

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Meeri Vainola

Digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule UK näitel

Bakalaureusetöö

Õppekava rakendulik majandusteadus, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Helery Tasane

Tallinn 2021

Deklareerin, et olen koostanud bakalaureusetöö 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 7625 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Meeri Vainola

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 179719TAAB

Üliõpilase e-posti aadress: meerivainola@gmail.com

Juhendaja: Helery Tasane:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	5
SISSEJUHATUS	6
1. KINNISVARATURU JA DIGITALISEERIMISE TEOREETILINE ALUS	8
1.1. Kinnisvaraturgu mõjutavad tegurid	8
1.2. Digitaliseerimise mõju majandusele	9
1.3. Kinnisvaraturg ja digitaliseerimine	11
1.3.1. Kinnisvaratehnoloogia	12
1.3.2. Ühisrahasutusplatvormid, digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule	15
1.4. UK kinnisvaraturg	16
2. ÕKONOMEETRILINE ANALÜÜS	18
2.1. Andmed	18
2.2. Metoodika	21
2.3. Aegridade töötlemine ning statsionaarsuse testimine	22
2.4. Ökonomeetriline analüüs	25
2.4.1. Korrelatsioonanalüüs	25
2.4.3. Regressioonanalüüsi mudelid	26
3. TULEMUSED	29
3.1. Ökonomeetrilise analüüsi tulemused	29
3.2. Tulemusi mõjutanud piirangud	31
3.3. Järeldused	32
KOKKUVÕTE	34
SUMMARY	36
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	39
LISAD	41
Lisa 1. Sõltuvate muutujate statsionaarsuse testid	41
Lisa 2. Sõltumatute muutujate statsionaarsuse testid	42
Lisa 3. Esialgne OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, IKT	44
Lisa 4. Esialgne OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, SKP	45
Lisa 5. Esialgne OLS mudel, nominaalsed eluasemehinnad	46
Lisa 6. Esialgne OLS mudel, üürihinnad	47
Lisa 7. Esialgne OLS mudel, nominaalsete eluasemehindade ja üürihindade suhe	48

Lisa 8. Lõplik OLS mudel, kinnivara hinnaindeks, IKT	49
Lisa 9. Lõplik OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, SKP.....	50
Lisa 10. Lihtlitsents	51

LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, kas digitaliseerimine avaldab mõju kinnisvaraturule. Eesmärgi saavutamiseks viiakse läbi empiiriline analüüs UK andmete põhjal perioodil 2010. aasta 1. kvartal kuni 2019. aasta 4. kvartal. Regressioonanalüüside sõltuvateks muutujateks on kinnisvara hinnaindeks, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning nominaalsete eluasemehindade ja üürihindade suhe. Sõltumatud muutujad on sisemajandusliku koguprodukti (edaspidi SKP) põhiliste komponentide summa elaniku kohta, internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaal, erasektori äriinvesteeringute maht informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia (edaspidi IKT) sektorisse ning IKT kogulisandväärtus SKP-sse.

Bakalaureusetöös on püstitatud järgmised uurimisküsimused:

1. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile?
2. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju eluaseme- ja üürihindadele?
3. Millised digitaliseerimist kirjeldavad muutujad mõjutavad kõige enam kinnisvaraturgu?

Lähtudes uurimisküsimustest püstitas autor kolm hüpoteesi:

- H1. Digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile.
- H2. Digitaliseerimine ning eluaseme- ja üürihinnad on negatiivses seoses.
- H3. Kõige enam mõjutab digitaliseerimist kirjeldavatest muutujatest kinnisvara sektorit IKT kogulisandväärtus SKP-sse

Ökonomeetrilise analüüsi tulemusena selgus, et kinnisvara hinnaindeksi ja IKT kogulisandväärtuse SKP-sse ning SKP põhiliste komponentide summa vahel on statistiliselt oluline negatiivne seos, mis kinnitab esimest hüpoteesi. Eluaseme- ja üürihindade ning digitaliseerimist kirjeldavate muutujate vahel statistilist olulisust ei esinenud, mis lükkab ümber teise hüpoteesi. IKT kogulisandväärtus oli ainuke digitaliseerimist kirjeldav muutuja, mis oli statistiliselt oluline. See kinnitab kolmandat hüpoteesi.

Võtmesõnad: Kinnisvaraturg, kinnisvaratehnoloogia, digitaliseerimine

SISSEJUHATUS

Digitaliseerimisel on olnud oluline mõju majanduskasvule ja töökohtade loomisele, mille mõju majandusele on uurinud paljud majandusteadlased nagu Evangelista et al. (2014), Katz & Koutroumpis (2013), Khan et al. (2015) ja teised. Samas teadustöid, mis käsitlevad digitaliseerimise mõjusid kinnisvaraturule on vähe ning seetõttu ei ole ühtset ning levinud arusaama, millist mõju on digitaliseerimine kinnisvaraturule avaldanud. Tänu ühisrahastusplatvormidele on tekkinud uus, kättesaadavam viis investeerida kinnisvarasse. Loodud on platvorme, läbi mille on võimalik konkureerida üüri- ja lühirendi turul. Lisaks on kinnisvaraturu kolimine online platvormidele muutnud oluliselt kinnisvaraga kauplemise viise.

Antud töö eesmärgiks on uurida digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule ning üritada vastust leida järgmistele uurimisküsimustele:

1. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile?
2. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju eluaseme- ja üürihindadele?
3. Millised digitaliseerimist kirjeldavad muutujad mõjutavad kõige enam kinnisvaraturgu?

Eesmärgi täitmiseks koostab autor Ühendkuningriigi (edaspidi UK) andmete põhjal regressioonmudelid nelja sõltuva muutuja kohta: kinnisvara hinnaindeks, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning nominaalsete eluasemehindade ja üürihindade suhe. Sõltumatuteks muutujateks on eelneva kirjanduse põhjal valitud sisemajandusliku koguprodukti (edaspidi SKP) põhiliste komponentide summa, internetile ligipääsu omavate majapidamiste osakaal, Euroopa Patendiametisse esitatud patentide arv, informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia (edaspidi IKT) kogulisandväärtus SKP-sse ning erasektori äriinvesteeringute maht IKT-sektorisse. Töös kasutatavad andmed on perioodil 2010. aasta 1. kvartal kuni 2019. aasta 4. kvartal. Autor valis antud ajaperioodi, kuna alates 2010. aastast toimus oluline areng kinnisvaraga seotud andmeanalüüsi valdkonnas, millest on tänaseks saanud kinnisvaratehnoloogia olulisim valdkond. Lisaks hakkasid alates 2010. aastast kiirelt arenema kinnisvarasektoris finantstechnoloogia ning ehitustechnoloogia valdkonnad. (Baum, Braesemann 2020, 17)

Lähtudes uurimisküsimustest püstitas autor kolm hüpoteesi:

H1. Digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile.

H2. Digitaliseerimine ning eluaseme- ja üürihinnad on negatiivses seoses.

H3. Kõige enam mõjutab digitaliseerimist kirjeldavatest muutujatest kinnisvara sektorit IKT kogulisandväärtus SKP-sse

Käesolev töö koosneb kolmest osast. Esimeses peatükis annab autor ülevaate eelnevast kirjandusest kinnisvaraturu ja digitaliseerimise alal, kirjeldab kinnisvaraturgu mõjutavaid tegureid ning digitaliseerimise mõju majandusele. Seejärel keskendutakse digitaliseerimisele kinnisvarasektoris ning tutvustatakse kinnisvaratehnoloogia valdkonda. Viimases alapeatükis teeb autor ülevaate UK kinnisvaraturust. Teises peatükis kirjeldab autor töös kasutatavaid andmeid, toob välja kirjeldava statistika. Seejärel tutvustab käesolevas töös kasutatavat meetodikat, töötleb aegridu ning testib nende statsionaarsust. Saavutatud statsionaarsete aegridade andmetega viib autor läbi korrelatsioonanalüüsi ning koostab esmased regressioonmudelid. Viimases peatükis toob autor välja ökonomeetrilise analüüsi tulemused. Autor testib lõplikke statistiliselt olulisi regressioonmudeleid ja võrdleb analüüsi tulemusi varasemate empiiriliste uuringutega. Seejärel toob autor välja tulemusi mõjutanud piirangud ning analüüsi järeldused.

1. KINNISVARATURU JA DIGITALISEERIMISE TEOREETILINE ALUS

Käesoleva bakalaureusetöö esimene peatükk annab esmalt eelneva kirjanduse ülevaate kinnisvaraturgu mõjutavatest teguritest ning digitaliseerimise mõjust majandusele. Seejärel teeb autor ülevaate eelnevast kirjandusest, mis käsitleb digitaliseerimist kinnisvaraturul. Peatüki viimases alapeatükis annab autor ülevaate UK kinnisvaraturust.

1.1. Kinnisvaraturgu mõjutavad tegurid

Kinnisvaratsükleid mõjutavad peamiselt šokid fiskaal- ja rahapoliitika näol. Näiteks rahapakkumise järsk suurenemine vähendab intressimäärasid. Madalamast laenukapitali kulukusest tulenevalt langevad eluasemekulud, samas kui nõudlus eluasemeteenuste vastu tõuseb. Lisaks tõuseb eluruumide reaalne hind, kuna eluasemeteenused on üks ühele seotud elamuühikutega. (Apergis 2003, 65; Baffoe-Bonnie, 1998) Kinnisvara sektor sõltub suuresti panga krediitfondide toetusest. Pankade laenuvõime mõjutab aga kinnisvarainvesteeringute krediitdiskaalat ja seeläbi kinnisvara nõudlust, mille tulemuseks on vastavad muutused elamuhindades (You *et al.* 2011, 42).

Belej ja Cellmer (2014) leidsid oma analüüsis, et kinnisvara tehinguhindade ja sisemajanduse koguprodukti (SKP) vahel on väga tugev positiivne korrelatsioon. Lisaks leidsid nad, et tehinguhindade, inflatsioonimäära ja uute eluruumide arvu vahel eksisteerib samuti tugev positiivne korrelatsioon. Seevastu leidsid autorid tugeva negatiivse korrelatsiooni kinnisvara tehinguhindade, töötuse määra ja intressimäärade vahel. Kinnisvarahindade kujunemise selgitamisel osutusid statistiliselt olulisuseks vaid SKP ja töötuse määr (p < 0.0001). Suurim viitaeg, mida kinnisvarahindade mõjule täheldati, oli intressimäärade puhul 36 kuud ning inflatsioonimäära puhul 13 kuud. Töötuse määra viitajaks kinnisvara hindadele arvutati 7 kuud, mis näitab, et kinnisvarahinnad reageerivad kiiresti potentsiaalsele kinnisvara nõudluse muutusele, kuna töötuse suurenemine toob kaasa nõudluse languse.

Sarnaselt viisid Grum ja Govekar (2016) Sloveenia, Kreeka, Prantsusmaa, Poola ja Norra näitel läbi kinnisvarahindade mõjuanalüüsi. Autorid kasutasid mitme muutujaga lineaarregressiooni kinnisvarahindade ja erinevate makromajanduslike näitajate vahel, mille hulka kuulusid: töötusmäär, aktsiaindeks, riigi jooksevkonto, tööstustoodang ja SKP. Autorid leidsid, et valitud makromajanduslikud tegurid on statistiliselt olulised selgitamaks kinnisvarahindade kujunemist ning sarnaselt Belejle ja Cellmerile (2014) täheldasid ka nemad negatiivset seost töötuse määra ja ruutmeetri hinna vahel. Seejuures Apergis (2003) toob välja, et tööhõivemäär ning intressimäärad võivad lisaks kinnisvara tehinguhinnale mõjutada ka ehitushinda.

Tema analüüs näitas ka, et eluaseme hüpoteegid mõjutavad olulisel määral eluaseme reaalse hindade kujunemist ja eluasemelaenu intressimäära positiivne šokk vähendab eluaseme tegelikke hindu ning suurendab eluasemenõudlust. Samas inflatsiooni ja tööhõive positiivsed šokid suurendavad eluasemete reaalseid hindu ja vähendavad nõudlust eluaseme järele.

Makromajanduslike tegurite seos kinnisvara hindadega võib erinevates uuringutes olla erineva statistilise olulisusega. Põhjus võib olla vaadeldava ajaperioodi pikkuses ning ka kinnisvaraga seotud spekulatsioonides ja nende psühholoogilistes mõjudes. Uuringud on näidanud, et 2007. aastal põhjustasid Pekingis spekulatsioonid 14.4 % kinnisvarahindade tõusu. (Grum, Govekar 2016, 602)

1.2. Digitaliseerimise mõju majandusele

Digitaliseerimine on avaldanud olulist mõju majanduskasvule ja töökohtade loomisele, mida on uurinud paljud majandusteadlased nagu Evangelista *et al.* (2014), Katz & Koutroumpis (2013), Khan *et al.* (2015) ja teised. Suur osa kirjandusest on püüdnud hinnata informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) majanduslikku mõju tulemusnäitajatele nagu toodang ja tootlikkuse kasv. Kõige enamlevinud meetod IKT majandusliku mõju hindamiseks on tootmisfunktsiooni hindamine tehnoloogilise komponendiga, näiteks IKT alase innovatsiooni või uute tehnoloogiate näol. See tähendab, et IKT on samastatud teiste tootmisfunktsiooni teguritega, jättes sel viisil kõrvale nende tehnoloogiate üldotstarbelise olemuse ja erinevad kanalid, mille kaudu need mõjutavad majandust ja sotsiaalset keskkonda. (Evangelista *et al.* 2014, 802-803)

Suurem osa ökonomeetristest analüüsides, mis tegelevad IKT mõjuhinnangute analüüsimisega on keskendunud nende tehnoloogiate kasvu ja tootlikkuse mõjudele, vähendades digitaliseerimise mõju muudele asjakohastele sotsiaalse ja majandusliku kaasatuse nähtustele. Digitaliseerimise mõju tööhõivele ning töäjõu nõudlusele on selles osas kriitilised uurimis- ja sotsiaalvaldkonnad. (*Ibid.*, 805) Digitehnoloogia kasutuselevõtu ja kasutamisega seotud tegurid, nagu hinnakujundus, usaldusväärsus, kiirus ja kasutusmugavus määravad digiteerimise taseme, millel on omakorda tõestatud mõju töötuse vähendamisele, elukvaliteedi parandamisele ja juurdepääsule avalikele teenustele. (Khan *et al.* 2015, 142-143)

Kirjanduses on inimkapital oluline tegur digitaalse kaasatuse või tõrjutuse nähtuste selgitamisel. Peamine argument on see, et kvalifitseeritud (s.t. haritud) töötajad on võimekamad uute tehnoloogiate kasutama õppimisel ja nad on paindlikumad oma tööülesannete täitmisel. IKT kasutusele võtmine nõuab sageli ettevõtte ümberkorraldamist. Seejuures kõrge oskustöölise osakaaluga ettevõtted on efektiivsemad digitehnoloogiate rakendamisel. Empiirilised uuringud, mis tuginevad Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) riikide andmetele, on leidnud, et inimkapitali tasemel on oluline mõju IKT kasutuselevõtu ja kasutamise määradele. Samas uuringud, mis on läbi viidud nii kõrge kui madala sissetulekuga riikide seas, on leidnud inimkapitali mõju kohta vastuolulisi tõendeid. (Evangelista *et al.* 2014, 804-805) Kõrge sissetulekuga riigid saavad digitaliseerimisest rohkem kasu majanduskasvu ja tootlikkuse vaates, kuid võrreldes madala sissetulekuga riikidega kasvab nende töökohtade arv vähem. Erineva mõju peamiseks põhjuseks on kõrge ja madala sissetulekuga riikide majandusstruktuurid. (Khan *et al.* 2015, 143) Digitaliseerimisprotsesside taseme ja kvaliteediga seotud teguritena on määratletud ka sellised demograafilised tegurid nagu elanikkonna vanuseline struktuur ja linnarahvastiku osakaal, mille keskne idee seisneb selles, et IKT levib nooremate inimeste seas laialdasemalt ja et linnaelanikud võtavad seda sageli paremini omaks. (Evangelista *et al.* 2014, 804-805)

Majanduslikust vaatest muudab interneti kasutamine igapäevaelu eelkõige läbi internetipanga kasutamise - interneti kaudu on võimalik kaupade ostmise ja müümine, reisimise ja majutuse eest tasumine. Need on vaid mõned näited, mille puhul interneti kasutamine võib suurendada konkurentsi, vähendada kulusid ja toodete ning teenuste ostmiseks vajalikku aega, stimuleerides nende kanalite kaudu ka majanduskasvu. Tervise- ja valitsusvaldkondades toob interneti kasutamine kaasa tõhususe kasvu, kulude kokkuhoiu ja seeläbi ka tööviljakuse ning kogu-teguri tootlikkuse kasvu (*Ibid.*, 812-814). Digitaliseerimine võimaldab valitsustel töötada suurema läbipaistvuse ja tõhususega ning sellel on oluline mõju majanduskasvule. (Khan *et al.* 2015, 143)

Digitaliseerimine võib endaga algfaasis tuua kaasa suuri kulutusi seoses töö ümberkorraldamisega, kuid on pikapeale siiski kokkuhoid ning pakub ühiskonnale pikaajalisi eeliseid vähendades näiteks tootmiskulusid (*Ibid.*, 141). Katz ja Koutroumpis testisid digitaliseerimise mõju majanduskasvule, kasutades selleks endogeense kasvu mudelit, mis seob sisemajanduse koguprodukti, fikseeritud kapitali, tööjõu ja tehnoloogia arengu mõõdetuna digitaliseerimise indeksina. Tulemused näitasid, et 10 punktilisel kasvul digitaliseerimise indeksis oli aastatel 2004-2010 ligikaudu 3% mõju SKP-le, mis teeb aastaseks digitaliseerimise mõjuks SKP-le 0,5%. Teisendatuna rahasse tähendab 10 punktilise digitaliseerimise indeksi kasvu mõju 1,8 triljoni euro suurust lisatoodangut maailmamajandusele. (Katz, Koutroumpis 2013, 315)

2011. aastal andis digitaliseerimine 193 miljardi USA dollari suuruse tõeke maailmamajanduslikule tootmisele ja lõi 6 miljonit uut töökohta. Samal aastal ainuüksi Lähis-Idas ja Põhja-Aafrikas andis digitaliseerimine 16.5 miljardi dollari väärtuses lisatoodangut ja ligi 380 000 uut töökohta. See globaalne sadade miljonite töökohtade loomine on toonud ühiskonnas suure buumi, mis võib riigi majandusele suuresti kaasa aidata. Seega kiirendab digitaliseerimine riigi majanduskasvu ja jõukust, hõlbustades inimeste töövõimalusi. (Khan *et al.* 2015, 145)

1.3. Kinnisvaraturg ja digitaliseerimine

Tehnoloogia on element, mis mõjutab kõiki tööstusharusid ja mõjutab ärimudelite muutumist tehnoloogiakeskseks. Kinnisvara sektor pole selles osas erand. Ka seal mõjutab tehnoloogia äriprotsesside rakendamist tööstuse tarneahelas. (Lizam 2019, 42) Kinnisvara põhitegevus jääb materiaalseks või ruumipõhiseks, kuid kinnisvarasektorile keskendunud tehnoloogiaettevõtete buum tõestab, et sisuliselt kogu kinnisvara kasutamist, haldamist või omamist käsitlevat teavet saab digitaliseerida (Baum, Braesemann 2020, 20). Seejuures on kinnisvarasektor aeglane äritegevuses tehnoloogia kasutuselevõtmises. Isegi tänapäeval pakutakse kinnisvarateenuseid, mis on manuaalsed ning mida viiakse läbi minimaalse tehnoloogia abiga. (Lizam 2019, 44)

Edusammud info- ja kommunikatsioonitehnoloogias 1990ndate lõpus olid äriprotsesside struktuurimuudatuste alguseks. Kui varasemalt kasutati interneti vaid turunduseesmärkidel ja tooteteadlikkuse tõstmiseks, siis tehnoloogia arenedes ületab interneti otstarve seda, mida praegusel ajal võiks ette kujutada. (*Ibid.*, 43) Areneva tehnoloogiaga andmerikas keskkond soosib

mitmesuguste uute kinnisvaraga seotud toodete ja teenuste teket, mis kasutavad informatsiooni ärilistel eesmärkidel uutel viisidel. Antud tooteid ja teenuseid haldavad tavaliselt ettevõtted, mida viimasel ajal kutsutakse platvormettevõteteks. (Porter, Landau-Ward 2019, 10)

Viimasel ajal on kinnisvarasektor olnud tunnistajaks digitaalse tehnoloogia tulekule, mille eesmärk on tõsta kinnisvarasektori tõhusust ja lisaväärtust. Näiteks pakuvad kinnisvarasektoris tegutsevad tehnoloogiaettevõtted oma tehnoloogiaid sageli veebilehtede tarkvaratoodete kujul, pakkudes kinnisvarasektoris tegutsejatele teenuseid, mis vähendavad peamiselt otsingu- ja halduskulusid. Enamik veebilehtede lahendustega kaasnevad lisatooted, mis lubavad lahendada kinnisvarainvesteeringutega seotud probleemid digitaalse tehnoloogia rakendamise abil. (Lizam 2019, 42)

Digitaalse tehnoloogia areng on olnud hädavajalik, et luua kriisijärgsel ajastul uut tüüpi finantsvara. Protsessi käigus on tänu digitaalsetele edusammudele tekkinud lahendused, mida nimetatakse automatiseeritud üürileandjateks. Need mitte ainult ei vahenda üürnike ja kinnisvara haldamist, vaid ka reguleerivad seda läbi nutitelefonide, digitaalsete platvormide, rakenduste ning nende poolt kogutud andmete ja analüütika. (Fields 2019, 3) Tehnoloogiate kooslus, platvormid, rakendused ja suurandmed kiirendavad olemasolevaid protsesse ning see suurendab kinnisvaralahenduste geograafilist haaret (Baum, Braesemann 2020, 6).

Viimase kahe aastakümne jooksul on arvukalt turge andmebaasistatud. Kuigi selle protsessiga kaasneb tavaliselt märkimisväärne efektiivsuse tõus, viib see sageli suure turuosa kontsentreerumiseni mõne domineeriva ettevõtte kätte. Digitaalse tehnoloogia suurettevõtted on sisenenud arvukatele turgudele ja hõivanud turuosa oma konkurentsieelise saavutamiseks. Kinnisvaraturu arengud osutavad sellele, et sarnane dünaamika on hakanud ka selles sektoris võimust võtma, suurettevõtted nagu Amazon ja Google on teinud esimesed sammu kinnisvaraturul ning CoStar on juba domineeriv mitme miljardi dollari suurune kinnisvaraandmete hiiglane. (*Ibid.*, 2)

1.3.1. Kinnisvaratehnoloogia

Kinnisvaratehnoloogia sai alguse 1980ndatel ning selle esimest lainet iseloomustab arvutusvõimsuse edenemine, andmete kättesaadavus ja tarkvara arendamine turu täpsema analüüsi jaoks (Lizam 2019, 45). Kinnisvarasektori tehnoloogiapõhiste platvormide alamliike on kolm:

1. Kinnisvarasektoris tegutsevad finantstehnoloogia platvormid (ehk FinTechid). Kinnisvara finantstehnoloogia platvormid hõlbustavad kinnisvaraga kauplemist. Varad võivad olla hooned, aktsiad või fondid, võlg või omakapital; omand võib olla vabavara või üürileping. Platvormid võivad pakkuda potentsiaalsetele ostjatele ja müüjatele teavet ja hõlbustavad või mõjutavad otseselt (negatiivse või positiivse) kapitaliväärtusega vara omandit või rendilepinguid. See sektor toetab kinnisvarakapitaliturge;
2. Jagamismajanduse platvormid hõlbustavad kinnisvara kasutamist. Jagamismajanduse korral jagatakse ajutiselt ja omandiõigust üle andmata alakasutatud varasid. Varad võivad olla maa või hooned, sealhulgas kontorid, kauplused, panipaigad, elamud ja muud kinnisvara tüübid. Platvormid võivad pakkuda potentsiaalsetele ruumi kasutajatele ja müüjatele teavet, hõlbustada või teostada otsesemalt rendi- või tasulisi tehinguid. See sektor toetab kinnisvaraomanike turge;
3. Targa kinnisvara platvormid hõlbustavad kinnisvara haldamist. Varad võivad olla üksikud kinnisvaraüksused või terved linnad. Platvormid võivad pakkuda teavet hoone või linnakeskuse toimivuse kohta või hõlbustada või kontrollida otseselt ehitusteenuseid. See sektor toetab kinnisvara, vara ja rajatiste haldamist. (Baum 2017, 8)

Digitaaltehnoogiad ja arvutustehnoloogiaalased arengud löid eeldused kinnisvarasektorile keskendunud tehnoloogia arendamiseks. (Lizam 2019, 44). Kõige olulisemad tehnoloogilised trendid kinnisvaratehnoloogia valdkonnas on ehitustehnoloogiad, targad hooned, kinnisvara finantstehnoloogiad, jagamismajandus ja andmeanalüüs (Baum, Braesemann 2020, 14). Viimastel aastatel on plahvatuslikult kasvanud kinnisvarasektori hõlbustamisele fokuseeritud teenuste arv. Üürileandmisega seotud teenused on muutunud tulusaks võimaluseks uute turgude identifitseerimisel, eriti sellises kontekstis, kus eluasemeturu üüriosa kasvab. Kinnisvaratehnoloogia teenused võimaldavad erasektori üürikorterite haldamise liikumist veebirakendustesse, kus pakutakse rakendusi, võlakirju ja omaniku-üürniku või müüja-ostja sobitamise teenuseid sageli tehisintellektiga täiustatud otsustusprotsesside kaudu. (Porter, Landau-Ward 2019, 11-12) 2015. aastal jõudsid kinnisvaratehnoloogia idufirmade numbrid järele muudele kinnisvaraettevõtete arvule (Baum, Braesemann 2020, 9).

Kinnisvaratehnoloogiaid kasutatakse üha enam teenuste ja toodete osas, mis on seotud nii pikaajaliste kui ka lühiajaliste üürilepingutega. Ökonomist Nerida Cosbee on jaganud loetelu, kus on vähemalt 50 platvormi ja ettevõtet, mis tema arvates häirivad elamute üürimise sektorit, nimetades neid üürile keskendunud kinnisvaratehnoloogiaks (inglise keeles ka *renttech*). Kõige

ilmsemad neist on suured platvormid, mis on hotellisektorit häirinud, näiteks Airbnb või Booking.com, kuid on ka teisi, mis kattuvad rohkem traditsioonilise üüri- ja kinnisvaraturuga. (Porter, Landau-Ward 2019, 11)

Kinnisvaratehnoloogia mõju analüüsimisel tuleb arvesse võtta kolme aspekti. Esiteks suurendab kinnisvaratehnoloogia maa, eluaseme ja maapiirkondade kohta salvestatud teabe hulka. Teiseks on andmete digitaliseerimisel spetsiifilised mõjud, näiteks digitaalsete andmete muutumine varaks ja algoritmilise analüüsi jaoks alluvateks andmeteks. Kolmandaks toob kinnisvaratehnoloogia kinnisvarasektorisse uued osalejad, tooted ja teenused. Kuigi kinnisvaratehnoloogia tooted võivad võimaldada eluasemeteenustele paremat juurdepääsu, peab meeles pidama ka seda, kuidas teavet eluaseme ja eluaseme kasutajate kohta uut moodi võimendatakse ja kapitaliseeritakse. Kinnisvaratehnoloogia ning suurandmed üksikute elanike ja majapidamiste kohta pole mitte ainult vara iseenesest, vaid aitavad luua uut tüüpi finantsvara. Nende tehnoloogiate vastu huvi tundvad osapooled koguvad ja salvestavad sageli suurt hulka teavet eluaseme ja elanike vajaduste kohta, sealhulgas kasutus, üürilepingute tüübid ja ajalugu, üüritaotlused ja tagasilükkamised, tehingud ja eelistused. Läbi selle toodavad nad uusi ja erinevat tüüpi andmeid. Rakenduste kasutajad pole ainult tarbijad vaid ka andmevara ja muu väärtuse tootjad. (*Ibid.*, 8-12)

Kinnisvaratehnoloogia idufirmad on levinud üle maailma, kuid koonduvad selgelt konkreetsetesse piirkondadesse. Kinnisvaratehnoloogia ettevõtete levialad on USA idarannik, California, Lääne-Euroopa (eriti UK) ja Aasia metropolid (Delhi, Shanghai, Peking, Soul, Singapur). Nende kohtadega võrreldes on enamikes teistes maailma piirkondades kinnisvaratehnoloogia valdkond palju vähem arenenud. Kinnisvaratehnoloogia valdkonna arengus on suur lõhe kõrge ja madala sissetulekuga riikide vahel. Lääne-Euroopas, Okeaanias, Põhja-Ameerikas on keskmiselt 6-9 kinnisvaratehnoloogia ettevõtet miljoni elaniku kohta, arengumaades aga 0.2-1.1. Riikliku kinnisvaratehnoloogia valdkonna hindamiseks on oluline arvestada lisaks ettevõtete koguarvule ka nende kapitaliseerimist riskikapitali rahastamise seisukohalt. Nende ettevõtete jaotus, kes said kõige kõrgemat rahastust, on piirkonniti veelgi rohkem kontsentreeritud kui kinnisvaratehnoloogia ettevõtted üldiselt. Enamik suurfirmasid asuvad San Franciscos, Delhis, Pekingis ja Shanghais. SKP elaniku kohta ja riikliku kinnisvaratehnoloogia turu suuruse suhe on statistiliselt oluline, riigi populatsioon, teenuste ekspordi osakaal IKT sektoris ja SKP elaniku kohta on positiivselt seotud kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arvuga riigi kohta. Kui paljudes kõrge sissetulekuga riikides on suhteliselt küps kinnisvaratehnoloogia sektor, kus on palju ettevõtteid, on paljudel madala sissetulekuga riikidel tohtu arengupotentsiaal asutamaks ettevõtteid, mis pakuvad innovaatilisi

kinnisvaratehnoloogiaid, et lahendada kohalike kinnisvaraturgude pakilisemaid probleeme. (Baum, Braesemann 2020, 10-14)

1.3.2. Ühisrahastusplatvormid, digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule

Kinnisvara ühisrahastus tekkis 2007. aasta ülemaailmse finantskriisi ja sellele järgnenud pankade maksejõuetuse kriisi, pangandussektori mittelikviidsuse, piiratud laenude andmise ning kõrge riskiga kinnisvara asemel madalama riskiga tagatud laenude eelistamise taustal. Ülemaailmse finantskriisi tulemuseks oli rahastamise puudujääk, mis mõjutab eriti väikseid ja keskmise suurusega ettevõtteid kõigis majandussektorites, sealhulgas kinnisvaraarenduse valdkonnas. Ehkki mõningaid finantskriisi järel kehtestatud laenupiiranguid on viimaste aastate jooksul leevendatud, on väikestel ja keskmise suurusega ettevõtetel siiani raskusi pankadelt rahastuse saamisega. Alternatiivsed rahastamisallikad on hakanud täitma pankade jäetud rahastamise puudujääki ning ühisrahastus kui alternatiivne kinnisvara rahastamisvahend kasvab kogu maailmas kiiresti. (Montgomery, Squires, Syed 2018, 598)

Kinnisvaraarendajad saavad kaasata nii võla- kui ka omakapitali mitmesuguste kinnisvaratüüpide jaoks, alates ärist kuni elamuni (*Ibid.*, 608). Praegu tunnevad investorid suurt huvi soodsate elutingimuste ning infrastruktuuriga väikeste ja keskmise suurusega linnade vastu. Täna on 32-s sellises linnas üle 20% kogu investeringutest ärikinnisvarasse, võrreldes 2006. aasta 10%-ga. Edukate näidete hulka kuuluvad San Francisco, Seattle, München, Miami ja Melbourne. (Gribincea *et al.* 2018, 133)

Tehnoloogiat ja interneti kasutades jõuavad kinnisvaraarendajad ja projektiomanikud veebis suure hulga potentsiaalsete investoriteni. Lisaks kõrvaldavad väikesed investeringute miinimumsummad turule tuleku tõkked ning interneti kasutamine geograafilised tõkked, võimaldades suuremal hulgal inimestel osaleda kinnisvara rahastamises ja investoritel kaasata raha geograafiliselt hajutatud rahvahulgast. (Baum 2017, 59; Montgomery, Squires, Syed 2018, 605-606) Selle negatiivseks küljeks on aga see, et kogenematud investorid ei pruugi riskidest täielikult aru saada. Kogenematud investorid võivad kergesti arvata, et kuna hoone on käegakatsutav, siis on tegu madala riskiga investeringuga. Reaalsus on see, et paljud ühisrahastusplatvormidel tehtud kinnisvarainvesteeringud on oportunistlikud, suure finantsvõimenduse ja/või märkimisväärsete üürimisprobleemidega. Investorid võivad kogu oma investeringu hõlpsasti kaotada. Suur osa investeringutest prognoosib väga kõrget sisemist tasuvusmäära, mis võib olla tänases

kinnisvarakeskkonnas võimalik saavutada, kuid ainult kõrge riskiga investeringutega. (Vogel, Moll 2014, 15)

Tänu tehnoloogiaplatvormidele, uudsetele logistilistele infrastruktuuridele (nagu näiteks kinnisvara kauplemisplatvormid) ning nende kaudu üles ehitatud portfelli analüüsile suudavad investorid probleemidele läheneda andmepõhiselt (Fields 2019, 16). Tänu alternatiivsete kinnisvarainvesteeringute võimaluste arengule muutuvad varem varalises omandis olnud andmed avalikuks ja avaliku tarbimise jaoks hõlpsasti kättesaadavaks. Arvutusvõimsuse suurenemisega on see andnud võimaluse kinnisvaraturu analüüsis kasutusele võtta keeruka kvantitatiivse analüüsi. Selle tulemusena on tänapäeval kinnisvarasektor sõltuv arvutitest ning tehnoloogiast. Kasutusele on võetud hindamistarkvarad ning kinnisvara- ja portfelli halduse lahendused kinnisvarainvesteeringute haldamiseks. (Lizam 2019, 45)

Ühisrahastusplatvormidega seotud tehnoloogia aitab parandada otse kinnisvarasse investeerimise protsessi läbipaistvust. Veebitehnoloogia abil liigub teave lihtsalt ja kiirelt ning igal ajal on võimalik saada projektide reaajas värskendusi. Ühisrahastusplatvormidel on tavaliselt iga rahastust taotleva kinnisvaraprojekti jaoks andmeruum, kus saab esitada teabenõudeid ning neile vastata. (Montgomery, Squires, Syed 2018, 605)

1.4. UK kinnisvaraturg

Omakapitali ühisrahastus sai UK-s alguse 2011. aastal läbi ettevõtte Crowdcube. Esimene ettevõtte, mida reguleeris UK finantsinspeksioon (Financial Conduct Authority – FCA) oli Seedrs. Alates sellest on UK finantsinspeksioon aktiivselt osalenud ühisrahastuse jälgimises ja selle arengu toetamiseks regulatiivse raamistiku loomises. Näiteks jõustusid 1. aprillil 2014 uued finantsinspeksiooni reeglid, mis sisaldavad meetmeid investorite parema kaitse tagamiseks. (Glover 2015, 5)

2018. aastal kaasas veebipõhine alternatiivne finantsturg ülemaailmselt 304.5 miljard dollarit. Kõige suurem osakaal sellest Hiinas – 71%, 215.4 miljard dollarit. Hiinale järgnesid USA 61 miljardiga ning UK 10.4 miljardiga. (Shneor *et. al* 2020, 6) Hiina finantstehnoloogia ettevõtted on aga kinnisvara sektoris aeglasemalt arenevad. Kogenumad UK kinnisvara sektori

finantstehnoloogia ettevõtted kasutavad seda enda kasuks ning laienevad Hiinasse. Luuakse kohalike ettevõtetega ühissetevõtteid, mis aitavad luua ametlikke krediidireitingute süsteeme. See omakorda arendab Hiina võlakohustustega finantseeritud kinnisvaratehinguid, mis olid varasemalt krediidiajaloo puudumise tõttu keerulised. Loodud on mitmeid sotsiaalmeedia- ning reitingute platvorme, mis on viimastel aastatel saavutanud tohutu populaarsuse. (Baum 2017, 64)

28. mai 2020 seisuga oli UK-s 771 kinnisvaratehnoloogia ettevõtet, neist 518 Londonis. Kõige suurem osa ehk 58% neist ettevõtetest on keskendunud elamukinnisvarale. UK elamukinnisvara sektoris on tõsine elamute puudus, eriti suur kriis on taskukohaste elamute puhul. UK valitsusel on aina tugevam surve kriisi lahendamiseks, kuid kuna valitsuse tasandil on fookuses Brexiti mõjud, siis üritavad kriisi leevendada innovaatilised kinnisvaratehnoloogia ettevõtted. Paljud UK elamukinnisvara sektori puudused esinevad vahendamise- ja müügiplatsides, mis tõttu püüab elamute müügi ebaefektiivsust lahendada 21,8% kinnisvaratehnoloogia ettevõtetest. (PropTech... 2020)

Probleemile pakuvad potentsiaalset lahendust veebipõhised kinnisvara müügiplatvormid. Mahukas elamukinnisvara sektoris on hakatud arendama elamute järelturu platvormi. Elamukinnisvara müügiplatvormid tegutsevad likviidsuse pakkujate või vahendajatena, pakkudes kiiresti müüa soovivatele klientidele kiirema ja tõhusama müügi teenust ligikaudselt 6,5% teenustasu eest. Müügiplatvormide süsteemid erinevad. Osad platvormid ostavad elamu otse müüjalt, teised kasutavad kindlustusmudelit, garanteerides hinna ja müües müüja nimel. Kui elamut teatud aja jooksul ei müüda, ostab müügiplatvorm selle ise. Kuna antud müügiviisid on kinnisvara turul uued, pole veel teada, kui jätkusuutlikud need on ning kas elamute müüjad aktsepteerivad teenustasusid parema likviidsuse ja müügiplatsi lihtsustuse nimel. (Baum 2017, 62)

38% kõigist UK kinnisvaratehnoloogia ettevõtetest on keskendunud ärikinnisvarale (PropTech... 2020). Kinnisvarainvesteeringu rahavoogu mõjutab omaniku ja rentniku vaheline üürileping. UK-s on kõrgevaliteediliste kontorite üürilepingud tavaliselt 10 aastase tähtajaga ning üürid on fikseeritud viieaastaseks perioodiks, peale mida saab neid vaid tõsta. Jagamismajandus ja kinnisvarasektorit mõjutavate muutuste kasvutempo viitavad mõlemad lühemate ja paindlikumate üürilepingute vajadusele. Baum (2017) ennustab, et tulevikus võib kinnisvaraturgu võrrelda pigem aktsiatega kui võlakirjadega. Kinnisvara üürimine on suures osas automatiseeritud, kinnisvara on mitmeotstarbeline, energiasäästlik ning paindlik; üürilepingud on lühemad.

2. ÖKONOMEETRILINE ANALÜÜS

Käesoleva bakalaureusetöö teine peatükk annab esmalt ülevaate ökonomeetrilises analüüsis kasutatavatest andmetest ning kirjeldavast statistikast. Seejärel toob töö autor välja kasutatavad meetodid ning modelleeritakse majanduslikud ökonomeetrilised mudelid.

2.1. Andmed

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule. Selle jaoks valis autor ökonomeetriliste mudelite formuleerimiseks neli sõltuvat muutujat: UK kinnisvara hinnaindeks, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluasemehindade ja üürihindade suhe. Sõltumatuteks muutujateks valis autor SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta, internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaalu, erasektori äriinvesteeringute mahu IKT sektorisse ning IKT kogulisandväärtuse SKP-sse. Analüüs viidi läbi UK näitel.

UK kinnisvara hinnaindeksi andmed pärinevad UK kinnistusraamatu andmebaasist (HM Land Registry, *UK House Price Index*). Teiste sõltuvate muutujate andmed pärinevad *OECD Statistics* andmebaasist (OECD, tabel *Housing prices*). SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta (Eurostat, tabel *Main GDP...*), IKT kogulisandväärtuse SKP-sse (Eurostat, tabel *Gross value...*) ning Euroopa Patendiametisse esitatud patentide arvu andmed (Eurostat, tabel *Patent applications...*) on saadud *Eurostat* andmebaasist. Internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaalu andmed pärinevad *OECD Statistics* andmebaasist (OECD, tabel *Internet access*) ja äriinvesteeringute mahu IKT sektorisse andmed on saadud UK statistikaameti andmebaasist (Office for National Statistics, tabel EEI7). Kõik andmed on võetud perioodil 2010. aasta 1. kvartal kuni 2019. aasta 4. kvartal. Autor valis antud ajaperioodi, kuna selle perioodi jooksul toimus väga suur kinnisvaratehnoloogia areng ning interneti kasutuse levik. Näiteks kasvas UK-s internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaal 79.6 % peal 95.8% peale (OECD, tabel *Internet access*). Ühtlasi toimus alates 2010. aastast oluline kinnisvaraga seotud andmeanalüüsi valdkonnas, millest on tänaseks saanud kinnisvaratehnoloogia olulisim valdkond. Lisaks hakkasid alates 2010. aastast kiirelt arenema kinnisvarasektoris finantstehnoloogia ning

ehitustehnoloogia valdkonnad. (Baum, Braesemann 2020, 17) Perioodi valikul oli määravaks teguriks ka andmete kättesaadavus.

Käesoleva töö autor võttis ökonomeetrilise mudeli koostamisel aluseks Baumi ja Braesemanni (2020) analüüsi, milles autorid kasutasid sõltuvate muutujatena kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arvu, nende rahastuse mahtu ning rahastust ettevõtte kohta. Selgitavate muutujatena kasutasid Baum ja Braesemann populatsiooni, patentide arvu, SKP-d inimese kohta ning IKT ekspordi mahtu. Käesoleva töö autor võttis arvesse, et antud mudel uuris spetsiifiliselt antud muutujate mõju kinnisvaratehnoloogia ettevõtetele mitte kogu kinnisvaraturule.

Käesoleva töö autor otsustas nominaalse SKP asemel kasutada SKP põhiliste komponentide summat jooksevhindades elaniku kohta, kuna selle SKP näitaja puhul olid *Eurostati* andmebaasis kättesaadavad ka kvartaalsed andmed. Põhiliste komponentide hulka kuulusid: sisemajanduse kogutoodang turuhindades, lõpptarbimiskulutused, valitsussektori lõpptarbimiskulutused, kodumajapidamised ja kodumajapidamiste lõpptarbimiskulutusi teenindavad mittetulunduslikud asutused, tegelik individuaalne tarbimine. SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta kirjeldav statistika on toodud välja tabelis 1.

Digitaliseerimise mõju uurimiseks valis käesoleva töö autor internetile ligipääsu omavate majapidamiste osakaalu, Euroopa Patendiametisse esitatud patentide arvu, IKT kogulisandväärtuse SKP-sse ning erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sektorisse, mille kirjeldav statistika on välja toodud tabelis 1. Autor otsustas Baumi ja Braesemanni (2020) mudelis kasutatud IKT ekspordi asemel kasutada IKT kogulisandväärtust SKP-sse, kuna ekspordi kohta puudusid koguperioodil kättesaadavad avalikud andmed. Andmete võrreldavuse võimaldamiseks tuli patentide arvu, internetile ligipääsu omavate majapidamiste osakaalu ning erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sektorisse algsed aastased andmed laiendada kvartaalseteks. Selle jaoks kasutas autor *Gretlis* interpoleerimist.

Tabel 1. Sõltumatute muutujate kirjeldav statistika

	Min	Max	Aritmeetiline keskmine	Standardhälve
SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta (£)	6320.00	8410.00	7291.30	628.83
Internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaal (%)	78.25	96.00	89.73	5.20
Erasektori äriinvesteeringud IKT-sektorisse (mln £)	730.00	1654.00	1161.00	222.24
Euroopa Patendiametisse esitatud patentide arv	4573.30	6347.7	5165.80	491.40
IKT kogulisandväärtus SKP-sse (mln £)	21629.00	36823.00	27323.00	3865.20

Allikas: Eurostat, OECD Statistics, Office for National Statistics, autori koostatud

Ülevaate saamiseks digitaliseerimise mõjust kinnisvaraturule valis käesoleva töö autor sõltumatuteks muutujateks kinnisvara hinnaindeksi, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluasemehindade ja üürihindade suhte. Nominaalsed hinnad on antud ajahetke rahalises väärtuses, reaalsed hinnad on inflatsiooniga korrigeeritud ning näitavad püsivhindu. Autor valis just nominaalsed mitte reaalsed eluasemehinnad, kuna eluaseme- ning üürihindade suhtes oli OECD Statistics andmebaasis kasutatud samuti nominaalseid eluasemehindu. Sõltuvate muutujate kirjeldav statistika on toodud välja tabelis 2.

Tabel 2. Sõltuvate muutujate kirjeldav statistika

	Min	Max	Aritmeetiline keskmine	Standardhälve
Kinnisvara hinnaindeks (% muutus võrreldes eelmise kvartaliga)	-0.83	1.38	0.27	0.50
Nominaalsed eluasemehinnad (2015=100)	79.68	117.35	91.92	12.18
Üürihinnad (2015=100)	78.54	104.27	93.29	8.21
Eluasemehindade ja üürihindade suhe (2015=100)	91.02	115.28	102.38	7.91

Allikas: OECD Statistics, HM Land Registry, autori koostatud

Kinnisvara hinnaindeks hõlmab endas nii sularaha kui hüpoteegiga tehingud. Kinnisvara hinnaindeksist jäävad välja elamukinnisvara müügid, mis ei toimunud turuväärtusel. Autor valis kasutamiseks algandmed, mis näitasid kinnisvara hinnaindeksi protsentuaalset muutust võrreldes

eelmise kvartaliga. Nominaalsed eluasemehinnad hõlmavad vastvalminud ja olemasolevate eluruumide müüki. Eluasemehindade ja üürihindade suhet (nominaalsed eluasemehinnad jagatud üürihindadega) võib pidada eluasemeomandi tasuvuse näitajaks. Antud sõltuvate andmete baasaastaks, millega hinnamuutusi võrreldakse on 2015 (2015 = 100).

2.2. Metoodika

Käesolevas bakalaureusetöös viib autor läbi korrelatsioon-, ning regressioonanalüüsi vabavarana kättesaadavas ökonomeetriapaketis *Gretl*. Autor kasutab aegridu koguperioodil 2010. aasta 1. kvartal kuni 2019. aasta 4. kvartal. Esmalt viiakse läbi korrelatsioonanalüüsid, läbi mille kontrollitakse muutujate omavaheliste seoste olemasolu ning seose eksisteerimise korral selle suunda ning tugevust. Seose tugevust iseloomustab korrelatsioonikordaja r , mille väärtus on vahemikus -1 kuni 1. Kui $r > 0$ on tegu positiivse seosega, kui $r < 0$ on tegu negatiivse seosega ning kui $r = 0$, siis muutujate vahel seos puudub. Mida suurem on r -i absoluutväärtus, seda tugevam on muutujate vaheline lineaarne korrelatsioon. (Paas 1995, 182)

Autor koostab mitmesed lineaarsed regressioonmudelid, mille üldkuju on (*Ibid.*):

$$Y_t = b_0 + b_1X_{1t} + b_2X_{2t} + \dots + b_kX_{kt} + e_t \quad (1)$$

kus

Y – sõltuv muutuja;

X – sõltumatu muutuja;

b – vabaliige;

k – parameetrite arv;

t – loendab ajaperioode ($t = 1, 2, \dots, n$);

e – juhuslik komponent.

Regressioonmudeli parameetrite hindamiseks kasutab autor vähimruutude meetodit *Ordinary Least Squares* – OLS. Selleks, et aegridu oleks võimalik analüüsida, peab esmalt veenduma nende statsionaarsuses ja omavahel võrreldavuses. Enne mudeli koostamist tuleb läbi aegridade tasandamise eemaldada aegridadest trend ja sesoonsus. Ebavõrdsete intervallidega aegread tuleb võrdustada. (Paas 1995, 100) Käesolevas töös on andmete võrdsustamisel kasutatud aastaste andmete kvartaalseteks muutmisel interpolatsioonimeetodit – kõrgema sagedusega väärtused on interpoleeritud. Statsionaarsuse määramiseks ning trendi kindlaks tegemiseks kasutatakse ühikjuure testi *Augmented Dickey-Fuller test* – ADF.

2.3. Aegridade töötlemine ning statsionaarsuse testimine

Kinnisvara hinnaindeksi andmete puhul valis töö autor juba algandmeteks kinnisvara hinnaindeksi kvartaalse protsentuaalse muutuse. Kuna algandmed olid kuised, siis andmete sageduse ühtsele kujule viimiseks kasutas autor *Gretlis Compact Data* meetodit, mis teisendas andmed läbi keskmiste muutuste leidmise kvartaalseteks. Teiste käesolevas töös valitud sõltuvate muutujate (nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluasemehindade ning üürihindade suhe) andmed on algkujul baasperiodiga 2015 = 100. Selgitavad muutujad internetile ligipääsu omavad kodumajapidamised ja Euroopa Patendiametisse esitatud patentide arv olid kättesaadav aastaste andmetena. Nende muutujate puhul tihendas töö autor andmeid *Gretlis* interpolaatsioonimeetodil ning kasutas edaspidises analüüsis töötlemise tulemusel saadud kvartaalseid andmeid.

Enne muutujate lisamist mudelisse testitakse ADF testi abil, kas sõltuvad ja sõltumatud muutujad on statsionaarsed. Autor viib ADF testid läbi olulisuse nivool 0.05. Nullhüpoteesiks seab autor ühikjuure esinemine. Nullhüpotees võetakse vastu kui $p > 0.05$. Kõigepealt testib autor sõltuvate muutujate statsionaarsust alustades kinnisvara hinnaindeksist. Konstandi ja trendiga mudelis ei ole trend statistiliselt oluline ($p = 0.750$), mis tähendab, et antud mudeli põhjal ei saa nullhüpoteesi kinnitada ega ümber lükata. Järgmisena testib autor kinnisvara hinnaindeksi statsionaarsust konstandiga mudelis. Konstant on testimisel kasutatud regressioonmudelis oluline ehk järeldus ühikjuure kohta tehakse antud mudeli põhjal. Olulisuse tõenäosus $p = 0.003^{-1}$ ehk ühikjuurt ei esine, nullhüpotees lükatakse ümber ning tegu on statsionaarse aegrega.

Nominaalsete eluasemehindade, nominaalsete eluaseme- ja üürihindade suhte ning üürihindade aegridade puhul oli trend statistiliselt oluline (vastavalt $p = 0.003$, $p = 7.770^{-5}$ ja $p = 0.072$) ehk järeldus tuli teha konstandi ja trendiga mudeli põhjal. Kõikide muutujate p väärtused olid suuremad kui 0.05 (vastavalt $p = 0.236$, $p = 0.126$ ja $p = 0.999$), mis tähendab, et kehtib nullhüpotees, esineb ühikjuur ning aegread ei ole statsionaarsed. Seejärel võtab autor aegridadest esimest järku diferentsid ning viib läbi uued ADF testid. Diferentsitud nominaalsete eluasemehindade ja eluaseme- ning üürihindade aegridade testimisel osutusid konstant ja trend statistiliselt ebaoluliseks, järeldus tuli teha ilma konstandita mudeli põhjal. Mõlema muutuja p väärtused olid endiselt suuremad kui 0.05 (vastavalt $p = 0.233$ ja $p = 0.106$) ehk kehtib nullhüpotees ja aegread pole endiselt statsionaarsed ning vajavad teist järku diferentsimist.

Üürihindade diferentsitud aegrea testimisel osutus trend statistiliselt oluliseks ($p = 0.022$) seega teeb autor järelduse selle mudeli põhjal. P väärtus on 0.046 ehk nullhüpotees lükatakse ümber ning ühikjuurt ei esine. Autor kontrollib tulemust ka konstandiga mudeli põhjal. Konstant osutus statistiliselt oluliseks ($p = 0.036$) ja p väärtus antud mudelis on 0.120. Konstandiga mudeli järgi esineb ühikjuur, ehk ühikjuurest vabaneti deterministliku trendi lisamisel. See tähendab, et tegu ei ole statsionaarse aegreaga ning ka üürihindade aegrida vajab statsionaarsuse saavutamiseks teist järku diferentsimist.

Teist järku diferentsitud aegridade puhul ei osutunud konstandid ja trendid statistiliselt oluliseks ning kõigi kolme aegrea puhul tuli teha järeldus konstandita mudeli põhjal. Nominaalsete eluasemehindade ADF testi konstandita mudeli p väärtus oli 2.251^{-5} , eluaseme- ja üürihindade suhte puhul $p = 9.565^{-6}$ ning üürihindadel $p = 7.450^{-10}$. Kõik p väärtused on väiksemad kui 0.05, järelikult lükatakse nullhüpotees ümber, ühikjuurt ei esine ning saavutati aegridade statsionaarsus. Täpsemad sõltuvate muutujate ADF testide tulemused on välja toodud lisas 1.

Järgmisena testib autor sõltumatute muutujate statsionaarsust alustades taas testimist konstandi ja trendiga mudeliga olulisuse nivool 0.05. Kuna kinnisvara hinnaindeksi andmed on algkujul kvartaalsete protsentuaalsete muutuste kujul, siis viis käesoleva töö autor ka selgitavad muutujad *Gretlis* kvartaalsete protsentuaalsete muutuste kujule. Seejärel viis autor muutujatega läbi ADF testid. Internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste puhul oli trend statistiliselt oluline ($p = 0.001^{-1}$) ehk järeldusi tehakse konstandi ja trendiga mudeli põhjal. P väärtus on 1.475^{-21} ehk nullhüpotees lükatakse ümber, ühikjuurt ei esine. Autor kontrollib ka konstandiga mudelit, et välistada deterministliku trendi olemasolu. Konstant on statistiliselt oluline ($p = 3.320$) ning p väärtus on 1.273^{-8} ehk ka konstandiga mudelis ei esine ühikjuurt, mis tähendab, et deterministlikku trendi ei esine ning aegrida on statsionaarne.

Euroopa Patendiametile esitatud patentide arvu aegreal esines ADF testis statistiliselt oluline trend ($p = 0.004^{-1}$) ning p väärtus on 1.668^{-6} . Nullhüpotees lükatakse ümber ja ühikjuurt ei esine. Konstant ei ole statistiliselt oluline ehk ei esine ka deterministlikku trendi ning aegrida on statsionaarne. Erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sse aegrea puhul ei olnud konstant ega trend statistiliselt olulised ehk järeldused tuli teha konstandita mudeli põhjal. P väärtus oli 1.981^{-17} ehk nullhüpotees lükatakse ümber, ühikjuurt ei esine ning aegrida on statsionaarne. IKT ja SKP aegridu testides oli mõlema puhul konstant statistiliselt oluline (vastavalt $p = 0.040$ ja $p = 0.001$).

P väärtused olid vastavalt 3.945^{-7} ja 6.018^{-7} . See tähendab, et ka nende aegridade puhul lükatakse nullhüpotees ümber, ühikjuurt ei esine ning aegread on statsionaarsed.

Kuna teised sõltuvad andmed olid algandmetena esitatud baasaastaga, siis nendega mudelite koostamiseks töö autor sõltumatutest muutujatest protsentuaalseid muutuseid ei võtnud. Internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste puhul ei olnud trend oluline. Konstant oli statistiliselt oluline ($p = 0.003$) ehk autor teeb järeldusi konstandiga mudeli järgi. P väärtus on 0.058 ehk kehtib nullhüpotees, esineb ühikjuur ning statsionaarsuse saavutamiseks tuleb võtta diferents. Kuna nominaalsete eluasemehindade, eluaseme- ja üürihindade suhte ning üürihindade aegread muutusid statsionaarseks alles teist järku diferentsimisel ning eri järku diferentse ühes mudelis ei kasutada, siis võtab autor internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste aegreast samuti koheselt teist järku diferentsi. Seejärel viib autor taas läbi ADF testi. Konstant ega trend pole statistiliselt olulised, autor teeb järeldused konstandita mudeli põhjal. P väärtus on 3.536^{-262} . Järelikult lükatakse nullhüpotees ümber, ühikjuur puudub ning aegrida on statsionaarne.

Euroopa Patendiametile esitatud patentide arvu ja erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sse aegridade puhul esinesid ADF testides statistiliselt olulised trendid (vastavalt $p = 2.52^{-5}$ ja $p = 0.005$). P väärtus on vastavalt 0.545 ja 0.097 ehk mõlema aegrea puhul kehtib nullhüpotees, esineb ühikjuur ja aegread on mittestatsionaarsed. Autor võtab ka antud aegridadest teist järku diferentsi ning viib läbi uued ADF testid. Konstant ning trend olid mõlema aegrea puhul statistiliselt ebaolulised, seega tuleb järeldused teha konstandita mudeli põhjal. P väärtus on patentide aegreal 1.336^{-53} ning erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sse aegreal 9.986^{-64} ehk mõlema puhul lükatakse nullhüpotees ümber, ühikjuur puudub ning aegread on statsionaarsed.

IKT lisandväärtuse SKP-sse ja SKP põhiliste komponentide summa aegridades tuvastas autor aegridade graafikutelt sesoonsuse seega lisas ta ADF testidele ka sesoonsed muutujad (*seasonal dummies*). IKT puhul oli trend statistiliselt ebaoluline ($p = 0.251$) ning konstant statistiliselt oluline ($p = 0.022$). Seega teeb autor järeldused konstandiga mudeli põhjal. P väärtus on 0.999 ehk kehtib nullhüpotees, esineb ühikjuur ning aegrida vajab statsionaarsuse saavutamiseks diferentsimist. Sarnaselt eelnevatele aegridadele võtab autor koheselt teist järku diferentsi ning viib läbi uue ADF testi. Trend osutub taas statistiliselt ebaoluliseks ($p = 0.688$) ning konstant statistiliselt oluliseks ($p = 5.730^{-14}$). P väärtus on 1.970^{-9} ehk nullhüpotees lükatakse ümber, ühikjuurt ei esine ning saavutati statsionaarsus. SKP aegrea puhul oli trend statistiliselt oluline ($p = 0.005^{-1}$) ja p väärtus

0.025. Nullhüpotees lükatakse ümber, ühikjuurt ei esine ning aegrida on ilma diferentsimata statsionaarne. Täpsemad sõltumatute muutujate ADF testide tulemused on välja toodud lisan 2.

2.4. Ökonomeetriline analüüs

2.4.1. Korrelatsioonanalüüs

Autori koostas kõikide statsioonarsete aegridade andmetega kaks korrelatsioonimaatriksit. Esimese teist järku diferentsitud aegridade andmetega (vt Tabel 3) ja teise kvartaalsete protsentuaalsete muutustega aegridade kohta (vt Tabel 4). Edaspidi kasutatavad lühendid – nominaalsed eluasemehinnad (d_d_NOM), üürihinnad (d_d_RENT), eluaseme- ja üürihindade suhe (d_d_NR), internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaal (pc_INT, d_d_INT), Euroopa Patendiametile esitatud patentide arv (pc_PAT, d_d_PAT), erasektori äriinvesteeringute maht IKT sektorisse (pc_PRIV, d_d_PRIV), IKT kogulisandväärtus SKP-sse (pc_ICT, d_d_ICT) ning SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta (pc_GDP, GDP).

Tabel 3. Korrelatsioonimaatriks teist järku diferentseeritud andmetega

	d_d_NOM	d_d_RENT	d_d_PR	d_d_INT	d_d_PAT	d_d_ICT	GDP	d_d_PRIV
d_d_NOM	1.000	0.063	0.886	0.045	-0.145	-0.053	-0.103	0.008
d_d_RENT	–	1.000	-0.403	-0.027	-0.134	-0.093	-0.056	-0.064
d_d_PR	–	–	1.000	0.050	-0.080	-0.018	-0.068	0.024
d_d_INT	–	–	–	1.000	-0.076	0.080	0.033	0.217
d_d_PAT	–	–	–	–	1.000	0.125	-0.031	-0.118
d_d_ICT	–	–	–	–	–	1.000	0.023	0.516
GDP	–	–	–	–	–	–	1.000	-0.024
d_d_PRIV	–	–	–	–	–	–	–	1.000

Allikas: Eurostat, OECD Statistics, Office for National Statistics, autori koostatud

Tabel 4. Korrelatsioonimaatriks kvartaalsete protsentuaalsete muutustega andmetega

	HPI	pc_ICT	pc_GDP	pc_PRIV	pc_INT	pc_PAT
HPI	1.000	-0.382	-0.553	-0.004	-0.090	0.185
pc_ICT	–	1.000	0.778	0.494	0.024	0.118
pc_GDP	–	–	1.000	0.252	0.036	-0.062
pc_PRIV	–	–	–	1.000	0.051	-0.036
pc_INT	–	–	–	–	1.000	-0.265
pc_PAT	–	–	–	–	–	1.000

Allikas: *Eurostat, OECD Statistics, Office for National Statistics, HM Land Registry*, autori koostatud

Korrelatsioonimaatriksite tulemusena leidis autor, et IKT kogulisandväärtus SKP-sse ja SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta on protsentuaalsete muutuste korral omavahel tugevas korrelatsioonis ($r = 0.778$). Kuna nende omavaheline seos on tugevam kui kumbagi muutuja seos sõltuvate muutujatega, siis on tegu multikollineaarsusega. Kasutades IKT kogulisandväärtust SKP-sse ja SKP põhiliste komponentide summat elaniku kohta samas mudelis ei vasta antud sõltumatute muutujate koefitsientide märgid nende majanduslikule sisule, seega otsustas käesoleva töö autor teha kinnisvara hinnaindeksi kohta kaks mudelit, et siiski mõlema muutuja mõju kinnisvaraturule uurida.

IKT kogulisandväärtuse SKP-sse ning erasektori äriinvesteeringute mahu IKT-sse vahel esineb samuti tugev korrelatsioon (diferentsitud aegridade korral $r = 0.516$, protsentuaalsete muutustega aegridade korral $r = 0.494$), kuid neid ükshaaval ning korruga mudelisse lisades nägi autor, et koefitsientide suunad ei muutu. Järelikult on tegu mitte häiriva multikollineaarsusega, mis ei sega mudeli koostamist.

2.4.3. Regressioonanalüüsi mudelid

Käesoleva töö autor tugineb regressioonmudeli koostamisel Baumi ja Braesemanni (2020) uurimusele, mis tõestas, et IKT ekspordil, SKP-l elaniku kohta ning populatsioonil on positiivne mõju kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arvule. Lisaks on nende analüüsi põhjal positiivne seos patentide arvu ning kinnisvaratehnoloogia ettevõtete rahastuse vahel. Kasutades sarnaseid muutujaid on autori eesmärgiks uurida digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule, mitte vaid kinnisvaratehnoloogia ettevõtetele. Digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule uurimiseks valis autor sõltuvateks muutujateks kinnisvara hinnaindeksi, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluasemehindade ja üürihindade suhte.

Autor koostab iga sõltuva muutuja regressioonmudeli. Kinnisvara hinnaindeksi kohta koostab autor kaks mudelit. Mõlemas mudelis sisaldavad sõltumatud muutujad internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaalu, Euroopa Patendiametile esitatud patentide arvu ja erasektori äriinvesteeringute mahtu IKT sektorisse. Lisaks kaasab autor ühes mudelis IKT kogulisandväärtust SKP-sse ning teises SKP põhiliste komponentide summat elaniku kohta.

Muutujaid hinnatake nivool 0.05, ehk statistiliselt oluliseks loetakse muutujaid, mille olulisuse tõenäosus on väiksem kui 0.05. Statistiliselt mitteolulised muutujad eemaldatakse mudelist. Seejärel viiakse läbi testid kontrollimaks mudeli üldkuju. Heteroskedastiivsuse puudumist kontrollitakse White-i testiga, autokorrelatsiooni mitte esinemist Breusch-Godfrey testiga. Lisaks kontrollitakse ka jääkliikmete allumist normaaljaotusele.

Mudelite hindamisel kasutatakse determinatsioonikordajat R^2 , mis näitab, kui suur osa koguhajuvusest on mudeliga seletatud. Korrigeeritud determinatsioonikordajat R_m^2 kasutatakse mudelisse uute muutujate lisamisel. Kui uue muutuja lisamisel R_m^2 suureneb, siis mudel paraneb ning uue muutuja lisamine on õigustatud.

Esimene digitaliseerimise mõju kinnisvara hinnaindeksile kirjeldav mudel on järgmine (vt Lisa 3):

$$\text{HPI} = 0.321 + 0.012\text{pc_PRIV} + 0.056\text{pc_PAT} - 0.016\text{pc_INT} - 0.055\text{pc_ICT} + \varepsilon \quad (2)$$

(0.094) (0.008) (0.034) (0.099) (0.017)

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.258$

Valimi maht $n = 39$

Teine digitaliseerimise mõju kinnisvara hinnaindeksile kirjeldav mudel on järgmine (vt Lisa 4):

$$\text{HPI} = 0.427 + 0.007\text{pc_PRIV} + 0.032\text{pc_PAT} - 0.025\text{pc_INT} - 0.219\text{pc_GDP} + \varepsilon \quad (3)$$

(0.095) (0.006) (0.032) (0.092) (0.054)

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.350$

Valimi maht $n = 39$

Digitaliseerimise mõju nominaalsetele elamuhindadele kirjeldav mudel on järgmine (vt Lisa 5):

$$\text{d_d_NOM} = 0.567 - 5.066^{-6}\text{d_d_PRIV} - 0.004^{-1}\text{d_d_PAT} + 0.015\text{d_d_INT} - 7.185^{-6}\text{d_d_ICT} - 7.638^{-5}\text{GDP} + \varepsilon \quad (4)$$

(0.904) (0.004⁻¹) (0.005⁻¹) (0.068) (4.299⁻⁵)
(0.001⁻¹)

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.035$

Valimi maht $n = 38$

Digitaliseerimise mõju üürihindadele kirjeldav mudel on järgmine (vt Lisa 6):

$$\text{d_d_RENT} = 0.157 - 5.67992^{-5}\text{d_d_PRIV} - 0.001^{-1}\text{d_d_PAT} - 0.004\text{d_d_INT} - 4.664^{-6}\text{d_d_ICT}$$

$$\begin{aligned}
& (0.451) \quad (0.002^{-1}) \quad (0.003^{-1}) \quad (0.034) \quad (2.144^{-5}) \\
& - 2.092^{-5} \text{GDP} + \varepsilon \quad (5) \\
& (6.120^{-5})
\end{aligned}$$

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.030$

Valimi maht $n = 38$

Digitaliseerimise mõju eluasemehindade ja üürihindade suhtele kirjeldav mudel on järgmine (vt Lisa 7):

$$\begin{aligned}
& d_d_PR = 0.419 + 3.076^{-5} d_d_PRIV - 0.002^{-1} d_d_PAT + 0.020 d_d_INT - 4.113^{-6} d_d_ICT \\
& \quad (1.036) \quad (0.005^{-1}) \quad (0.006^{-1}) \quad (0.078) \quad (4.925^{-5}) \\
& - 5.695^{-5} \text{GDP} + \varepsilon \quad (6) \\
& (0.001^{-1})
\end{aligned}$$

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.013$

Valimi maht $n = 38$

Antud mudelid on esmased regressioonmudelid, mis sisaldavad ka statistiliselt mitte olulisi muutujaid. Järgnevalt antud mudeleid korrigeeritakse.

3. TULEMUSED

Käesoleva bakalaureusetöö kolmas peatükk annab esmalt ülevaate ökonomeetrilise analüüsi tulemustest. Seejärel toob autor välja töö kirjutamisel esinenud piirangud ning viimasena teeb järeldused ja ettepanekud.

3.1. Ökonomeetrilise analüüsi tulemused

Regressioonmudelid, kus sõltuvateks muutujateks olid nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluasemehindade ja üürihindade suhe, ei sisaldanud mitte ühtegi statistiliselt olulist muutujat. Seetõttu ei viinud autor nende mudelitega läbi ka autokorrelatsiooni, heteroskedastiivsuse ning jääkliikmete normaaljaotuse teste. Antud tulemuse põhjal ei esine seost mudelis valitud digitaliseerimist kirjeldavate sõltumatute muutujate ja nominaalsete elamu- ja üürihindade ning nende suhte vahel.

Regressioonmudelitest, kus sõltuvaks muutujaks oli kinnisvara hinnaindeks, eemaldas autor statistiliselt mitteolulised sõltumatud muutujad, mille tulemusena jäi alles kaks lõplikku ühe muutujaga regressioonmudelit:

$$1. \text{ HPI} = 0.333 - 0.039\text{pc_ICT} + \varepsilon \quad (7)$$

(0.078) (0.015)

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.146$

Valimi maht $n = 39$;

$$2. \text{ HPI} = 0.430 - 0.208\text{pc_GDP} + \varepsilon \quad (8)$$

(0.077) (0.052)

Determinatsioonikordaja $R^2 = 0.306$

Valimi maht $n = 39$.

Autor hindab mudeleid olulisuse nivool 0.05. Mõlemad mudelid on statistiliselt olulised, ehk nende F-testi olulisuse tõenäosus on väiksem kui 0.05. IKT-d sõltumatu muutujana sisaldava

mudeli puhul $p = 0.016$ ja SKP-d sisaldava mudeli puhul $p = 0.0003$. Täpsemad mudelite tulemused on välja toodud lisa 8 ja lisa 9.

Esmalt viib autor mõlema mudeli puhul läbi White'i testi, mille nullhüpotees on, et mudelites ei esine heteroskedastiivsust. Nullhüpotees võetakse vastu kui testi $p > 0.05$. IKT kogulisandväärtust sisaldava mudeli White'i testi test statistik on 1.570 ja $p = 0.456$, SKP-d sisaldava mudeli test statistik on 0.212 ning $p = 0.900$. Kuna mõlemal juhul on $p > 0.05$, siis saab järeldada, et kehtib nullhüpotees ning mudelid on homoskedastiivsed. Järgmisena testib autor jääkliikmete alluvust normaaljaotusele. Nullhüpotees, et jääkliikmed alluvad normaaljaotusele, võetakse vastu kui testi $p > 0.05$. IKT kogulisandväärtust sisaldava mudeli jääkliikmete normaaljaotuse testi test statistik on 0.760 ja $p = 0.684$, SKP-d sisaldava mudeli test statistik on 2.87216 ning $p = 0.238$. Kuna mõlemal juhul on $p > 0.05$, siis saab järeldada, et kehtib nullhüpotees ning mõlema mudeli jääkliikmed alluvad normaaljaotusele.

Viimasena viib autor läbi Breusch-Godfrey testi ehk LM testi, et tuvastada, kas mudelites esineb autokorrelatsioon. Nullhüpotees, et mudelites ei esine autokorrelatsiooni võetakse vastu kui testi $p > 0.05$. IKT kogulisandväärtust sisaldava mudeli LM testi test statistik on 6.279 ja $p = 0.007^{-1}$, SKP-d sisaldava mudeli test statistik on 3.804 ning $p = 0.012$. Kuna mõlemal juhul on $p < 0.05$, siis lükatakse nullhüpotees ümber ning mõlemas mudelis esineb autokorrelatsioon. Autor kontrollib ka Durbin-Watsoni (edaspidi DW) statistikut. Nullhüpoteesiks on positiivse autokorrelatsiooni puudumine. Esmalt leiab autor DW statistiku kriitilised väärtused. Kui ajaperioodide arv on 39 ning regressorite arv mudelis 1, siis DW alumine kriitiline väärtus on 1.4347 ning ülemine kriitiline väärtus 1.5396. IKT kogulisandväärtust sisaldava mudeli DW = 1.627, mis on kõrgem DW statistiku ülemisest kriitilisest väärtusest. See tähendab, et DW testi järgi tuleb võtta vastu nullhüpotees, et autokorrelatsioon puudub. SKP-d sisaldava mudeli DW = 1.444, mis jääb DW statistiku kriitiliste väärtuste vahele. See tähendab, et nullhüpoteesi ei saa kinnitada ega ümber lükata.

Esimene lõplik mudel näitab, et kui IKT kogulisandväärtus SKP-sse kasvab ühe protsendi võrra, siis kinnisvara hinnaindeks langeb 0.039 protsendi võrra ehk nende vahel on negatiivne seos. Baum ja Braesemann (2020) tuvastasid oma uuringus tugeva positiivse seose kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arvu ning IKT ekspordi vahel. Eeldades, et kinnisvaratehnoloogia areng muudab kinnisvaraturgu tõhusamaks ning langetab kulusid, on

negatiivne seos IKT kogulisandväärtuse SKP-sse ja kinnisvara hinnaindeksi vahel majanduslikult loogiline.

Teine lõplik mudel näitab, et kui SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta kasvab ühe protsendi võrra, siis kinnisvara hinnaindeks langeb 0.208 protsendi võrra. Vastupidiselt Belej ja Cellmeri (2014) uuringule on selle mudeli põhjal SKP ja kinnisvara hinnaindeksi vahel negatiivne seos. Põhjuseks võib olla uuringute läbi viimine erinevates majandustsükli faasides.

Kuna lõplikud mudelid on ühe muutujaga regressioonmudelid, siis peab tulemuste hindamisel arvestama ka potentsiaalse välja jäetud muutuja kallutatusega (*omitted variable bias*) ehk ei saa olla kindlad, et ainult üks sõltumatu muutuja seletab kogu variatsiooni kinnisvara hinnaindeksis. Lisaks tuleb arvestada, et Breusch-Godfrey testi järgi esines mõlemas mudelis autokorrelatsioon, mille põhjuseks võib samuti olla mõne olulise tunnuse puudumine mudelist. Positiivse autokorrelatsiooni puhul on tegelikud standardvead suuremad kui regressioonmudelis leitud.

3.2. Tulemusi mõjutanud piirangud

Käesoleva bakalaureusetöö analüüsi läbi viimisel tuli arvestada mitmete piirangutega. Eelkõige esinesid piirangud andmete kättesaadavuse osas. Kuna kinnisvaratehnoloogia valdkond on küllaltki uus ning alles arenev, siis on selle kohta väga vähe kättesaadavaid andmeid. Paljud spetsiifilisemad andmed, mis puudutavad ühisrahastuse valdkonda või kinnisvaratehnoloogia ettevõtete rahastamist, on tasulised. Avalikud andmed on valdavas osas aastased ning märkimisväärsel osal on andmeid vähem kui 10 aasta kohta või vaid üksikute aastate statistika. Kui aga ajaperiood on lühike ning kättesaadaval on valdavalt aastased andmed, ei pruugi muutujate omavahelised seosed analüüsist välja tulla ega olla usaldusväärsed. Arvesse tuleb võtta ka seda, et analüüsi viidi läbi aastatel 2010-2019, mil oli terve perioodi vältel majanduskasv. Kuna polnud võrreldavaid andmeid läbi majandustsüklite tuli kasutada algandmeid, milles esines väga tugev positiivne trend.

Üheks piiranguks osutus ka eelnevate uuringute vähesus. Autor leidis, et eelnevat kirjandust, mis oleks fokusseeritud just digitaliseerimisele kinnisvarasektoris ning kinnisvaratehnoloogiale, on

hakatud kirjutama alles viimastel aastatel. See tähendab, et ei ole veel levinud arusaamu, kuidas ning läbi milliste muutujate digitaliseerimine kinnisvaraturgu pikaajaliselt mõjutab.

3.3. Järeldused

Nagu eelneva kirjanduse ülevaate peatükis mainitud, tõid Grum ja Govekar (2016) oma artiklis välja, et makromajanduslike tegurite seos kinnisvara hindadega võib erinevates uuringutes olla erineva statistilise olulisega. Ühe põhjusena tõid nad välja ka vaadeldava ajaperioodi pikkuse. Käesoleva töö autor arvab, et just vaadeldava ajaperioodi pikkus võis olla määrav tegur, miks nii vähesed sõltumatud muutujad osutusid mudelites statistiliselt oluliseks. Valitud ajaperiood algas kriisist taastumisega ning terve perioodi vältel oli vaid tõusev majandus. Ühtlasi toimus sel perioodil väga suur areng digitaliseerimise valdkonnas. Mõlema sündmuse tõttu olid kasutatud algandmetes tugevad positiivsed trendid.

Käesoleva töö autori arvates võib digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule olla olulisem, kui analüüsis kasutatavad andmed on kättesaadaval terve majandustsükli vältel. Ühtlasi võib digitaliseerimise mõju olla tunduvalt tugevam teistele kinnisvaraturu muutujatele. Käesolevas töös on fookus digitaliseerimise mõjul kinnisvarahinnale. Lizam (2019) toob aga välja, et kinnisvarasektoris tegutsevad tehnoloogiaettevõtted pakuvad peamiselt teenuseid, mis vähendavad otsingu- ja halduskulusid. Otsingu- ja halduskulud aga otseselt kinnisvara hinnaindeksis ega eluaseme- ning üürihindades ei kajastu.

Võimalikuks põhjuseks, miks digitaliseerimise mõju eluaseme- ja rendihindadele uurivates mudelites statistilist olulisust ei esinenud, peab autor ebasobivate sõltumatute muutujate valikut. Autor valis sõltumatud muutujad Baumi ja Braesemanni (2020) mudeli põhjal, mis uuris eelnevalt välja toodud makroökonomiliste muutujate mõju kinnisvaratehnoloogia ettevõtetele. Käesoleva töö autor arvab, et uurides digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule üldiselt, võiks kasuks tulla sõltumatute muutujate valiku kohandamine. Autori arvates oleks huvitav edaspidistes analüüsides kaasata järgnevaid andmeid:

1. kinnisvaratehingute teostamiseks vajalik aeg;
2. kinnisvaratehingutega kaasnevad lisakulud;
3. kinnisvarainvesteeringute maht läbi ühisrahastusplatvormide;

4. kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arv ning rahastus.

Käesolevat empiirilist analüüsi oleks võimalik edasi arendada, analüüsides digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule ka teistes riikides. Lisaks oleks autori arvates huvitav uurida, kuidas digitaliseerimine on mõjutanud spetsiifiliselt just üüriturgu ja hotellisektorit. Kas digitaliseerimine on suurendanud investeringuid üürikinnisvarasse ning kuidas on laialt levinud üürile keskendunud kinnisvaratehnoloogia platvormid nagu Airbnb või Booking.com mõjutanud hotellide täituvust ning seeläbi ka hinda ja kasumit.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule. Eesmärgi täitmiseks koostas autor UK andmete põhjal regressioonmudelid nelja sõltuva muutuja kohta: kinnisvara hinnaindeks, nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning nominaalsete eluasemehindade ja üürihindade suhe. Sõltumatuteks muutujateks valis autor eelneva kirjanduse põhjal internetile ligipääsu omavate kodumajapidamiste osakaalu, Euroopa Patendiametile esitatud patentide arvu, IKT kogulisandväärtuse SKP-sse, erasektori äriinvesteeringute mahu IKT sektoris ning SKP põhiliste komponentide summa. Töös kasutatavad andmed olid perioodil 2010. aasta 1. kvartal kuni 2019. aasta 4. kvartal.

Bakalaureusetöös püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile?
2. Kas digitaliseerimine on avaldanud mõju eluaseme- ja üürihindadele?
3. Millised digitaliseerimist kirjeldavad muutujad mõjutavad kõige enam kinnisvaraturgu?

Uurimisküsimustele toetudes püstitas autor kolm hüpoteesi:

- H1. Digitaliseerimine on avaldanud mõju kinnisvara hinnaindeksile.
- H2. Digitaliseerimine ning eluaseme- ja üürihinnad on negatiivses seoses.
- H3. Kõige enam mõjutab digitaliseerimist kirjeldavatest muutujatest kinnisvara sektorit IKT kogulisandväärtus SKP-sse

Digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule uurimiseks valitud muutujate andmetega viidi läbi Augmented Dickey-Fuller statsionaarsustestid. Tulenevalt sellest, et kinnisvara hinnaindeks võeti algandmetena kvartaalse protsentuaalse muuduna ning nominaalsed eluasemehinnad, üürihinnad ning eluaseme- ja üürihindade suhe olid algandmetena esitatud baasaastaga 2015 = 100, töödeldi sõltumatute muutujate algandmeid kahel viisil. Esimese lähenemise puhul võeti esmalt sarnaselt kinnisvara hinnaindeksile algandmetest kvartaalne protsentuaalne muutus ning seejärel diferentsiti ebastatsionaarsed aegread. Teise lähenemise puhul diferentsiti ebastatsionaarsed aegread kohe.

Statsionaarsete aegridade andmetega viidi esmalt läbi korrelatsioonanalüüs, et teha kindlaks muutujate vahelise seose suund ning tuvastada potentsiaalne multikollineaarsus.

Seejärel koostas autor esmased regressioonmudelid. Statistiliselt ebaoluliste muutujate eemaldamisel jäi alles kaks statistiliselt olulist negatiivset seost: IKT kogulisandväärtuse SKP-sse ja kinnisvara hinnaindeksi vahel ning SKP põhiliste komponentide summa ja kinnisvara hinnaindeksi vahel. Empiirilise analüüsi tulemused näitasid, et kui IKT kogulisandväärtus SKP-sse kasvab ühe protsendi võrra, siis kinnisvara hinnaindeks langeb 0.039 protsendi ning kui SKP põhiliste komponentide summa elaniku kohta kasvab ühe protsendi võrra, siis kinnisvara hinnaindeks langeb 0.208 protsendi võrra. Sellega kinnitati esimene hüpotees, et digitaliseerimisel on olnud mõju kinnisvara hinnaindeksile. Eluaseme- ja üürihindade ning valitud sõltumatute muutujate vahel statistiliselt olulisi seoseid ei esinenud. See lükkas ümber teise hüpoteesi, et digitaliseerimine ning eluaseme- ja üürihinnad on negatiivses seoses. Kuna ainuke digitaliseerimist kirjeldav muutuja, mis osutus mudelis statistiliselt oluliseks, oli IKT kogulisandväärtus SKP-sse, siis kinnitati kolmas hüpotees, et antud muutuja mõjutab digitaliseerimist kirjeldavatest muutujatest kinnisvara sektorit kõige enam.

Kõigile töö alguses püstitatud uurimisküsimustele leiti vastused ning töö eesmärk täideti. Siiski tuleb arvesse võtta, et lõplikud mudelid on ühe muutujaga regressioonmudelid ehk ei saa olla kindlad, et ainult üks sõltumatu muutuja seletab kogu mudelis toodud variatsiooni kinnisvara hinnaindeksis. Lisaks esines Breusch-Godfrey testi järgi mõlemas mudelis autokorrelatsioon ning kuigi Durbin-Watsoni testi järgi autokorrelatsiooni ei tuvastatud, tuleb arvestada, et tegelikud standardvead on potentsiaalselt suuremad kui regressioonmudelis leitud.

Autori arvates oleks hea antud teemat uurida ka majandustsükli erinevates faasides, pikaajalisemalt ning mitme riigi andmete põhjal. Lisaks soovib autor analüüsi kaasata teisi asjakohaseid muutujaid nagu näiteks kinnisvaratehingute teostamiseks vajalik aeg, kinnisvaratehingutega kaasnevad lisakulud, kinnisvaratehnoloogia ettevõtete arv ja kinnisvarainvesteeringute maht läbi ühisrahastusplatvormide.

SUMMARY

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE REAL ESTATE MARKET BY THE EXAMPLE OF THE UK

Meeri Vainola

Digitalization has had a significant impact on the economic growth and job creation, the impact of which on the economy has been studied by many economists such as Evangelista et al. (2014), Katz & Koutroumpis (2013), Khan et al. (2015) and others. At the same time, there is little research on the effects of digitalization on the real estate market, and therefore there is no coherent and widespread understanding of the effects of digitalization on the real estate market. Thanks to co-financing platforms, a new, more accessible way to invest in real estate has emerged. Platforms have been created through which it is possible to compete in the rental and short-term rental market. In addition, the move of the real estate market to online platforms has significantly changed the way real estate is traded.

The aim of this thesis is to study the impact of digitalization on the real estate market. To achieve this goal, the author developed regression models based on UK data for four dependent variables: house price index, nominal housing prices, rental prices and the price to rent ratio. Based on the previous literature, the author chose the households with Internet access, the number of patents filed with the European Patent Office, the total value added by ICT to GDP, the volume of private business investment in the ICT sector and the sum of the main aggregates of GDP as independent variables. The reference period of the data used in this thesis is the 1st quarter of 2010 to the 4th quarter of 2019. The author chose this time period because since 2010 there has been a significant development in the field of real estate data analysis, which has become the most important field of real estate technology today. In addition, the financial technology and construction technology sectors in the real estate sector began to develop rapidly from 2010 onwards. (Baum, Braesemann 2020, 17)

The following research questions were asked in the bachelor's thesis:

1. Has digitalization had an impact on the house price index?
2. Has digitalization had an impact on housing and rental prices?
3. Which variables describing digitalization have the greatest impact on the real estate market?

Based on the research questions, the author put forward three hypotheses:

H1. Digitalization has had an impact on the house price index.

H2. Digitalization and housing and rental prices are negatively correlated.

H3. Of the variables describing digitalization, the real estate sector is most affected by the gross value added of ICT in GDP

Augmented Dickey-Fuller stationary tests were performed on the data of the variables selected to study the impact of digitalization on the real estate market. Due to the fact that the house price index was taken as raw data as a quarterly percentage change and nominal housing prices, rental prices and the ratio of housing to rental prices were presented as raw data with the base year 2015 = 100, the raw data of independent variables was processed in two ways. Taking initially, similarly to the real estate price index, a quarterly percentage change from the original data, followed by taking differences of non-stationary time series, and otherwise immediately taking differences of non-stationary time series. Correlation analysis was performed with the stationary time series data to determine the direction of the relationship between the variables and to identify potential multicollinearity.

The author then developed initial regression models. The removal of statistically insignificant variables left two statistically significant negative relationships: between the value added by ICT to GDP and the house price index, and between the sum of the main aggregates of GDP and the house price index. The results of the empirical analysis showed that if the gross value added by ICT to GDP increases by one percent, the house price index decreases by 0.039 percent, and if the sum of the main GDP aggregates per capita increases by one percent, the house price index decreases by 0.208 percent. This confirmed the first hypothesis that digitalization has had an impact on the house price index. There were no statistically significant relationships between housing and rental prices and selected independent variables. This refuted the second hypothesis that digitalization and housing and rental prices are negatively related. As the only variable describing digitalization that proved to be statistically significant in the model was the gross value

added of ICT to GDP, the third hypothesis was confirmed that this variable affects the real estate sector the most among the variables describing digitalization..

All research questions raised at the beginning of the current thesis were answered and the aim of the thesis was fulfilled. However, it should be noted that the final models are single-variable regression models, which means it cannot be certain that only one independent variable explains the entire variation in the house price index in the model. In addition, both models showed autocorrelation according to the Breusch-Godfrey test, and although no autocorrelation was found according to the Durbin-Watson test, it should be noted that the actual standard errors are potentially larger than those found in the regression model.

According to the author, it would be good to study this topic also in different phases of the economic cycle, on a longer-term basis and on the basis of data from several countries. In addition, the author suggests including other relevant variables in the analysis, such as the time required to complete real estate transactions, the additional costs associated with real estate transactions, the number of real estate technology companies and the volume of real estate investments through co-financing platforms.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Aspergis, N. (2003). Housing Prices and Macroeconomics Factors: Prospects within the European Monetary Union. *International Real Estate Review*, Vol. 6, No. 1, pp. 63-74.
- Baffoe-Bonnie, J. (1998), The dynamic impact of macroeconomic aggregates on housing prices and stock of houses: A national and regional analysis. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol.17, pp. 179-197.
- Baum, A. (2017). PropTech 3.0: The Future of Real Estate. – Oxford: Said Business School, Oxford University
- Belej, M., Cellmer, R. (2014). The Effect of Macroeconomic Factors on Changes in Real Estate Prices – Response and Interaction. *Oeconomia*, Vol. 13, No. 2, 5-16.
- Eurostat. (2020) Gross value added and income A*10 industry breakdowns. [Online] https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMQ_10_A10__custom_379859/default/table?lang=en (05. detsember 2020)
- Eurostat (2020) Main GDP aggregates per capita. [Online] https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMQ_10_PC__custom_337593/default/table?lang=en (12. november 2020)
- Eurostat. (2020) Patent applications to the European Patent Office (source: EPO). [Online] https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_09_40/default/table?lang=en (12. november 2020)
- Evangelista, R., Guerrieri, P., & Meliciani, V. (2014). The economic impact of digital technologies in Europe. *Economics of Innovation and new technology*, 23(8), 802-824.
- Fields, D., (2019). Automated landlord: Digital technologies and post-crisis financial accumulation. *Environment and Planning A: Economy and Space*, pp.0308518X1984651.
- Glover, J., (2015). Equity Crowdfunding in the UK: Evidence from the Equity Tracker. - British Business Bank
- Gribincea, A., Tibuleac, A., Coban, P. (2018). The Global Trends of Investments During Last Years. – *The Journal Contemporary Economy*, Vol. 3, No. 1, 127-137.
- Grum, B. and Govekar, D., (2016). Influence of Macroeconomic Factors on Prices of Real Estate in Various Cultural Environments: Case of Slovenia, Greece, France, Poland and Norway. *Procedia Economics and Finance*, 39, pp.597-604.

- Her Majesty's Land Registry. (2020) UK House Price Index. [Online] <https://landregistry.data.gov.uk/app/ukhpi/browse?from=2010-01-01&location=http%3A%2F%2Flandregistry.data.gov.uk%2Fid%2Fregion%2FUnited-kingdom&to=2019-12-01&lang=en> (13. detsember 2020)
- Katz, R. L., & Koutroumpis, P. (2013). Measuring digitization: A growth and welfare multiplier. *Technovation*, 33(10-11), 314-319.
- Khan, S., Khan, S., & Aftab, M. (2015). Digitization and its impact on economy. *International Journal of Digital Library Services*, 5(2), 138-149.
- Lizam, M. (2019). Digital Technology and the Real Estate Industry. – *Sinergi*, Vol. 9, No. 2, 42-50.
- Montgomery, N., Squires, G. and Syed, I., (2018). Disruptive potential of real estate crowdfunding in the real estate project finance industry. *Property Management*, 36(5), pp.597-619.
- OECD. (2020) Housing prices (indicator). [Online] <https://data.oecd.org/price/housing-prices.htm> (10. november 2020)
- OECD. (2020) Internet access (indicator). [Online] <https://data.oecd.org/ict/internet-access.htm#indicator-chart> (10. november 2020)
- Office for National Statistics. (2020) EEI7: Private Sector: ICT: Information and communication: £m: CP: NSA. Business investment time series (CXNV). [Online] <https://www.ons.gov.uk/economy/grossdomesticproductgdp/timeseries/eei7/cxnv?referrer=search&searchTerm=eei7> (12. november 2020)
- Paas, T. (1995). *Sissejuhatus ökonomeetriasse*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Porter, L., Fields, D., Landau-Ward, A. (2019). The Politics of Digital Transformations of Housing. – *Planning Theory and Practice*, Vol. 20, No. 4.
- Porter, L., Landau-Ward, A. (2019). Digital Innovations, PropTech and Housing – the View from Melbourne. – *Planning Theory and Practice*, Vol. 20, No. 4.
- PropTech in the U.K.* Unissu. Kättesaadav: <https://www.unissu.com/proptech-resources/proptech-in-the-uk>, 10. november 2020
- Vogel, J.H., Moll, B.S. (2014). Crowdfunding for real estate, *The Real Estate Finance Journal*, pp. 5-16.
- You, X., Tian, J. and Li, J., (2011). Based on multiple linear regression analysis of the macroeconomic factors affecting real estate prices. *Proceedings of International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*.

LISAD

Lisa 1. Sõltuvate muutujate statsionaarsuse testid

Augmented Dickey-Fuller test		
HPI (konstandiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-0.784
	test statistik	-4.837
	p väärtus	0.003 ⁻¹
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	0.123
d_d_NOM (konstandita)	konstandi p väärtus	0.023
	(a - 1) eeldatav väärtus	-0.753
	test statistik	-4.674
	p väärtus	2.251 ⁻⁵
d_d_RENT (konstandita)	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	0.029
	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.155
	test statistik	-6.906
	p väärtus	7.45 ⁻¹⁰
d_d_PR (konstandita)	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.006
	(a - 1) eeldatav väärtus	-0.812
	test statistik	-4.917
	p väärtus	9.565 ⁻⁶
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.004

Lisa 2. Sõltumatute muutujate statsionaarsuse testid

Augmented Dickey-Fuller test		
pc_ICT (konstandiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.196
	test statistik	-7.194
	p väärtus	3.945 ⁻⁷
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.127
	konstandi p väärtus	0.040
pc_GDP (konstandiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.151
	test statistik	-7.035
	p väärtus	6.018 ⁻⁷
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.111
	konstandi p väärtus	0.001
pc_PRIV (konstandita)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.334
	test statistik	-8.651
	p väärtus	1.981 ⁻¹⁷
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.011
pc_INT (konstandi ja trendiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.574
	test statistik	-11.398
	p väärtus	1.475 ⁻²¹
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.110
	aja p väärtus	0.001 ⁻¹
pc_PAT (konstandi ja trendiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.196
	test statistik	-7.213
	p väärtus	1.668 ⁻⁶
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.004
	aja p väärtus	0.004 ⁻¹
d_d_ICT (konstandiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.663
	test statistik	-12.575
	p väärtus	1.970 ⁻⁹
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.112
	konstandi p väärtus	5.730 ⁻¹⁴
GDP (konstandi ja trendiga)	(a - 1) eeldatav väärtus	-0.597
	test statistik	-3.843
	p väärtus	0.025
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.192
	aja p väärtus	0.005 ⁻¹

Lisa 2 järg

Augmented Dickey-Fuller test		
d_d_PRIV (konstandita)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.607
	test statistik	-12.183
	p väärtus	9.986 ⁻⁶⁴
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.117
d_d_INT (konstandita)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.746
	test statistik	-15.769
	p väärtus	3.536 ⁻²⁶²
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.466
d_d_PAT (konstandita)	(a - 1) eeldatav väärtus	-1.586
	test statistik	-11.749
	p väärtus	1.336 ⁻⁵³
	esimest järku autokorrelatsiooni koefitsient	-0.246

Lisa 3. Esialgne OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, IKT

OLS, using observations 2010:3-2019:4 (T = 38)

Dependent variable: HPI

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.321083	0.0942015	3.408	0.0017 ***
pc_PRIV	0.0124372	0.0076624	1.623	0.1138
pc_PAT	0.0559479	0.0342809	1.632	0.1119
pc_INT	-0.0155865	0.0988883	-0.1576	0.8757
pc_ICT	-0.0553804	0.0173905	-3.185	0.0031 ***

Mean dependent var	0.278632	S.D. dependent var	0.500644
Sum squared resid	7.071686	S.E. of regression	0.456060
R-squared	0.257526	Adjusted R-squared	0.170176
F(4, 33)	2.948214	P-value(F)	0.034056
Log-likelihood	-22.04311	Akaike criterion	54.08622
Schwarz criterion	62.40403	Hannan-Quinn	57.07058
rho	0.128507	Durbin-Watson	1.704027

Lisa 4. Esialgne OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, SKP

OLS, using observations 2010:3-2019:4 (T = 38)

Dependent variable: HPI

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.427069	0.0839071	4.514	7.26 ⁻⁵ ***
pc_PRIV	0.00666904	0.00683025	1.042	0.3049
d_pc_PAT	0.0317367	0.0254025	1.002	0.3235
d_pc_INT	-0.0251359	0.0579769	-0.2720	0.7873
pc_GDP	-0.218656	0.0571841	-4.057	0.0003 ***
Mean dependent var	0.278632	S.D. dependent var	0.500644	
Sum squared resid	6.186438	S.E. of regression	0.426561	
R-squared	0.350471	Adjusted R-squared	0.274056	
F(4, 33)	4.586414	P-value(F)	0.004536	
Log-likelihood	-19.43516	Akaike criterion	48.87032	
Schwarz criterion	57.18813	Hannan-Quinn	51.85468	
rho	0.208856	Durbin-Watson	1.549648	

Lisa 5. Esialgne OLS mudel, nominaalsed eluasemehinnad

OLS, using observations 2010:3-2019:4 (T = 38)

Dependent variable: d_d_NOM

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.566761	0.903866	0.6270	0.5351
d_d_PRIV	-5.06624 ⁻⁶	0.000449939	-0.01126	0.9911
d_d_PAT	-0.000398832	0.000505438	-0.7891	0.4359
d_d_INT	0.0154452	0.0677434	0.2280	0.8211
d_d_ICT	-7.18548 ⁻⁶	4.29875 ⁻⁵	-0.1672	0.8683
GDP	-7.63816 ⁻⁵	0.000122704	-0.6225	0.5380
Mean dependent var	0.002605	S.D. dependent var	0.425917	
Sum squared resid	6.474188	S.E. of regression	0.449798	
R-squared	0.035428	Adjusted R-squared	-0.115286	
F(5, 32)	0.235068	P-value(F)	0.944178	
Log-likelihood	-20.29417	Akaike criterion	52.58834	
Schwarz criterion	62.41385	Hannan-Quinn	56.08418	
rho	0.284313	Durbin-Watson	1.416408	

Lisa 6. Esialgne OLS mudel, üürihinnad

OLS, using observations 2010:3-2019:4 (T = 38)

Dependent variable: d_d_RENT

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.157635	0.450815	0.3497	0.7289
d_d_PRIV	-5.67992 ⁻⁰⁵	0.000224413	-0.2531	0.8018
d_d_PAT	-0.000193143	0.000252094	-0.7662	0.4492
d_d_INT	-0.00377198	0.0337880	-0.1116	0.9118
d_d_ICT	-4.664 ⁻⁰⁶	2.14406 ⁻⁵	-0.2175	0.8292
GDP	-2.09185 ⁻⁵	6.12005 ⁰⁵	-0.3418	0.7347
Mean dependent var	0.002286	S.D. dependent var	0.211835	
Sum squared resid	1.610551	S.E. of regression	0.224343	
R-squared	0.029987	Adjusted R-squared	-0.121578	
F(4, 33)	0.197847	P-value(F)	0.961018	
Log-likelihood	6.139519	Akaike criterion	-0.279037	
Schwarz criterion	6.047376	Hannan-Quinn	3.216807	
rho	-0.141640	Durbin-Watson	2.239076	

Lisa 7. Esialgne OLS mudel, nominaalsete eluasemehindade ja üürihindade suhe

OLS, using observations 2010:3-2019:4 (T = 38)

Dependent variable: d_d_PR

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.418878	1.03561	0.4045	0.6886
d_d_PRIV	-3.07643 ⁻⁵	0.000515522	0.05968	0.9528
d_d_PAT	-0.000240204	0.000579110	-0.4148	0.6811
d_d_INT	0.0196224	0.0776177	0.2528	0.8020
d_d_ICT	-4.11298 ⁻⁶	4.92534 ⁻⁵	-0.08351	0.9340
GDP	-5.69510 ⁻⁵	0.000140590	-0.4051	0.6881
Mean dependent var	-0.001317	S.D. dependent var	0.482624	
Sum squared resid	8.499098	S.E. of regression	0.515361	
R-squared	0.013825	Adjusted R-squared	-0.140265	
F(4, 33)	0.089722	P-value(F)	0.993316	
Log-likelihood	-25.46477	Akaike criterion	62.92954	
Schwarz criterion	72.75505	Hannan-Quinn	66.42538	
rho	0.205175	Durbin-Watson	1.573160	

Lisa 8. Lõplik OLS mudel, kinnivara hinnaindeks, IKT

OLS, using observations 2010:2-2019:4 (T = 39)

Dependent variable: HPI

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	0.332609	0.0780941	4.259	0.0001	***
pc_ICT	-0.0385431	0.0153326	-2.514	0.0164	**
Mean dependent var	0.278632	S.D. dependent var	0.500644		
Sum squared resid	8.135117	S.E. of regression	0.468901		
R-squared	0.145875	Adjusted R-squared	0.122791		
F(1, 37)	6.319190	P-value(F)	0.016425		
Log-likelihood	-24.77486	Akaike criterion	53.54972		
Schwarz criterion	56.87684	Hannan-Quinn	54.74346		
rho	0.179085	Durbin-Watson	1.627092		

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 1.57049

with p-value = $P(\text{Chi-square}(2) > 1.57049) = 0.456009$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 6.27852

with p-value = $P(F(4, 33) > 6.27852) = 0.000716068$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 0.75986

with p-value = 0.683909

Lisa 9. Lõplik OLS mudel, kinnisvara hinnaindeks, SKP

OLS, using observations 2010:2-2019:4 (T = 39)

Dependent variable: HPI

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.430283	0.0773993	5.559	2.48 ⁻⁶ ***
pc_GDP	-0.208448	0.0516097	-4.039	0.0003 ***

Mean dependent var	0.278632	S.D. dependent var	0.500644
Sum squared resid	6.610161	S.E. of regression	0.422674
R-squared	0.305984	Adjusted R-squared	0.287227
F(1, 37)	16.31287	P-value(F)	0.000260
Log-likelihood	-20.72701	Akaike criterion	45.45402
Schwarz criterion	48.78114	Hannan-Quinn	46.64776
rho	0.271918	Durbin-Watson	1.443829

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 0.211697

with p-value = $P(\text{Chi-square}(2) > 0.211697) = 0.899561$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 3.80385

with p-value = $P(F(4, 33) > 3.80385) = 0.0119067$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 2.87216

with p-value = 0.237858

Lisa 10. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Meeri Vainola (*autori nimi*)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Digitaliseerimise mõju kinnisvaraturule UK näitel,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on Helery Tasane,
(*juhendaja nimi*)

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

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

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

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

04.01.2021 (kuupäev)

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