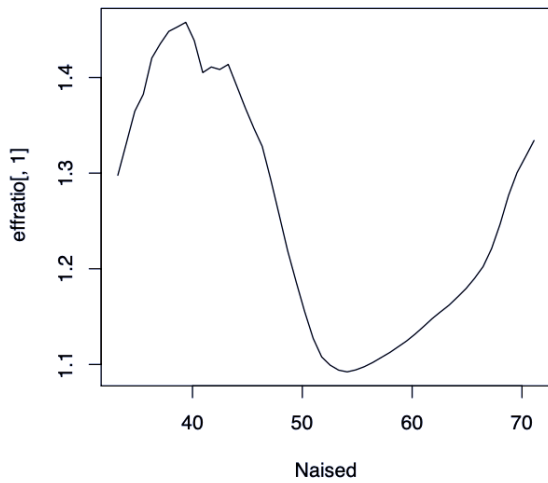
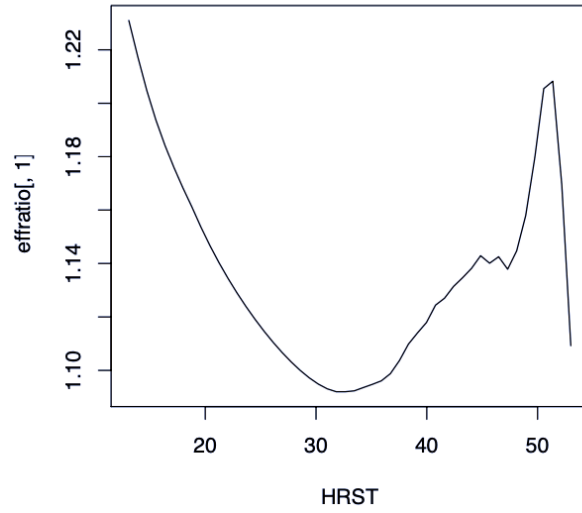
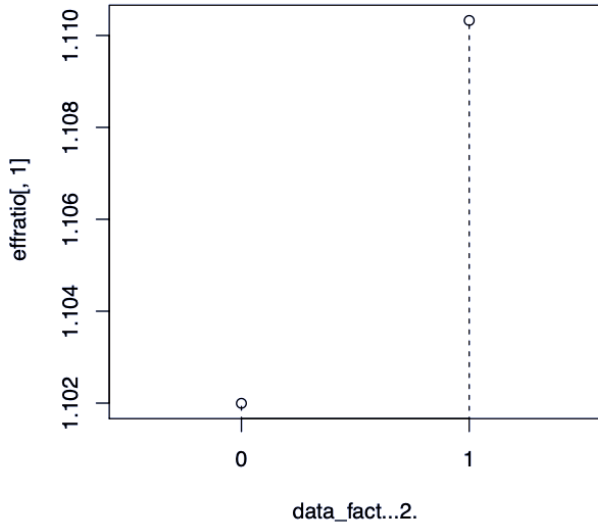
Allikas: Autori koostatud

Lisa 4. Osalise regressiooni graafikud: rikkad regioonid



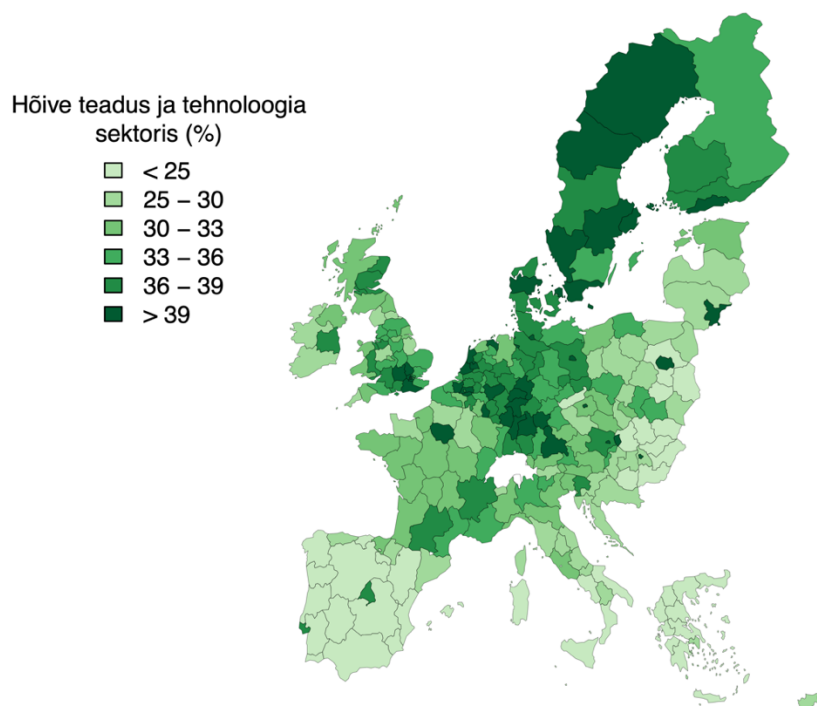
Allikas: Autori koostatud

Lisa 5. Osalise regressiooni graafikud: vaesed regioonid



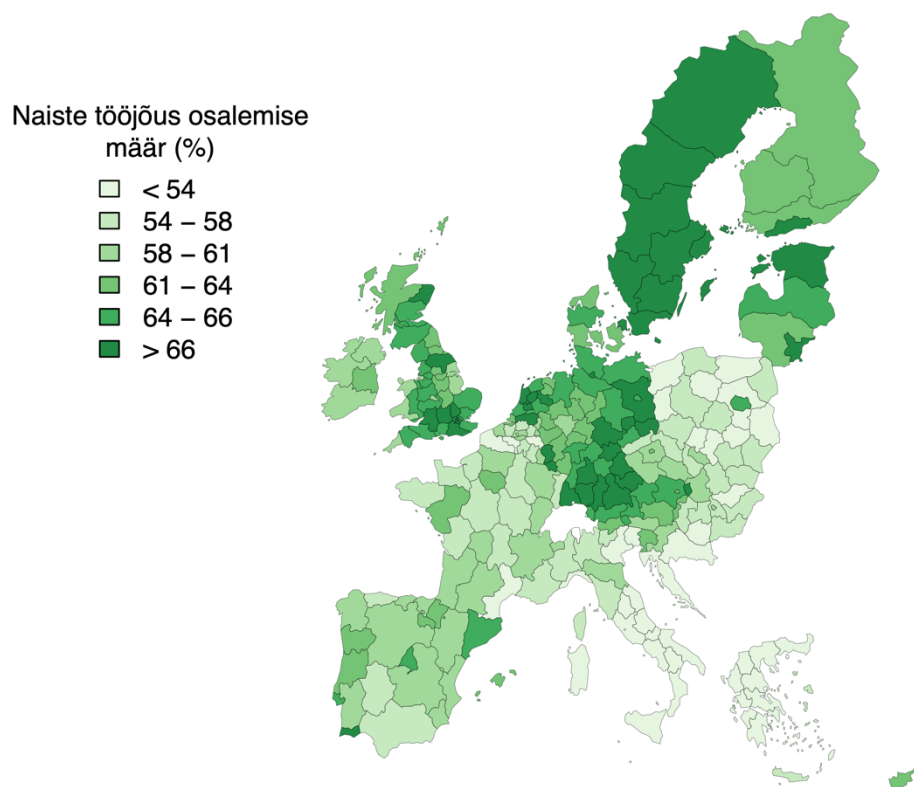
Allikas: Autori koostatud

Lisa 6. Hõive teadus- ja tehnoloogiasektoris kaardil



Allikas: Eurostat, autori koostatud

Lisa 7. Naiste tööjõus osalemise määr kaardil



Allikas: Eurostat, autori koostatud

Lisa 8. Lihtlitsents

Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Kristjan-Eric Lääne (*autori nimi*)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Tootmisprotsessi suhteline efektiivsus Euroopa regioonides,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on Heili Hein, MA,
(*juhendaja nimi*)

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

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu,
sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli 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

¹ Lihlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

11.05.2021