

TARTU ÜLIKOOL

Sotsiaalteaduste valdkond

Ühiskonnateaduste instituut

Infoühiskond ja sotsiaalne heaolu

Sotsioloogia ja infoteadused

Judith Kalle

E-Residentsuse programmi majandusmõjude hindamine
makromajanduse tasandil

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Tarmo Strenze, PhD

Kaasjuhendaja: Helery Tasane, Järeldoktor-teadur, jätkusuutliku väärtusahela juhtimise
valdkond, Ärikorralduse instituut

Tartu 2026

Sisukord

SISSEJUHATUS	3
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE	5
1.1 Majanduskasv ja areng.....	5
1.1.1 Eesti majandust mõjutavad tegurid.....	7
1.2 Välismaised otseinvesteeringud.....	9
1.3 Eesti e-residentsuse programm	11
1.3.1 Analoogsed programmid teistes riikides.....	14
1.4 E-residentsuse mõju uurimine Eestis	17
2. PROBLEEMISEADE	19
3. METOODIKA.....	21
3.1 Uurimismeetodi valik.....	21
3.2 Valimi kirjeldus	26
3.3 Andmete kogumine	27
3.4 Andmeanalüüs.....	28
4. TULEMUSED.....	31
4.1 Sünteetilise kontrolli tulemused.....	31
4.2 Robustsuskontroll	35
4.3 Platseebotestid.....	36
5. JÄRELDUSED	38
KOKKUVÕTE.....	40
SUMMARY	42
KASUTATUD KIRJANDUS	44
LISAD.....	54
Lisa 1. Esialgse mudeli sünteetilise kontrolli mudeli tulemused.....	54
Lisa 2. Ajaliselt nihkes olevate muutujate kaalud.....	55
Lisa 3. Eesti ja sünteetilise Eesti SKP elaniku kohta võrdlus.....	56
Lisa 4. Tehisintellekti kasutamine bakalaureusetöö koostamisel.....	57

SISSEJUHATUS

Viimastel kümnenditel on digitaliseerimine muutnud oluliselt nii riikide toimimist kui ka rahvusvahelist majanduskeskkonda. Üha enam otsivad riigid võimalusi, kuidas kasutada digilahendusi majanduskasvu toetamiseks, haldussuutlikkuse parandamiseks ja rahvusvahelise konkurentsivõime suurendamiseks. Eesti on seejuures pälvinud rahvusvahelist tähelepanu kui innovatiivne digiriik. Eesti oli üks esimesi riike maailmas, kes töötas välja tervikliku e-riigi kontseptsiooni ning arendas digitaalse identiteedi süsteemi, millest on kujunenud rahvusvaheliselt tunnustatud eeskuju. 2014. aasta detsembris käivitatud e-residentsuse programm on selle arengusuuna loogiline jätk. Programm võimaldab välisriikide kodanikel kasutada Eesti e-teenuseid ning asutada ja juhtida ettevõtteid ilma füüsilise kohalolekuta (Tammpuu jt, 2022). Programmi eesmärk on tugevdada Eesti kui usaldusväärse ja innovaatilise digiriigi kuvandit ning tuua Eestisse uusi ettevõtteid, tulusid ja välisinvesteeringuid (Tammpuu jt, 2022).

Ehkki e-residentsust on rahvusvaheliselt tunnustatud kui edumeelset digilahendust ja potentsiaalset majandusarengu vahendit, on selle makromajanduslik mõju jäänud empiirilises teaduskirjanduses seni tagasihoidlikult käsitletuks. Enamik olemasolevaid uuringuid keskendub programmi kvalitatiivsetele aspektidele, nagu ettevõtluse elavnemine, Eesti digibrändi tugevdamine või maksutulude kasv (EIS, 2023b). Puudub aga kvantitatiivne hinnang sellele, kas e-residentsuse rakendamine on mõjutanud Eesti majandusnäitajaid, eeskätt sisemajanduse koguprodukti (SKP) elaniku kohta.

Väikese ja avatud majandusena sõltub Eesti tugevalt välistest kapitalivoogudest, ekspordist ja institutsionaalsest tõhususest. Seetõttu on asjakohane uurida, kas e-residentsus kui riiklik digipoliitika on aidanud kaasa pikaajalisele majanduskasvule. Selle bakalaureusetöö eesmärk on anda kvantitatiivne hinnang e-residentsuse programmi võimalikule makromajanduslikule mõjule, keskendudes selle seostele Eesti SKP elaniku kohta kasvuga perioodil 2015–2023.

Kuigi e-residentsus moodustab vaid väikese osa kogu majandustegevusest, võimaldab sünteetilise kontrolli meetod (*Synthetic Control Method, SCM*) hinnata, kas programmi rakendamine langes kokku märkimisväärse kõrvalekaldega Eesti majanduskasvu trajektooris.

Seda võrreldakse alternatiivse stsenaariumiga, kus programmi ei oleks ellu viidud. Sünteetilise kontrolli meetod on sobiv valik väikeste ja avatud majandustega riikide puhul, kus klassikalised võrdlusriigid ei pruugi pakkuda usaldusväärset kontrafaktilist stsenaariumi (Abadie jt, 2010).

Töö keskne uurimisküsimus on järgmine:

Kas e-residentsuse programmi rakendamisel oli statistiliselt oluline positiivne mõju Eesti SKP elaniku kohta kasvule perioodil 2015–2023?

Töö tulemused võivad pakkuda sisendit Eesti e-residentsuse programmi edasiarendamiseks ning olla abiks poliitikakujundajatele, kes soovivad hinnata programmi mõju majandusstrateegiate kujundamisel. Samuti võivad tulemused olla kasulikud teistele väikeriikidele, kes kaaluvad digiriigi initsiatiivide rakendamist kui vahendit rahvusvahelise majandusarengu toetamiseks.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

Selles peatükis antakse teoreetiline raamistik, mille eesmärk on selgitada makromajanduslikke mehhanisme, mille kaudu e-residentsuse programm võiks mõjutada Eesti majandusarengut. Esiteks käsitletakse majanduskasvu ja selle kvaliteeti mõjutavaid tegureid ning selgitatakse, milliseid eeldusi ja suundumusi tuleb arvesse võtta väikese ja avatud majandusega riigi, nagu Eesti, kontekstis. Seejärel vaadeldakse välismaiste otseinvesteeringute (*Foreign Direct Investment*, FDI) teoreetilist tähendust ja empiirilist rolli majanduskasvu toetajana, kuna FDI ja e-residentsus võivad täita sarnast rolli rahvusvahelise kapitali, teadmussiirde ja ettevõtlusaktiivsuse edendamisel. Edasi analüüsitakse Eesti e-residentsuse programmi arengut, ülesehitust ja mõõdetavat majanduslikku mõju, tuues välja selle eripärad võrreldes traditsiooniliste investeerimiskanalitega. Samuti võrreldakse programmi teiste riikide sarnaste initsiatiividega, et selgitada rahvusvahelisi arengusuundi ning positsioneerida Eesti programmi nende seas. Lõpuks antakse ülevaade olemasolevatest akadeemilistest uuringutest.

1.1 Majanduskasv ja areng

Riigi makromajanduslik tase viitab majanduse kui terviku üldisele toimimisele, mitte üksikute turgude või ettevõtete käitumisele. See keskendub üldistele majandusnäitajatele ja suundumustele, nagu sisemajanduse koguprodukt (SKP), inflatsioon, tööpuudus, rahvamajanduse kogutulu ja kaubandusbilanss (Hill, 2015). Sellel analüüsitasandil hindavad majandusteadlased ja poliitikakujundajad üldist majandustulemust, teevad kindlaks pikaajalised suundumused ja kujundavad poliitikaid majanduskasvu, stabiilsuse ja arengu edendamiseks. Makromajanduslikud näitajad ei ole puhtalt tehnilised näitajad, vaid on oma olemuselt poliitilised nii ülesehituse kui ka

poliitilise mõju poolest (Mügge, 2016). Euroopa Liidu kontekstis on statistika ühtlustamine Eurostati ja „Stabiilsuse ja kasvu pakti“ kaudu olnud majanduse juhtimise jaoks ülioluline, kuigi nende ühtlustamiste taga olevad poliitilised valikud on endiselt vähe uuritud. Makromajanduslikud näitajad ei pruugi kajastada sotsiaalmajanduslikke tegelikkusi, mis piirab nende täpsust tegeliku majanduse kajastamisel (Mügge, 2016). Sisemajanduse koguprodukt (SKP) on üks peamisi näitajaid, mida majandusteadlased kasutavad riigi majandusliku olukorra hindamiseks (Daemigah, 2020). Sellegipoolest on SKP kasvu idealiseerimine üha enam kriitika all. Mitmed teadlased on toonud esile, et SKP ei arvesta tasustamata tööd, vabatahtlikku tegevust, loodusvarade ammendumist ega sissetulekute jaotuse küsimusi (Nasir jt, 2019). Seetõttu ei pruugi SKP kasv kajastada ühiskondlikku heaolu tervikuna; näiteks võib see suurenda ka keskkonnakahju, töökohtade ebakindluse või sotsiaalse ebavõrdsuse tingimustes (Van Den Berg, 2016).

Majanduskasv on makromajanduspoliitika üks peamisi eesmärke ja seda on ajalooliselt peetud sotsiaalse heaolu põhinäitajaks (Raworth, 2017, viidatud teoses Nasir jt, 2019). Majanduskasv on defineeritud kui riigi reaalse SKP pikaajaline kasv nii kogutoodangu kui ka elaniku kohta (Khudoyarov, 2024). Kasvav SKP viitab üldiselt tootmismahu suurenemisele ning on seotud kõrgema sissetulekutasemega. Suurenenud majandustegevus võib omakorda suurendada tööhõivet ja maksutulu, võimaldades valitsusel investeerida avalikesse teenustesse. Seega seostatakse majanduskasvu sageli nii majandusliku stabiilsuse kui ka sotsiaalse arenguga (Borio, 2011; Nasir jt, 2015, viidatud teoses Nasir jt, 2019). Majanduskasv sõltub mitmetest teguritest, sealhulgas loodus- ja tööjõuressurssidest, sotsiaalmajanduslikest ja poliitilistest tingimustest, tootmise struktuurist ja kvaliteedist ning teaduse ja tehnoloogia arengust. Majanduskriiside tõttu ei ole majanduskasv siiski pidev ega ühtlane – majandusareng hõlmab nii kasvu- kui ka langusfaase (Khudoyarov, 2024). Majanduskasvu dünaamikat mõjutavad mitmed makromajanduslikud ja struktuursed tegurid, sealhulgas tööjõu tootlikkus, investeeringud, ekspordivõimekus, rahvastiku tervis ja valitsemiskulud. Erinevad ettevõtluskapitali tüübid mõjutavad samuti majanduskasvu ning nende mõju sõltub institutsionaalsest keskkonnast (Aparicio jt, 2016). Institutsionaalsed tegurid ja ettevõtlus, eriti võimaluspõhine ettevõtlus, mängivad olulist rolli majanduskasvu kujunemisel (Aparicio jt, 2016).

Empiirilised tõendid toetavad ka arusaama, et hästi arenenud finantssektor soodustab investeeringuid ja majanduskasvu, võimaldades tõhusamat kapitali jaotamist (Levine & Zervos, 1998, viidatud teoses Durusu-Ciftci, 2017; Zhang, 2011, viidatud teoses Nasir jt, 2019). Finantssektori arengut peetakse oluliseks ja põhjendatud teguriks majanduskasvu ja stabiilsuse saavutamisel (Borio, 2011; Nasir jt, 2015). Zhang (2011) väidab, et finantssektori areng suurendab

otseselt nii välismaiseid otseinvesteeringuid kui ka majanduskasvu (Nasir jt, 2019). Finantsstabiilsus on majandusliku heaolu ja sotsiaalse stabiilsuse oluline eeldus. See tagab, et finantsinstitutsioonid ja -turud toimivad tõhusalt ning suudavad taluda majanduslikke šokke investeerimisvooge häirimata. Tugevdatud finantsregulatsioon ja varajane riskijuhtimine on stabiilsuse säilitamise seisukohalt üliolulised (Chao jt, 2022). Finantsarengu rolli majanduskasvus on põhjalikult uuritud ning tõendid viitavad sellele, et nii krediidi- kui ka aktsiaturu arengul on positiivne mõju pikaajalisele SKP-le elaniku kohta. Majanduskasvu edendamiseks peaksid poliitikakujundajad suurendama turgude avatust, konkurentsivõimet ja turvalisust, et toetada aktiivsemat ja dünaamilisemat finantsvahendust (Durusu-Ciftci, 2017).

Daemigah'i (2020) uuring näitab, et ettevõtetevaheline kasumi kasvu hajuvus sisaldab väärtuslikku teavet tulevase SKP kasvu prognoosimiseks. Lisaks SKP kasvutempole on oluline hinnata ka majanduskasvu kvaliteeti. Innovatsioonil, teadustegevusel ja ettevõtlusel põhinevat majanduskasvu peetakse sageli pikaajaliselt jätkusuutlikumaks kui ressurssidel või tarbimisel põhinevat kasvu. Rahvusvahelised uuringud rõhutavad, et institutsionaalsed raamistikud – nii ametlikud (nt seadused ja eeskirjad) kui ka mitteametlikud (nt kultuurilised normid ja väärtused) – mõjutavad oluliselt majanduskasvu kujunemist (Aparicio jt, 2016). Empiirilised tõendid kinnitavad ettevõtluse rolli olulise majanduskasvu soodustava tegurina, rõhutades selle kaasamise vajadust arengumudelitesse. Ettevõtlus toimib ühtlasi teadmussiirde ja innovatsiooni kanalina. See edendab uusi majanduslikke tasakaalupunkte ning positiivseid kõrvalmõjusid, mis toetavad jätkusuutlikku majanduskasvu (Aparicio jt, 2016).

1.1.1 Eesti majandust mõjutavad tegurid

Eesti on väike ja avatud majandus, mistõttu on selle areng tugevalt seotud välisturgude olukorraga ning geopoliitiliste sündmustega. Majandustulemused järgivad tihedalt peamiste kaubanduspartnerite, eriti Euroopa, majandusolukorda (Eesti Pank, 2023). Geopoliitilised pinged, sealhulgas Venemaa – Ukraina konflikt ja sellele järgnevad sanktsioonid, on oluliselt häirinud tarneahelaid ning raskendanud kaubandust, mis on aastatel 2022–2024 põhjustanud Eesti sügavama majanduslanguse võrreldes teiste Balti ja Euroopa riikidega (Ärileht, 2024). Samal perioodil on tööstussektor kogenud globaalsete kaubanduspingete, kliimapoliitika karmistamise

ning tarneahela kitsaskohtade koostoime mõju. Seadmete nappus ja vähenenud nõudlus on piiravad tegurid, samal ajal kui kliimamuutused on vähendanud näiteks põlevkivisektori konkurentsivõimet (Eesti Pank, 2020).

Peamised eksporditurud, sealhulgas Skandinaavia ja Saksamaa, kasvavad aeglaselt, mis mõjutab Eesti välisnõudlust. Aeglane majanduskasv, intressimäärade tõus ja nõrgem sisetarbimine on pidurdanud ka Eesti ekspordikasvu (Eesti Pank, 2023). Samuti on Eesti kogunud euroala kiireimat inflatsiooni, mida on põhjustanud kõrged energia- ja tootmiskulud ning tööturu pinged. Kuigi valitsuse meetmed energiahindade reguleerimiseks aitavad leevendada survet, võivad jätkuv eelarvepuudujääk ja suurenevad avaliku sektori kulutused julgeolekule ja pagulastele soodustada inflatsiooni. Nende tegurite ebapiisav ohjamine võib omakorda kahjustada Eesti konkurentsivõimet (Postimees, 2024).

Lisaks on Eesti majapidamised ja ettevõtted silmitsi kõrge võlakoormusega, mis on intressimäärade tõusuga veelgi koormavam ning on pidurdanud nii tarbimist kui ka investeeringuid, aeglustades majanduse taastumist (Ärileht, 2024). Kodumaised probleemid, nagu inflatsioon, kõrgemad maksud ja tagasihoidlik reaalse sissetuleku kasv piiravad tarbimist ja majanduskasvu. Samal ajal toetavad majanduse paranemist madalamad energia- ja toorainehinnad, tarneahela kitsaskohtade leevenemine, soodne eurokurs ning Euroopa Keskpanga intressimäärade võimalik langus. Ettevõtted vastavad väljakutsetele tootlikkuse ja innovatsiooni suurendamisega, kuid kõrgemad tootmiskulud nõuavad neilt pidevat kohanemist (Eesti Pank, 2024b).

Kuigi Eesti majanduse väljavaated on ettevaatlikult optimistlikud, jääb riik oma väikese ja ekspordile orienteeritud majanduse tõttu jätkuvalt haavatavaks nii majanduslikele kui geopoliitilistele šokkidele (Eesti Pank, 2025). Ebakindel maailmamajanduse olukord ning Euroopa rahapoliitika võimalik karmistamine suurendavad riske, rõhutades valitsuse rolli strateegilises poliitikas ettevõtete toetamisel ja konkurentsivõime säilitamisel (Eesti Pank, 2025).

Hoolimata majanduslangusest on investeeringute tase püsinud suhteliselt kõrgel, mis kajastab ettevõtjate usku majanduse taastumisse ning loob aluse edasiseks laienemiseks (Eesti Pank, 2024a). Kindel eelarvepositsioon suurendab investorite ja võlausaldajate usaldust ning võimaldab suunata ressursse nii strateegiliste investeeringute tegemiseks kui ka sotsiaalvajaduste rahuldamiseks (Eesti Pank, 2024c). Eelarvepuudujäägi vähendamine aitaks veelgi tugevdada usaldust, soodustades töökohtade loomist ja majandusarengut (Eesti Pank, 2024a). Seetõttu on eelarvedistsipliini hoidmine, investeeringute toetamine ning konkurentsivõime tugevdamine püsiva majanduskasvu seisukohalt äärmiselt olulised (Eesti Pank, 2025).

1.2 Välismaised otseinvesteeringud

Eesti majanduse kontekstis on e-residentsuse mõju mõistmiseks kasulik vaadelda paralleele välismaiste otseinvesteeringutega (*Foreign Direct Investment*, FDI). Välismaised otseinvesteeringute puhul investeerib ettevõtte või investor teises riigis tegutsevasse ettevõttesse eesmärgiga omada seal pikaajalist mõju või tõhusat kontrolli ettevõtte üle (United Nations, 2007; viidatud teoses Bailey, 2018). Need investeeringud on pikaajalised ja strateegilised. FDI aitab katta lõhet säästude ja vajaliku investeerimistaseme vahel ning globaalse majanduse kontekstis on selle roll arengus kasvav. Endogeensed kasvuteooriad toovad välja, et FDI on tehnoloogiasirde vahend arengumaadesse, toetades majanduskasvu (Safir jt, 2019).

Teaduskirjanduses on FDI mõju majanduskasvule hinnatud valdavalt positiivsena, kuid selle mõju sõltub suuresti vastuvõtva riigi institutsionaalsest ja majanduslikust keskkonnast. Mitmed uuringud on leidnud, et välismaised otseinvesteeringud suurendavad tööhõivet, parandavad tööjõu kvalifikatsiooni ning tugevdavad ekspordivõimekust (Do Thi Thuy ja Nguyen Quang, 2021). FDI on olnud Eestis oluline majanduskasvu ja töökohtade loomise allikas. Näiteks kaasas EASi ja KredEXi ühendasutus (nüüd Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus, EIS) 2021. aastal 194 miljoni euro väärtuses otseinvesteeringuid, mille tulemusel loodi üle 1600 kõrgepalgalise töökoha. Aastaks 2022 oli see summa kasvanud 351 miljoni euroni ning uute töökohtade arv jõudis samuti 1600-ni (EIS, 2023a). Välisinvesteeringud ei too kaasa üksnes kapitali, vaid ka uusi tehnoloogiaid ning juhtimispraktikaid, mis tõstavad tootlikkust ning toetavad teadmismahukate ja kõrge lisandväärtusega sektorite arengut. Riigi eesmärgiks on ligimeelitada just selliseid investeeringuid, et edendada innovatsiooni ja parandada konkurentsivõimet (EIS, 2024). Urke on Eesti Panga blogis rõhutanud, et madal investeerimismäär on Eesti majanduse kasvupotentsiaali piirav tegur. Investeeringute vähesus ettevõtlusse võib pidurdada Eesti majanduse kasvu (Urke, 2019).

Samas ei ole FDI mõju majanduskasvule automaatselt positiivne. North ja Thomas (1973) leidsid, et majanduskasv sõltub ka institutsioonilisest kvaliteedist – korrupsioon, bürokraatia ja poliitiline ebastabiilsus suurendavad ettevõtluskulusid ning vähendavad investorite huvi (Safir jt,

2019). Uuringud näitavad, et demokraatlikumad riigid meelitavad rohkem FDI-d kui autoritaarsed süsteemid (Harms ja Ursprung, 2002; viidatud teoses Safir jt, 2019). Samuti on parem institutsiooniline kvaliteet seotud suurema majanduskasvuga investeringute kaudu, eriti madala ja kõrge sissetulekuga riikides (Hayat, 2019). Teisalt võivad ülemäärased välismaised otseinvesteeringud majanduskasvu pidurdada. Do Thi Thuy ja Nguyen Quang (2021) leidsid aga, et FDI ja majanduskasvu vahel on tugev positiivne seos kõigis sissetulekugruppides.

FDI positiivse mõju olulisteks eeltingimusteks on korrupsioonikontroll, õigusriik ja valitsemise efektiivsus (Hayat, 2019; Baiashvili ja Gattini, 2020). Joshua ja tema kaasautorid (2020) rõhutavad, et FDI mõju sõltub vastuvõtva riigi poliitikast, makromajanduslikust stabiilsusest, infrastruktuurist ja õigusraamistiku tugevusest. Rahvusvaheline Valuutafond (2010) lisab, et kasvatulu realiseerimiseks peab riigis olema makromajanduslik stabiilsus, arenenud finantssüsteem ja hea infrastruktuur.

Kaubanduse avatust peetakse oluliseks välismaiste otseinvesteeringute mõjuteguriks, eriti madala ja madalama keskmise sissetulekuga riikides, kus kaubanduse avatuse 1% suurendamine võib kasvatada FDI hulka kuni 3,7% võrra (Safir jt, 2019). Yang (2024) rõhutab, et FDI positiivne mõju avaldub vaid siis, kui riik on saavutanud teatud taseme tootlikkuses, majandusvabaduses ja institutsionaalses kvaliteedis. Vastasel juhul võib FDI isegi majanduskasvu pidurdada. Kesk- ja Ida-Euroopa riikides on FDI-d enim mõjutanud SKP, turu suurus, töjõukulud ja infrastruktuur (Islam ja Beloucif, 2023). Saha ja teised (2022) kinnitavad, et turumahu, SKP elaniku kohta ja eelnev FDI kogemus mõjutavad otseselt investeerimisotsuseid. Yeboah ja teised (2025) toovad esile, et FDI mõju võib ajas muutuda; lühiajaline kasvutõuge võib pikaajaliselt pöörduda negatiivseks, eriti kui investeeringud ei suundu kõrge lisandväärtusega sektoritesse. Ahmed ja Ibrahim (2019) leidsid USA ja Ühendkuningriigi näitel, et FDI kasvu on otsene positiivne mõju SKP-le, rõhutades välisinvesteeringute tähtsust arenenud majandustes.

Oluline on märkida, et e-residentsus ja FDI ei ole identne nähtus. E-residentsus võimaldab rahvusvahelistel ettevõtjatel asutada ja juhtida ettevõtteid Eestis, pakkudes ligipääsu digitaalsetele teenustele ja soodustades ettevõtlusvabadust. See võib muuta Eesti atraktiivsemaks sihtkohaks investoritele, kes otsivad paindlikkust ja vähese bürokraatiaga ärikeskkonda (Ristoja, 2024).

1.3 Eesti e-residentsuse programm

Eesti Vabariik oli esimene riik maailmas, kes pakkus välisriikide kodanikele e-residentsust – digitaalset identiteeti, mis võimaldab kasutada Eesti riigi ja erasektori e-teenuseid eemalt, ilma füüsiliselt riiki sisenemata. Programm käivitati 2014. aasta detsembris ja selle eesmärk oli edendada Eesti mainet digiriigina, soodustada välisettevõtlust ning mitmekesistada Eesti majanduslikku ökosüsteemi (Riigikontroll, 2020). E-residentsuse kaudu saavad taotlejad digitaalse isikutunnistuse ehk eID, mis väljastatakse elektroonilise kiipkaardina. See võimaldab kasutajatel asutada ja juhtida Eestis registreeritud ettevõtteid, allkirjastada dokumente digitaalselt, kasutada turvalist autentimist ning pääseda kaugelt ligi Eesti avaliku sektori kui ka erasektori teenustele (Tammpuu jt, 2022). Digi-ID kehtib viis aastat ning selle taotlemiseks tuleb esitada avaldus Politsei- ja Piirivalveametile, läbida taustakontroll ja isiku tuvastus Eesti välisesinduses või volitatud teeninduspunktis. Valminud digi-ID saab kätte taotleja valitud väljastuskohast. Selleks võivad olla Politsei- ja Piirivalveameti teenindused Eestis, Eesti saatkonnad välismaal või ajutised mobiilsed väljastuspunktid, mida korraldavad koostöös Politsei- ja Piirivalveamet ning Välisministeerium (Politsei- ja Piirivalveamet, E-residendi digi-ID kättesaamine, i.a.). E-residentsus ei anna selle omanikule Eesti kodakondsust, maksuresidentsust ega elamisluba. Samuti ei võimalda see siseneda Schengeni viisaruumis asuvasse riikidesse. Tegemist on eelkõige töövahendiga diginomaadidele, vabakutselistele spetsialistidele, iduettevõtjatele ja rahvusvahelistele digitaalsetele ettevõtjatele, kes soovivad asukohavabalt tegutseda Euroopa Liidu turul Eesti õigussüsteemi kaudu (Tammpuu ja Masso, 2018; Riigikontroll, 2020).

Programmi arendust ja haldamist koordineerivad mitmed riigiasutused ja ministeeriumid, sealhulgas Siseministeerium, Välisministeerium, Justiits- ja Digiministeerium, Rahandusministeerium, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Politsei- ja Piirivalveamet, Maksu- ja Tolliamet ning Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus (EIS). Programmi juhtimist korraldatakse iduettevõtlusele omasel viisil, mis võimaldab paindlikku kohandumist rahvusvaheliste trendide ja geopoliitiliste muutustega (Riigikontroll, 2020).

E-residentsuse programm loob Eesti ettevõtetele uue ja kiiresti kasvava turu, kuigi e-residentsus on suunatud eelkõige kaugettevõtjatele. E-residendid maksavad Eestis toimuva majandustegevuse eest, samal ajal kui ülejäänud maksud tasutakse riikides, kus toimub nende ettevõtete muu majandustegevus (Republic of Estonia e-Residency, 2018). Programmi kaudu on laekunud suures mahus maksutulud. 2021. aastal olid e-residentsuse programmi kogukulud ligikaudu 5,76 miljonit eurot, samas kui maksutulud ja riigilõivud ulatusid 35,2 miljoni euroni. Analüüsi põhjal ületas programmi loodud tulu märkimisväärselt selle haldamiseks tehtud kulusid – iga kulutatud euro tõi tagasi umbes 6,1 eurot. Aastaks 2024 oli e-residentsuse otsene rahaline panus Eesti riigieelarvesse kasvanud juba 274 miljoni euroni (Ristoja, 2025a). Samal aastal loodi e-residentide poolt Eestis 4818 uut ettevõtet ehk keskmiselt 400 uut ettevõtet kuus. Nende kaudu laekus riigile 66,8 miljonit eurot maksude ja riigilõivudena (Ristoja, 2025). 2024. aasta aprilli seisuga oli Eestis loodud üle 30 000 ettevõtte, mille asutamises on osalenud e-residendid. Samuti kajastab Statistikaamet e-residentsuse majanduslikku mõju, sealhulgas loodud töökohtade arvu ja maksutulu laekumist (Statistikaamet, 2024). 2025. aastal saavutas programm seni suurima ettevõtete loomise ja maksutulu mahu. E-residendid asutasid aasta jooksul 5556 uut Eesti ettevõtet, mida oli 15% rohkem kui 2024. aastal. Samuti teenis Eesti riik e-residentide ja nende loodud ettevõtete kaudu ligi 125 miljonit eurot otsest tulu, mis tähistas 87% kasvu võrreldes eelneva aastaga. Tulu laekus tööjõumaksudest, erijuhtude tulumaksust, dividendidelt ning e-residentsuse taotlemise ja ettevõtte asutamisega seotud riigilõivudest (Ristoja, 2026). Majandus- ja kommunikatsiooniminister Erkki Keldo hinnangul tõi iga e-residentsusesse investeeritud euro 2025. aastal Eestile tagasi rohkem kui 12 eurot, mis kinnitab digitaalsete teenuste arendamise majanduslikku tasuvust (Ristoja, 2026). 2026. aasta esimese kvartali seisuga on e-residendi staatus saanud üle 140 000 inimese 185 riigist üle maailma. Kehtiva e-residendi digi-ID kaardi omanikke on enam kui 65 000 ning e-residendid on loonud üle 41 000 Eesti ettevõtte. Igal aastal moodustavad e-residentide asutatud ettevõtted ligikaudu 20% kõigist uutest Eesti ettevõtetest. Lisaks on e-residentsuse programm toonud Eesti riigikassasse hinnanguliselt üle 425 miljoni euro tulu (Republic of Estonia e-Residency, E-residentsus arvudes, i.a.). E-residentide asutatud ettevõtete seas domineerivad kolm valdkonda: info- ja sidetehnoloogia (39%), kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus (26%) ning hulgi- ja jaekaubandus (15%) (EIS, 2023). Programmi üks väljapaistvamaid edulugusid on Ukraina e-residendi loodud PRNEWS platvorm, mille maksutulu Eesti riigile ulatus 375 000 euroni ning mis plaanib töökohtade ja palkade kasvuga suurendada tööjõumakse veel 50% võrra (Ristoja, 2025a).

Geopoliitilised arengud on samuti e-residentsuse programmi mõjutanud. Alates 2022. aasta märtsist on Eesti valitsus otsustanud peatada Venemaa ja Valgevene kodanikele e-residentsuse taotluste menetlemise. Otsust põhjendati julgeolekuriskide vähendamise ning sanktsioonidest kõrvalehoidumise takistamise vajadusega. Samuti on kehtestatud rangemad nõuded juba olemasolevate e-residentide digi-IDde pikendamiseks, sealhulgas põhjalikum taustakontroll ja majandusliku panuse hindamine Eesti riigile (Siseministeerium, 2022). Sellest hoolimata on programm olnud jätkuvalt atraktiivne eelkõige Euroopa ja Aasia ettevõtjate seas, kusjuures enim uusi ettevõtteid loovad e-residendid Hispaaniast, Ukrainast, Türgist ja Saksamaalt (Statistikaamet, 2024). 2025. aastal esitati kõige rohkem taotlusi Saksamaalt, Prantsusmaalt ja Ukrainast, samas kui kiiresti kasvavateks sihtturgudeks kujunesid Itaalia, Ühendkuningriik ja Ladina-Ameerika riigid (Ristoja, 2026). 2026. aasta esimese kvartali seisuga on e-residentide seas kõige rohkem esindatud Ukraina, Saksamaa, Hispaania, Soome ja Prantsusmaa (Republic of Estonia e-Residency, E-residency in numbers, i.a.). E-residentsuse programmi kaudu on Eesti soovinud edendada nii majandust kui ka kultuuri ning tugevdada julgeolekut, mida toetavad riigi hea maine ja tihedad rahvusvahelised suhted (Republic of Estonia e-Residency, 2018). Pärast Venemaa täiemahulise sõja algust Ukrainas on Eestis loodud ligikaudu 120 uut kaitsetehnoloogia ettevõtet, millest peaaegu pooled on asutatud e-residentide poolt (Ristoja, 2025c). Eriti oluline on see Ukraina ettevõtjatele, kelle jaoks Eesti kujutab endast turvalist ja usaldusväärset ettevõtluskeskkonda. E-residentidel on võimalik taotleda toetusi ja investeeringuid nii Eesti kui ka NATO programmide kaudu, mis aitab kaasa tehnoloogia kiiremale arendamisele ja rahvusvahelisele laienemisele (Ristoja, 2025c). Näiteks on Ukraina e-residendi loodud ettevõtte Vidar Systems arendanud Eestis akustilisi sensorvõrgustikke. Ettevõtte asutaja sõnul võimaldas Eesti e-residentsus neil kiiresti luua kontakte investorite, kaitsetööstuse ja avaliku sektoriga, kuigi ettevõtte igapäevane tegevus toimub Ukrainas (Ristoja, 2025c).

E-residentsuse programmiga tegeletakse Eestis aktiivselt ning selle edasiarendamisel keskendutakse üha enam kasutusmugavuse ja protsessi kiirendamisele (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2025). Praegu kestab e-residentsuse taotluse menetlemine üldjuhul kuni 30 päeva ning sellele võib lisanduda digi-ID kaardi transportimiseks kuluv aeg, mistõttu võib dokumendi kättesaamine võtta veel kaks kuni viis nädalat (Politsei- ja Piirivalveamet, E-residendi digi-ID kättesaamine, i.a.). Selle vähendamiseks algatas Siseministeerium 2025. aastal e-residentsuse programmi reformi, mille eesmärk on liikuda kaardipõhiselt digi-ID-lahenduselt mobiilpõhisele eID lahendusele ning võtta kasutusele biomeetriline isikusamasuse kontroll. Mobiilipõhine eID muudaks süsteemi kiiremaks,

mugavamaks ning vähendaks nii riigi kui ka taotlejate halduskoormust (Ristoja, 2025b).

Kokkuvõttes viitavad olemasolevad andmed sellele, et e-residentsuse programm on aidanud tugevdada Eesti rahvusvahelist ettevõtluskeskkonda ning suurendada digitaalsete teenuste majanduslikku rolli. Majandus – ja kommunikatsiooniminister Erkki Keldo sõnul näitab e-residentsuse programmi jätkuv edu, et Eesti on ettevõtluskeskkonna arendamisel teinud õigeid valikuid (Ristoja, 2026).

1.3.1 Analoogsed programmid teistes riikides

Eesti e-residentsuse programm on äratanud rahvusvahelist tähelepanu ja mõjutanud mitmete riikide digipoliitikaid. Inspiratsiooni on ammutanud Leedu, Portugal, Aserbaidžaan ja Araabia Ühendemiraadid (Dubai).

Aserbaidžaan käivitas 2017. aastal Digital Trade Hub (DTH) programmi, mille eesmärk oli tugevdada riigi digitaalset ökosüsteemi ning meelitada ligi välisinvestoreid ja väikeettevõtjaid. Tegemist on ühtse e-kaubanduse ja piiriüleste teenuste platvormiga, mis võimaldab kasutajatel ligipääsu erinevatele digiteenustele ning lihtsustab ettevõtlusega alustamist ja rahvusvahelist äritegevust (Digital Trade Hub of Azerbaijan, 2019). Programmi raames loodi 2018. aastal Eesti eeskujul m-residentsuse süsteem, mis pakub kasutajale mobiilset digitaalset identiteeti. Aserbaidžaan oli seejuures esimene riik maailmas, kes rakendas mobiilresidentsuse kontseptsiooni, võimaldades ettevõtjatel tegutseda asukohast sõltumatult ning kasutada riigi e-teenuseid distantisilt (Asadli ja Krimpe, 2020). Erinevalt Eesti ID-kaardil põhinevast lahendusest kasutavad Aserbaidžaanis m-residendid spetsiaalset „Asan Imza“ mobiil-ID SIM-kaarti, mis võimaldab turvalist autentimist ja digitaalset allkirjastamist mobiilseadme kaudu. Lahendus põhineb SIM-kaardile salvestatud krüptovõtmetel ning ei nõua eraldi kaardilugejat, muutes selle kasutamise paindlikumaks (Asan Imza, i.a.). Programm võimaldab täielikult digitaalselt asutada ettevõtteid, kasutada pangateenuseid ning hallata makseid ja maksukohustusi, pakkudes seeläbi sarnaseid funktsionaalsusi Eesti e-residentsusega (Digital Trade Hub of Azerbaijan, 2019; Asan Imza, i.a.). Samas eristub Aserbaidžaanis lähenemine just mobiilipõhise identiteedi poolest, mis muudab teenuse kasutamise paindlikumaks ja tehnoloogiliselt ligipääsetavamaks.

Araabia Ühendemiraatides, täpsemalt Dubais, rakendatav Virtual Commercial City (VCC) programm on loodud digitaalse ärikeskkonnana, mis võimaldab ettevõtjatel üle maailma asutada ja hallata ettevõtet ilma füüsilise kohalolekuta. Programm pakub nn virtuaalse ettevõtte litsentsi, mille kaudu saavad kasutajad tegutseda valitud tegevusaladel, eriti e-kaubanduse ja digitaalsete teenuste sektoris (Page-Duffy, 2021; UAE Freezones, i.a.). VCC on osa Dubai laiemast strateegiast kujuneda globaalseks digikaubanduse keskuseks. Seda toetab ka Dubai arenenud vabamajandustsoonide süsteem, kus ettevõtted saavad tegutseda soodsatel tingimustel, näiteks maksusoodustuste ja lihtsustatud regulatsioonide kaudu (UAE Freezones, i.a.). Erinevalt Eesti e-residentsusest ei põhine VCC programm universaalsel digitaalsel identiteedil, vaid litsentsipõhisel ärimudelil. See tähendab, et ettevõtlusõigus tuleneb konkreetsest ärilitsentsist ning on seotud kindlate tegevusalade ja regulatiivsete nõuetega (Page-Duffy, 2021). Seega võib VCC-d käsitleda kui digitaliseeritud versiooni traditsioonilisest ettevõtlusmudelist, kus digitaalsed lahendused lihtsustavad ettevõtte loomist ja haldamist, kuid süsteem jääb tugevalt reguleerituks. Võrreldes Eesti e-residentsusega on VCC vähem universaalne ja autonoomne, kuid samas pakub ligipääsu kiiresti kasvavale Lähis-Ida ja rahvusvahelistele e-kaubandusturgudele (Page-Duffy, 2021).

Portugal on samuti arendanud digimajanduse ja ettevõtluse toetamiseks „E-Residency 2.0“ programmi, mille eesmärk on luua välismaalastele digitaalne identiteet ning lihtsustada ettevõtlusega tegelemist Euroopa Liidus. Programm, mida hakati arendama alates 2020. aastast, on inspireeritud Eesti e-residentsuse mudelist ning suunatud eelkõige ettevõtjatele, vabakutselistele ja diginomaadidele (GoVisaFree, 2024; Lamares Capela, 2020). E-residentsus võimaldab kasutajatel luua ja hallata ettevõtet Portugalis ilma füüsilise kohalolekuta, pakkudes ligipääsu riiklikele teenustele, digitaalsetele allkirjadele ning panganduslahendustele (GoVisaFree, 2024). See loob võimaluse tegutseda Euroopa Liidu turul ning kasutada Portugali ettevõtluskeskkonda, mis on suunatud innovatsiooni ja rahvusvahelise ettevõtluse toetamisele (Enty, 2025a). Programmi keskmes on kõrge usaldusväarsusega digitaalne identiteet, mille eesmärk on võimaldada turvalist autentimist ning suhtlust nii riigi kui ka erasektori teenustega. Arenduseesmärk on luua süsteem, mis vastab rahvusvahelistele standarditele (nt andmekaitse ja finantsregulatsioonid) ning mida saaks kasutada laiemalt ka pankade ja teiste institutsioonide poolt (Startup Portugal, 2020). Lisaks on programm seotud laiemate ettevõtlust toetavate algatustega, nagu CO3SO digitaalprogramm, Startup Hub ning välisinvesteeringute toetamiseks loodud One-Stop-Shop, mis lihtsustavad ettevõtete loomist, arendamist ja rahvusvahelist laienemist (GoVisaFree, 2024).

Leedu käivitas oma e-residentsuse programmi 2021. aastal eesmärgiga võimaldada mitte-Leedu kodanikel turvalist ligipääsu riigi avalikele ja ärilikele e-teenustele. Programm võimaldab kolmeaastase kehtivusajaga digitaalset identiteeti, mis võimaldab e-residendil asutada ettevõtte, esitada maksudeklaratsioone ning kasutada autentimis- ja digiallkirjastamisteenuseid (Thompson ja Stein, 2024; Enty, 2025b). Leedu mudel on tugevalt inspireeritud Eesti e-residentsusest, kuid säilitab mõned riigispetsiifilised erisused. E-residendile väljastatakse kiibiga digi-ID kaart koos kvalifitseeritud digiallkirjaga. E-residentsuse taotlemiseks peab isik esitama taotluse Leedu migratsiooni ameti infosüsteemi MIGRIS kaudu. Kohustuslikud on biomeetrilised andmed (näopilt ja sõrmejäljed), kehtiv reisidokument ning vajadusel viibimisõigust kinnitav dokument (Migration Department under the Ministry of the Interior of the Republic of Lithuania, i.a.). Pärast taotluse kinnitamist tuleb Leedus kohapeal isiklikult ilmuda, et kaart vastu võtta ja aktiveerida – selleks on määratud kuuekuuline periood. Programm on suunatud eelkõige asukohavabadele ettevõtjatele, näiteks tarkvaraarendajatele. E-residentsust ei anta isikutele, kellel on kehtiv Schengeni või Leedu sissesõidukeeld. 2023. aasta alguseks oli e-residentsus välja antud enam kui 300 isikule (Thompson ja Stein, 2024).

Ukraina on arendanud digimajanduse edendamiseks programmi Diia City, mille eesmärk on meelitada IT-spetsialiste ja tehnoloogiaettevõtteid. Programm keskendub eelkõige tarkvaraarenduse, mängutööstuse ja andmetöötusega seotud tegevustele. Selle raames pakutakse ka soodsat maksukeskkonda, sealhulgas võimalust rakendada madalamat tulumaksumäära teatud töötamise vormide puhul (Accountor, 2023). Lisaks on loodud digitaalsed lahendused, mis lihtsustavad aruandlust ja haldusprotsesse (Ministry of Digital Transformation of Ukraine, i.a.). Diia City ei ole eraldi ettevõtlusvorm, vaid eristaatus, mida saavad taotleda Ukrainas registreeritud ettevõtted, säilitades oma juriidilise vormi. Lisaks maksusoodustustele pakub Diia City paindlikke töövorme, näiteks nn gig-lepinguid, mis võimaldavad ettevõtetel teha koostööd spetsialistidega paindlikumalt kui traditsiooniliste töölepingute puhul (Accountor, 2023). Samuti toetab programm investeringute kaasamist ja tugevdab intellektuaalomandi kaitset, mis on oluline tehnoloogiaettevõtete arenguks (Ministry of Digital Transformation of Ukraine, i.a.). Erinevalt Eesti e-residentsusest ei ole tegemist universaalse digitaalse identiteedi programmiga, vaid pigem sektoripõhise majandusarengu mudeliga.

1.4 E-residentsuse mõju uurimine Eestis

E-residentsuse programmi tulemusi ja statistikat avaldatakse regulaarselt programmi ametlikul veebilehel ning erinevates analüüsidest ja ülevaadetes. Programmi majandusliku mõju hindamiseks kasutatakse riiklikult kinnitatud mudelit, mille puhul võetakse arvesse e-residentidega seotud ettevõtete tasutud tööjõumakse ning kasumijaotamiselt makstavaid makse, näiteks dividendide tulumaksu. Arvestusse kuuluvad ettevõtted, mille on loonud e-residendid või kus e-residendi staatus on ettevõttega seotud hiljemalt 90 päeva jooksul pärast selle registreerimist (Ristoja, 2026). Teaduskirjanduses on e-residentsust käsitletud peamiselt kvalitatiivsetest ja sotsiaalsetest vaatenurkadest, keskendudes selle tähenduslikule ja identiteedilisele dimensioonile, mitte selle otsesele majanduslikule mõjule. Kuigi teaduslikud kvantitatiivsed uuringud on piiratud, on olemas mitmeid ametlikke aruandeid ja analüüse, mis käsitlevad programmi majanduslikku mõju ja statistikat.

Tamppuu ja Masso (2018) uurisid, kuidas „virtuaalse riigi“ ja „virtuaalse elukoha“ kontseptsioone on kasutatud Eesti rahvusliku brändi ja maine kujundamisel. Uuring põhines e-residentsuse ametlikul veebilehel ja kodumaise meediakajastuse analüüsil, tuues esile, kuidas digitehnoloogia abil toimuv ruumi ja koha virtualiseerimine aitab kujundada narratiive rahvusruumist. Autorid järeldavad, et e-residentsus tugevdab ja rekontekstualiseerib kuvandit Eestist kui tehnoloogiliselt arenenud ja globaalselt avatud digiriigist. Erinevalt varasematest Euroopa-kesksetest brändingualgatustest apelleerib e-residentsus rahvusvahelisele konkurentsivõimele ning pakub väikeriigile võimaluse ületada oma geograafilisi ja majanduslikke piiranguid. Samas viitavad autorid pingele, mis tekib e-residentsuse kaudu loodud globaalse identiteedi ja rahvusliku kogukonna vahel tajutava sotsiaalse distantsi tõttu.

Tamppuu, Masso, Ibrahim ja Abaku (2022) käsitlesid e-residentsust riigi ja indiviidi vahelise suhtemudeli muutusena, uurides platvormipõhise kodakondsuse kujunemist. Uuringu raames viidi läbi 25 poolstruktureeritud süvaintervjuud digi-ID omanikest e-residentidega. Tulemused näitasid, et paljud e-residendid ei käsitle oma staatust pelgalt funktsionaalse teenusena, vaid seostavad seda ka identiteedi ja kuuluvustundega. E-residentsus võimaldab tunda osalust

Eesti ühiskonnas ja ligipääsu Euroopa Liidu turule, eriti nn kolmandatest riikidest pärit isikute puhul. Sellest kujuneb uus riiklik kuulumisvorm, kus institutsionaalne kuulumis ei põhine geograafilisel ega kultuurilisel alusel, vaid digitaalsel ligipääsul ja teenuste kasutusel.

Need uuringud rõhutavad, et e-residentsus ei ole pelgalt majandus- ega turupõhine projekt, vaid kujutab endast ka kultuurilist, poliitilist ja identiteedilist innovatsiooni. Selline kontseptuaalne raamistik on oluline ka programmi majandusliku mõju hindamisel, sest e-residentsus võib mõjutada Eesti majandust ka kaudselt. Näiteks aitab see tugevdada Eesti rahvusvahelist kuvandit digiriigina, suurendada riigi atraktiivsust ettevõtluskeskkonnana ning laiendada Eesti sidemeid rahvusvaheliste ettevõtjate ja investoritega. Seetõttu ei piirdu programmi mõju üksnes otseste maksulaekumiste või ettevõtete arvuga, vaid võib avalduda laiemalt ka Eesti konkurentsivõime ja pikaajalise majandusarengu kaudu.

2. PROBLEEMISEADE

Eesti on väike ja avatud majandus, mis sõltub tugevalt välisturgude seisust ning rahvusvahelise ettevõtluse arengust. Sellest tulenevalt on oluline riiklik prioriteet leida innovaatilisi võimalusi, kuidas suurendada majanduskasvu ja rahvusvahelist konkurentsivõimet. 2014. aasta detsembris käivitatud e-residentsuse programm on üks silmapaistvamaid näiteid digitaalse innovatsiooni rakendamise riikliku majanduse edendamiseks. Programm võimaldab välisriikide kodanikel taotleda digitaalset identiteeti ning selle kaudu asutada ja juhtida Eestis registreeritud ettevõtteid eemalt, ilma füüsiliselt riiki sisenemata.

Aastate jooksul on e-residentsus muutunud oluliseks tööriistaks Eesti kui digiriigi maine kujundamisel ning toonud kaasa märkimisväärset rahalist tulu – 2026. aasta esimeseks kvartaliks on ulatunud selle otsene panus riigikassasse 425 miljoni euroni. Sellest hoolimata ei ole programmi majanduslik mõju põhjalikult hinnatud makromajanduslikul tasemel. Senine teaduskirjandus keskendub peamiselt programmi kvalitatiivsetele ja identiteedipõhistele aspektidele, rõhutades e-residentsust kui kultuurilist ja poliitilist innovatsiooni, mitte niivõrd kui konkreetset majanduskasvu mõjutavat tegurit.

Arvestades Eesti sõltuvust välistest investeringutest, kõrge lisandväärtusega ettevõtlusest ning digitaalsetest ärimudelitest, on alust küsida, kas e-residentsuse programm võib avaldada mõju mitte üksnes ettevõtete arvu või maksutulude kaudu. Võimalik, et selle mõju ulatub ka makrotasandile – näiteks mõjutades sisemajanduse koguprodukti (SKP) elaniku kohta. Kui selline seos on tuvastatav, võib e-residentsust käsitleda mitte üksnes identiteedipoliitilise uuendusena, vaid ka strateegilise majanduspoliitilise instrumendina.

Kuna senised uuringud e-residentsuse potentsiaalse mõju Eesti majanduskasvule puuduvad, keskendub minu bakalaureusetöö kvantitatiivsele analüüsile, et hinnata programmi võimalikku mõju Eesti majandusarengule perioodil 2015–2023. Uuring kasutab olemasolevaid ametlikke majandusandmeid ning vaatleb võimalikku seost e-residentsuse rakendamise ja Eesti SKP elaniku kohta kasvu vahel, kasutades sünteetilist kontrolli meetodit.

Töö keskne uurimisküsimus on:

Kas e-residentsuse rakendamisel oli statistiliselt oluline positiivne mõju Eesti SKP elaniku kohta kasvule perioodil 2015–2023?

Töö tulemused võivad anda sisendi nii majanduspoliitika kujundajatele kui ka e-residentsuse programmi arendajatele. Positiivse mõju tuvastamine aitaks põhjendada programmi strateegilist laiendamist ja süvendamist nii digitaalse kui ka rahvusvahelise ettevõtluse edendamise vahendina, millel on potentsiaalne panus Eesti jätkusuutlikku majanduskasvu.

3. METOODIKA

Peatükis kirjeldatakse uurimistöös kasutatud metoodikat, mis moodustab keskse aluse uurimisküsimusele vastamiseks. Esmalt tutvustatakse valitud uurimismeetodit ning põhjendatakse selle sobivust töö eesmärkide ja uurimisküsimuse kontekstis ning esitatakse valimi kirjeldus.

3.1 Uurimismeetodi valik

Selle bakalaureusetöö eesmärk on anda kvantitatiivne hinnang e-residentsuse programmi võimalikule makromajanduslikule mõjule, keskendudes selle seostele Eesti SKP elaniku kohta kasvuga perioodil 2015–2023. Programmi mõju empiiriline hindamine on siiski keeruline, kuna e-residentsusele täielikult võrreldavat kontrolljuhtumit on raske määratleda. Kuigi teistes riikides on rakendatud sarnaseid programme, ei pruugi ükski neist olla Eesti jaoks piisavalt võrreldav kontrollriik. Seetõttu kasutatakse analüüsis sünteetilise kontrolli meetodit (*Synthetic Control Method*, SCM), mille abil moodustatakse sünteetiline võrdlusüksus mitme riigi kaalutud kombinatsioonina.

Sünteetilise kontrolli meetod sobib olukordadesse, kus analüüsitakse mingi sekkumise või sündmuse mõju üksikule üksusele ning puudub üks selgelt määratletav ja piisavalt võrreldav kontrollüksus. Sellistel juhtudel kasutatakse potentsiaalsete võrdlusriikide kogumit ehk kontrollrühma, mille põhjal konstrueeritakse mõjutatud üksusele võimalikult sarnane hüpoteetiline võrdlusüksus ehk „sünteetiline kontrollüksus“. Sünteetiline kontroll kirjeldab seda, kuidas mõjutatud üksus oleks tõenäoliselt arenenud juhul, kui sekkumist ei oleks toimunud (Abadie, 2021). Selline lähenemine võimaldab hinnata sekkumise võimalikku kausaalset mõju, võrreldes tegelikku arengut hinnangulise kontrafaktuaalse arenguga.

Selles töös on mõjutatud üksuseks Eesti, kus e-residentsuse programm käivitati 2014. aasta lõpus, kuid taotluste esitamine algas 2015. aastal. Sünteetiline Eesti moodustatakse kaalutud kombinatsioonina kontrollrühma riikidest, mille majandusareng sarnanes Eesti arengule enne programmi rakendamist. Meetodi põhiloogika seisneb selles, et kui sünteetiline Eesti jälgendab piisavalt täpselt Eesti majandusarengut enne e-residentsuse programmi käivitumist (2014. detsember), siis võib sekkumisjärgset erinevust tegeliku ja sünteetilise Eesti vahel tõlgendada e-residentsuse võimaliku mõjuna.

Analüüsis on kokku $J + 1$ üksust, kus üksus number 1 tähistab mõjutatud üksust ehk Eestit ning ülejäänud J üksust moodustavad kontrollrühma riigid. Ajavahemik $t = 1, \dots, T_0$ tähistab sekkumiseelset perioodi, mil e-residentsuse programm ei olnud veel rakendatud.

Ajavahemik $t = T_0 + 1, \dots, T$ tähistab sekkumisjärgset perioodi, mille jooksul hinnatakse programmi võimalikku mõju.

Sünteetilise kontrollüksuse moodustamiseks leitakse kontrollrühma riikidele kaalud $W = (w_2, w_3, \dots, w_{J+1})$, mille korral kaalud on mittenegatiivsed ning nende summa võrdub ühega:

$$W_j \geq 0, \sum_{j=2}^{J+1} W_j = 1,$$

See tähendab, et sünteetiline Eesti kujutab endast mitme kontrollrühma riigi kaalutud kombinatsiooni. Näiteks võib mudel omistada suurema kaalu riikidele, mille majandusareng sarnanes enne sekkumist rohkem Eesti arengule.

Sünteetilise kontrollüksuse väärtus ajaperioodil t leitakse kujul:

$$\check{Y}_t^{\text{sünteetiline}} = \sum_{j=2}^{J+1} w_j \check{Y}_{jt}$$

kus \check{Y}_{jt} tähistab riigi j tulemust ajaperioodil t .

Meetodi eesmärk on leida selline kaalude kombinatsioon W^* , mis muudaks sünteetilise Eesti võimalikult sarnaseks tegeliku Eestiga sekkumiseelisel perioodil. Selleks minimeeritakse erinevus Eesti ja sünteetilise kontrollüksuse vahel:

$$W^* = \frac{\arg \min}{W} \|X_1 - X_0 W\|_V,$$

milles X_1 sisaldab Eesti sekkumiseelse perioodi tunnuseid ja tulemusi ning X_0 sisaldab samu näitajaid kontrollrühma riikide kohta. Diagonaalmaatriks V määrab, kui oluline on iga tunnus mudeli sobitamisel. Praktikas tähendab see, et mudel otsib sellise kaalude kombinatsiooni, mille puhul sünteetilise Eesti areng järgib enne sekkumist Eesti tegelikku arengut võimalikult täpselt.

Kui optimaalne kaalude vektor W^* on leitud, hinnatakse sekkumise mõju sekkumisjärgsel perioodil järgmiselt:

$$\hat{T}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt},$$

kus Y_{1t} tähistab Eesti tegelikku tulemust ajaperioodil t ning teine osa valemist väljendab sünteetilise Eesti prognoositavat arengut juhul, kui e-residentsuse programmi ei oleks rakendatud. Nende kahe erinevus näitab hinnangulist sekkumise mõju. Valemid põhinevad Abadie jt (2010) ja Abadie (2021) käsitlustel.

Valemities kasutatud tähiste selgitused:

w_j – kontrollrühma riigi j kaal sünteetilise kontrollüksuse konstrueerimisel

W – kontrollrühma riikide kaalude vektor

W^* – optimaalne kaalude vektor

X_1 – mõjutatud üksuse (Eesti) sekkumiseelse perioodi tunnuste maatriks

X_0 – kontrollrühma riikide sekkumiseelse perioodi tunnuste maatriks

v – prediktorite suhtelist olulisust määrav diagonaalmaatriks

Y_{1t} – Eesti tegelik tulemus ajaperioodil t

Y_{jt} – kontrollrühma riigi j tulemus ajaperioodil t

\hat{T}_{1t} – hinnanguline sekkumise mõju ajaperioodil t

T_0 – sekkumiseelse perioodi viimane aasta

t – ajaperiood

J – kontrollrühma riikide arv

Sünteetilise kontrolli meetodi oluline eelis seisneb selles, et see võimaldab luua kontrollüksuse, mille arengutrajektoor sarnaneb mõjutatud üksusele juba enne sekkumist. See aitab vähendada riski, et sekkumisjärgsed erinevused tulenevad muudest majanduslikest või institutsionaalsetest teguritest.

Meetodi keskseks komponendiks on sobivate prediktorite ehk tunnuste valik, mille alusel konstrueeritakse sünteetiline kontrollüksus sekkumiseelsel perioodil (Abadie jt, 2010; Abadie, 2021). Prediktorite eesmärk on aidata saavutada võimalikult täpne sobivus mõjutatud üksuse ja

süntheetilise kontrollüksuse vahel enne sekkumist. Selline sobitamine aitab võimalikult täpselt kooskõlastada kontrollüksuse ja mõjutatud üksuse arengut enne sekkumist, mis omakorda suurendab kontrollüksuse võimet prognoosida sekkumisjärgset arengut. Prediktorid peaksid olema tugevalt seotud uuritava tulemusega ning suutma võimalikult hästi kirjeldada uuritava tulemuse dünaamikat enne sekkumist. Sünteetilise kontrolli meetodis kasutatakse selleks sageli nii ajalises nihkes olevad muutujad (*lagged outcome variables*) kui ka erinevaid majanduslikke ja institutsionaalseid tunnuseid ehk kovariaate (*covariates*) (Abadie jt, 2010; Abadie, 2021). Sobivalt valitud prediktorid võimaldavad sünteetilisel kontrollüksusel jäljendada mõjutatud üksuse arengutrajektoori võimalikult täpselt. See vähendab riski, et sekkumisjärgsed erinevused tulenevad juhuslikest kõrvalekalletest või kontrollrühma ebasobivusest, ning suurendab hinnangute usaldusväärsust. Samaaegselt võib liiga suure hulga prediktorite kasutamine suurendada ülesobitamise (*overfitting*) riski.

Meetodi usaldusväärsus sõltub suuresti sellest, kui hästi sünteetiline kontrollüksus sobitub mõjutatud üksusega enne sekkumist. Sobivuse hindamiseks kasutatakse prognoosi keskmist ruutvigat (*Mean Squared Prediction Error, MSPE*), mis mõõdab erinevust tegeliku ja sünteetilise Eesti arengute vahel sekkumiseelsel perioodil. Madal MSPE sekkumiseelsel perioodil näitab sünteetilise kontrollüksuse head sobivust mõjutatud üksusega. Kui sekkumisjärgsel perioodil suureneb erinevus tegeliku ja sünteetilise üksuse vahel märgatavalt võrreldes sekkumiseelse perioodi erinevusega, võib see viidata võimalikule sekkumise mõjule. Seda hinnatakse sünteetilise kontrolli meetodis sageli sekkumisjärgse ja sekkumiseelse perioodi MSPE suhtarvu (*post/pre-MSPE ratio*) abil. MSPE suhtarv näitab, kui palju suureneb tegeliku ja sünteetilise üksuse vaheline erinevus pärast sekkumist võrreldes sekkumiseelse perioodiga. Suur suhtarv võib viidata võimalikule sekkumise mõjule, samas kui madal väärtus viitab sellele, et sekkumisjärgsed erinevused ei erine oluliselt sekkumiseelsest varieeruvusest (Abadie jt 2010; Abadie jt, 2015).

Tulemuste usaldusväärsuse kontrollimiseks ja võimaliku ülesobitamise riski välistamiseks kasutatakse robustsuskontrolle ja platseeboteste. Sünteetilise kontrolli meetodi puhul ei põhine statistilise olulisuse hindamine tavapärasel p-väärtustel, vaid platseebotestidel. Platseebotestide puhul rakendatakse sama sünteetilise kontrolli meetodit doonorriikidele, justkui oleks sekkumine toimunud ka neis riikides. See võimaldab hinnata, kas mõjutatud üksuse puhul täheldatud mõju erineb piisavalt doonorriikides esinevast juhuslikust varieeruvusest. Lisaks kasutatakse ristvalideerimise meetodit (*Leave-one-out*), mille käigus eemaldatakse kontrollrühmast üksik riigid, et kontrollida, kas tulemused sõltuvad liigselt mõnest üksikust riigist (Abadie jt, 2015). Kui ühe kontrollrühma riigi eemaldamine muudab tulemusi märkimisväärselt, võib see viidata sellele,

et hinnanguline mõju sõltub tugevalt konkreetsest doonorriigist ning tulemuste robustsus on piiratud.

Mõisted:

Mõjutatud üksus: Eesti – riik, kus e-residentsuse programm rakendati.

Kontrollrühm: Kesk- ja Ida-Euroopa (KIE) riigid, mille hulgast sünteetiline Eesti konstrueeritakse.

Doonorriik: Kontrollrühma kuuluv riik, millele mudel võib omistada kaalud sünteetilise Eesti konstrueerimisel.

Sünteetiline kontrollüksus ehk sünteetiline Eesti: kontrollrühma riikide kaalutud kombinatsioon, mis jäljendab Eesti arengut sekkumiseelsetel aastatel.

Sekkumine: e-residentsuse programmi käivitamine.

Sekkumiseelne periood: aastad 2000–2014, mil e-residentsuse programm ei olnud veel rakendatud.

Sekkumisjärgne periood: aastad 2015–2023, mil hinnatakse programmi võimalikku mõju.

Ajalises nihkes olevad muutujad: uuritava tulemise varasemate perioodide väärtused, mida kasutatakse selleks, et kirjeldada mõjutatud üksuse arengudünaamikat enne sekkumist ning parandada sünteetilise kontrolli sobivust.

Kovariaadid: majanduslikud ja institutsionaalsed tunnused, mida kasutatakse sünteetilise kontrollüksuse konstrueerimisel ning mis aitavad selgitada uuritava tulemise arengut.

Prediktorid: kovariaadid ja ajalises nihkes olevad muutujad.

3.2 Valimi kirjeldus

Sünteetilise kontrollmeetodi rakendamiseks on vajalik sobiv kontrollrühm ehk doonorriikide kogum, mille põhjal konstrueeritakse „sünteetiline Eesti“. Kontrollrühma eesmärk on pakkuda võimalikke võrdlusriike, mille kaalutud kombinatsioon võimaldab võimalikult täpselt jäljendada Eesti sekkumiseelset majandusarengut. Selles töös moodustati kontrollrühm Kesk- ja Ida-Euroopa (KIE) riikidest, kuhu kuulusid Albaania, Bulgaaria, Horvaatia, Tšehhi, Ungari, Läti, Poola, Rumeenia, Sloveenia ja Slovakkia. Eesti käsitleti analüüsis mõjutatud üksusena.

Kontrollrühma valikul lähtuti riikide ajaloolisest, institutsionaalsest ja majanduslikust sarnasusest Eestiga. Enamik valimisse kuuluvatest riikidest läbis pärast kommunistlike režiimide kokkuvarisemist ülemineku tsentraliseeritud plaanimajanduselt turumajandusele ning on olnud seotud Euroopa Liidu majandus- ja institutsionaalse raamistikuga kas liikmesriikide või assotsieerunud riikidena (Rodríguez-Pose ja Krøijer, 2009). Selline ühine arengutaust muudab need riigid sobivaks võrdlusbaasiks Eesti majandusarengu hindamisel.

Kontrollrühma kaasati riigid, mille kohta olid olemas võrreldavad ja piisava ajaperioodiga makromajanduslikud andmed ning mille puhul puudus analüüsitava perioodi jooksul Eestiga sarnane e-residentsuse programm või võrreldav digitaalne poliitikasekkumine. Leedu jäeti kontrollrühmast välja, kuna seal rakendati Eesti e-residentsuse programmiga sarnane poliitikainitsiatiiv. Sellise riigi kaasamine võiks moonutada sünteetilise kontrollüksuse konstrueerimist ning vähendada kontrafaktuaalse võrdluse usaldusväärsust, kuna kontrollrühm peaks võimalikult hästi esindama olukorda, kus uuritavat sekkumist ei ole toimunud.

3.3 Andmete kogumine

Andmete kogumine toimus Maailmapanga (World Bank) andmevaramust. Analüüsis kasutati SKP elaniku kohta ostujõu pariteedi alusel püsivhindades näitajat (*GDP per capita, PPP, constant prices*; NY.GDP.PCAP.PP.KD). Tegemist on paneelandmetega, mis hõlmavad riikide aastaseid majandusnäitajaid alates 1960. aastast. Töös piirduti siiski ajavahemikuga 2000-2023, et tagada piisava pikkusega sekkumiseelne periood ning katta e-residentsuse programmi rakendamise järgne arenguperiood.

Andmete ettevalmistamisel filtreeriti välja valimisse kuuluvad Kesk- ja Ida-Euroopa riigid, mis moodustasid sünteetilise kontrolli meetodi rakendamisel kontrollrühma Eesti majandusarengu võrdlemiseks. Eesti käsitleti mõjutatud üksusena.

Reaalkasv ehk SKP püsivhindades tähistab majanduse tegelikku tootmismahu kasvu, kus baasaasta hinnad (näiteks 2021) on fikseeritud ning teistes aastates mõõdetakse tootmist, eeldades hindade stabiilsust baasaasta tasemel. See tähendab, et SKP püsivhindades kajastab realselt toodetud kaupade ja teenuste mahtu, ilma et tulemust mõjutaksid hinnamuutused (Jakub Marian, i.a). Püsivhindade kasutamine võimaldab kõrvaldada inflatsioonist tingitud hinnamuutuste mõju ning annab realistliku ülevaate majandustegevuse tegelikust mahust erinevatel aastatel (Eulerpool, i.a). SKP püsivhindades võimaldab seega võrrelda erinevaid perioode ja tuvastada majanduskasvu reaalsel dünaamikat (Välk, 2023).

Tavapärase SKP elaniku kohta näitab, kui palju raha on majanduses keskmiselt ühe elaniku kohta (Jakub Marian, i.a.). Kui SKP väljendatakse „dollarites (PPP)“, tähendab see, et summa korrigeeritakse selle järgi, kui palju kaupu ja teenuseid (näiteks toit, kommunaalkulud, elektroonika) on antud riigis võimalik osta. Seejärel teisendatakse see summa vastavaks ostujõu väärtuseks USA dollarites, mis võimaldab elatusaseme täpsemat võrdlust riikide vahel (Jakub Marian, i.a.). Ostujõu pariteedi (PPP) korrigeerimine tasandab valuutakursside ja elukalliduse erinevused, teisendades SKP väärtused rahvusvahelisteks dollariteks. Iga ühik väljendab sama hulga kaupade ja teenuste ostujõudu olenemata riigist, mis võimaldab täpsemalt hinnata ja võrrelda majanduslikku heaolu (Jakub Marian, i.a.; Välk, 2023).

Valik kasutada SKP elaniku kohta püsivhindades ja ostujõu pariteedi alusel tuleneb vajadusest saada usaldusväärne ja võrreldav alus nii riikidevaheliseks kui ajaliseks võrdluseks. SKP elaniku kohta annab umbkaudse mõõdu keskmise majandusliku heaolu tasemest, kuid selle väärtuse korrigeerimine püsivhindadega kõrvaldab inflatsiooni mõju, võimaldades seeläbi jälgida majanduse tegeliku tootmismahu muutust ajas. PPP-korrigeering arvestab hinnaerinevusi ja elukallidust eri riikides, võimaldades rahvusvaheliselt võrrelda ostujõudu ning elatustaset objektiivsemalt kui nominaalsete väärtuste kasutamine. Seega ühendab see näitaja täpsuse, stabiilsuse ja võrdlusvõime, mis on vajalik poliitikasekkumiste mõju hindamiseks.

Selline korrigeeritud andmestik on sünteetilise kontrolli meetodi puhul oluline, kuna meetodi usaldusväärsus sõltub suuresti sellest, kui täpselt suudetakse modelleerida sekkumiseelse perioodi arengutrajektoori mõjutatud üksuse ja kontrollüksuse vahel (Abadie jt, 2021).

3.4 Andmeanalüüs

Analüüsis kasutati logaritmitud SKP-d elaniku kohta püsivhindades ostujõu pariteedi alusel (SKP elaniku kohta püsivhindades, PPP). Logaritmimeine on majandusuuringutes laialdaselt kasutatav meetod, kuna see aitab stabiliseerida aegriidade varieeruvust ja kõrvaldada äärmuslike väärtuste mõju (Sanghro, i.a). Logaritmimeine muudab majandusnäitajad võrreldavamaks, vähendades suuremate väärtuste mõju ja andmete hajusust. Eelkõige võimaldab logaritmiline teisendus paremini võrrelda riikide pikaajalisi majandustrende ja minimeerida inflatsiooni mõju, olles üks peamisi tegureid, mis võib moonutada majandusandmete tõlgendamist ja raskendada võrreldavust.

Analüüsi läbiviimiseks kasutati R tarkvara *Synth* paketti, mis võimaldab rakendada sünteetilise kontrolli meetodit ning konstrueerida mõjutatud üksusele hüpoteetilise kontrollüksuse (Abadie jt, 2021). Andmete ettevalmistamiseks kasutati *dataprep()* funktsiooni, millega määrati sõltuvaks tunnuseks logaritmiline SKP elaniku kohta püsivhindades ostujõu pariteedi alusel. Analüüsiperioodiks valiti aastad 2000–2023, millest 2000–2014 tähistab ajavahemikku ennustamise parameetrite määramiseks ja optimeerimiseks ehk sekkumiseelset perioodi.

Sekkumiseelsel perioodil kasutati prediktorina ajalises nihkes olevaid muutujaid (*lagged outcome variables*), et tagada sünteetilise Eesti võimalikult täpne sobivus Eesti tegeliku arengutrajektooriga enne e-residentsuse programmi rakendamist. See tähendab, et mudel kasutas Eesti ja doonorriikide varasemate aastate SKP arengut informatsioonina sünteetilise kontrollüksuse kaalude määramisel. Varasemate arengustrite kasutamine aitab sünteetilisel kontrollüksusel paremini prognoosida Eesti võimalikku arengut olukorras, kus sekkumist ei toimunud.

Lisaks ajalises nihkes olevatele muutujatele testiti mudelis ka täiendavate majanduslike tunnuste (*covariates*) kasutamist, et parandada sünteetilise kontrollüksuse ja Eesti vahelist sekkumiseelset sobivust. Eesmärk oli arvestada võimalikke majanduslikke ja institutsionaalseid tegureid, mis võiksid mõjutada Eesti majandusarengut, ning saavutada võimalikult täpne sobivus sekkumiseelsel perioodil. Oluline on märkida, et nii ajalises nihkes olevaid muutujaid kui ka täiendavaid majanduslikke tunnuseid kasutati nii Eesti kui ka doonorriikide puhul. Eesti andmeid ei kasutatud sünteetilise kontrollüksuse koostamisel doonorriigina, vaid üksnes võrdlusalusena, mille arengutrajektoori püüdis sünteetiline kontrollüksus võimalikult täpselt taastada.

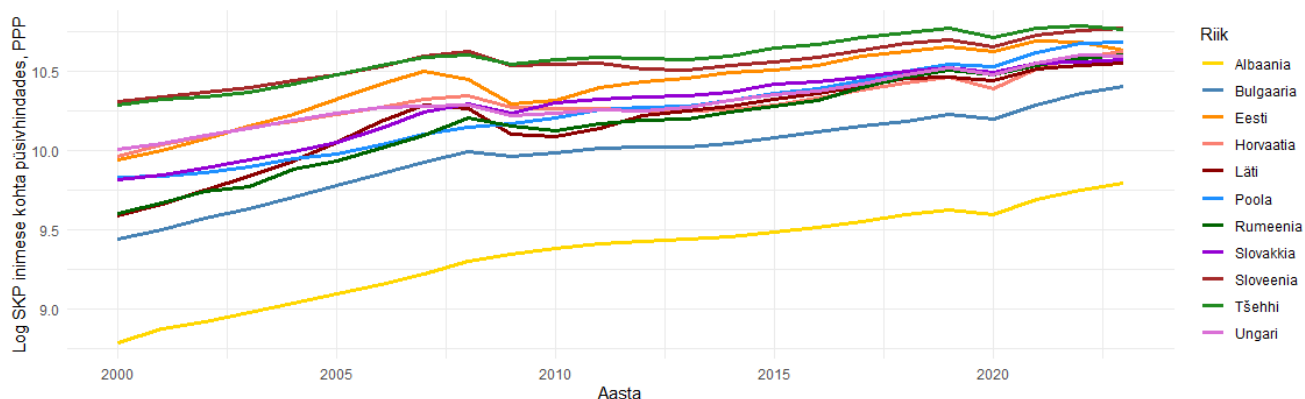
Analüüsis testiti järgmiste majanduslike tunnuste sobivust:

- Sissemaksud SKP-st: Sisemajanduse kogutulu (GDI) osakaal SKP-st (Maailmapank, NE.GDI.TOTL.ZS)
- Töötuse määr: Töötus (ja kogu tööjõu hulgast) (Maailmapank, SL.UEM.TOTL.ZS)
- Tööjõu osalemismäär: Tööjõu osalemismäär (% kogu elanikkonnast vanuses 15-64) (Maailmapank, SL.TLF.CACT.ZS)
- Netovälisinvesteeringud: Netovälisinvesteeringud (FDI) osakaal SKP-st (Maailmapank, BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS)

Täiendavate majanduslike tunnuste lisamine parandas mõnevõrra sünteetilise kontrollüksuse sobivust ning vähendas prognoosiviga. Paranduse ulatus jäi siiski tagasihoidlikuks ning ei muutnud tulemuste üldist tõlgendust. Seetõttu kujunes kõige sobivamaks spetsifikatsiooniks mudel, mis põhines ajalises nihkes olevatel muutujatel ehk eelnevate aastate (2000-2014) riikide keskmine logaritmiline SKP elaniku kohta püsivhindades, PPP.

Riikide majanduslikke arengutrajektoore visualiseeriti aegriidide graafikutena, et hinnata kontrollrühma riikide võrreldavust ning tuvastada võimalikke kõrvalekaldeid (Joonis 1). Visuaalse analüüsi põhjal erines Albaania arengutrajektoor märgatavalt ülejäänud doonorriikide arengutrajektooridest. Siiski ei parandanud Albaania eemaldamine märkimisväärselt sekkumiseelset sobivust ega vähendanud prognoosiviga. See viitas sellele, et ajalises nihkes

olevatel muutujatel põhinev sobitamine tagas juba piisavalt tugeva sekkumiseelse sobivuse ning kontrollrühma täiendav kitsendamine ei olnud vajalik.



Joonis 1. Logaritmiline SKP elaniku kohta püsivhindades, PPP – Aastased arengutrajektorid. (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Kuigi ajalises nihkes olevate muutujate kasutamine võimaldas saavutada väga hea sekkumiseelse sobivuse, võib suure hulga prediktorite kaasamine suurendada mudeli ülesobitamise (*overfitting*) riski. Sellisel juhul võib sünteetiline kontrollüksus jäljendada sekkumiseelset perioodi väga täpselt, kuid kaotada osa oma võimest usaldusväärset hinnata kontrafaktuaalset arengut sekkumisjärgsel perioodil. Selle riski vähendamiseks hinnati mudeli stabiilsust robustuskontrolli abil.

4. TULEMUSED

Peatükis esitatakse sünteetilise kontrolli meetodi tulemused, et hinnata e-residentsuse programmi võimalikku mõju Eesti majandusarengule perioodil 2015–2023. Analüüs põhineb logaritmitud SKP-l elaniku kohta püsivhindades (PPP). Analüüs viidi läbi R tarkvara abil.

4.1 Sünteetilise kontrolli tulemused

Sünteetilise Eesti konstrueerimisel testisin mitmeid erinevaid mudelispetsifikatsioone, et saavutada võimalikult hea sekkumiseelne sobivus Eesti ja sünteetilise kontrollüksuse vahel. Mudelite võrdlemisel lähtusin sekkumiseelse perioodi prognoosiveast (MSPE), mille madalam väärtus viitab paremale sobivusele mõjutatud üksuse ja sünteetilise kontrollüksuse vahel. Eesti sekkumiseelsed andmed toimusid mudelis võrdlusalusena, mille põhjal optimeeriti doonorriikide kaalud sünteetilise kontrollüksuse konstrueerimiseks.

Esialguses mudelis kasutasin prediktorina üksnes Eesti ja doonorriikide logaritmitud SKP elaniku kohta keskmist väärtust sekkumiseelsel perioodil 2000–2014, mistõttu kirjeldas iga riiki üks perioodi keskmine näitaja. Täiendavaid kovariaate ega ajalises nihkes olevaid muutujaid mudelisse ei kaasanud. Selline spetsifikatsioon võimaldas sobitada peamiselt riikide keskmist majandustaset, kuid ei taastanud kogu sekkumiseelset arengutrajektoori. Kuigi mudeli sekkumiseelse perioodi MSPE väärtuseks kujunes 0,004, ei sobitunud Eesti ja sünteetilise kontrollüksuse trajektoorid sekkumiseelsel perioodil hästi ning nende vahel esines märgatavaid lahknevusi (Lisa 1). Kontrollrühma kaalud jaotusid suhteliselt hajusalt, kuigi suurima kaaluga doonorriigid olid Sloveenia ja Tšehhi.

Selleks, et parandada sekkumiseelset sobivust, kasutasin teises mudelis prediktorina Eesti ja doonorriikide logaritmitud SKP elaniku kohta väärtusi aastatel 2000, 2005 ja 2010 ehk ajalises nihkes olevaid muutujaid. Iga riiki kirjeldasid lisaks keskmisele arengutasemele ka konkreetsete aastate (2000, 2005, 2010) SKP väärtused. Täiendavaid kovariaate ma mudelisse ei lisanud. Võrreldes esimese mudeliga võimaldas selline spetsifikatsioon arvestada paremini sekkumiseelse arengutrajektoori dünaamikaga. Sobitamine ei põhinenud enam üksnes kogu perioodi keskmisel majandustasemel, vaid ka valitud aastate SKP tasemetel. Mudeli sekkumiseelse perioodi MSPE väärtuseks kujunes 0,0015, mis oli madalam kui esimese mudeli puhul. Eesti ja sünteetilise kontrollüksuse trajektoorid kattusid enne sekkumist paremini, kuigi väiksemaid lahknevusi esines endiselt. Ajalises nihkes olevate muutujate suhtelised kaalud näitasid, et mudeli sobivuse kujundamisel sai 2005. aasta logaritmitud SKP väärtus suurima kaalu, samas kui 2000. ja 2010. aasta väärtuste suhtelised kaalud jäid väiksemaks. Doonorriikidest said kõrgeimad kaalud Läti ja Sloveenia.

Järgmiseks katsetasin erinevate kovariaatide kaasamist, et parandada sünteetilise Eesti sobivust veelgi. Lisatud kovariaatideks olid sisemajanduse kogutulu (GDI) osakaal SKP-st, töötusprotsent, tööjõu osalemismäär ja netovälisinvesteeringute osakaal SKP-st. Lisaks kovariaatidele kasutati prediktorina logaritmitud SKP elaniku kohta keskmist väärtust sekkumiseelsel perioodil 2000–2014. Kõik prediktorid, nii kovariaadid kui ka logaritmitud SKP elaniku kohta väärtused, sisestasin mudelisse nii Eesti kui ka doonorriikide kohta. Võrreldes eelmiste mudelitega paranes sekkumiseelse perioodi sobivus veelgi ning MSPE väärtuseks kujunes 0,00107, mis oli madalam kui eelnevates mudelites. Prediktorite kaalud näitasid, et mudeli sobivuse kujundamisel sai suurima kaalu logaritmitud SKP elaniku kohta, samas kui kovariaatide kaalud jäid väiksemaks. Doonorriikidest said kõrgeimad kaalud Läti ja Tšehhi.

Lõpptulemusena valisin mudeli, milles kasutasin prediktoritena Eesti ja doonorriikide logaritmitud SKP elaniku kohta väärtusi igal sekkumiseelsel aastal (2000–2014) ehk ajalises nihkes olevaid muutujaid. Selline spetsifikatsioon võimaldas sünteetilisel kontrollüksusel sobitada mitte ainult Eesti keskmist majandustaset, vaid ka kogu sekkumiseelset arengutrajektoori. Võrreldes eelnevate mudelitega saavutati kõige parem sekkumiseelne sobivus ning MSPE väärtuseks kujunes 0,00097, mistõttu valiti see mudel edasiseks analüüsiks. Prediktorite kaalud ei koondunud üksikutele aastatele, vaid jagunesid sekkumiseelsete aastate vahel suhteliselt ühtlaselt.

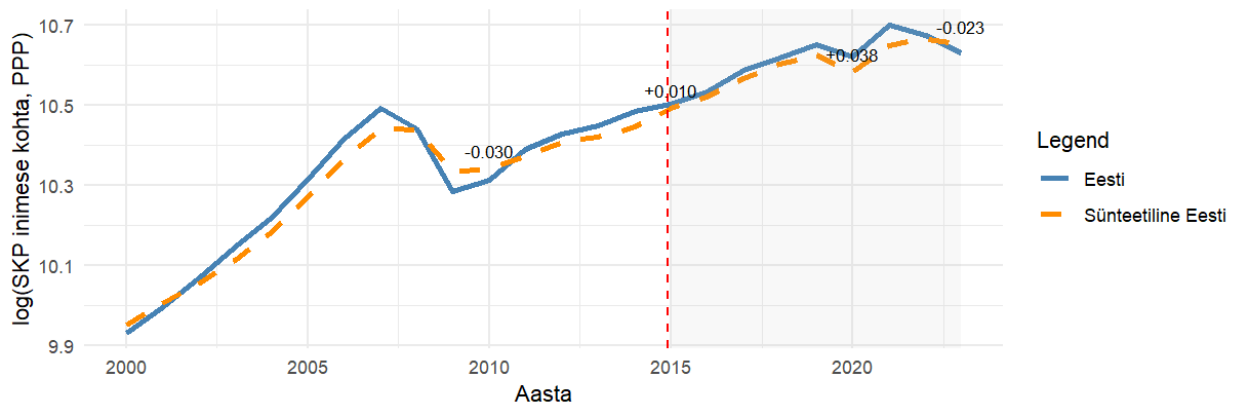
Tabel 1 näitab iga riigi kaalu, mida sünteetilise Eesti koostamiseks kasutati. Kõrgema kaalu saanud riigid olid majandusliku arengutrajektoori poolest kõige sarnasemad Eestile enne e-residentsuse programmi rakendamist. Lisaks doonorriikide kaaludele optimeeris mudel ka

prediktorite suhtelised kaalud, mis määrasid erinevate sekkumiseelsete aastate panuse sünteetilise kontrollüksuse konstrueerimisel. Riigid, mille kaalud olid nullilähedased, ei mänginud olulist rolli sünteetilise Eesti loomisel. Prediktorite suhtelised kaalud on esitatud lisas 2. Suurima kaaluga prediktoriks kujunes 2000. aasta logaritmitud SKP elaniku kohta, samas kui 2008. aasta väärtuste kaal jäi nullilähedaseks (Lisa 2).

Riik	Kaal
Albaania	0,001340
Bulgaaria	0,001572
Horvaatia	0,002218
Tšehhi	0,536657
Ungari	0,003477
Läti	0,450534
Poola	0,001468
Rumeenia	0,001448
Sloveenia	0,000019
Slovakkia	0,001284

Tabel 1. Kontrollrühma riikide kaalud sünteetilise Eesti konstrueerimisel. (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Joonis 2 illustreerib, et sünteetiline kontroll suudab sekkumiseelisel perioodil (2000–2014) Eesti arengut suhteliselt hästi jäljendada, kuna erinevused püsivad suhteliselt väikesed ja kõiguvad nulli ümber. Siiski ei ole sobivus ideaalne, sest esineb perioodilisi kõrvalekaldeid (nt 2007 ja 2009), mis viitab sellele, et mudel ei taasesita täielikult kõiki Eesti majanduse dünaamikaid. Sellest hoolimata on sobivus piisav, et võimaldada ettevaatlikku tõlgendust sekkumisjärgse perioodi kohta.



Joonis 2. Eesti ja sünteetilise Eesti logaritmitud SKP elaniku kohta (PPP, püsihindades) ajavahemikus 2000–2023 (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Pärast sekkumist (alates 2015. aastast) ei teki Eesti ja sünteetilise Eesti vahel selget ega püsivat lahknemist. Nendevahelised erinevused jäävad väikeseks ning ei ületa sekkumiseelsel perioodil täheldatud varieeruvust, mis viitab sellele, et täheldatud kõrvalekalded võivad olla juhuslikud või tingitud muudest samaaegsetest teguritest, mitte e-residentsuse programmi mõjust. Kuigi mõnel aastal (nt 2020–2021) on Eesti trajektoor sünteetilisest kõrgem, ei kujune sellest välja järjepidevat trendi ning perioodi lõpuks (2023) on Eesti näitaja taas veidi madalam kui sünteetilisel kontrollil. Selline ebastabiilne ja mittesüsteemne muster ei toeta tugeva põhjusliku mõju olemasolu.

Kui e-residentsuse programmil oleks olnud selge ja märkimisväärne mõju, peaks joonisel ilmnenema pärast 2015. aastat selge ja ajas püsiv lahknemine tegeliku ja sünteetilise trajektoori vahel. Näiteks positiivse mõju korral liiguks Eesti trajektoor järjepidevalt sünteetilisest kontrollist kõrgemale ning vahe nende vahel suureneks ajas; negatiivse mõju korral toimuks vastupidine. Joonisel sellist mustrit ei esine, mis viitab sellele, et sekkumise mõju SKP-le elaniku kohta on kas olematu või väga nõrk. Seda toetavad ka sekkumisjärgne MSPE (0,00048) ja MSPE suhtarv (*post/pre-MSPE ratio*) 0,49. Madal MSPE suhtarv viitab sellele, et sekkumisjärgsed erinevused ei olnud suuremad kui sekkumiseelsel perioodil täheldatud varieeruvus.

Sekkumiseelsel perioodil olid Eesti ja sünteetilise Eesti arengud sarnased, väikeste kõikumistega. Suurim negatiivne vahe (−0,06) ilmnis 2009. aastal, kuid sellele järgnes kiire taastumine ning 2014. aastaks oli vahe Eesti kasuks +0,04. Sekkumisjärgselt jäävad erinevused siiski väikeseks ega kujune ajas kasvavaks trendiks. Kuigi vahe suureneb ajutiselt 2020.–2021. aastal kuni +0,04-ni, ei ole see suurem kui sekkumiseelsel perioodil täheldatud erinevused.

2023. aastaks muutub vahe negatiivseks ($-0,03$), mis kinnitab, et lahkumine ei ole püsiv ega süsteemne (Lisa 3).

4.2 Robustsuskontroll

Robustsuskontroll viidi läbi ristvalideerimise (*leave-one-out*) abil, et hinnata, kas analüüsi tulemused sõltuvad liigselt mõnest üksikust kontrollrühma riigist. Selleks eemaldati kontrollrühmast ükshaaval iga riik ning sünteetiline kontrollüksus konstrueeriti uuesti. Ristvalideerimine on meetod, mida kasutatakse mudeli ennustusvõime hindamiseks. See võimaldab kontrollida, kas mudel suudab säilitada sarnase sobivuse ka siis, kui osa andmetest eemaldatakse. Selline lähenemine aitab hinnata mudeli stabiilsust ning vähendada ülesobitamise (*overfitting*) riski ja valiku kallutatust (Hisour, i.a).

Ristvalideerimise tulemusi võrreldi lõpliku mudeli sekkumiseelse perioodi MSPE väärtusega (MSPE = 0,0009). Ristvalideerimise MSPE väärtused langesid vahemikku 0,00076 – 0,00250. Enamiku iteratsioonide puhul olid saadud MSPE väärtused neljanda mudeli tulemusele suhteliselt lähedased, mis viitab sellele, et mudeli sekkumiseelne sobivus ei sõltunud üksikutest väikese kaaluga doonorriikidest. Kõige suurem muutus ilmnis Läti eemaldamisel, mille korral kujunes MSPE väärtuseks 0,0025. Suuruselt järgmine muutus ilmnis Tšehhi eemaldamisel (MSPE = 0,0019). Ülejäänud riikide eemaldamisel jäid MSPE väärtused märgatavalt madalamaks ning lähedasemaks algse mudeli väärtusele. Tulemused näitavad, et sünteetilise kontrollüksuse sekkumiseelne sobivus sõltus eelkõige suurema kaaluga doonorriikidest. Samas jäid enamik ristvalideerimise käigus saadud MSPE väärtusi suhteliselt madalaks ja üksteisele lähedaseks. See viitab sellele, et mudel ei olnud ülemäära tundlik üksiku doonorriigi eemaldamise suhtes ning tulemused olid üldjoontes stabiilsed (Abadie jt, 2010, Abadie jt, 2015).

4.3 Platseebotestid

Abadie jt (2015) tutvustavad platseebo testide kasutamist, et hinnata, kas sekkumise mõju on statistiliselt oluline või kas mõju võib olla juhuslik kõrvalekalle. Platseebotestide eesmärk oli hinnata, kas mõjutatud üksuses täheldatud kõrvalekalle oleks võinud tekkida juhuslikult, ilma sekkumise mõjuta. Selleks rakendati iga kontrollrühma riigi puhul sünteetilise kontrolli meetodit, eeldades, et e-residentsuse programm oleks seal samamoodi rakendatud. Platseebotestides võrreldi Eesti tegelikku sekkumisjärgset mõju kontrollrühma riikide simuleeritud platseebomõjudega. Platseeboüksustena käsitleti doonorriike, mille puhul simuleeriti sekkumise rakendamist ning võrreldi tegelikku arengut vastava sünteetilise kontrollüksusega. Eesti ei olnud platseeboüksus, vaid tegelik mõjutatud üksus, mille hinnangulist mõju võrreldi teiste riikide simuleeritud platseebomõjudega.

Platseebotestide tulemused näitasid, et enamiku doonorriikide erinevused platseeboüksuse ja tegeliku riigi arengu vahel jäid suhteliselt väikeseks ning paiknesid valdavalt vahemikus -0,05 kuni 0,10. Negatiivsed erinevused ilmnesis näiteks Bulgaaria (-0,02), Horvaatia (-0,04), Läti (-0,02), Slovakkia (-0,04) ja Sloveenia (-0,05) puhul. Positiivsed erinevused esinesid Tšehhi (0,06), Ungari (0,04), Poola (0,10) ja Rumeenia (0,06) korral. Selgelt eristus Albaania, mille erinevus kujunes märgatavalt suuremaks (-0,54) kui ülejäänud kontrollrühma riikidel.

Joonis 3 kujutab platseeboüksuste ja tegeliku riigi arengute erinevusi, mis on saadud sünteetilise kontrolli abil. Punane katkendjoon tähistab Eesti tegelikku mõju ehk Eesti ja sünteetilise Eesti vahelist erinevust pärast sekkumist. Enamik platseeboüksusi paikneb nulli lähedal ning koondub vahemikku ligikaudu -0,05 kuni 0,10. Albaania erinevus paikneb joonise vasakus nurgas.



Joonis 3. Erinevus tegeliku Eesti ja platseeboriikide vahel sekkumisjärgses perioodis: SCM platseebotest logaritmitud SKP põhjal. (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Platseebotestide tulemused näitavad, et enamiku kontrollrühma riikide erinevused olid suhteliselt väikesed ja paiknesid nulli lähedal. Ka Eesti ja sünteetilise Eesti vaheline erinevus oli sekkumisjärgsel perioodil väike ning ei eristunud selgelt platseeboüksuste arengutest. Tavapäraselt viitab selline tulemus sellele, et hinnatud mõju võib olla juhuslik ega ole statistiliselt oluline. Selles analüüsis ei ilmnenud aga sünteetilise kontrolli põhitulemuste põhjal selget ega püsivat mõju juba sekkumisjärgses perioodis. Seetõttu võib platseebotestide tulemusi pigem tõlgendada kui kinnitust sellest, et e-residentsuse programmi mõju Eesti SKP-le elaniku kohta ei avaldunud märgatavalt ka võrreldes kontrollrühma riikidega.

Samuti on oluline märkida, et Albaania annab erandliku tulemuse, mis võib viidata sellele, et mõju Eestis oli statistiliselt oluline. Kuna Albaania arengumuster (joonis 1) eristub teistest riikidest, ning robustsuskontrolli käigus saavutati väikseim MSPE väärtus Albaania eemaldamisel, tuleb selle tulemuse tõlgendamisel olla ettevaatlik. Seetõttu ei oleks põhjendatud hinnata e-residentsuse mõju statistiliselt oluliseks vaid selle ühe platseeboüksuse põhjal.

5. JÄRELDUSED

Selle bakalaureusetöö eesmärk oli anda kvantitatiivne hinnang e-residentsuse programmi võimalikule makromajanduslikule mõjule, keskendudes selle seoste Eesti SKP elaniku kohta kasvuga perioodi 2015–2023. Mõju hindamiseks rakendati sünteetilise kontrolli meetodit (SCM), mis võimaldas konstrueerida kontrafaktuaalse stsenaariumi ehk hinnata, kuidas Eesti majandus oleks arenenud juhul, kui e-residentsuse programmi poleks rakendatud.

Analüüsi tulemused näitasid, et Eesti ja sünteetilise Eesti majandusarendused olid sekkumiseelsel perioodil suhteliselt sarnased, mis viitab, et kontrollüksus suudab teatud määral Eesti majanduse trajektoori jäljendada. Samas ei olnud sobivus täielik, mis viitab sellele, et täielikult sobiva sünteetilise kontrollüksuse leidmine on piiratud. Tulevikus võiks kaaluda laiemat doonorvalimi kasutamist, näiteks lisades ka Skandinaavia riike, mis on Eestiga sarnasemad majanduse struktuuri, institutsioonide kvaliteedi ja digiarengu poolest. Samuti võiks tulevikus kasutada alternatiivseid prediktoreid, mis peegeldavad otsesemalt e-residentsuse programmi mõju mehhanisme, näiteks ettevõtete arvu, uute ettevõtete loomise määra või digisektori aktiivsust. Sellised näitajad võivad võimaldada sünteetilisel kontrollil konstrueerida täpsema ja seeläbi ka usaldusväärsema kontrafaktuaalse võrdluse.

Pärast e-residentsuse rakendamist ei täheldatud aga selget ega püsivat erinevust tegeliku Eesti ja sünteetilise kontrollüksuse vahel. Aastatel 2015–2020 oli Eesti majandus kohati sünteetilisest kontrollüksusest mõnevõrra kõrgemal, kuid aastaks 2023 oli see langenud madalamale tasemele. Erinevused olid siiski väikesed ega viita tugevale mõjule. Platseebotestid ei andnud samuti tugevat tõendit selle kohta, et e-residentsuse mõju SKP-le elaniku kohta oleks statistiliselt oluline, kuna sarnaseid kõrvalekaldeid esines ka kontrollüksuste puhul. Robustsuskontroll ristvalideerimise abil näitas, et mudeli tulemused ei sõltu ebaproportsionaalselt ühestki kontrollrühma riigist. Kuigi suuremad kaalud langesid Tšehhile ja Sloveeniale, ei olnud tulemused täielikult ühe või kahe riigi poolt määratud.

Seega ei saa tehtud analüüsi põhjal järeldada, et e-residentsuse programm oleks avaldanud statistiliselt olulist mõju Eesti SKP-le elaniku kohta. Samas tuleb arvestada, et SKP elaniku kohta on väga üldine makromajanduslik näitaja, mis ei pruugi piisava tundlikkusega peegeldada sellise spetsiifilise poliitikameetme nagu e-residentsuse programm. Programmi võimalik mõju võib avalduda kitsamates majandusnäitajates, näiteks ettevõtlusaktiivsuses, välisinvesteeringutes või maksulaekumistes, ilma et see väljenduks otseselt agregaatses SKP näitajas. Eesti majanduskeskkond, sealhulgas madal bürokraatia, avatud turg ja toetav digipoliitika, loob küll soodsad tingimused e-residentsuse ja välisinvesteeringute arenguks, kuid selle mõju kogu majanduse tasandil võib jääda piiratud ulatusega.

Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutuse andmetel on e-residendid aktiivsed: esitatakse taotlusi ja luuakse ettevõtteid, kuid see aktiivsus ei pruugi otseselt kajastuda SKP-s. Kuna e-residentsuse kaudu loodud ettevõtted tegutsevad suuresti digitaalmajanduses ning paljud neist on idufirmad või väikeettevõtted, võib nende mõju avalduda pigem kitsamates näitajates.

Lisaks võivad tulemusi mõjutada välised tegurid, nagu geopoliitilised pinged, sealhulgas Venemaa agressioon Ukrainas, inflatsioon ning intressimäärade tõus. Need tegurid mõjutavad kogu piirkonna majandusarengut ja võivad varjutada väiksemate poliitikameetmete mõju. Sekkumiseelse perioodi sobivuse täpse kattuvuse saavutamist muutsid keerulisemaks ka majanduslikud šokid, nagu 2008. aasta finantskriis, euro kasutuselevõtt ja Euroopa Liiduga liitumisega kaasnev kiire kasvu šokk. Eesti kui väikese ja kiire kohanemisvõimega riik võib sellistest šokkidest taastuda kiiremini või aeglasemalt kui teised Kesk- ja Ida-Euroopa riigid. Tulevased uuringud saaksid täpsema hinnangu andmiseks keskenduda kitsamatele näitajatele, nagu maksutulud, ettevõtlusaktiivsus või digiteenuste eksport, et hinnata programmi mõju täpsemalt. Teadaolevalt moodustavad e-residentide asutatud ettevõtted ligikaudu 20% kõigist uutest Eesti ettevõtetest aastas, kuid täiendavalt vajab selgitamist, kui suure osakaalu moodustavad e-residentide poolt asutatud ettevõtted kõigist Eestis tegutsevatest aktiivsetest ettevõtetest. Samuti on asjakohane analüüsida, kuidas nende ettevõtete tegevus ajas areneb ning kui jätkusuutlikuks kujuneb e-residentide osalus programmis. Näiteks võiks uurida, kui suur osa e-residentidest pikendab oma digi-ID kehtivust või piirdub programmis vaid ühekordse osalemisega. Selline analüüs võimaldaks hinnata, kas e-residentsus loob kasutajates pikemaajalist seotust Eesti ettevõtlus- ja institutsionaalse keskkonnaga. Selliste mehhanismide täpsem uurimine aitaks paremini mõista, millistel tingimustel võib e-residentsuse programm avaldada pikaajalisemat mõju Eesti majandusarengule.

KOKKUVÕTE

See bakalaureusetöö annab kvantitatiivse hinnangu e-residentsuse programmi võimalikule makromajanduslikule mõjule, keskendudes selle seoste Eesti sisemajanduse koguprodukti (SKP) elaniku kohta kasvule perioodil 2015–2023. Töö keskne uurimisküsimus on : Kas e-residentsuse programmi rakendamisel oli statistiliselt oluline positiivne mõju Eesti SKP elaniku kohta kasvule perioodil 2015–2023?

E-residentsus on Eestis alates 2014. aasta lõpust rakendatav digitaalne avaliku halduse innovatsioon, mille eesmärk on meelitada välismaiseid ettevõtjaid, lihtsustada rahvusvahelist äritegevust ning tugevdada Eesti kui digiriigi mainet. Kuigi programmi otsesed majanduslikud mõjud, näiteks maksutulude kasv ja ettevõtete arvu suurenemine, on dokumenteeritud, ei ole selle makromajanduslik mõju – eelkõige mõju SKP-le – varasemalt põhjalikult empiiriliselt hinnatud.

Uuringus kasutati sünteetilise kontrolli meetodit, et hinnata programmi mõju Eesti majandusele. Meetodi rakendamisel konstrueeriti hüpoteetiline „sünteetiline Eesti“, kasutades Kesk- ja Ida-Euroopa riikide andmeid. Sõltuva muutujana kasutati logaritmitud SKP-d elaniku kohta püsivhindades ostujõu pariteedi alusel (PPP). Parima sekkumiseelse sobivuse andis mudel, mis tugines ajalises nihkes olevatele muutujatele ehk eelnevate aastate SKP väärtustele.

Tulemused näitasid, et Eesti ja sünteetilise Eesti majandusarengu trajektoorid olid sekkumiseelsel perioodil suhteliselt sarnased ning ka pärast e-residentsuse käivitamist ei täheldatud selget kõrvalekallet sünteetilise kontrollüksuse suhtes. Robustuskontrolli ja platseebotestide tulemused kinnitasid, et mudel oli stabiilne ega sõltunud ebaproportsionaalselt üksikutest riikidest. Platseebotestid näitasid, et Eesti majandusareng ei erinenud oluliselt kontrollüksuste arengutest, mis viitab sellele, et täheldatud erinevused ei olnud selgelt eristatavad kontrollüksuste tavapärasest varieeruvusest.

Kokkuvõttes ei ilmnenu analüüsi põhjal selget ega püsivat mõju Eesti SKP-le elaniku kohta seoses e-residentsuse programmi rakendamisega perioodil 2015–2023. Tulemused viitavad sellele, et digitaalsete poliitikameetmete mõju võib avalduda kaudselt ega pruugi väljenduda

üldistes makromajanduslikes näitajates, nagu SKP elaniku kohta. Eesti kui väikese ja avatud majanduse puhul võib e-residentsuse mõju väljenduda ettevõtlusaktiivsuses, maksutuludes, digitaalteenuste ekspordis ja rahvusvahelise konkurentsivõime tugevnemises. Samuti võib programmi võimalik mõju avalduda pikema aja jooksul, kui käesolevas töös analüüsitud periood võimaldab hinnata. Seetõttu võiksid edasised uuringud keskenduda kitsamatele majandusnäitajatele ja pikemale ajahorisondile, et hinnata programmi mõju täpsemalt.

SUMMARY

A Macroeconomic Assessment of the Economic Impact of Estonia's E-Residency Programme

This bachelor's thesis provides a quantitative assessment of the potential macroeconomic impact of the e-Residency programme, focusing on its relationship with the growth of Estonia's gross domestic product (GDP) per capita during the period 2015–2023. The central research question of the thesis is: Did the implementation of the e-Residency programme have a statistically significant positive effect on the growth of Estonia's GDP per capita between 2015 and 2023?

Introduced at the end of 2014, e-Residency represents an innovative digital public governance initiative aimed at attracting foreign entrepreneurs, facilitating international business operations, and strengthening Estonia's reputation as a digital state. Although the programme's direct economic effects, such as increased tax revenues and growth in the number of registered companies, have been documented, its broader macroeconomic impact – particularly its effect on GDP – has not previously been examined comprehensively through empirical analysis.

The study applies the Synthetic Control Method (SCM) to evaluate the programme's impact on the Estonian economy. Within this framework, a hypothetical "synthetic Estonia" was constructed using data from Central and Eastern European countries. The dependent variable employed in the analysis was the logarithm of GDP per capita at constant prices adjusted for purchasing power parity (PPP). The model that produced the strongest pre-intervention fit relied on lagged outcome values of the dependent variable, specifically GDP values from all previous years.

The findings indicate that the economic development trajectories of Estonia and synthetic Estonia were relatively similar prior to the intervention. Following the introduction of e-Residency, no clear divergence from the synthetic control unit was observed. The results of robustness checks, including leave-one-out analyses and placebo tests, confirmed the stability of the model and

demonstrated that the findings were not disproportionately driven by any individual country. Furthermore, the placebo tests suggested that Estonia's economic performance did not differ significantly from that of the control units, suggesting that the observed differences were not clearly distinguishable from the typical variation observed among the control units.

Overall, the analysis does not provide evidence of a clear or persistent effect of the e-Residency programme on Estonia's GDP per capita during the period 2015–2023. The findings suggest that the effects of digital policy measures may materialise indirectly and over a longer period of time, rather than being immediately reflected in aggregate macroeconomic indicators. In the context of a small and open economy such as Estonia, the impact of e-Residency may instead be manifested through increased entrepreneurial activity, higher tax revenues, growth in digital service exports, and enhanced international competitiveness. Moreover, the programme's potential effects may emerge over a longer period than the timeframe examined in this thesis permits. Consequently, future research could benefit from focusing on narrower economic indicators and extending the time horizon of analysis in order to assess the programme's impact more precisely.

KASUTATUD KIRJANDUS

Abadie, A. (2021). Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects. *Journal of Economic Literature*, 59(2), 391–425. <https://doi.org/10.1257/jel.20191450>

Abadie, A., Diamond, A. ja Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program. *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), 493–505. <https://doi.org/10.1198/jasa.2009.ap08746>

Abadie, A., Diamond, A. ja Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, 59(2), 495–510. <https://doi.org/10.1111/ajps.12116>

Abadie, A., Diamond, A. ja Hainmueller, J. (2021). Synth: Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies. R Package Documentation. Kasutatud 25.05.2025, <https://CRAN.R-project.org/package=Synth>

Accountor. (2023). What exactly is Diia City resident? Kasutatud 03.05.2026, <https://www.accountor.com/en/ukraine/article/what-exactly-diiacity-resident>

Ahmed, Y. A. ja Ibrahim, R. R. (2019). The impact of FDI inflows and outflows on economic growth: an empirical study of some developed and developing countries. *Raparin Journal of Humanities (RJH)*, 6(1), 129-157. [https://doi.org/10.26750/vol\(6\).no\(1\).paper9](https://doi.org/10.26750/vol(6).no(1).paper9)

Aparicio, S. ja Urbano, D. (2016). Entrepreneurship capital types and economic growth: International evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.02.018>

Aparicio, S., Urbano, D. ja Audretsch, D. (2016). Institutional factors, opportunity entrepreneurship and economic growth: Panel data evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 45-61. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.04.006>

Asadli, N. ja Krimpe, J. (2020). Future Prospects of Azerbaijan's m-Residency program. Kasutatud 03.05.2026, <https://e-estonia.com/wp-content/uploads/b-st-m-residence-2020.pdf>

Asan Imza. (i.a.). Asan Imza - your identification. Kasutatud 03.05.2026, <https://asanimza.az/en/>

Baiashvili, T. ja Gattini, L. (2020). Impact of FDI on economic growth: The role of country income levels and institutional strength (*EIB Working Paper No. 2020/02*). European Investment Bank. <https://doi.org/10.2867/846546>

Bailey, N. (2018). Exploring the relationship between institutional factors and FDI attractiveness: A meta-analytic review. *International Business Review*, 27(1), 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.05.012>

Daemigah, A. (2020). Does financial statements information contribute to macroeconomic indicators? *Iranian Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 4(3), 61-79. <https://doi.org/10.22067/ijaaf.2020.39428>

Digital Trade Hub of Azerbaijan. (2019). Ametlik veebileht. Kasutatud 03.05.2026, <https://dth.az/index>

Do Thi Thuy, L. ja Nguyen Quang, H. (2021). Relationship between foreign direct investment and economic growth: An applied research in low income, lower middle income, upper middle income, and high-income countries. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 60(1), 200–212. Kasutatud 25.05.2025,

<https://www.gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/1300>

Eesti Pank. (2020, 29. mai). Majanduse edasine areng sõltub peamiselt välisturgudest. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/majanduse-edasine-areng-soltub-peamiselt-valisturgudest-29052020>

Eesti Pank. (2023, 8. detsember). Ekspordi jätkuv vähenemine ei ole hea märk. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/madis-muller-ekspordi-jatkuv-vahenemine-ei-ole-hea-mark-08122023>

Eesti Pank. (2024a, 30. august). Investeeringute tase näitab ettevõtete usku majanduse taastumisse. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/investeeringute-tase-naitab-ettevotete-usku-majanduse-taastumisse-30082024>

Eesti Pank. (2024b, 26. märts). Prognoos: majandus tõusu lävel. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/prognoos-majandus-tousu-lavel-26032024>

Eesti Pank. (2024c, 24. september). Prognoos: korras riigirahandus loob majanduskasvule parema aluse. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/prognoos-korras-riigirahandus-loob-majanduskasvule-parema-aluse-24092024>

Eesti Pank. (2025, 25. märts). Prognoos: kaubandustökete oht koos hinnatõusuga varjutavad majanduse taastumist. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/press/prognoos-kaubandustokete-oht-koos-hinnatousuga-varjutavad-majanduse-taastumist-25032025>

Enty. (2025a). Comparing e-Residency in Portugal and Estonia. Kasutatud 03.05.2026, <https://enty.io/blog/jurisdictions-estonia-vs-portugal-for-company-registration>

Enty. (2025b). Estonia vs Lithuania: The real truth about e-residency programs. Kasutatud 03.05.2026, <https://enty.io/blog/estonia-vs-lithuania-the-real-truth-about-e-residency-programs>

Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus. (2023a). Majandusaasta aruanne 2022 (lk 5). Kasutatud 25.05.2025, <https://eis.ee/wp-content/uploads/2023/05/ettevotluse-ja-innovatsiooni-sihtasutuse-majandusaasta-aruanne-2022.pdf>

Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus. (2023b). E-residendid asutasid Eestis mullu rekordiarvu ettevõtteid. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.e-resident.gov.ee/blog/et/posts/e-residendid-asutasid-eestis-mullu-rekordiarvu-ettevotteid/>

Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus (2024). Välisinvesteeringud jõudsid rekordilähedase tulemuseni. <https://eis.ee/valisinvesteeringud-joudsid-rekordilahedase-tulemuseni> (kasutatud 25.05.2025)

Eulerpool. (i.a.). What is real GDP? Definition and explanation. Kasutatud 25.05.2025, <https://eulerpool.com/en/glossary/real-gdp>

Gilchrist, D., Emery, T., Garoupa, N. ja Spruk, R. (2022). Synthetic Control Method: A tool for comparative case studies in economic history. *Journal of Economic Surveys*, 1–37. <https://doi.org/10.1111/joes.12493>

Government of Dubai. (i.a.). Virtual Commercial City. Kasutatud 25.05.2025, https://www.uaefreezones.com/dubai_virtual_commercial_city_free_zone.html

GoVisaFree. (2024). E-Residency of Portugal: The Definitive Guide. Kasutatud 03.05.2026, <https://govisafree.com/e-residency-portugal>

Hayat, A. (2019). Foreign direct investments, institutional quality, and economic growth. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 28(5), 561–579. <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1564064>

Hill, T. P. (2015). Data bases and statistical systems: Economics (macroeconomics). Teoses J. D. Wright (toim.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (2. trükk, lk 751-757). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.71009-9>

Hisour. (i.a.). Ristvalideerimise statistika. Kasutatud 25.05.2025, https://et.hisour.com/andmed/ristvalideerimise_statistika/

Islam, M. S. ja Beloucif, A. (2023). Determinants of foreign direct investment: A systematic review of the empirical studies. *Foreign Trade Review*, 59(2), 309–337. <https://doi.org/10.1177/00157325231158846>

Jakub Marian. (i.a.). GDP and purchasing power parity explained. Kasutatud 25.05.2025, <https://jakubmarian.com/gdp-and-purchasing-power-parity-explained/>

Joshua, D., et al. (2020). The impact of foreign direct investment on economic growth: A study across multiple regions. *Journal of International Economics*, 47(3), 285–300. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2020.02.001>

Lamares Capela. (2020). E-Residency and Digital Modernization in Portugal. Kasutatud 03.05.2026, <https://lamarescapela.pt/en/knowledge/companies/e-residency-and-digital-modernization-in-portugal/>

Maaailmapank. (i.a.). Foreign direct investment, net inflows (% of GDP) [BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS]. Kasutatud 24.05.2026, <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS>

Maaailmapank. (i.a.). Gross capital formation (% of GDP) [NE.GDI.TOTL.ZS]. World Bank Open Data. Kasutatud 24.05.2026, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS>

Maaailmapank. (i.a.). GDP per capita, PPP (constant 2017 international \$) [NY.GDP.PCAP.PP.KD]. World Bank Open Data. Kasutatud 25.05.2025, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.KD>

Maaailmapank. (i.a.). Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+) (modeled ILO estimate) [SL.TLF.CACT.ZS]. World Bank Open Data. Kasutatud 24.05.2026, <https://data.worldbank.org/indicator/SL.TLF.CACT.ZS>

Maaailmapank. (i.a.). Unemployment, total (% of total labor force) (modeled ILO estimate) [SL.UEM.TOTL.ZS]. Kasutatud 24.05.2026, <https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS>

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2022). E-residentsuse jätkustrateegia 2022–2025. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.mkm.ee/sites/default/files/documents/2022-05/E-residentsuse%20j%C3%A4tkustrateegia%202022-2025.pdf>

Migration Department Under the Ministry of Interior of the Republic of Lithuania, (i.a.). I want to become an electronic resident. Kasutatud 03.05.2026, <https://www.migracija.lt/en/noriu-tapti-elektroniniu-rezydentues>

Ministry of Digital Transformation of Ukraine. (i.a.). Diia City. Kasutatud 03.05.2026, <https://digitalstate.gov.ua/projects/govtech/diia-city>

Nasir, M. A., Huynh, T. L. D. ja Tram, H. T. X. (2019). Role of financial development, economic growth & foreign direct investment in driving climate change: A case of emerging ASEAN. *Journal of Environmental Management*, 242, 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.112>

Mügge, D. (2016). Studying macroeconomic indicators as powerful ideas. *Journal of European Public Policy*, 23(3), 410-427. <https://doi.org/10.1080/13501763.2015.1115537>

Page-Duffy, A. (2021). E-Residency and Dubai Virtual Commercial City. Kasutatud 03.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/blog/posts/e-residency-and-dubai-virtual-commercial-city/>

Politsei- ja Piirivalveamet. (i.a.). E-residendi digi-ID kättesaamine. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.politsei.ee/et/juhend/e-residendi-digi-id/kattesaamine>

Politsei- ja Piirivalveamet. (i.a.). E-residendi digi-ID väljastuskohad. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.politsei.ee/et/juhend/e-residendi-digi-id/valjastuskohad>

Postimees. (2024, 10. oktoober). Eesti majanduse väljavaade sõltub edasisest hinnakasvust. Kasutatud 25.05.2025, <https://majandus.postimees.ee/7609155/eesti-majanduse-valjavaade-soltub-edasisest-hinnakasvust>

Republic of Estonia e-Residency. (2018). E-residentsus 2.0 valge raamat. Kasutatud 16.05.2026, <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/ereswhitepaper/eres2.0+veebi.pdf>

Republic of Estonia e-Residency. (i.a.). E-residentsus arvudes. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/et/>

Republic of Estonia e-Residency. (i.a.). E-residency in numbers. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/dashboard/>

Riigikontroll. (2020). E-residentsuse programmi tulemuslikkus: *Kas e-residentsuse programmi tulud ületavad kulusid ning on programmis osalevad õiguskäulekad välismaalased?* Kasutatud 28.04.2025, <https://digipro.geenius.ee/app/uploads/sites/12/2020/07/8efeea9b41eaa6c1687f47b173828904.pdf>

Ristoja, L. S. (2024, 21. mai). E-residentide osalusel võrsub 38% Eesti idufirmadest. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.e-resident.gov.ee/et/blog/posts/e-residentide-osalusel-vorsub-38-eesti-idufirmadest/>

Ristoja, L. S. (2025a, 04. veebruar). E-residentsus 2024: mõjuanalüüs ja trendid. Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.e-resident.gov.ee/et/blog/posts/e-residendid-asutasid-eesis-mullu-rekordarvu-ettevotteid/>

Ristoja, L. S. (2025b, 01. oktoober). E-residentsus astus sammu kaardivaba tuleviku poole. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/et/blog/posts/e-residentsus-astus-sammu-kaardivaba-tuleviku-poole/>

Ristoja, L. S. (2025c, 18. detsember). E-residendid elavdavad Eesti kaitsetööstust. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/et/blog/posts/e-residendid-elavdavad-eesi-kaitsetoostust/>

Ristoja, L. S. (2026, 6. veebruar). E-residents generated record state revenue 2025. Kasutatud 16.05.2026, <https://www.e-resident.gov.ee/blog/posts/e-residents-generated-record-state-revenue-2025/>

Rodriguez-Pose, A. ja Krøijer, A. (2009). Fiscal decentralization and economic growth in Central and Eastern Europe. *Growth and Change*, 40 (3), 387 – 417. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1550917>

Safir, S., Rafique, A. ja Abbas, K. (2019). Institutions and FDI: Evidence from developed and developing countries. *Financial Innovation*, 5, Article 8. <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0123-7>

Sanghro, M. A. (i.a.). Exponential and logarithmic functions in economics: Applications in growth and analysis. Kasutatud 24.05.2025, <https://maseconomics.com/exponential-and-logarithmic-functions-in-economics-applications-in-growth-and-analysis/>

Siseministeerium. (2022, 8. märts). Eesti piirab Venemaa ja Valgevene kodanike võimalusi e-residendiks saada. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.siseministeerium.ee/uudised/eesti-piirab-venemaa-ja-valgevene-kodanike-voimalusi-e-residendiks-saada>

Startup Portugal. (2020). Portugal's e-Residency White Paper. Kasutatud 03.05.2026, <https://startupportugal.com/wp-content/uploads/2022/02/eresidency-whitepaper-sep2020.pdf>

Statistikaamet. (2024, 15. märts). E-residendid on Eestis loonud üle 30 000 ettevõtte. Kasutatud 25.05.2025, <https://stat.ee/et/uudised/e-residendid-eestis-loonud-ule-30-000-ettevotte>

Tamppuu, P., Masso, A., Ibrahim, M. ja Abaku, T. (2022). Estonian e-residency and conceptions of platform-based state-individual relationship. *TRAMES: A Journal of the Humanities & Social Sciences*, 26(1). <https://doi.org/10.3176/tr.2022.1.01>

Tamppuu, P. ja Masso, A. (2018). Welcome to the virtual state: Estonian e-residency and the digitalised state as a commodity. *European Journal of Cultural Studies*, 21(5), 543-560. <https://doi.org/10.1177/1367549417751148>

Thompson, L. ja Stein, R. (2024, 20.detsember). Lithuanian e-residency. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.thompsonstein.com/en/lithuanian-e-residency/>

UAE Freezones. (i.a.). Dubai Virtual Commercial City Free Zone. Kasutatud 03.05.2026, https://www.uaefreezones.com/dubai_virtual_commercial_city_free_zone.html

Urke, K. (2019, 21. jaanuar). Väiksem investeerimisaktiivsus kammitseb majanduskasvu. *Eesti Pank*. Kasutatud 25.05.2025, <https://www.eestipank.ee/blogi/katri-urke-vaiksem-investeerimisaktiivsus-kammitseb-majanduskasvu>

Van Den Berg, H. (2016). *Economic Growth and Development* (3. väljaanne, lk 7–8). World Scientific Publishing Company. Kasutatud 25.05.2025, <https://books.google.ee/books?id=kWQyDwAAQBAJ>

Välk, H. (2023). Majandusnäitajad ja nende tõlgendamine Eesti kontekstis. Tartu Ülikooli majandusteaduskonna töövihik. Kasutatud 25.05.2025, <https://kristjanvaik.weebly.com/uploads/1/1/5/6/1156868/makrol2sisemaj.koguprodukt.pdf>

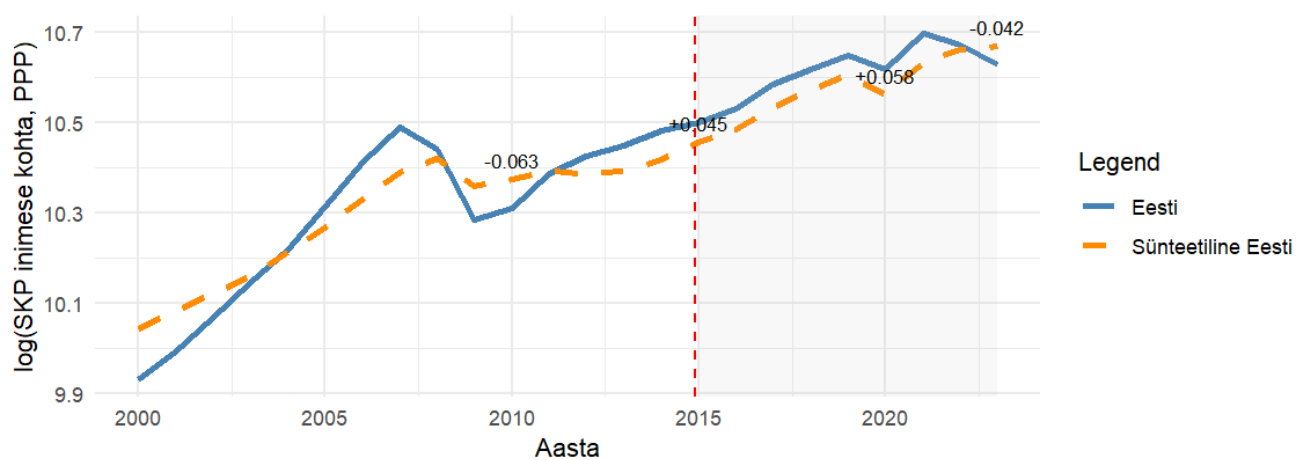
Yang, S. P. (2024). The determinants and growth effects of foreign direct investment: A comparative study. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(12), 541. <https://doi.org/10.3390/jrfm17120541>

Yeboah, E., Baffour, A. A., Chibalamula, H. C., & Atiso, F. (2025). The significance of foreign direct investment (FDI) and trade openness: Evidence from nine European economies. *SN Business & Economics*, 5, Article 27. <https://doi.org/10.1007/s43546-025-00798-8>

Ärileht. (2024, 20. mai). Ekspert: Viimased aastad on Eestil majandus olnud EL-is kõige halvemas seisus. Kasutatud 25.05.2025, <https://arileht.delfi.ee/artikkel/120368168/ekspert-viimased-aastad-on-eestil-majandus-olnud-el-is-koige-halvemas-seisus>

LISAD

Lisa 1. Esialgse mudeli sünteetilise kontrolli mudeli tulemused



Joonis 2. Esialgse mudeli sünteetilise kontrolli tulemused. (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Lisa 2. Ajaliselt nihkes olevate muutujate kaalud

Log_SKP elaniku kohta püsivhindades, PPP keskmise aasta kohta	Kaal
2000	0,108
2001	0,071
2002	0,069
2003	0,053
2004	0,082
2005	0,068
2006	0,072
2007	0,081
2008	0,000
2009	0,059
2010	0,073
2011	0,065
2012	0,056
2013	0,064
2014	0,071

Tabel 2. Ajalises nihkes olevad muutujad (logaritmitud, püsivhindades, PPP, aasta keskmisena) ja nende vastavad kaalud aastatel 2000–2014. (Andmed: Maailmapank, Autori koostatud)

Lisa 3. Eesti ja sünteetilise Eesti SKP elaniku kohta võrdlus

Aasta	Eesti	Sünteetiline Eesti	Vahe
2000	9,94	9,98	-0,04
2001	10,00	10,03	-0,03
2002	10,08	10,08	0,00
2003	10,16	10,13	0,02
2004	10,23	10,20	0,03
2005	10,32	10,29	0,04
2006	10,42	10,38	0,04
2007	10,50	10,45	0,05
2008	10,45	10,45	0,00
2009	10,29	10,35	-0,06
2010	10,32	10,36	-0,03
2011	10,40	10,39	0,01
2012	10,44	10,42	0,02
2013	10,46	10,43	0,02
2014	10,49	10,45	0,03
2015	10,51	10,50	0,01
2016	10,54	10,53	0,01
2017	10,59	10,57	0,02
2018	10,63	10,61	0,01
2019	10,66	10,64	0,02
2020	10,63	10,60	0,04
2021	10,70	10,66	0,04
2022	10,68	10,67	0,01
2023	10,64	10,67	-0,02

Tabel 3. Eesti ja sünteetilise Eesti logaritmitud SKP elaniku kohta (PPP, püsivhindades) ning nende erinevus aastatel 2000–2023.

Lisa 4. Tehisintellekti kasutamine bakalaureusetöö koostamisel

Lõputöö tegemisel kasutasin tehisintellektil põhinevat tekstirobotit ChatGPT-d abivahendina keeleliste paranduste tegemisel ning meetodiliste käsitluste mõistmise kontrollimiseks. Keelelise toe eesmärgil kasutasin tehisintellekti eelkõige mõtete selgemaks sõnastamiseks, terminite tõlkimiseks ning kirjutatud tekstilõikudele tagasiside saamiseks, et hinnata nende arusaadavust ja sõnastuse selgust. Lisaks kasutasin tehisintellekti sünteetilise kontrolli meetodi rakendamisega seotud tehniliste ja meetodiliste küsimuste täpsustamiseks ja oma arusaama õigsuse kontrollimiseks, kasutades seda eelkõige suunava abivahendina. Sealhulgas kasutasin ChatGPT-d R-koodi rakendamise loogika paremaks mõistmiseks, veateadete analüüsimiseks ning koodi- ja programmeerimisvigade tuvastamiseks ja parandamiseks. Ma ei kasutanud tehisintellekti bakalaureusetöö sisulise analüüsi, tulemuste tõlgendamise ega järelduste koostamise eesmärgil. Kõik töös esitatud sisulised seisukohad, analüüsid ja järeldused on autori iseseisva töö tulemus ning vastavad Tartu Ülikooli akadeemilise aususe põhimõtetele.

