

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Johanna Lamp

**DIGITAALTEHNOLOOGIA MÕJU EUROOPA RIIKIDE
TÖÖJÕU TOOTLIKKUSELE AASTATEL 2010-2016**

Bakalaureusetöö

Õppekava rakenduslik majandusteadus, peaeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Helery Tasane, MA

Tallinn 2019

Deklareerin, et olen koostanud töö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 6949 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Johanna Lamp

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 164251TAAB

Üliõpilase e-posti aadress: johannalamp1996@gmail.com

Juhendaja: Helery Tasane, MA:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

| | |
|--|----|
| SISUKORD | 3 |
| LÜHIKOKKUVÕTE..... | 4 |
| SISSEJUHATUS | 5 |
| 1. TEOREETILISED KÄSITLUSED DIGITAALTEHNOLOOGIAST | 7 |
| 1.1. Digitaal tehnoloogia olemus | 9 |
| 1.2. Digitaliseerimine | 10 |
| 1.3. Digitaal tehnoloogia mõju ühiskonnale | 11 |
| 1.4. Digitaliseerimise mõju majandusele..... | 14 |
| 1.4.1. Majanduskasv Euroopas | 15 |
| 1.5. Innovatsioon | 16 |
| 1.6. Endogeenne kasvuteooria | 18 |
| 2. EMPIIRILINE ANALÜÜS | 20 |
| 2.1. Andmestik ja kirjeldav statistika | 20 |
| 2.2. Digitaliseerimise mõju hindamine reaalsele tööjõu tootlikkusele Euroopa riikide seas | 29 |
| 2.3. Järeldused | 34 |
| KOKKUVÕTE | 35 |
| SUMMARY..... | 36 |
| KASUTATUD ALLIKATE LOETELU | 38 |
| LISAD | 41 |
| Lisa 1. ADF testi tulemused | 41 |
| Lisa 2. Fikseeritud efektiiviga paneelregressioonide hindamistulemused..... | 43 |
| Lisa 3. Juhusliku efektiiviga paneelregressiooni hindamistulemused | 48 |
| Lisa 4. Breusch-Pagan testi tulemused | 53 |
| Lisa 5. Breusch-Godfrey/Wooldridge autokorrelatsiooni testi tulemused | 54 |

LÜHIKOKKUVÕTE

Tänapäeva kiires ning infokülluslikus ühiskonnas on digitaaltehnoloogiast saanud vältimatu osa. Digitaaltehnoloogia arengut peetakse majanduskasvu keskmeks, ning selle mõju üle inimkonnale kui ka loodusele laiemalt on spekuleeritud aastaid. Globaalses arengus on digitaaltehnoloogial oluline roll, kuna see on olnud ajendiks mitmetele innovatsioonidele kui ka leiutistele, mis võib mõjutada meie igapäevaelu mitmeti.

Bakalaureusetöö põhieesmärgiks on välja selgitada interneti kasutussageduse, internetipanga konsumeerimise, IKT osakaalu ja hõivatute mõju reaalsele tööjõu tootlikkusele ning seose olemasolul uurida selle tugevust. Lisaks antakse ülevaade relevantsematest teaduskirjanduse leidudest ning tutvustatakse varasemalt sarnasel teemal läbiviidud uurimusi.

Töö empiirilises osas tuginetakse 23 Euroopa riigile aastatel 2010 – 2016. Analüüsi käigus koostatakse viis eraldiseisvat regressioonimudelit ning ka korrelatsioonanalüüs. Täiendavalt viiakse läbi olulisemad testid: Dickey-Fuller, Breusch-Pagan, Hausman, ja Breusch-Godfrey testid.

Vastavalt töö analüüsitulemustele on viitajata IKT sektoris hõivatute osakaalu mõju positiivne, ning viitajaga mõju negatiivne. Käesoleva töö analüüsitulemusi toetab osaliselt ka töö teoreetiline raamistik, millega võetakse vastu töö viies hüpotees. Täiendavalt selgub ka ülejäänud digitaliseerimist käsitlevate näitajate negatiivne mõju reaalse tööjõu tootlikkuse muutusele, kuid mis ühelgi juhul statistilist olulisust ei andnud.

Võtmesõnad: Digitaaltehnoloogia, digitaliseerimine, innovatsioon, tööjõu tootlikkus, endogeenne kasvuteooria, regressioonanalüüs, majanduskasv

SISSEJUHATUS

Tänapäeva infokülluse ning kiiresti areneva ühiskonna keskmeks on digitaal tehnoloogia. Seda peetakse Euroopa majanduskasvu keskmeks ning areneb seitse korda kiiremini kui ülejäänud majandus. Selleks, et tehnoloogia kiire arenguga tempos püsida, reguleerib Euroopa Liit (edaspidi EL) seda mitmete meetmetega: eeskirjade, lairibaühenduse tagamise ning konkurentsi edendamisega. (Euroopa Liit s.a.)

Tehnoloogia on seotud mitmete ülemaailmsete muutustega – näiteks ressursside kasutusega (Grübler 1998), vakantsete töökohtade hõivamisega tehnoloogia poolt kui ka muutustega organisatsiooni juhtimises. Lisaks on digitaal tehnoloogial mõju ka majandusele. See edendab ettevõtete konkurentsi kasvu, muudab tööstussektorit ning loob turule uusi tooteid ja teenuseid. (Euroopa Liit s.a.) Samuti on tehnoloogia kesksel kohal keskkonnamuutuste monitoorimisel ning nende muutustele reageerimisel (Grübler 1998).

Varasemalt käsitleti globaalseid muutusi läbi loodusteaduste: geoloogia, füüsika, atmosfääri koostise, hüdroloogia, taimebioloogia ning paljude teiste looduslike aspektide läbi. Peamine fookus oli suunatud inimtegevusele ning sellega seotud muutustele planeedil. Juba 1998. aastal toob Austria tehnoloogia ja globaalsete muutust uuriija Arnulf Grübler välja, et globaalse keskkonnaga muutuseid ei tohiks käsitleda vaid planetaarsel tasandil, vaid peaks hõlmama ka areneva tehnoloogia panust. (Grübler 1998)

Grübler toob välja tehnoloogia tähtsuse globaalses arengus, sest see on olnud ajendiks mitmetele innovatsioonidele ja leiutistele, mis on maailma märkimisväärselt muutnud. 19. sajandi aurumasin ega 20. sajandi leiutatud esimene auto ei olnud otsene urbanisatsiooni ja fossiilsete kütuste kasutamise kasvu põhjus, vaid sai mõjutusi tehnoloogiast kui ka teistest aspektidest. Austria uurija väidab, et olulisel kohal on tehnoloogiate difusioon, sest ilma selleta ei ole globaalsed muutused võimalik. (Grübler 1998) Seetõttu on väga oluline järgida, millised on tehnoloogia rakendamise tagajärjed ning millised on peamised muutujad, mis majandust mõjutavad.

Käesolev bakalaureusetöö vaatleb digitaal tehnoloogia mõju reaalsele tööjõu tootlikkusele läbi erinevate digitaal muutujate. Valim käsitleb 23 Euroopa riigi andmeid aastatel 2010 – 2016, sest antud ajaperioodil oli võimalus vaadelda kõige enam valitud digitaal muutujaid. Andmed on kogutud Eurostati kodulehelt, mis on üks olulisemaid ja arvestatavamaid Euroopa Liidu andmebaas. Andmebaas on kõigile tasuta kättesaadav, ning võimaldab lihtsalt ligi pääseda mitmetele Euroala andmetele. Eurostati peamine eesmärk on andmete kõrgkvaliteedi tagamine eraisikutele, institutsioonidele kui ka mitmetele teistele andmebaasidele. (Eurostat 2019)

Töös püstitatud eesmärgiks on välja selgitada interneti kasutussageduse, internetipanga konsumeerimise, IKT osakaalu ja hõivatute mõju reaalsele tööjõu tootlikkusele. Seose olemasolul uurida selle tugevust.

Hüpoteesiks jaguneb vastavalt analüüsil käsitletavatele muutujatele viieks:

- 1) Suuremal interneti kasutamissagedusel on tööjõu tootlikkusele positiivne mõju;
- 2) Interneti mitte tarbimise ja tööjõu tootlikkuse vaheline seos on negatiivne;
- 3) Internetipanga kasutamise ja reaalse tööjõu tootlikkuse vaheline seos on positiivne;
- 4) IKT osakaal SKP-st on tööjõuga positiivses seoses;
- 5) IKT-s hõivatute osakaalu ja tööjõu tootlikkuse vaheline seos on positiivne.

Empiirilises osas püstitatud uurimisküsimustele vastamiseks kogutakse kirjandust erinevatele allikatel. Lisaks teadusartiklitele ja -teostele kasutatakse ka otsingumootorit Google Scholar. Olulise osa moodustavad arvandmed ja statistika Eurostatist, mida kasutatakse regressioonanalüüsiks. Töö jaguneb kaheks suuremaks peatükiks, mille esimeses osa antakse ülevaade varasematest relevantsetest teaduskirjanduse leidudest - digitaal tehnoloogia tähendusest, selle olulisusest ühiskonnas, mõjust majandusele ja defineeritakse töö kontekstis olulisemad mõisteid. Teoreetilises osas tuuakse näiteid varasemalt läbiviidud uurimuste põhjal sarnastes valdkondades, et avada ja ilmestada uuritavate küsimuste tausta süvitsi. Töö teises, empiirilises osas, kirjeldatakse analüüsis kasutatud andmeid ning antakse neist jooniste kujul ülevaade. Seejärel viiakse läbi regressioonanalüüs vabavaral RStudio, tutvustatakse tulemusi ning antakse autoripoolne hinnang varasemalt tutvustatud materjalide baasil.

1. TEOREETILISED KÄSITLUSED DIGITAALTEHNOLOOGIAST

Digitaal tehnoloogia teadlane, George Westerman, on veendunud, et pidev tehnoloogiaareng on mõjutamas tööstusharusid hoolimata valdkonnast. Mitmed tänapäeva ettevõtted investeerivad plaanipäraselt erinevatesse tehnoloogiatesse, mistõttu on see nende jaoks üks olulisemaid ärikomponente. Tehnoloogia eesmärk ei ole ainuüksi tootmise lihtsustamine automatiseerimise läbi, vaid võimaldab ka läbi innovatsiooni leida uusi ärilisi võimalusi. 2013. aastal viis teadusajakiri „*MIT Sloan Management Review*“ ja Prantsusmaa digitaal muutuste ja innovatsiooni nõustamise firma, Capgemini, läbi uurimuse 1559 juhi hulgas, kus vaadeldi digitaal tehnoloogia käsitlemist ja selle mõju ettevõtetele. Tulemustest selgus, et juhid usuvad digitaal tehnoloogia kaasamise, mis aitab luua ärikontseptsiooni uusi muutusi ja võimalusi – parandada tarbija kogemust, ühtlustada protsesside toimimist või luua uusi ärimudeleid. (Firzgerald *et al.* 2013)

Tulemustest selgus, et tehnoloogiate värskendamine või uute kaasamine on ettevõtetes vajalik vähemalt iga kahe aasta tagant. Hoolimata sellest, vastas ligi 68% juhtidest, et nende ettevõttes on selliste muutuste tempo liialt aeglane. Selle peamiseks põhjuseks on võimalus muutusi edasi lükata, kuna ollakse kohanenud vanade meetoditega ja uued viisid ei ole esmatähtsad. Ainult 38% vastasid, et digitaalsed muutused on tegevjuhi poolt fikseeritud ettevõtte tegevuskavas. Töötajatest 93% peavad soovitavaks kui juht jagab oma nägemusi digitaal tehnoloogiast ja selle muutustest. Tulemustele toetudes jagasid oma visiooni töötajatega vaid 36% tegevjuhtidest. (Firzgerald *et al.* 2013)

Kõige enam on digitaal tehnoloogia toonud muutusi tarbija kogemuses, kus vastanute arv on 1876 2000-st. See plokk sisaldab tarbija kogemuse arendamist, toote- või teenuskanalite ühtsuse tagamist ning uute toodete ja teenuste loomist, seal hulgas endiste toodete või teenuste edasiarendust. Hinnanguliselt 1255 vastanu arvuga on nendeks operatiivsed muutused. Sinna alla kuulub tootmise automatiseerimine, töötajate produktiivsuse ja sisekommunikatsiooni arendamine. Viimasele kohale 1087 vastanu arvuga jäävad muutused ärimudelil. Sinna gruppi kuulub turu laiendamine, uute äriideede kui ka mudelite rakendamine ning toodete või teenuste

transpordi arendus. (Firzgerald *et al.* 2013) Tulemused toovad selgelt välja tehnoloogia olulisuse ettevõtte arengus, kuid vaid vähesed on jõudnud nende muutuste tuumani.

Kõik ettevõtted tahavad saavutada äris häid tulemusi, kuid läbiviidud uurimuses selgus, et enamik on nendest eesmärkidest veel kaugel. Uurimuse ühe osana paluti juhtidel anda hinnang oma ettevõtte digitaalsele arengule. „*MIT Sloan Management Review*“ ja Capgemini panid vastustele toetudes kokku indeksid, millest selgus, et vadi 15% ettevõtetest on tulemuste saavutamiseks digitaalselt piisavalt võimekad. Indeksile tuginedes jagunesid ettevõtted arengutaseme järgi neljaks (Firzgerald *et al.* 2013):

1. Algajad – Algajateks grupeeritakse ettevõtteid, kes kasutavad enamlevinud tarkvaralahendusi email ja internet, kuid on uute lahenduste kasutusele võtmisel skeptilised või ei pea neid vajalikuks. Selliste ettevõtete digitaalne areng on üldjuhul pigem aeglane.
2. Konservatiivid – Tegemist on ettevõtetega, kus töötajad uusi digilahendusi väldivad teadlikult. Selline situatsioon võib tekkida hoolimata juhi visioonist digitaalseid muutuseid rakendada.
3. Tehnoloogiliste trendide jälgijad – Nii nimetatakse ettevõtteid, kes on adaptiivsed uute tehnoloogiate omandamisel, kuid ei opereeru nende rakendamisel efektiivselt. Samuti võib puudulik olla ka selliste ettevõtete visioon digitaaltehnoogiatega kasutamisel.
4. Digiteadlikud ettevõtted – Selliste ettevõtete juhtidel on tugev nägemus digitaaltehnoogia rakendamisel ärielistel eesmärkidel. Nendel ettevõtetel on tavaliselt selge ülevaade, kuidas tänu tehnoloogiale oleks võimalik efektiivsemalt toota, teha investeeringuid ja teenida digimuutustest kasu kõige enam.

Selliselt grupeeritud ettevõtted võib järjestada tulude, kasumi ja turuväärtuse järgi. Kõige edukamad on digiteadlikud ettevõtted, kus tulud ulatuvad 9%, kasum 26% ning turuväärtus 12%-ni. *Trendide jälgijateks* liigitatud ettevõtete tulud on 2 protsendipunkti võrra väiksemad (6%). Kasum ja turuväärtus on ebaefektiivse rakendamise tõttu kuni -12%. See tähendab, et selliste tehnoloogiate ebaoptimaalne rakendamine toob ettevõttele pigem kahju. Konservatiivid on trendi jälgijate vastandid. Nende kasum ja turuväärtus on kuni 9%, kuid tulud vaadeldud gruppidest kõige madalamad (-10%). Alustavad ettevõttes on vastandiks digiteadlikele firmadele. Selliste ettevõtete tulud on nõrgalt negatiivsed (-4%), kahjum vaadeldud gruppidest kõige suurem (kasum -24%) ja turuväärtus -7%. (Firzgerald *et al.* 2013)

2013. aastal avaldatud uurimistulemustest selgub, et juhti roll digimuutustes on tähtsal kohal. Ettevõtetest 81%, kelle äriiline kontseptsioon sisaldas ka digitaalaspekte, uskusid, et nende ettevõtte konkurentsivõime suureneb vähemalt lähima kahe aasta sees. Ettevõtetest, kelle juhid polnud fookuseeritud digitaaltehnoogiatega uuendamisse, arvasid seda vaid 18%. (Fitzgerald *et al.* 2013)

1.1. Digitaal tehnoloogia olemus

Digitaal tehnoloogia ulatub juba 1642. aastani kui prantsuse matemaatik, Blaise Pascal, töötas välja esimese mehaanilise digitaalse kalkulaatori, mis sai edasises tehnoloogiaarengus oluliseks innovatsiooniks. (Givone 2003) Pascal oli kalkulaatori leiutamise ajal 18-aastane ja tegi seda eesmärgil oma isa aidata, kes Prantsusmaal, Rouenis, kogus inimestelt makse. Pascali leiutus oli eelkäiaiks Charles Babbage automatiseeritud kalkulaatorile, mille inglise matemaatik, filosoof, leiutaja ja mehaanikainsener leiutas 1822. aastal (Givone 2003). Babbage kalkulaator oleks koosnenud umbes 25000 peenmehaanika osast, kaalunud 13,6 tonni ja oleks olnud umbes 2,4 meetri kõrgune. Kalkulaatori leiutamine viis edasi 1930. aastal esimeste telefonisüsteemideni.

Eelnevatel sajanditel toimunud tehnoloogiamuutused olid aluseks esimestele katsetel luua digitaalsüsteemil toimivaid arvuteid hilistel 1930. aastatel. Peamiseks probleemiks oli seadmete suur ajakulu, mistõttu pidi süsteeme digitaliseerima. Esimene digitaalsüsteemil toimiva arvuti anti kasutusse 1951. aastal ja kandis nime *UNIVAC* – esimene automatiseeritud arvuti (inglise keeles *Universal Automatic Computer*). Sellised arvutid toimusid tänu vaakummehanismile, mis aitas toota elektrienergiat ja hajutada soojust. Esimeste transistorite ja mikroprotsessorite leiutamine viis esimese arvuti väljaandmiseni. Sellised arendused on toimunud peamiselt mikroelektronika ja digitaal tehnoloogia kontseptsioonidena ja on olulised tehnoloogia arengus veel tänagi. (Givone 2003)

Informatsiooni edasiandmisel on esindatud kaks peamist viisi: analoog- ja digitaalvorm. Digitaalvormi puhul on informatsioon esitatud piiratud numbrite järjestuses ehk diskreetsel skaalal. Selliseks informatsiooniks võib olla näiteks voltide arv mingis etteantud vahemikus või digitaalne käekell, kus informatsiooniks on aeg, mida antakse edasi numbrite jadal. Käekellast tavapärasemal versioonil esitatakse informatsioon ehk antud juhul aeg analoogkujul ehk seieritel. Siinkohal on oluline täpsus, mida analoogkellad pole võimelised edasi andma. Süsteemid, mis

toetuvad informatsiooni käsitlemisele, nagu näiteks arvutid, töötavad enamasti nii analoog- kui ka digitaalsüsteemil. Küllaga on digitaalkomponendid väiksema kuluga, suurema usaldusväärsuse ja mitmekülgsemad võrreldes analoogkomponentidega. (Givone 2003)

Peamisi digitaaltehnoloogia arendusi on arvuti, mis kasutab mitmesuguste operatsioonide läbiviimiseks numbrilisi andmeid (inglise keeles *data*). Sellist süsteemi kutsutakse binaarseks- ehk kahendsüsteemiks, mis on siiani enimkasutatud ja usaldusväärseim süsteem digitaalelektronikas. Sellise süsteemi abil on arvuti võimeline lahendada mitmeid väga keerulisi ülesandeid väga lihtsate toimingute abil. Sellised toimingud viiakse läbi operatsioonide abil, mida nimetatakse programmideks ja mille eesmärk on ülesandeid lahendada väga lühikese aja jooksul. Ülesanne „lahendatakse“ tänu kahele aspektile – arvuti oskus andmeid talletada ja viia toimingud läbi tänu juhenditele, mis ei vaja nende kasutamiseks inimese sekkumist. Ilma nende oskusteta, tuleks arvuti mitmel korral sundida peatuma, et sisestada andmed, kopeerida tulemused ja määrata järgmiseks toiminguks uus operatsioon. (Givone 2003)

1.2. Digitaliseerimine

Esmapilgul tundub, et digitaaltehnoloogia keskendub suurtele andmemahutudele ja selle avalikustamisele interneti kaudu. Laiemalt nimetatakse digitaliseerimiseks, aga igapäevaelu aspektide integreerimist digitaaltehnoloogiaga. (Gray, Rumpe 2015) Sellised võivad olla protsessid, nagu ka esemed, mis eksisteerivad füüsilisel või analoogkujul muutudes need digitaalsele vormile. Protsessi peamine eesmärk on muuta objekte rohkem paindlikemaks ja kohandavamaks erinevate situatsioonide tarvis. Digitaalsel kujul pilte ja tekste on efektiivselt võimalik kopeerida, salvestada ja edastada piiramatus mahus. (Negroponte 1995 viidatud Fichman *et al.* 2014 kaudu)

Näited digitaliseerimisest on igapäevased ja hõlmavad muuhulgas ka targa maja (inglise keeles *smart home*) lahendusi – meelelahutust, hoone turvalisust kui ka elektri- ja kütteseadmeid. Lisaks hõlmab digitaliseerimine ka ühiskonda laiemalt – e-tervishoid, targad infrastruktuuri lahendused ja linnad on vaid väike osa kogu protsessist, millega inimesed kokku puutuvad. Selle mõju ulatub sotsiaalsetest suhetest meediani ning selleni, kuidas inimesed kasutavad väljatöötatud

tehnoloogiaid valitusega suhtlemiseks ehk tugiteenuseid. Digitaliseerimisest saadakse kasu ka loomemajandus, mis aitab näiteks vanu esemeid, varasid, kunsti või dokumente säilitada ka pikemas perspektiivis ja kasutada neid eksponeerimis-, õppe-, kui ka muudel eesmärkidel. Selline lähenemine võib objekti väärtust digikujul võrreldes füüsilise vormiga vähendada, kuid muudab näiteks kunsti eksponeerimise turvalisemaks, kus varguse korral originaalversioon võib säilida digitaalkujul. Samuti võib digitaliseerimist kasutada varade eksponeerimisel, kui ei soovita originaali näidata või peetakse rahvamasside jaoks liialt riskantseks. Tänu digitaliseerimisele muutub lihtsamaks ka teadustöö, sest tehnoloogia võimaldab eksperimente salvestada, mis omakorda muudab lihtsamaks ka edasise analüüsi ja kontrolli. Vee- ja energiamajanduses aitab digitaliseerimine anda ülevaadet seadmete tööst, nende korrashoiust ja koostada statistikat. Sellised andmed pakuvad erinevaid võimalusi analüüside teostamiseks, mis omakorda võib seotud olla näiteks jätkusuutlikku elukeskkonna või mastaabiefekti saavutamiseks. (Gray, Rumpe 2015)

Garter, üks maailma juhtivaid uurimis- ja nõustamisettevõtte on digitaliseerimist defineerinud ka äriliselt tasandilt. Digitaliseerimiseks võib nimetada ka digitaaltehnoloogia kasutamist ärilisel eesmärgil, kus selle tulemusel saadakse valmis uus ärimudel ning luuakse paremad võimalused väärtuse loomiseks. See definitsioon hõlmab ettevõtteid, valitsust kui ka kommunikatsiooni tarbijatega. Selle peamine eesmärk hõlmab ettevõtte tegevuse vastavusse viimist tarbija ootuste ja soovidega. Ärivaldkonnas aitab digitaliseerimine välja selgitada, mida ja kus osta või müüa, kuidas reklaamida, toota, transportida või hoida kliendiga kontakti. Tootmisel mängib digitaaltehnoloogia olulist rolli toote väljanägemisel. Väljanägemine saab määravaks kliendisuhete hoidmisel, sest annab tarbijale esmamulje juba enne toote kasutusele võtmist. (Gray, Rumpe 2015)

1.3. Digitaaltehnoloogia mõju ühiskonnale

Don Tapscott kirjeldab oma 2009. aastal avaldatud raamatus „*Grown Up Digital*“ uut põlvkonda – võrguajastu generatsioon (inglise keeles *Net Generation*). See on põlvkond ajavahemikul 1977 – 1997 sündinutest, kes võtavad digitaaltehnoloogia olemasolu iseenesest mõistetavaks. See hõlmab ühiskonna osa, kes lasevad tehnoloogial end negatiivselt mõjutada pärssides nende ajutööd, halvates sotsiaalsed oskused ja jättes ebaküpsseteks. Põlvkond eeldab pidevat juurdepääsu arvutile ja internetile, mis on peamiseks kommunikatsioonivahendiks üksteisega. Sellistel faktoritel võib olla mitmeid negatiivseid tagajärgi, kuid sellegipoolest on paljud muutustest ka positiivsed. (Tapscott 2009)

Üha kiirenev tehnoloogia areng on 1977 – 1997 sündinud inimesed muutnud võrreldes varasemate põlvkondadega paremini adapteeruvamaks. Tänu pidevatele muutustele tehnoloogias, suudab kaasaegne generatsioon muutustega paremini kohaneda, mistõttu on ühiskonnas tekkinud situatsioon, kus nooremad inimesed õpetavad vaemaid. Esimene mehaaniline arvuti leiutati 1822. aastal ning interneti kasutuselevõtt jääb 20. sajandi keskele (Computer Hope 2018), mistõttu arvutit ja selle funktsioone kasutati aga juba varem kui 1977 – 1997. Siinkohal tuleb välja generatsioonide vaheline lõhe, kus varem sündinutel olid teistsugused eesmärgid ja ettekujutus arvuti funktsioonist kui hiljem sündinutel. Tapscott kirjeldatud generatsioon on tehnoloogia kasutamisel aktiivsem. Peaaegu 80% neist loevad igapäevaselt veebis avaldatud blogisid ja avaldavad kommentaaridena oma arvamust. Nad näevad arvutit, telefoni ja muid tehnoloogiavahendeid olulise kommunikatsiooni tööriistana ja kasutavad nende funktsioone alates äratuskellast kuni GPS seadmeni. Tapscotti hinnangul on sellise generatsiooni suhtlemise turvatsoon liikunud verbaalsest suhtlusest *online'i*. Tapscott ei arve, et selline üleminek võiks põhjustada inimestevahelist antisotsiaalsust, vaid pigem leitakse uusi vahendeid *online's* suhtlemiseks. (Tapscott 2009)

Tapscotti hinnangul kirjeldab 1977 – 1997 aastal sündinud „võrguajastu generatsiooni“ kaheksa aspekti (Tapscott 2009):

1. Vabadus – Üheks peamise aspektina nõuab ja hindab see generatsioon vabadust ja valikuvõimalust. Nende jaoks pole peamine stereotüüpidest kinni hoidmine, kus näiteks peale gümnaasiumi tuleb ühiskonna surve alla koheselt tööle asuda. Selle asemel otsitakse tööd seni kuni leitakse soovitud koht.
2. Kohanemine – Võrreldes varasemate generatsioonidega on *võrguajastu generatsiooni* kohanemisvõime parem. Nad kohaldavad oma elu ja isegi töökohti vastavalt muutustele.
3. Informatsioonijärgne kontroll – Tehnoloogiaarengust tulenevale kiiremale informatsioonilevikule, on antud generatsioonile oluline informatsiooni analüüs ja vastavuskontroll.
4. Ausus – Eelmisest aspektist tulenevalt, hindab *võrguajastu generatsioon* ausust ja seda peamiselt ettevõtetelt ning tööandjatelt.
5. Koostöö – Erinevalt eelmistest generatsioonidest, kes eelistasid üksi töötamist, hindab see generatsioon koostööd.

6. Meelelahutus – Sellel ajaperioodil sündinud hindavad meelelahutust ja seda ka töökeskkonnas. Neile meeldib, kui võimaldatakse võtta töölt puhkepause, kus nad saavad rutiini kõrvalt tegeleda meelelahutuslike tegevustega.
7. Kiirus – Kuna generatsiooni peamine suhtlus on ülesse ehitatud *online*'i, eeldavad nad kiireid vastuseid, otsuseid ja vastureaktsioone.
8. Innovatsioon – Generatsioonile on loomuomane elada pidevas muutumises uute toodete ja tehnoloogiate vahel. Nad on harjunud olema kursis uute väljalasete ja uuendustega nii tehnoloogias kui igapäevaelus.

„Võrguajastul sündinud inimesed“ hoiavad maailma pidevas muutumises. Briti Nõukogu valis välja kuus noort, kes osalesid Maailma majandusfoorumis Šveitsis. Noored käsitlesid mitmeid ülemaailmseid globaalseid murekohti nagu näiteks rohemajandus, kohalikest kogukondadest raha kogumine Mongooliasse puude istutamiseks. See tähendab, et noored teavad juba praegu, et neid kuulatakse ja et neil on õigus tegutsemiseks globaalsel tasandil ühiskondliku heaolu nimel. Sellele aitab kaasa internet, mis võimaldab end piisavalt kuuldavaks teha ja aitab kaasata sarnaselt mõtlemaid inimesi. (Tapscott 2009)

Küllaga leidub siinkohal mitmeid murekohti, mis räägivad tehnoloogiaarengu kahjuks. Näiteks võimaldab internet varastada muusikat, filme, loomingut või küberkiusamist. Don Tapscott leiab, et tegelikult on need juba vanad käitumismallid, mis on toodud kaasaegsesse konteksti, mistõttu Kanada innovatsiooni- ja tehnoloogiakirjanik siinkohal probleemi ei näe. (Tapscott 2009) Raamatus „*Digital Citizenship*“, väidavad autorid, et kui digitaal tehnoloogia suudab ühiskonda suunata rohkem osa võitma olulistes küsimustes - jagab informatsiooni nii poliitika kui ka maailmas toimuva kohta laiemalt, siis võib kirjeldada tehnoloogia mõju demokraatiale positiivselt. See tähendab, et kui tehnoloogia suudab pakkuda kommunikatsiooniks maailmaga uusi kanaleid, toob see inimesed kokku ja üldine heaolu ületab individuaalse heaolu. (Mossberger *et al.* 2007) Näiteks saavad inimesed kodus lahkumata osaleda e-hääletusel. Sellise võimaluse puudumisel võivad osade inimeste hääled erinevatel põhjustel andmata jääda. Teisest küljest, võib situatsioon toimuda ka vastupidiselt.

Digitaal tehnoloogia kasutus varieerub erinevate riikide ja arengutasemete vahel. Mõnikord mängivad digioskused tööturul olulist rolli ja seda enam piirkondades, kus enamlevinud on tööstussektor. Madalapalgaliste ja madala haridustasemega töötajate peamine põhjus võib olla vähesed digioskused, mistõttu ei leia nad oma elukoha läheduses vastava rakendusega tööd.

Sellistes piirkondades aitaksid piisavad digioskused töötajatel leida rakendust parema tööstabiilsuse, tervislike tingimuste ja täistööaja näol. Samal ajal on digitehnoloogia teinud tööotsimise mugavamaks ja loonud võimaluse teha seda internetivahendusel. Sellised muutused tagavad efektiivsuse ja panevad ühiskonna paremini toimima. (Mossberger *et al.* 2007)

Võimalused, mida internet kaasa toob on piiratud. Üks nendest levinum on *online* poed, millest sõna „*online*“ tähendab, et pood toimib ja seda kontrollitakse arvuti abil. Mõned uurimused on välja toonud probleemi, kus füüsiliste poodide kasutamine asendub *online* kaubandusega, mis toob füüsiliste poodide omanikele tarbijate vähenemise tõttu palju kahju. (Kokolakis *et al.* 2016) Aastal 2016 avaldatud töö „*Information Systems in a Changing Economy and Society*“ viitab aga aspektile, et füüsilised jaemüügikauplused jäävad siiski tarbijate eelistuseks ja müük võrgu kaudu moodustab vaid väikse osa kogu müügist. Selle peamiseks põhjuseks on võimalus tootega enne ostu füüsiliselt tutvuda, mistõttu muudab see kauba potentsiaalsele tarbijale atraktiivsemaks. (Spence, Gallace 2011, viidatud Kokolakis *et al.* 2016 kaudu). E-kaubandus pakub ostjale ainulaadseid võimalusi, mis muudab selle võrreldes füüsilise kauplusega kiiremaks ning mugavamaks. Peamised e-kaubandusega seotud funktsioonid nagu kiire hinnavõrdlus, kohene tasumisvõimalus kauba eest, soovitused ja ülevaated ja hinnangud kaubast on tarbijate seas väga populaarsed. Kuna varem m-kaubanduse ajastul ei olnud nutitelefonide riist- ja tarkvara veel piisavalt arenenud, ei olnud ka e-kaubandus nii populaarne, kuna ei võimaldanud tarbijal e-poe funktsioone lõplikult ära kasutada. See näitab, et pidev riistvara areng koos tarkvarafunktsioonidega, loob mitmeid võimalusi, mis aitavad tarbija elu luuta mõningal määral lihtsamaks kui ka mugavamaks. (Kokolakis *et al.* 2016)

1.4. Digitaliseerimise mõju majandusele

Iga ettevõtja näeb tehnoloogiat kui tööriista paremate äritulemuste saavutamiseks. Tehnoloogia annab võimaluse muutuste läbiviimiseks, kuid täpselt pole teada, millised aspektid võiksid äritulemusi mõjutavad kõige enam. Tehnoloogia mõju paremaks mõistmiseks on hea vaadelda ning analüüsida ettevõtteid, kellel see on õnnestunud. (Firzgerald *et al.* 2013)

Uurimusega, mis avalikustati aastal 2013, toovad autorid välja maailma suurima kohvikute keti Starbucks, kelle muutused digitehnoloogias on saavutanud ettevõttele märkimisväärse edu. Starbucks aktsia hind vähenes 2009 aastal ligikaudu poole võrra, otsustas ettevõtte uuesti

klientideni jõudmiseks kasutada tehnoloogia mõju. Selle tarbeks palgati USA ettevõtja, Adam Brotman, kelle eesmärgiks oli digikanalite abil kaotatud ettevõtte väärtus tasa teha. Adam Brotmani eestvedamisel hakati Starbucks kohvikutes pakkuma klientidele tasuta Wi-Fi juurdepääsu. Läbi selle oli võimalik külastada tasuta veebiväljaandeid nagu näiteks „*The Economist*“, mida kliendil oli võimalik kohvikus lugeda selle eest tasumata. (Firzgerald *et al.* 2013) Starbucks tegi midagi, mida ükski teine kohvik veel teinud polnud ja andes selle lisandväärtuse tasuta veebiväljaannete lugemisvõimaluse näol. Tasuta Wi-Fi näol oli tegemist olulise muutusega, mille õigepea võtsid üle ka järgmised toitlustusasutused. Maailma populaarseimal kohvikuketil õnnestus taas luua kontakt klientidega, mille tulemusel tõusis 2013. aastaks aktsiahind 8 dollarilt 73 dollarile. Starbucks teabemetnik, Curt Garner, on arvamusel, et hoolimata tegevusvaldkonnast, peaks tänapäeval iga firma mõtlema tehnoloogia ettevõtte aspektist. (Firzgerald *et al.* 2013) Seetõttu on väga oluline konkurentsi säilitamiseks rõhku pöörata tootmistehnikatele, kliendisuhetele kui ka innovatsioonile, mida digitaaltehnoloogia võimaldab luua.

1.4.1. Majanduskasv Euroopas

Digitaaltehnoloogial on Euroopa majanduses ja selle kasvus oluline roll. Iga päev kasutab internetti peaaegu 250 miljonit eurooplast, kuid samal ajal 18% rahvastikust ei kasuta seda kunagi. Selle üheks põhjuseks on digitaaltehnoloogia kiire kasv, mis toob endaga kaasa kasvu ka majanduses. Ülejäänud majandusega võrreldes kasvab digitaalmajandus seitse korda kiiremini, millest suure osa annab lairibainternet. Laias laastus tähendab see ligipääsu kiirele internetile. Sellised ühendused aitavad kaasa uute teenuste loomisele nagu e-tervis, targad linnad ja andmepõhine tootmine. (Euroopa Liit s.a.)

Kasvu säilitamiseks ja ühtse turu säilitamiseks loob Euroopa Liit erinevaid eeskirju ja rakendab meetmeid. Sellised meetmed on olulised, et luua stiimuleid, et muuta investeerimine digitaalvaldkonda atraktiivsemaks. Investeeringud info- ja sidetehnoloogiasse moodustab pea poole kogu Euroopa tootlikkusest. Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia moodustab Euroopa Liidu majandusest ligikaudu 5%. (Euroopa Liit s.a.) See näitab, et selliste valdkondade jälgimine ja reguleerimine on majanduses olulisel kohal.

Lisaks erinevatel regulatsioonidele rakendati 2016. aastani ka ühtse turu poliitikat. Poliitika idee hõlmab 16 algatust autoriõigustest kuni küberjulgeolekuni. Selle alusel tagatakse tarbijatele (sh

ettevõtjatele) parem juurdepääs Euroopas pakutavatele teenustele ja kaupadele. Lisaks lubab poliitika digitaalvõrkude arendamiseks luua sobivaid ning võrdsemaid võimalusi ja kasvupotentsiaali maksimeerimist.

1.5. Innovatsioon

Ärindusvaldkonna tudengitele on arusaam ja õpe informaatikast muutumas üha olulisemaks. Õppijate jaoks on juba praegu väga oluline aru saada digitaal tehnoloogia toimimisest kui ka selle abil toimuvast innovatsioonist, et õppida hindama erinevate tehnoloogiate mõju ja nende muutusi ettevõttele. See on oluline juhile, kes soovib kaasaegsete organisatsiooni juhtimise trendidega kaasas käia ning saavutada seeläbi märkimisväärsed tulemusi. Digitaal innovatsiooni võib määratleda kui toodet, protsessi või ärimudelit, kus toimuvad muudatused viiakse toetudes peamiselt digitaal tehnoloogiale. (Fichman *et al.* 2014)

Digitaal innovatsiooni defineerimisel on oluline eristada seda protsessi kui ka toote aspektist. Digitaalsed protsessi innovatsioonid on täiesti uued ideed ja ettepanekud millegi rakendamiseks organisatsiooni keskkonnas, kus peamiselt kasutatakse selleks erinevaid infotehnoloogia (edaspidi IT) võimalusi. Sellised uuendused puudutavad otsuseid kontoritöö efektiivsuses, kuidas ettevõtte suudavad rahuldada klientide, tarnijate soove ning vajadusi ja kuidas laiendada klientuuri. Näiteks selline ettevõtte, kes võtab kasutusele uue laoautomaatika tehnoloogia ja muudab sellega ka oma varude haldamise efektiivsemaks, on rakendanud digitaalset protsessi innovatsiooni. Sellised muutused ei pruugi jääda ühetasandiliseks, vaid võivad mõjutada ka ettevõtte struktuuri kui ka juhtimisprotsesse. (Fichman *et al.* 2014)

Uuendused, mis viiakse läbi tootetasandil hõlmavad näiteks uusi platvorme, tarbekaupu ja juba olemasolevaid tooteid, millele on antud tehnoloogia abil lisandväärtus nimetatakse tooteinnovatsiooniks. Lisaks toodete loomisele, keskendub antud haru ka põhitehnoloogiate uuendamisele. Näiteks luuakse iPhone'le uusi rakendusi, tarvikuid ja teenuseid nagu iTunes või Siri, mis on olulised teenuse väärtuse kasvatamiseks läbi kasutajakogemuse. (Fichman *et al.* 2014)

Digitaal tehnoloogia loob suurepäraseid võimalusi innovatsiooni loomiseks ja seda ka äri valdkonnas. Tänu uutele tehnoloogiatele on võimalik turule tuua uusi ebatraditsioonilisi tooteid või teenuseid. Sellised ettevõtte võivad olla näiteks jagamisteenused Uber või Airbnb, mille süsteemid saavad toimida vaid tänu internetiühendusele. Sellised ettevõtte ei vaja turul

toimimiseks äripinda, mistõttu saavad talitada kuluefektiivselt ja pöörata rohkem tähelepanu kliendisuhetele ja nende soovide märgistamisele. 2014. aastal avaldatud „*Digitaalteenused tarbijatele*“ on välja toonud lihtsa põhimõtte, kuidas ettevõtte peaksid turul töötama. Põhimõtte toimib kasutajakesksusel, kus peamine fookus on suunatud digikasutajatele ja nende vajadustele. Sellised vajadused peaksid olema ettevõtte peamine fookus, sest aitab edasi liikuda uute arenduste ja ideedeni. Selle käsitluse keskmes on hea kasutajakogemus, mis aitab turul tagada parema edu. Selliseks näiteks on Apple, kes on oma tooted disaininud selliselt, et neid on võimeline kasutama igauks hoolimata vanusest või huvist tehnoloogia vastu. (Leimeister *et al.* 2014)

Digitaalinnovatsiooni protsessi võib kirjeldada neljal tasandil: algstaadium, arengustaadium, killustumine ning mõju (Fichman *et al.* 2014):

1. Algstaadium – Selles etapis genereeritakse uusi potentsiaalseid ideid uue protsessi, toote või innovatsioonimudeli arendamiseks. Staadium hõlmab mingi uue lähenemise omaks võtmist väljapoolt ettevõtte keskkonda;
2. Arengustaadium – Arengustaadiumis rakendatakse algstaadiumis genereeritud idee innovatsiooniks. Toote- ja ärimudelite innovatsiooni puhul hõlmab see põhitehnoloogiate edasiarendust ja täiustamist täiendavate toode ja teenustega. Antud tulemus peaks looma lahenduse mingile probleemile, mida püütakse kliendi jaoks parandada (McKenna 1958, Teece 1986 viidatud Fichman *et al.* 2014 kaudu). Protsessiinnovatsiooni puhul hõlmab see uute tegevuste konfigureerimist digitaaltehnoloogiate abil, mida kasutatakse ettevõtte struktuuri või protsesside muutmisel;
3. Killustumine – Antud etapis toimub innovatsiooni levik potentsiaalsete kasutajate hulgas. Toote- ja ärimudeli uuendajate jaoks tähendab see uute või arendatud toodete kasutuselevõttu. Organisatsioonilisest perspektiivist toimub selles etapis muutuste kasutuselevõtt igapäeva tööelus;
4. Innovatsiooni mõju – Viimases etapis keskendutakse digitaalsete uuenduste mõjule, kus vaadeldakse nii plaanitud kui ka soovimatuid mõjusid. Mõjusid vaadeldakse üksikisiku, organisatsiooni, turgude kui ka ühiskonna tasandil. Selles etapis toimuvad põhitegevused hõlmavad väärtuse määramist kui ka ümberkujundamist.

1.6. Endogeenne kasvuteooria

Majanduskasv ja seda mõjutavad aspektid on teadlaste peamiseks küsimuseks olnud läbi aegade. Saja aastaga on Ameerika Ühendriikides toodangu väärtus kasvanud 10 korda, millest tehnoloogia roll on märkimisväärne (Maddison 1982 viidatud Romer 1990 kaudu). Produktide tootmiseks kasutatavad toorained on jäänud samaks, kuid muutunud on tootmisprotsessid, võimalused katse- ja veaotsinguteks, eksperimenteerimiseks kui ka teaduslike uurimuste läbiviimiseks. (Romer 1990)

Endogeense kasvuteooria all mõistetakse pikaajalist majanduskasvu, mille määravad majandussüsteemi sisemised näitajad. Pikas perspektiivis mõõdetakse seda kasvumääruga inimese kohta, mis sõltub kogutootlikkusest, milles omakorda on oluline roll tehnoloogia kasvul. Neoklassikalise kasvuteooria alusepanijateks on Solow ja Swan, kelle teooria eeldab, et tehnoloogia arengu põhjuseks on teaduslikud protsessid, mis on eraldiseisvad muust majandusest ja seetõttu välimised ehk eksogeensed. See tähendab, et pikas perspektiivis sõltub majanduskasv riigi majanduse välistest aspektidest. Neoklassikalise vaate kõrval sõltub endogeenne kasvuteooria sisemistest näitajatest ja sealhulgas ka tehnoloogiast. Endogeense kasvuteooria kohaselt toimub tehnoloogiline areng läbi innovatsiooni, mille tulemusel luuakse uued tooted, protsessid, mis on aluseks suurele osale majanduslikust tegevusest. Näiteks on kiirem majandustegevus aluseks ka kiiremale protsessiinnovatsioonile, mis annab ettevõtetele suurema võimaluse katsetada erinevate toodete, protsesside ja muutustega. (Howitt 2010)

Endogeense kasvuteooria esmaversion oli AK teooria, mis viis kokku füüsilise- ja inimkapitali, mida vaadeldakse koos intellektuaalse kapitaliga. Selle teooria kohaselt väitis 1962. aastal Marvin Frankel, et kogutoodangufunktsioon võib avaldada konstantset või isegi kasvavat kapitali marginaalprodukti. See on võimalik seetõttu, et kui ettevõtted koguvad kapitali, siis osa sellest moodustab intellektuaalne osa, mis loob võimalused tehnoloogilisteks arenguks, mis kompenseerib marginaalse kapitali vähenemise. See tähendab, et kui kapitali marginaalprodukt peaks olema konstantne, loob see olukorra, kus kogutoodang – Y on võrdeline kapitali koguaruga – K . (Howitt 2010)

Endogeense kasvuteooria saab kirja panna järgmiselt (Howitt 2010):

$$Y = AK$$

kus

A – tehnoloogia tase, positiivne konstant,

Y – kogutoodang,

K – kapitali koguaru.

AK teooria teine laine käsitleb kontseptsiooni, mille kohaselt on tehnoloogiline areng mõjutatud innovatsioonist. Teooria kohaselt on intellektuaalne kapital füüsilisest- ja inimkapitalist eraldiseisev, kuna esimese kasv toimub tänu innovatsioonile. Füüsilise- ja inimkapitali kasv saab toimuda tänu säästmisele kui ka õppele. (Howitt 2010)

2. EMPIIRILINE ANALÜÜS

Töö empiirilises osas uuritakse interneti ligipääsu, selle kasutuse, internetipanga tarvitamise, IKT osakaalu SKP-st ja hõivatute osakaalu IKT-s mõju keskmisele reaalsele tööjõu tootlikkuse muutusele. Käesoleva töö analüüsi käigus koostatakse viis eraldi seisvat regressioonmudelit, mis toetuvad 23 Euroopa riigi andmetele. Lisaks viiakse läbi ka korrelatsioonanalüüs. Uurimus viiakse läbi ajavahemikul 2010-2016, kuna vastaval perioodil on võimalik vaatluse alla võtta kõige enam valitud andmeid.

Käesolev peatükk jaguneb kolmeks alapeatükiks. Peatükk 2.1. annab ülevaate andmete kirjeldavast statistikast. Peatükk 2.2. annab täpsema ülevaate analüüsi meetodikast ning tulemustest. Peatükk 2.3. käsitleb regressioonanalüüsi tulemusi ning peatükk 2.4. võtab kokku andmete analüüsi käigus tekkinud järeldused.

2.1. Andmestik ja kirjeldav statistika

Digitaliseerimise mõju hindamiseks tööjõu tootlikkusele kasutab käesolev lõputöö erinevaid Eurostati digitaliseerimisega seotud andmetabeleid. Tööjõu tootlikkuse mõõtmiseks on töö autor kasutanud aastaseid reaalse tööjõu tootlikkuse muutuse andmeid võrreldes eelneva aastaga (Eurostat, tabel tipsna70). Eurostati meetodika kohaselt on reaalne tööjõu tootlikkus hõivatute kohta leitud jagades riigi aheldatud SKP (referentsaastaga 2010) riigi hõivatute isikute arvuga. Digitaliseerimise hindamiseks kasutab töö autor viite erinevat muutujat, mis jagunevad peamiselt kolme erineva rühma- elanike digitaalne kaasatus, indiviidide digiteenuste kasutus ning IKT sektori suurus riigis. Elanike digitaalse kaasatuse hindamiseks kasutatakse kahte erinevat muutujat - ligipääs internetiühendusele (kolme kuu sees minimaalselt kord nädalas), mis esitatakse protsendina kogupopulatsioonist ning populatsiooni osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud (Eurostat, tabel isoc_bdek_di). Elanike digiteenuste konsumeerimise mõõtmiseks kasutatakse internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide protsentuaalset osakaalu (Eurostat, tabel isoc_bde15cbc). IKT sektori osakaalu mõõtmiseks on antud lõputöö empiirilises analüüsis

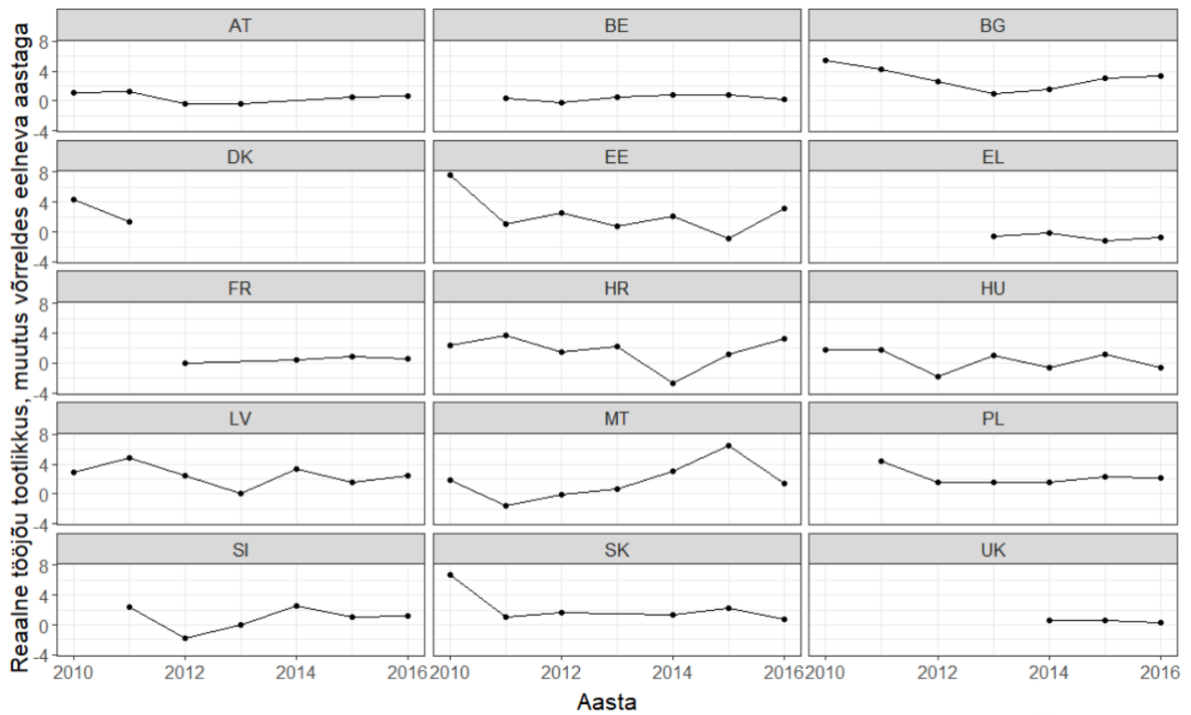
kasutusel kaks erinevat muutujat - IKT sektori osakaal SKP-st (Eurostat, tabel isoc_bde15ag) ning IKT sektoris hõivatute arv suhestatuna riigi koguhõivega (Eurostat, tabel isoc_bde15ap). Andmestiku kirjeldav statistika on toodud all oleval tabelil üks.

Tabel 1. Käsitletud andmete ülevaade aastatel 2010 - 2016

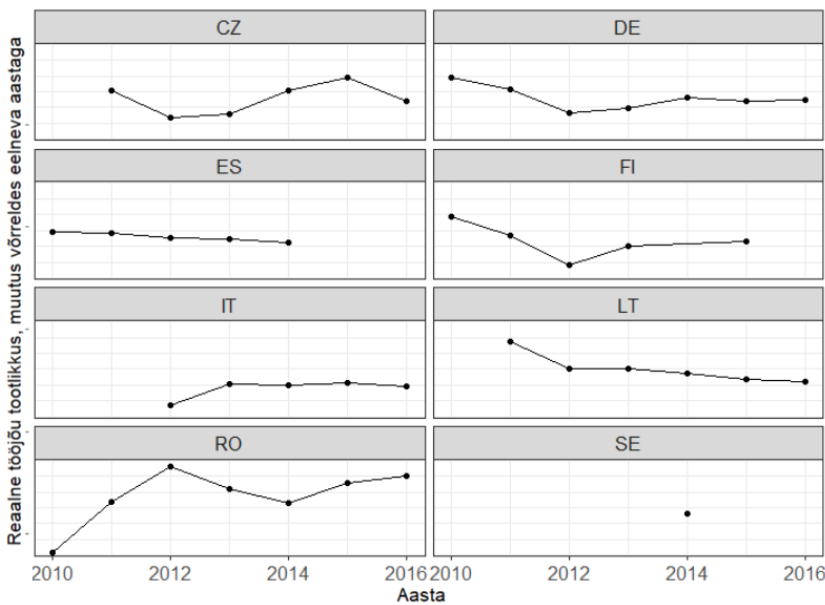
| | Miimum | Keskmine | Maksimum | Standard hälve |
|---|--------|----------|----------|----------------|
| Reaalne tööjõu tootlikkus, indeks | -3.60 | 1.45 | 7.60 | 1.98 |
| Ligipääs internetiühendusele (minimaalselt kord nädalas), % | 34.00 | 69.62 | 93.00 | 12.01 |
| Rahvastiku osakaal, kes ei kunagi internetti kasutanud, % | 4.00 | 23.15 | 57.00 | 10.91 |
| Internetipanga teenuseid kasutava rahvastiku osakaal, % | 2.00 | 40.34 | 86.00 | 20.99 |
| IKT sektori osakaal SKP-st, % | 1.94 | 4.19 | 9.03 | 1.23 |
| IKT sektori hõivatute osakaal koguhõivest, % | 1.32 | 2.71 | 4.71 | 0.74 |

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Joonis üks, mis on esitatud kahes osas, visualiseerib reaalse tööjõu tootlikkuse muutusi empiirilise analüüsi valimisse kuuluvate riikide seas aastatel 2010-2016. Jooniselt on näha, et üldised muutused tööjõu tootlikkuses riikide lõikes on valdavalt olnud väikesed. Reaalse tööjõu tootlikkuse muutused võrreldes eelneva aastaga on samuti pigem tagasihoidlikud, keskmiselt 1.45 protsendipunkti aastas. Kõige stabiilsemad muutused reaalse tööjõu tootlikkuse osas on Austrial, Belgial, Prantsusmaal ja Inglismaal. Kõige kõrgem muutus reaalses tööjõu tootlikkuses oli Eestis aastal 2010, kus antud suhtarv võrreldes eelmise aastaga oli 7.6 protsendipunkti võrra kõrgem. Kõrgemaid muutuseid tööjõu tootlikkuses on märgata samal aastal ka Slovakkia puhul, 2012. aastal Rumeenia ning 2015. aastal Malta puhul. Terviklikuna on aga näha, et võrreldes 2010. aastaga, on paljudes valimisse kuuluvate riikide tööjõu tootlikkuse kasv aeglustunud. Vaatamata positiivsele reaalse tööjõu tootlikkuse kasvule, on kasvunumbrid stabiilselt kahanenud.



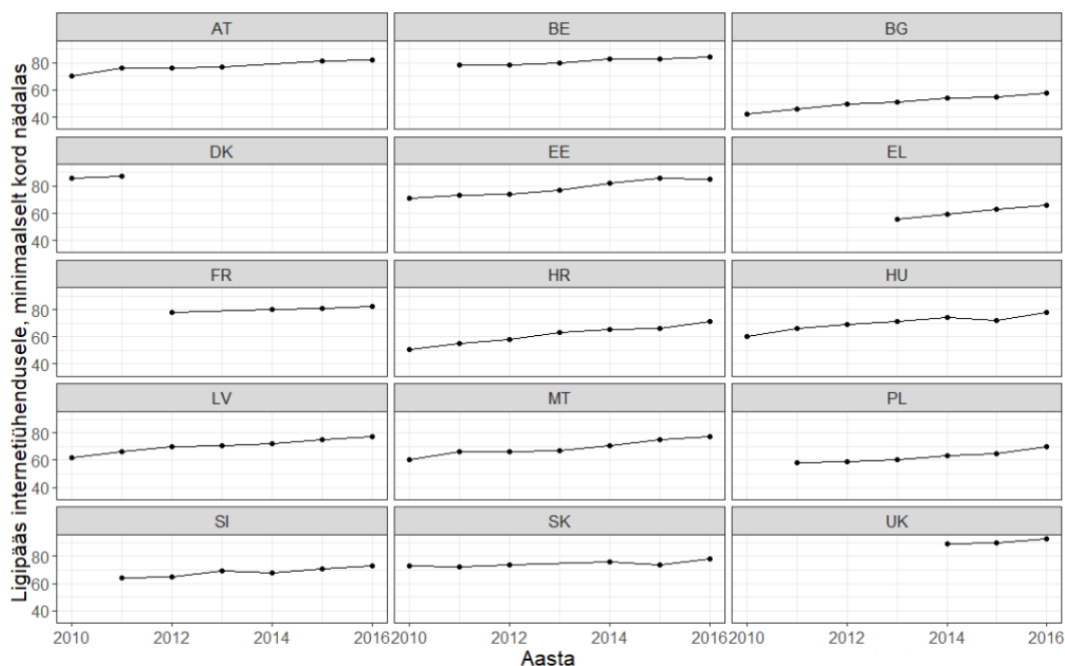
Joonis 1. Reaalne tööjõu tootlikkuse kasv aastatel 2010 - 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused



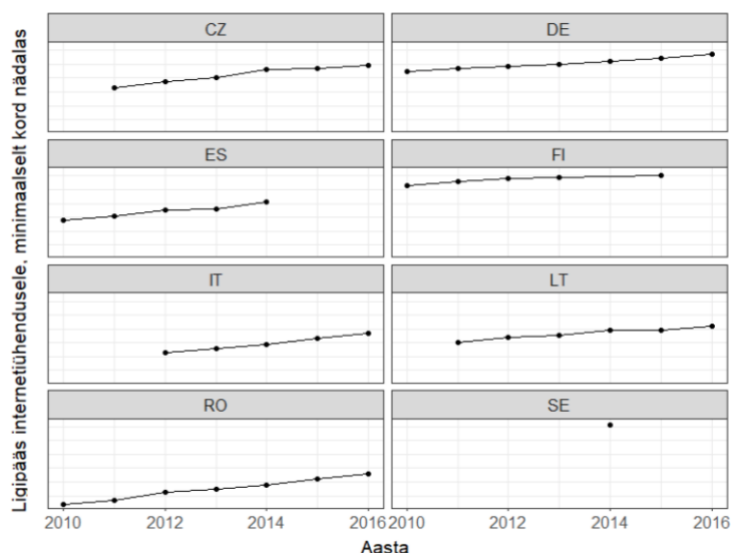
Joonis 1 jätk. Reaalne tööjõu tootlikkuse kasv aastatel 2010 - 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Joonisel kaks on kahes osas välja toodud muutused interneti ligipääsetavusele valimisse kuuluvate riikide seas aastatel 2010 – 2016. Jooniselt on märgata mõningasi kõikumisi, kuid üldine trend on stabiilselt kasvav. Keskmiselt on ligipääs internetiühendusele umbes 70% valimis osalenud

elanikkonnast. Kõige parem ligipääs internetile on 2016. aastal Inglismaa, kus interneti ligipääs katab peaaegu kogu elanikkonna. Kõrged tulemused on ka 2016. aastal Saksamaal, 2015. aastal Soomes ja 2011. aastal Taanis, kus internetile ligipääs on peaaegu 90% elanikkonnast. Kõige väiksema tulemusega riik on 2010. aastal Rumeenia, kus ligipääs internetile oli vaid 34% elanikest.

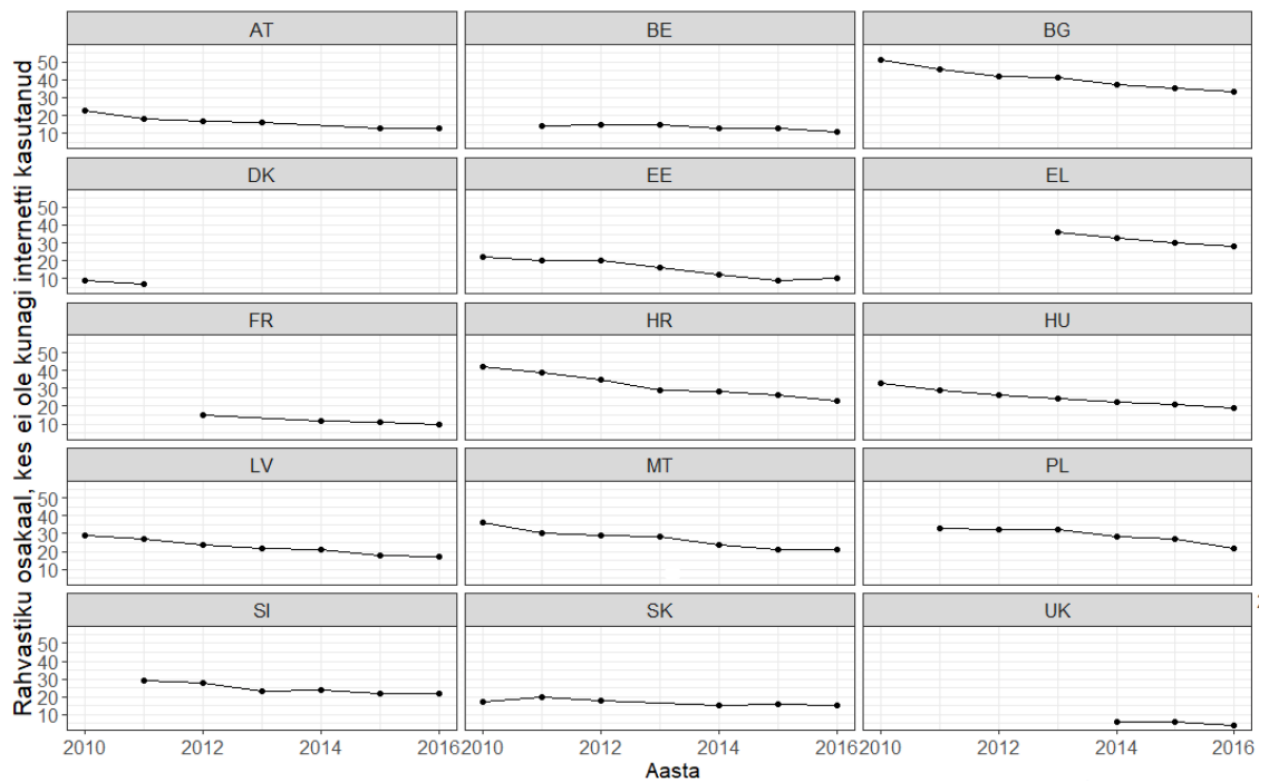


Joonis 2. Ligipääs internetiühendusele (minimaalselt kord nädalas)
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

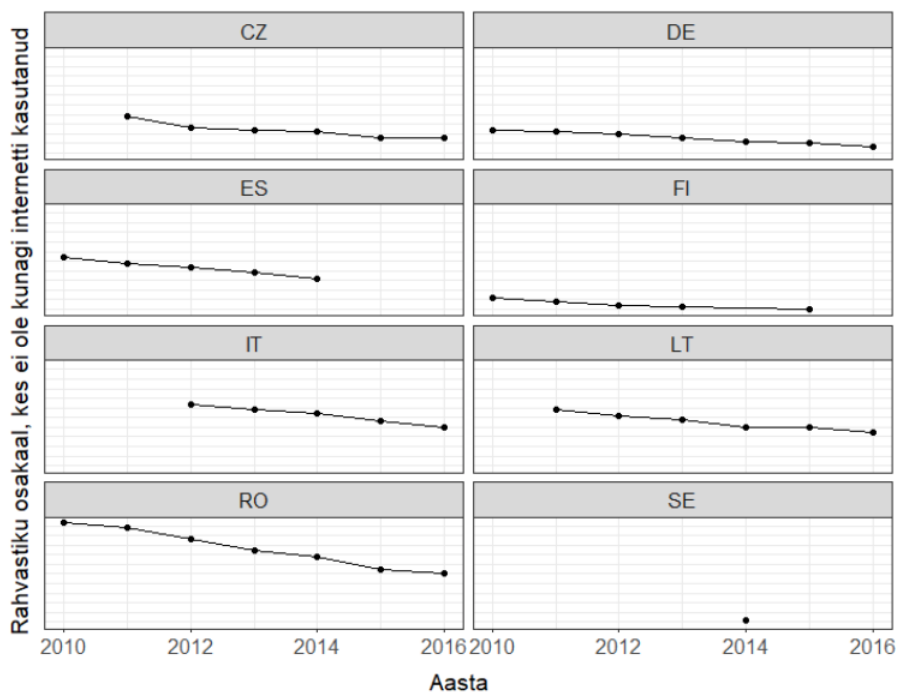


Joonis 2 jätk. Ligipääs internetiühendusele (minimaalselt kord nädalas)
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Joonis kolm presenteerib kahes osas 2010 – 2016 valimis osalenud riikide rahvastikuosakaalu, kes kolme kuu sees kordagi internetti ei kasutanud. Tulemustelt on näha, et üldine trend on langev ning keskmiselt ei kasuta internetti ligikaudu 24% valimis osalenud elanikkonnast. Sarnaselt eelmisele joonisele, eristub ka käesoleval joonisel Rumeenia, kus 2010. aastal oli internetti mitte kasutajate osakaal 57%. Kõrgemad tulemused on ka 2010. aastal Bulgaarias, Maltal ja Horvaatias. Kõige väiksema internetti mitte kasutajate osakaal on 2016. aastal Inglismaal, kus see on umbes vaid 4% elanikkonnast. Rumeenias võib näha perioodi kõige suuremat muutust, mis on ligikaudu 18 protsendipunkti. Olulise 14-protsendipunktilise muutuse on teinud ka Bulgaaria. Jooniselt selgub, et riigid, kus interneti kasutajaid on kõige vähem, on ajaperioodil 2010 – 2016 läbinud ka kõige suurema muutuse.

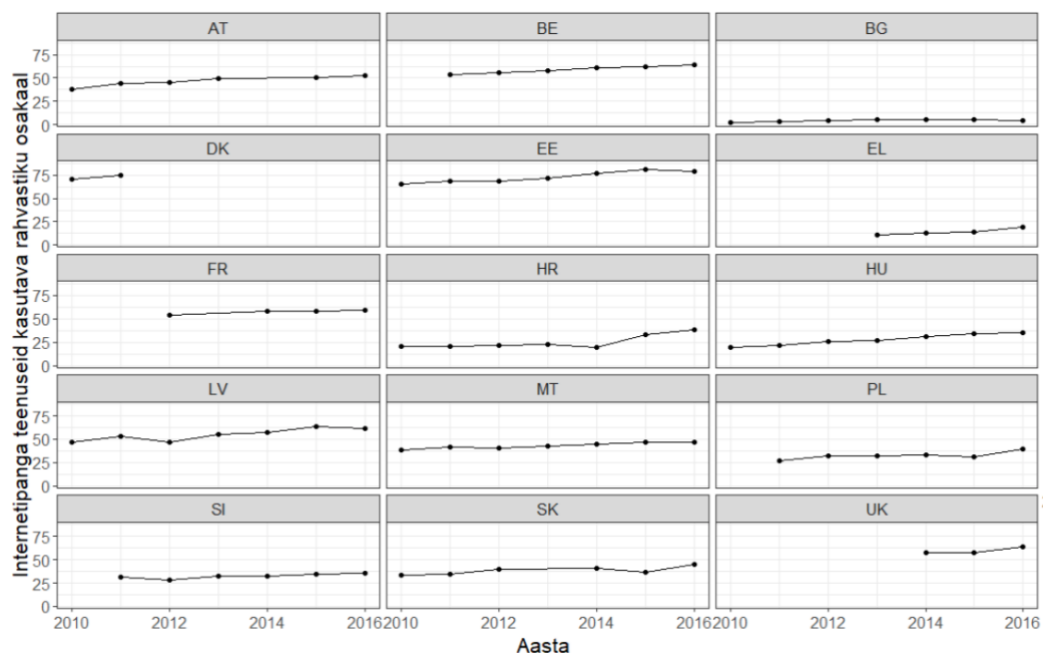


Joonis 3. Rahvastiku osakaal, kes ei ole internetti kunagi kasutanud
 Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

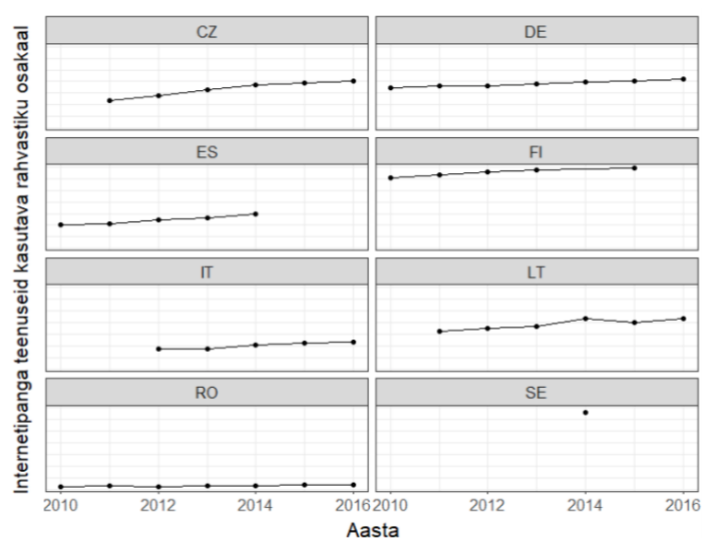


Joonis 3 jätk. Rahvastiku osakaal, kes ei ole interneti kunagi kasutanud
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Neljas joonis, mis on järgnevalt esitatud kahes osas, illustreerib internetipanga teenuseid kasutava rahvastiku osakaalu muutusi aastatel 2010 – 2016. Jooniselt on märgata internetipanga teenuste kasutamise kasvu, mis pigem jääb aga tagasihoidlikuks. Keskmiselt teostab makseid või haldab kontoteavet läbi internetipanga 40,34% valimis osalenud rahvastikust. Kõige enam tarbitakse internetipanga teenust Soomes, mis katab elanikkonnast 86%. Kõrgemad tulemused on ka 2014. aastal Rootsis ning 2015. aastal Eestis. Stabiilselt pigem madalamal tasemel on sarnaselt eelmiste näitajatega Bulgaaria ja Rumeenia, kus internetipanga kasutamine katab 2010 – 2016 aastal kuni 5% elanikkonnast ning olulist tõusu antud perioodil märgata ei ole.



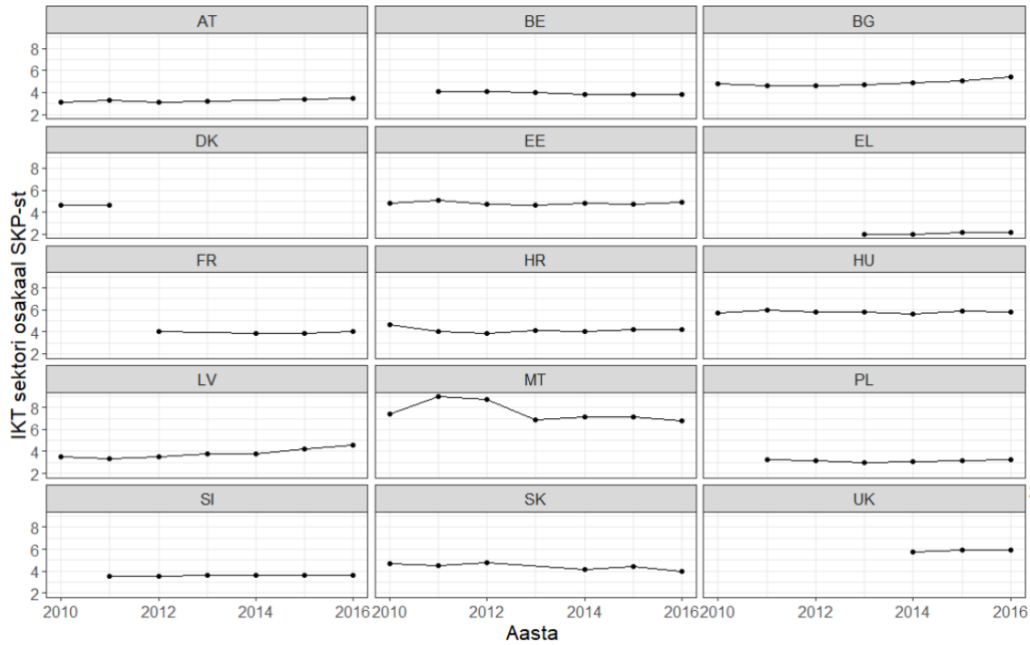
Joonis 4. Internetipanga teenuseid kasutava rahvastiku osakaal
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused



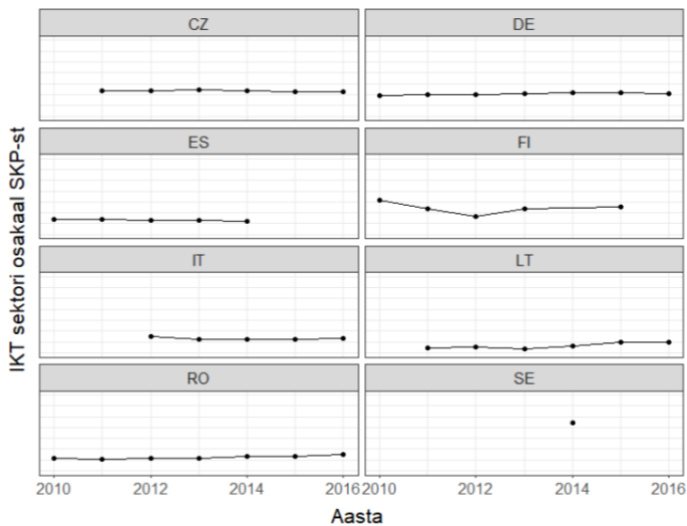
Joonis 4 jätk. Internetipanga teenuseid kasutava rahvastiku osakaal
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Viiendal joonisel on kahes osas välja toodud valimis osalenud riikide IKT sektori osakaalu protsendilised muutused SKP-st ajaperioodil 2010 – 2016. Jooniselt on näha, et IKT osakaal on üldises plaanis olnud väga stabiilne, kuid siiski on esinenud mõningasi kõikumisi nagu näiteks Soomes aastal 2012 ja Maltal aastatel 2011 – 2012. Keskmiselt jääb IKT osakaal SKP-st natuke üle 4%. Kõige kõrgem IKT osakaal SKP-st on olnud Maltal, kus 2011. aastal oli see ligikaudu 9%. Kõige madalam tulemus oli 2014. aastal Kreekas 1,04%. Üldises plaanis on näha, et riigid IKT

osakaalu võrreldes eelnevate aastatega oluliselt kasvanud ei ole, kuid mõningast tõusu on siiski märgata Bulgaarias, Leedus, Lätis kui ka Rumeenias. Slovakkias võib näha ka mõningast vähenemist.



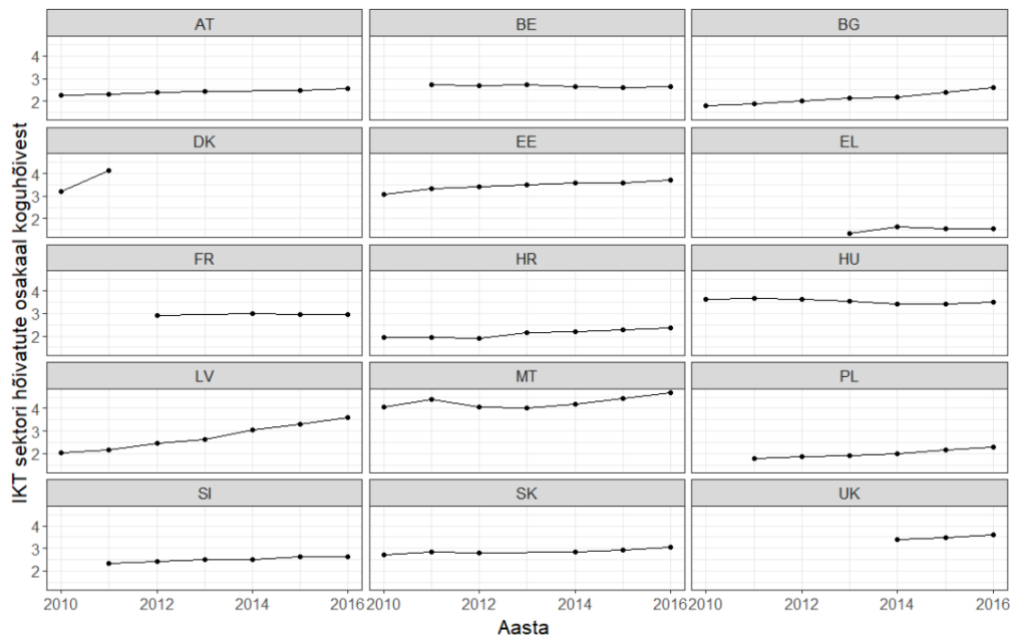
Joonis 5. IKT sektori osakaal SKP-st aastatel 2010 – 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016)



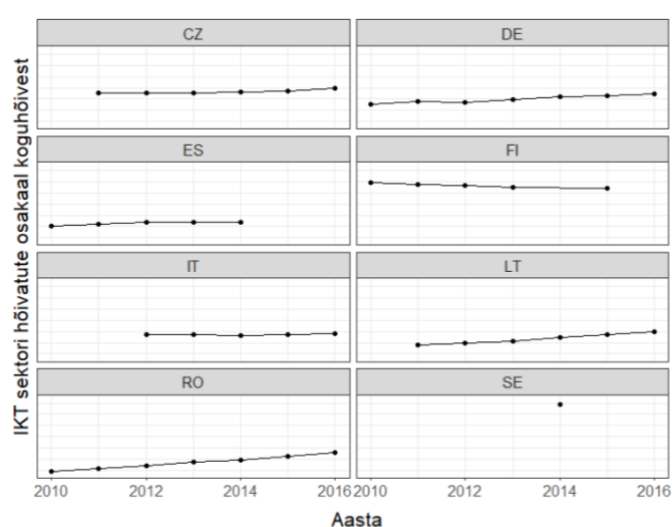
Joonis 5 jätk. IKT sektori osakaal SKP-st aastatel 2010 – 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016)

Joonisel kuus on kahes osas kirjeldatud analüüsi valimis osalenud IKT sektoris hõivatute osakaalu muutust koguhõivest perioodil 2010 – 2016. Jooniselt on näha, et üldised muutused hõivatute

osakaaluga on kasvavad või pigem konstantsed, kus hõivatute osakaal koguhõivest on keskmiselt 2,71 protsendipunkti. Kõige suurem hõive IKT sektoris oli 2016. aastal Maltal, kus hõivatute osakaal koguhõivest oli ligikaudu 5%. Kõrgemaid osakaalusid tööhõives on märgata ka Soomes 2010. aastal, Taanis 2011, Taanis 2014. aastal kui ka Maltal 2011. aastal. Üldise tagasihoidlikuma kasvu taustal on märgata Belgia, Soome kui ka Ungari põhul mõningast vähenemist. Kõige väiksema tulemusega oli 2013. aastal Kreeka, kus IKT-s hõivatute osakaal oli ligikaudu 1%.



Joonis 6. IKT sektori hõivatute osakaal koguhõivest aastatel 2010 – 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused



Joonis 6 jätk. IKT sektori hõivatute osakaal koguhõivest aastatel 2010 – 2016
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Tabelis kaks on kujutatud antud lõputöö analüüsis kasutatud muutujate korrelatsioonanalüüsi tulemused. Korrelatsioonmaatriksist on näha, et digitaliseerimist käsitlevad muutujad korreleeruvad reaalse töajõu tootlikkuse muutustega negatiivselt. Kõige tugevam negatiivne korrelatsioon reaalse töajõu tootlikkusega on internetipanga kasutusaktiivsusega rahvastikust ning samuti digitaalselt kaasatust kirjeldavatel näitajatel. IKT sektori suuruse ning reaalse töajõu tootlikkuse vaheline negatiivne korrelatsioon on madalam. Analüüsidest digitaliseerimise ning reaalse töajõutootlikkuse vahelist korrelatsiooni tuleb silmas pidada, et muutused reaalses töajõu tootlikkuses on varieeruvamad kui digitaliseerimist kajastavad näitajad. Samuti on oluline arvestada, et võrreldes joonisel üks peegelduva langustrendiga reaalse töajõu tootlikkuse kasvus on digitaliseerimine valimisse kuuluvatel aastatel olnud pigem positiivses kasvutrendis. Täiendavalt peegeldub korrelatsioonimaatriksist, et digitaliseerumist kirjeldavad muutujad on omavahel tugevamas korrelatsioonis kui reaalse töajõu tootlikkusega, viidates sellega multikollineaarsusele.

Tabel 2. Analüüsil kasutatud indikaatorite korrelatsioonimaatriks aastatel 2010 - 2016

| | Reaalne töajõu tootlikkus, indeks | IKT sektor SKP-st, % | IKT töajõu, % | Interneti kasutus, minimaalselt kord nädalas, % | Pole kunagi internetti kasutanud, % | Internetipanga teenuste kasutamine, % |
|---|-----------------------------------|----------------------|---------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Reaalne töajõu tootlikkus, indeks | 1.00 | -0.06 | -0.1 | -0.08 | 0.08 | -0.09 |
| IKT sektor SKP-st, % | -0.06 | 1.00 | 0.81 | 0.27 | -0.22 | 0.25 |
| IKT töajõu, % | -0.1 | 0.81 | 1.00 | 0.62 | -0.58 | 0.64 |
| Interneti kasutus, minimaalselt kord nädalas, % | -0.08 | 0.27 | 0.62 | 1.00 | -0.99 | 0.87 |
| Pole kunagi internetti kasutanud, % | 0.08 | -0.22 | -0.58 | -0.99 | 1.00 | -0.85 |
| Internetipanga teenuste kasutamine, % | -0.09 | 0.25 | 0.64 | 0.87 | -0.85 | 1.00 |

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

2.2. Digitaliseerimise mõju hindamine reaalsele töajõu tootlikkusele Euroopa riikide seas

Käesolevas lõputöös kasutatud andmeraamistik kajastab riikide reaalse töajõu tootlikkuse aastasi muutusi kui ka digitaliseerimist, hõlmates nii individuaalse riigi (n) kui ka aja dimensiooni (T). Tulenevalt sellest, kasutab töö autor empiirilises analüüsis lineaarset paneelregressiooni, mis võtab

arvesse nii indiviidi kui ka aja efekte sõltumatute muutujate mõju hindamisel sõltuvale muutujale. (Phillips, Moon 2003) Tavaliselt vaadeldakse sellise analüüsi puhul mingite sõltumatute muutujate kogumi mõju sõltuvale muutujale ja proovitakse leida tunnuseid, mis aitaksid sõltuva indikaatori väärtusi kirjeldada kui ka prognoosida kõige paremini. Regressioonmudel on erinevates teadustöodes laialt levinud, kuid nende tõlgendamisel tuleb olla ettevaatlik ja kindlasti silmas pidada ainealast kontseptsiooni kui ka erialaseid teadmisi. Lisaks analüüsiandmete hindamisele tuleks mudelit hinnata ka loogilisuse aspektist. (Seber, Lee 2003) Kirjeldatud lähenemine võimaldab anda täpsemaid hinnanguid sõltuva ja sõltumatute muutujate vahel.

Analüüsis kasutatav riikide ja aastate paneel on lai ja lühike, mis tähendab et valimisse kuuluvate riikide arv on suurem kui ajaline dimensioon. Kuna kõikide riikide kohta ei ole valitud ajaperioodil andmeid saadaval, on paneel tasakaalustamata ehk aegread erinevate riikide kohta on erineva pikkusega. Töö ökonomeetriline analüüs viiakse läbi statistilisel vabavaral RStudio. Analüüsi läbiviimiseks kasutatakse paneelregressiooni teostamiseks „plm“ paketti, robustsete standardvigade arvutamiseks paketti „sandwich“ ning erinevateks täiendavateks testideks pakette „lmtest“ ja „tseries“.

Tulenevalt digitaliseerimist kirjeldavate andmete tugevast omavahelisest korrelatsioonist võrreldes sõltuva muutujaga, hinnatakse kõiki digitaliseerimist kirjeldavate muutujate mõju reaalse tööjõu tootlikkusele viies eraldi seisvas regressioonis. Täiendavalt on kõikidesse regressioonidesse lisatud aja indikaatormuutujad, et kontrollida agregeeritud aegridade trende (Schmidheiny 2018).

Enne paneelregressioonide läbiviimist hinnatakse aegridade statsionaarsust kasutades selleks Dickey-Fulleri ühikjuure (ADF) testi. Statsionaarsuse hindamiseks kasutab töö autor R-i aegridade analüüsi paketti “tseries”. ADF testi nullhüpoteesiks on aegridades esineb ühikjuur ning andmerekad ei allu statsionaarsusele. Alternatiivseks hüpoteesiks on, et andmerekad on statsionaarsed. ADF testi tulemused on toodud lisas üks, joonistel 1.1. – 1.8.

Nii IKT sektori osakaalu kui ka digiteenuste kasutamist kirjeldavate muutujate puhul on p-väärtus väiksem 0.05-st, mistõttu saame ümber lükata nullhüpoteesi ja võtta vastu otsuse, et aegread on statsionaarsed. Interneti kasutust käsitlevate näitajate ADF testi tulemused viitavad ühikjuure olemasolule ning aegridade mitte statsionaarsusele. Seetõttu võetakse kirjeldatud muutujatest diferents ehk leitakse perioodi muutus võrreldes eelneva aastaga. ADF testi uuesti hinnates on

nüüd aegridade mittestatsionaarsuse probleeme võimalik vältida. Interneti kasutust käsitlevad diferentsitud ADF testi tulemused on esitatud lisas üks kahel viimasel joonisel.

Järgnevalt hindab töö autor kõiki nii fikseeritud kui ka juhuslikke efekte. Fikseeritud efektid võtavad sõltumatute muutujate mõju hindamisel sõltuvale muutujale arvesse ka indiviidi ajas sõltumatut efekti. See on fikseeritud juhuslik suurus, millel on lubatud selgitavate muutujatega korreleeruda. Juhuslike efektidega paneelregressioonis aga indiviidi spetsiifilised efektid varieeruvad ajas. (Schmidheiny 2018) Fikseeritud efektiga regressioonimudelite hindamistulemused on esitatud lisas kaks joonistel 2.1. – 2.5. ning juhusliku efektiga on toodud lisas kolm joonistel 3.1. – 3.5.

Heteroskedastiivsuse hindamiseks viiakse antud regressioonidel läbi Breusch-Pagani test. Testi nullhüpoteesiks on, et andmed on homoskedastiivsed ning alternatiivse hüpoteesi kohaselt esineb mudelis heteroskedastiivsus. Sisuka hüpoteesi kohaselt esineb mudelis heteroskedastiivsus kui testi p-väärtus on väiksem kui 0.05. Breusch-Pagani testi tulemused on toodud lisas neli joonistel 4.1. – 4.5. ning näitavad, et kõigis regressioonides esineb heteroskedastiivsus. Täiendavalt testib töö autor autokorrelatsiooni olemasolu andmetes, viies läbi Breusch-Godfrey testi, mille nullhüpoteesiks on autokorrelatsiooni puudumine. P-väärtuse puhul, mis on suurem kui 0.05 saame vastu võtta nullhüpoteesi ning kinnitada, et autokorrelatsioon andmetes puudub. Teststatistikute p-väärtused, mis jäävad valdavalt alla 0.05 viitavad autokorrelatsiooni olemasolule. (Torres-Reyna 2010) Breusch-Godfrey testi tulemused on toodud lisas neli joonistel 5.1. – 5.5.

Lähtuvalt autokorrelatsiooni olemasolust kasutab töö autor regressioonides Newey-West (1987) meetodil korrigeeritud robustseid standardvigu, et minimeerida heteroskedastiivsuse ja autokorrelatsiooni mõju hindamistulemustele. (Hoechle *et al.* 2007) Robustsete standardvigadega korrigeeritud hindamistulemused on toodud andmetabelis kolm. Fikseeritud ja juhuslike efektidega paneelregressiooni vahel otsustamiseks viiakse läbi Hausmani test. Mudeli, mille p-väärtus jääb alla 0.05, tuleb analüüsitulemusi tõlgendada fikseeritud efektidega mudeli abil ning vastupidisel juhul juhuslike efektiga mudeli abil. (Torres-Reyna 2010) Paneelregressiooni hindamisraportid koos Hausman testi tulemustega on toodud all oleval tabelil kolm.

Hausmani testi p-väärtus, mis on suurem kui 0.05 indikeerib, et kõigi regressioonide puhul on asjakohasem kasutada juhuslike efektiga mudelit. Hinnangu tulemused näitavad, et

digitaliseerimist kirjeldavad koefitsendid on regressioonis valdavalt samasuunalised korrelatsioonanalüüsis saadud tulemustega. Ainus erinevus esineb viitajata IKT sektoris hõivatute osakaalu muutuja puhul. Antud analüüsi statistiline olulisus on madal, indikeerides, et reaalse töäjõu tootlikkuse seisukohalt on statistiliselt oluline ainult IKT sektoris hõivatute osakaal koguhõivest. Kirjeldatud viitajata muutuja indikeerib muutujate vahelist positiivset seost. Viitajaga IKT sektori hõive osakaalu kirjeldava muutuja koefitsent on negatiivse suunaga. Korrelatsioonanalüüsi hinnangul saadakse Pearsoni kordaja -0.1 , mis viitab antud muutujate vahelisele nõrgale seosele. Kirjeldatud tulemused võivad olla tingitud asjaolust, et IKT sektoris hõivatute osakaalu muutuja on analüüsi kaasatud aastate lõikes pidevas kasvutrendis (toodud joonisel kuus). Samal ajal on aga reaalse töäjõu tootlikkuse muutused ajas varieeruvamad. IKT sektori osakaal SKP-st on aga nii fikseeritud kui ka fikseerimata efektidega hinnangu puhul statistiliselt ebaoluline ning seetõttu ei ole võimalik käesoleva regressioonanalüüsi põhjal kirjeldatud muutujate vahelist seost seletada. Sarnaselt võib tõlgendada ka digitaalse kaasatuse ja internetpanga teenuste kasutajate vahelist seost. Kuigi mainitud muutujate koefitsendid on negatiivsed nagu ka korrelatsioonanalüüsis, on hinnangute standardvead kõrged ning seega ka koefitsentide intervallhinnangud hajusad, mistõttu tegelikku efekti ei ole võimalik hinnata.

Tabel 3. Paneelregressioonide hindamistulemused perioodil 2010 - 2016

| Muutuja: | Mudel 1 | | Mudel 2 | | Mudel 3 | | Mudel 4 | | Mudel 5 | |
|----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| | (FE) | (RE) | (FE) | (RE) | (FE) | (RE) | (FE) | (RE) | (FE) | (RE) |
| Interneti kasutus kord nädalas | 0.147 (0.107) | 0.112 (0.102) | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Interneti kasutus puudub | – | – | -0.071 (0.099) | -0.089 (0.112) | – | – | – | – | – | – |
| Internetipanga kasutajad | – | – | – | – | -0.076 (0.089) | -0.011 (0.013) | – | – | – | – |
| IKT sektor SKP-st | – | – | – | – | – | – | -0.708 (0.708) | -0.155 (0.637) | – | – |
| IKT sektor SKP-st (t-1) | – | – | – | – | – | – | -0.005 (0.519) | 0.131 (0.563) | – | – |
| IKT sektoris hõivatud | – | – | – | – | – | – | – | – | 0.973 (1.227) | 2.926 (1.027) *** |
| IKT sektoris hõivatud (t-1) | – | – | – | – | – | – | – | – | -2.902 (1.525) * | -3.152 (0.976) *** |
| Vabaliige | 2.45 *** (0.907) | – | 2.64 *** (0.783) | – | 3.316 *** (1.059) | – | 3.105 ** (1.314) | – | 3.495 *** (1.256) | – |
| Aja indikaatormuutujad | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH | JAH |
| Hausman testi Hii-ruut/p-väärtus | 2.94/0.89 | | 0.80/0.99 | | 5.90/0.55 | | 5.47/0.71 | | 9.15/0.33 | |

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused.

Märkused:

1. Tabelis on sulgude ees esitatud regressiooni koefitsiendid. Sulgudes olevad arvud tähistavad regressiooni koefitsientide standardvigu.
2. „*“ tähistab olulisust nivool 10%, „**“ tähistab olulisust nivool 5% ning „***“ tähistab olulisust nivool 1%.

2.3. Järeldused

Lõputöö empiirilise analüüsi käigus uuriti, kuidas reaalse töajõu tootlikkuse muutused seostuvad digitaliseerimisega riigi tasemel ajavahemikul 2010 - 2016. Esimene ja teine regressioon hindasid digitaalse kaasatuse mõju reaalsele töajõu tootlikkusele. Selleks kasutati digitaalset kaasatust kirjeldavate muutujatena juurdepääsu internetile minimaalselt kord nädalas ning indiviidide osakaalu, kes kolme kuu sees kordagi interneti ei kasutanud. Kolmas regressioon hindas digiteenuste kasutamist indiviidide seas, kasutades selleks internetipanganduse teenuseid kasutavate indiviidide osakaalu ühiskonnas. Neljas ja viies regressioon hindasid IKT sektori osakaalu mõju reaalse töajõu tootlikkuse muutustele. Selleks kasutati sõltumatute muutujatena IKT sektori osakaalu SKP-st ning IKT sektoris hõivatute osakaalu koguhõivest.

Statistiliselt olulise seose reaalse töajõu tootlikkusega andis ainult viies regressioonimudel, mis kirjeldas viitajata ja viitajaga IKT sektoris hõivatute osakaalu mõju reaalse töajõu tootlikkuse muutustele aastate lõikes. Kirjeldatud assotsiatsioon indikeerib viitajata IKT-s hõivatute osakaalu positiivsele seosele reaalse töajõu tootlikkuse muutustega ning viitajaga negatiivsele seosele. See tähendab, et viitajata muutused IKT sektori tööhõives ning reaalses töajõu tootlikkuses on tugevas positiivses ning statistiliselt olulises seoses nivool 1%. Viitajaga sõltumatu muutuja kirjeldab reaalse töajõu tootlikkuse muutusi negatiivselt olulisuse nivool 1%. Negatiivne seos viitajaga IKT sektori tööhõive osakaalu ning reaalse töajõu tootlikkuse vahel võib olla tingitud reaalse töajõu tootlikkuse suuremast varieeruvusest ajas võrreldes IKT sektori tööhõive trendis.

Ülejäänud muutujad, mida töö analüüsi käigus kasutati, olid valdavalt negatiivse koefitsiendiga, viidates digitaliseerimise ning reaalse töajõu tootlikkuse negatiivsele seosele ajas, kuid ei andnud ühelgi puhul statistiliselt olulist seost. Vastuolulised koefitsiendid ning koefitsientide statistiline ebaolulisus võivad olla tingitud mitmetest asjaoludest. Esiteks, analüüsis kasutatud ajaline raamistik on makropaneeli seisukohast lühike, hõlmates riikide lõikes liiga vähe ajalisi perioode, mistõttu digitaliseerimise pikaajalisi mõjusid töajõu reaalsele tootlikkusele hinnata ei ole võimalik. Teiseks, muutused reaalses töajõu tootlikkuses on ajas tunduvalt varieeruvad, kui seda on digitaliseerimisega seotud muutujad, muutes ühese efekti hindamise keeruliseks. Tõenäoliselt on digitaliseerimisega kaasneva reaalse töajõu tootlikkuse kasv pikema tasuvusajaga, kui seda võimaldab hinnata saadaolevad aegread digitaliseerimise- ning reaalse töajõu tootlikkuse kohta.

KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada digitaliseerimise mõju reaalsele tööjõu tootlikkusele. Antud seose analüüsimiseks tuginetakse digitaalse kaasatuse, digiteenuste kasutamise ning IKT sektori osakaalu näitajatele. Analüüs viiakse läbi ajaperioodil 2010 – 2016 tuginedes 23 Euroopa riigile. Assotsiatsiooni hindamiseks viiakse statistika vabavaral RStudio läbi viis eraldi seisvat regressiooni kui ka korrelatsioonanalüüs.

Läbiviidud regressioonanalüüsis selgub ainult viiendas mudelis statistiline olulisus, mis hindab viitajaga ning ilma viitajata IKT sektoris hõivatute mõju reaalse tööjõu tootlikkuse muutusele. Kirjeldatud tulemused näitavad muutujate vahelist positiivset seost viitajata näitaja puhul ning negatiivset seost viitajaga muutuja puhul. Iga täiendava protsendipunkti lisandumisel suureneb reaalne tööjõu tootlikkus vastavalt 2.9 ühikut ning väheneb 3.2 ühikut. Saadud tulemusi toetab osaliselt ka töö teoreetiline taust. Kummagi näitaja puhul on kirjeldatud seos oluline nivool 1%, millega võetakse vastu töö viies hüpotees.

Täiendavalt selgub ka ülejäänud digitaliseerimist käsitlevate muutujate negatiivne seos, kuid mis ühelgi juhul statistiliselt olulist tulemust ei andnud. Analüüsi hinnangul saadud tulemused ning teoreetilise raamistikuga vastuolulised koefitsiendid võivad tingitud olla liialt lühikesest ajaperioodist, mis digitaliseerimise pikaajalisi mõjusid hinnata ei võimalda. Lisaks võivad antud tulemused olla tingitud reaalse tööjõu tootlikkuse suuremast varieeruvusest võrreldes digitaliseerimist käsitlevate näitajatega. Kirjeldatud tulemustele toetudes on töö esimene, teine, kolmas ja neljas hüpotees tagasi lükatud.

Käesolev töö võib aluseks olla järgmistele uurimustele, mis käsitlevad digitaaltehnoloogiat kitsamalt. Näiteks võiks uurimusse kaasata võimalikult palju erinevaid digitaaltehnoloogiaga seotud näitajaid, ning välja selgitada, millistel näitajatel võiks olla mõju majandusele kui ka tööjõu tootlikkusele kitsamalt. Lisaks võib sarnase uurimuse läbi viia teistsuguste digitaaltehnoloogiat puudutavate näitajatega. Antud töö võib aluseks olla uurimustele, mis käsitlevad innovatsiooni, digitaliseerimist, majanduskasvu kui ka endogeenset kasvuteooriat.

SUMMARY

THE EFFECT OF DIGITAL TECHNOLOGY ON THE LABOUR PRODUCTIVITY OF EUROPEAN COUNTRIES IN THE YEARS 2010-2016

Johanna Lamp

The aim of the bachelor thesis is to find out the impact of digitalisation on real labour productivity. The analysis of this link is based on indicators of digital inclusion, the use of digital services and the share of the ICT sector. Given work will be carried out in the period 2010-2016 based on the 23 European countries. In order to evaluate the association, five freestanding regressions and correlation analysis are carried out with RStudio software.

From the regression analysis comes up that only the fifth model shows statistical significance, which assesses the impact of the employed in the ICT sector on the real labour productivity with delay and without delay. The described results show a positive correlation between the variables for without the delayed indicator and the negative relation for the delayed variable. With each additional percentage point added, real labour productivity increases by 2.9 units, and decreases by 3.2 units, respectively. The results are also partly supported by the theoretical background of this work. For each of these indicators, the described relationships are significant at the level of importance 1%, adopting the fifth hypothesis of the work.

Additionally, there comes up the negative relationship between the rest of the digitalisation variables, but in no case did they yield a statistically significant result. The results of the analysis and the odds that contradict the theoretical framework may be because of a too short period of time that does not allow to evaluate long-term efforts of digitisation. In addition, these results may be caused by a greater variation in real labour productivity compared to digitalisation indicators. Based on these results, the first, second, third and fourth hypotheses have been rejected.

This research may be the base for the following researches that cover digital technology more narrowly. For example, the study could include as many different digital technology indicators as possible and find out which indicators could have an impact on the economy or on the labour productivity. In addition, a similar study could be conducted with other digital technology indicators. This research can be the basis for the research on innovation, digitalisation, economic growth as well as endogenous growth theory.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Computer Hope. (2018). *When was the first computer invented?* Kättesaadav: <https://www.computerhope.com/issues/ch000984.htm>, 15. märts 2019.
- Euroopa Liit. (s.a.). *Digitaalmajandus ja ühiskond*. Kättesaadav: https://europa.eu/european-union/topics/digital-economy-society_et, 1. märts 2019.
- Eurostat. (2019). Isoc_bde15ag: Percentage of the ICT sector in GDP. – [E-andmebaas] <https://ec.europa.eu/eurostat> (29. aprill 2018).
- Eurostat. (2019). Isoc_bde15ap: Percentage of the ICT personnel in total employment. – [E-andmebaas] <https://ec.europa.eu/eurostat> (29. aprill 2018).
- Eurostat. (2019). Isoc_bde15cbc: E-banking and e-commerce. – [E-andmebaas] <https://ec.europa.eu/eurostat> (29. aprill 2018).
- Eurostat. (2019). Isoc_bdek_di: Digital inclusion - individuals. – [E-andmebaas] <https://ec.europa.eu/eurostat> (29. aprill 2018).
- Eurostat. (2019). *Overview*. Kättesaadav: <https://ec.europa.eu/eurostat/about/overview>, 6. märts 2019.
- Eurostat. (2019). Tipsna70: Real labour productivity per person employed - annual data. – [E-andmebaas] <https://ec.europa.eu/eurostat> (29. aprill 2018).
- Fichman, R. G. Dos Santos, B. L. Zheng, Z. E. (2014). *Digital Innovation As A Fundamental And Powerful Concept In The Information Systems Curriculum*. Kättesaadav: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=d21f22df-5e6a-4fb5-8634-6d19041f29f4%40sdc-v-sessmgr06>, 13. aprill 2019.
- Fitzgerald, M. Kruschwitz, N. Bonnet, D. Welch, M. (2013). *Embracing Digital Technology*. Kättesaadav: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/48780763/MIT_Digital_Technology.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552829566&Signature=kyQq6xXLbAq9MPVmVRMIZTd%2FPy8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEmbracing_Digital_Technology_A_New_Strat.pdf, 17. märts 2019.
- Givone, D. D. (2003). *Digital Principles and Design*. Kättesaadav: https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=zm2TR30y0-8C&oi=fnd&pg=PR15&dq=digital+technology+numeric+code&ots=2aMu2bcX3h&sig=H7jZaNqTqjL8U_GjCqWd8mbQ_7I&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false, 1. aprill 2019.

- Gray, J. Rumpe, B. (2015). *Models for digitalization*. Kättesaadav: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10270-015-0494-9>, 10. aprill 2019.
- Grübler, A. (1998). *Technology and global change*. Kättesaadav: https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=MqIQUV3nJrAC&oi=fnd&pg=PR9&dq=related:kufeBBhEqewJ:scholar.google.com/&ots=qmpqoGm0WA&sig=rXaXqwGNRtPQ7IvBZuZvfSWL3vM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false, 1. märts 2019.
- Hoechle, D. (2007). *Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence*. Kättesaadav: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1536867X0700700301>, 13. mai 2019.
- Howitt, P. (2010). *Endogenous Growth Theory*. Kättesaadav: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230280823_10, 13. aprill 2019.
- Kokolakis, S. Karyda, M. Loukis, E. N. Charalabidis, Y. (2016). *Information Systems in a Changing Economy and Society*. Kättesaadav: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=mcis2015#page=438>, 10. aprill 2019.
- Leimeister, J. M. Österle, H. Alter, S. (2014). *Digital services of consumers*. Kättesaadav: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-014-0174-6>, 10. aprill 2019.
- Mossberger, K. Tolbert, C. J. McNeal, R. S. (2007). *Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participaton*. Kättesaadav: https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=LgJw8U9Z0w0C&oi=fnd&pg=PR7&dq=digital+technology+is&ots=DXUAxYgDWp&sig=vP9o_earvmWve4gI_7o6Q2tUGY&redir_esc=y#v=onepage&q=digital%20technology%20is&f=false, 2. aprill 2019.
- Phillips, P, C, B. Moon, H, R. (2003). *Linear Regression Limit Theory for Nonstationary Panel Data*. Kättesaadav: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0262.00070>, 13. mai 2019.
- Reyna, O. T. (2010). *Getting Started in Fixed/Random Effects Models using R*. Kättesaadav: https://www.princeton.edu/~otorres/Panel101R.pdf?fbclid=IwAR1nqbZ_Ic3DNUNK9I4PoI2vDslmFTvdi9uSJDauHIyqmv_Y5BIqDPyKkX4, 8. mai 2019.
- Romer, P. M. (1990). *Endogenous Technological Change*. Kättesaadav: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/261725>, 13. aprill 2019.
- Schmidheiny, K. (2018). *Panel Data: Fixed and Random Effects*. Kättesaadav: <https://www.schmidheiny.name/teaching/panel2up.pdf>, 13. mai 2019.
- Seber, G. A. F. Lee, A. J. (2003). *Linear Regression Analysis*. Kättesaadav: https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=X2Y6OkXl8ysC&oi=fnd&pg=PR5&dq=regression+analysis&ots=sdmTD-pMlw&sig=Bos0o8JSSicjkoQuMKFbnR92dr8&redir_esc=y#v=onepage&q=regression%20analysis&f=false, 29. aprill 2019.

Tapscott, D. (2009). *Growing Up Digital*. Kättesaadav: <https://gimmenotes.co.za/wp-content/uploads/2018/12/grown-up-digital-tapscott-e.pdf>, 17. märts 2019.

LISAD

Lisa 1. ADF testi tulemused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$RLPR_PER
Dickey-Fuller = -4.5102, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.1. Realse tööjõu tootlikkuse muutuse ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$ICT_GDP
Dickey-Fuller = -4.6946, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.2. IKT sektori osakaal SKP-st ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$ICT_empl
Dickey-Fuller = -4.6482, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.3. IKT sektori töötajate osakaal koguhõivest ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$freq_min_week
Dickey-Fuller = -3.1423, Lag order = 5, p-value = 0.1018
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.4. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$never_used  
Dickey-Fuller = -3.0938, Lag order = 5, p-value = 0.1219  
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.5. Indiviidide osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$internet_banking  
Dickey-Fuller = -3.7723, Lag order = 5, p-value = 0.0226  
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.6. Internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide osakaal koguindiviidest ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$freq_min_week  
Dickey-Fuller = -3.1423, Lag order = 5, p-value = 0.1018  
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.7. Perioodi muutus internet kasutuses minimaalselt kord nädalas ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: df$fd_never_used  
Dickey-Fuller = -4.3279, Lag order = 5, p-value = 0.01  
alternative hypothesis: stationary
```

Joonis 1.8. Isikute osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud perioodi muutuse ADF testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Lisa 2. Fikseeritud efektiiviga paneelregressioonide hindamistulemused

oneway (individual) effect within Model

Call:

```
plm(formula = formula1, data = df, model = "within")
```

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | 3rd Qu. | Max. |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| -8.168825 | -0.637445 | 0.019469 | 0.660834 | 4.321808 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|------------------|-----------|------------|---------|-------------|
| fd_freq_min_week | 0.146815 | 0.095415 | 1.5387 | 0.127134 |
| timechar2011 | -0.637511 | 0.645784 | -0.9872 | 0.326006 |
| timechar2012 | -2.018151 | 0.662040 | -3.0484 | 0.002965 ** |
| timechar2013 | -1.732110 | 0.679858 | -2.5478 | 0.012413 * |
| timechar2014 | -1.533976 | 0.660842 | -2.3212 | 0.022367 * |
| timechar2015 | -0.843227 | 0.683321 | -1.2340 | 0.220180 |
| timechar2016 | -1.204063 | 0.668427 | -1.8013 | 0.074757 . |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares: 350.16

Residual sum of Squares: 291.58

R-Squared: 0.16729

Adj. R-Squared: -0.081667

F-statistic: 2.78383 on 7 and 97 DF, p-value: 0.01108

Joonis 2.1. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas fikseeritud efektiiviga mudel
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = formula2, data = df, model = "within")

unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | 3rd Qu. | Max. |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| -8.399645 | -0.627202 | 0.038472 | 0.655762 | 4.544387 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) | |
|---------------|-----------|------------|---------|----------|----|
| fd_never_used | -0.070785 | 0.103037 | -0.6870 | 0.493730 | |
| timechar2011 | -0.706513 | 0.652375 | -1.0830 | 0.281500 | |
| timechar2012 | -2.172834 | 0.660753 | -3.2884 | 0.001404 | ** |
| timechar2013 | -1.946128 | 0.668593 | -2.9108 | 0.004472 | ** |
| timechar2014 | -1.614506 | 0.666800 | -2.4213 | 0.017325 | * |
| timechar2015 | -1.076776 | 0.671826 | -1.6028 | 0.112239 | |
| timechar2016 | -1.268399 | 0.692605 | -1.8313 | 0.070118 | . |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 350.16
Residual Sum of Squares: 297.25
R-Squared: 0.15109
Adj. R-Squared: -0.1027
F-statistic: 2.46637 on 7 and 97 DF, p-value: 0.022595

Joonis 2.2. Isikute osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud fikseeritud efektiga mudel
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

oneway (individual) effect within Model

Call:

```
plm(formula = formula3, data = df, model = "within")
```

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | 3rd Qu. | Max. |
|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| -8.068399 | -0.686464 | -0.031091 | 0.667231 | 4.710073 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|------------------|-----------|------------|---------|-------------|
| internet_banking | -0.076143 | 0.064627 | -1.1782 | 0.241608 |
| timechar2011 | -0.607727 | 0.657450 | -0.9244 | 0.357587 |
| timechar2012 | -1.978472 | 0.687962 | -2.8758 | 0.004954 ** |
| timechar2013 | -1.569528 | 0.759801 | -2.0657 | 0.041522 * |
| timechar2014 | -1.056997 | 0.842015 | -1.2553 | 0.212379 |
| timechar2015 | -0.446380 | 0.904686 | -0.4934 | 0.622839 |
| timechar2016 | -0.486693 | 1.023365 | -0.4756 | 0.635443 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 350.16

Residual Sum of Squares: 294.49

R-Squared: 0.159

Adj. R-Squared: -0.092436

F-statistic: 2.6198 on 7 and 97 DF, p-value: 0.016031

Joonis 2.3. Internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide osakaal koguindiviidest fikseeritud efektiga mudel

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = formula4, data = df, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | 3rd Qu. | Max. |
|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| -8.569496 | -0.684644 | -0.010657 | 0.635680 | 4.569886 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|--------------|------------|------------|---------|---------------|
| ICT_GDP | -0.7082366 | 0.6082880 | -1.1643 | 0.2471832 |
| L1 ICT_GDP | -0.0045648 | 0.5746806 | -0.0079 | 0.9936788 |
| timechar2011 | -0.7629647 | 0.6555609 | -1.1638 | 0.2473753 |
| timechar2012 | -2.2969793 | 0.6645547 | -3.4564 | 0.0008171 *** |
| timechar2013 | -2.1261535 | 0.6719034 | -3.1644 | 0.0020822 ** |
| timechar2014 | -1.7721963 | 0.6683128 | -2.6517 | 0.0093689 ** |
| timechar2015 | -1.1940059 | 0.6528094 | -1.8290 | 0.0705001 . |
| timechar2016 | -1.3946130 | 0.6703143 | -2.0805 | 0.0401398 * |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 350.16

Residual Sum of Squares: 293.98

R-Squared: 0.16043

Adj. R-Squared: -0.10193

F-statistic: 2.29306 on 8 and 96 DF, p-value: 0.027134

Joonid 2.4. IKT sektori osakaal SKP-st fikseeritud efektiga mudel

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = formula5, data = df, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | 3rd Qu. | Max. |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| -8.238098 | -0.598820 | 0.042079 | 0.665572 | 4.256697 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|--------------|----------|------------|---------|-------------|
| ICT_empl | 0.97273 | 1.26830 | 0.7670 | 0.444989 |
| L2_ICT_empl | -2.90241 | 1.44990 | -2.0018 | 0.048128 * |
| timechar2011 | -1.02145 | 0.68196 | -1.4978 | 0.137463 |
| timechar2012 | -2.23795 | 0.67145 | -3.3330 | 0.001221 ** |
| timechar2013 | -1.88829 | 0.69353 | -2.7227 | 0.007691 ** |
| timechar2014 | -1.45332 | 0.73057 | -1.9893 | 0.049515 * |
| timechar2015 | -0.94618 | 0.75471 | -1.2537 | 0.212999 |
| timechar2016 | -1.00142 | 0.83921 | -1.1933 | 0.235696 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 350.16

Residual Sum of Squares: 285.89

R-Squared: 0.18355

Adj. R-Squared: -0.071585

F-statistic: 2.69785 on 8 and 96 DF, p-value: 0.010107

Joonis 2.5. IKT sektori töötajate osakaal koguhõivest fikseeritud efektiga mudel
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Lisa 3. Juhusliku efektiga paneelregressiooni hindamistulemused

```

oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = formula1, data = df, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 3.0060  1.7338 0.832
individual    0.6058  0.7784 0.168
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.08771 0.32721 0.32721 0.32416 0.35595 0.35595

Residuals:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-7.0927 -0.8508 -0.2533  0.0183  0.8462  5.5559

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.459177   0.628409   3.9133 0.0001521 ***
fd_freq_min_week 0.112094   0.089838   1.2477 0.2145764
timechar2011   -0.686997   0.635636  -1.0808 0.2819705
timechar2012   -2.184878   0.642495  -3.4006 0.0009159 ***
timechar2013   -1.974437   0.656279  -3.0085 0.0032045 **
timechar2014   -1.726325   0.630153  -2.7395 0.0070999 **
timechar2015   -1.122567   0.655090  -1.7136 0.0892047 .
timechar2016   -1.432916   0.641483  -2.2338 0.0273677 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares:    413.62
Residual sum of Squares: 351.74
R-Squared:              0.1499
Adj. R-Squared:         0.099891
F-statistic: 2.991 on 7 and 119 DF, p-value: 0.0062958

```

Joonis 3.1. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas juhusliku efektidega mudel
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Oneway (individual) effect Random Effect Model
 (Swamy-Arora's transformation)

Call:
 plm(formula = formula2, data = df, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Effects:

| | var | std.dev | share |
|---------------|--------|---------|-------|
| idiosyncratic | 3.0645 | 1.7506 | 0.897 |
| individual | 0.3517 | 0.5930 | 0.103 |

theta:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.05287 | 0.23043 | 0.23043 | 0.22880 | 0.25532 | 0.25532 |

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| -7.1585 | -0.8448 | -0.2964 | 0.0147 | 0.8841 | 5.8383 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|---------------|-----------|------------|---------|---------------|
| (Intercept) | 2.645446 | 0.608570 | 4.3470 | 2.926e-05 *** |
| fd_never_used | -0.088705 | 0.095048 | -0.9333 | 0.3525734 |
| timechar2011 | -0.712532 | 0.651952 | -1.0929 | 0.2766364 |
| timechar2012 | -2.285521 | 0.650160 | -3.5153 | 0.0006223 *** |
| timechar2013 | -2.135751 | 0.655535 | -3.2580 | 0.0014624 ** |
| timechar2014 | -1.773986 | 0.643397 | -2.7572 | 0.0067491 ** |
| timechar2015 | -1.279987 | 0.652957 | -1.9603 | 0.0522987 . |
| timechar2016 | -1.440885 | 0.669186 | -2.1532 | 0.0333214 * |

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 433.27
 Residual Sum of Squares: 370.99
 R-Squared: 0.14397
 Adj. R-Squared: 0.093617
 F-statistic: 2.85435 on 7 and 119 DF, p-value: 0.0086684

Joonis 3.2. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas juhusliku efektiivse mudel
 Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = formula3, data = df, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Effects:

| | var | std.dev | share |
|---------------|--------|---------|-------|
| idiosyncratic | 3.0359 | 1.7424 | 0.861 |
| individual | 0.4899 | 0.6999 | 0.139 |

theta:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.07207 | 0.28719 | 0.28719 | 0.28474 | 0.31473 | 0.31473 |

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| -7.4043 | -0.7445 | -0.2303 | 0.0138 | 0.8729 | 5.7505 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|------------------|-----------|------------|---------|---------------|
| (Intercept) | 3.315952 | 0.636598 | 5.2089 | 8.072e-07 *** |
| internet_banking | -0.010504 | 0.010176 | -1.0322 | 0.3040703 |
| timechar2011 | -0.773251 | 0.637577 | -1.2128 | 0.2276101 |
| timechar2012 | -2.354800 | 0.633563 | -3.7168 | 0.0003090 *** |
| timechar2013 | -2.171239 | 0.642011 | -3.3819 | 0.0009746 *** |
| timechar2014 | -1.768290 | 0.634321 | -2.7877 | 0.0061815 ** |
| timechar2015 | -1.312318 | 0.633978 | -2.0700 | 0.0406185 * |
| timechar2016 | -1.499226 | 0.643084 | -2.3313 | 0.0214195 * |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares: 421.37

Residual sum of Squares: 360.02

R-Squared: 0.14578

Adj. R-Squared: 0.095531

F-statistic: 2.89715 on 7 and 119 DF, p-value: 0.0078435

Joonis 3.3. Internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide osakaal koguindiviidest juhusliku efektiga mudel

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Oneway (individual) effect Random Effect Model
 (Swamy-Arora's transformation)

Call:
 plm(formula = formula4, data = df, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Effects:

| | var | std.dev | share |
|---------------|--------|---------|-------|
| idiosyncratic | 3.0623 | 1.7500 | 0.926 |
| individual | 0.2458 | 0.4958 | 0.074 |

theta:

| | Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0.03786 | 0.17843 | 0.17843 | 0.17748 | 0.19982 | 0.19982 |

Residuals:

| | Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|--|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| | -7.0292 | -0.8490 | -0.2498 | 0.0128 | 0.9007 | 6.2219 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|--------------|----------|------------|---------|---------------|
| (Intercept) | 3.10516 | 0.87016 | 3.5685 | 0.0005201 *** |
| ICT_GDP | -0.15495 | 0.49694 | -0.3118 | 0.7557343 |
| L1_ICT_GDP | 0.13058 | 0.49653 | 0.2630 | 0.7930216 |
| timechar2011 | -0.82450 | 0.66556 | -1.2388 | 0.2178791 |
| timechar2012 | -2.43915 | 0.66659 | -3.6592 | 0.0003797 *** |
| timechar2013 | -2.28258 | 0.67513 | -3.3810 | 0.0009801 *** |
| timechar2014 | -1.89227 | 0.65658 | -2.8820 | 0.0046964 ** |
| timechar2015 | -1.44986 | 0.65028 | -2.2296 | 0.0276663 * |
| timechar2016 | -1.65232 | 0.66097 | -2.4999 | 0.0137984 * |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares: 445.17

Residual sum of Squares: 383.63

R-Squared: 0.13842

Adj. R-Squared: 0.080003

F-statistic: 2.36625 on 8 and 118 DF, p-value: 0.021269

Joonis 3.4. IKT sektori osakaal SKP-st juhusliku efektidega mudel

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = formula5, data = df, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 23, T = 1-7, N = 127

Effects:

| | var | std.dev | share |
|---------------|--------|---------|-------|
| idiosyncratic | 2.9780 | 1.7257 | 0.946 |
| individual | 0.1706 | 0.4130 | 0.054 |

theta:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.02747 | 0.13733 | 0.13733 | 0.13683 | 0.15515 | 0.15515 |

Residuals:

| Min. | 1st Qu. | Median | Mean | 3rd Qu. | Max. |
|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| -6.7014 | -0.8568 | -0.0634 | 0.0086 | 0.8953 | 5.6613 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) | |
|--------------|----------|------------|---------|-----------|-----|
| (Intercept) | 3.49533 | 0.79777 | 4.3814 | 2.570e-05 | *** |
| ICT_emp1 | 2.92562 | 0.92155 | 3.1747 | 0.0019137 | ** |
| L2_ICT_emp1 | -3.15206 | 0.88672 | -3.5548 | 0.0005453 | *** |
| timechar2011 | -1.35731 | 0.65110 | -2.0847 | 0.0392575 | * |
| timechar2012 | -2.63856 | 0.62856 | -4.1978 | 5.253e-05 | *** |
| timechar2013 | -2.44951 | 0.63499 | -3.8576 | 0.0001871 | *** |
| timechar2014 | -2.13797 | 0.62787 | -3.4051 | 0.0009045 | *** |
| timechar2015 | -1.79984 | 0.63169 | -2.8492 | 0.0051725 | ** |
| timechar2016 | -2.08600 | 0.64671 | -3.2256 | 0.0016269 | ** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of squares: 455.29

Residual sum of squares: 351.99

R-Squared: 0.22695

Adj. R-Squared: 0.17454

F-statistic: 4.32885 on 8 and 118 DF, p-value: 0.00013398

Joonis 3.5. IKT sektori töötajate osakaal koguhõivest juhusliku efektiga mudel
Allikas: Autori arvutused

Lisa 4. Breusch-Pagan testi tulemused

Breusch-Pagan test

```
data: formula1  
BP = 24.206, df = 7, p-value = 0.001048
```

Joonis 4.1. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas Breusch-Pagani testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Pagan test

```
data: formula2  
BP = 36.63, df = 7, p-value = 5.512e-06
```

Joonis 4.2. Isikute osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud Breusch-Pagani testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Pagan test

```
data: formula3  
BP = 37.944, df = 7, p-value = 3.105e-06
```

Joonis 4.3. Internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide osakaal koguindiviidest Breusch-Pagani testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Pagan test

```
data: formula4  
BP = 18.938, df = 8, p-value = 0.0152
```

Joonis 4.4. IKT sektori osakaal SKP-st Breusch-Pagani testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Pagan test

```
data: formula5  
BP = 28.067, df = 8, p-value = 0.0004617
```

Joonis 4.5. IKT sektori töötajate osakaal koguhõivest Breusch-Pagani testi tulemused
Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Lisa 5. Breusch-Godfrey/Wooldridge autokorrelatsiooni testi tulemused

Breusch-Godfrey/wooldridge test for serial correlation in panel models

```
data: formula1
chisq = 6.6579, df = 1, p-value = 0.009872
alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors
```

Joonis 5.1. Interneti kasutus minimaalselt kord nädalas Breusch-Godfrey/Wooldridge testi tulemused

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1

```
data: formula2
LM test = 6.026, df = 1, p-value = 0.0141
```

Joonis 5.2. Isikute osakaal, kes pole kunagi internetti kasutanud Breusch-Godfrey/Wooldridge testi tulemused

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1

```
data: formula3
LM test = 5.5468, df = 1, p-value = 0.01851
```

Joonis 5.3. Internetipanga teenuseid kasutavate indiviidide osakaal koguindiviidest Breusch-Godfrey/Wooldridge testi tulemused

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1

```
data: formula4
LM test = 6.4611, df = 1, p-value = 0.01103
```

Joonis 5.4. IKT sektori osakaal SKP-st Breusch-Godfrey/Wooldridge testi tulemused

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1

```
data: formula5
LM test = 0.62817, df = 1, p-value = 0.428
```

Joonis 5.5. IKT sektori töötajate osakaal koguhõivest Breusch-Godfrey/Wooldridge testi tulemused

Allikas: Eurostat (2010 – 2016); autori arvutused

