

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Majandusteaduskond  
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Kerli Kahk

**KINNISVARAHINDU MÕJUTAVAD TEGURID BALTI RIIKIDE  
NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Õppekava rakenduslik majandusteadus, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Signe Rosenberg, MA

Tallinn 2020

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 6342 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Kerli Kahk .....

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 179348TAAB

Üliõpilase e-posti aadress: kerli.kahk@gmail.com

Juhendaja: Signe Rosenberg, MA:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

# SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE.....	5
SISSEJUHATUS .....	6
1. TEOREETILINE RAAMISTIK.....	8
1.1. Kinnisvaraturg ja selle liigitamine.....	8
1.2. Kinnisvaraturu olulisus .....	9
1.3. Kinnisvaraturu hedooniline hindamine .....	10
1.4. Nõudlus ja pakkumine kinnisvaraturul.....	10
1.5. Varasemad empiirilised uuringud.....	11
2. ANDMED JA MEETODID .....	15
2.1. Mudelisse kaasatud muutujad ja andmed .....	15
2.2. Meetodid.....	19
3. ÖKONOMEETRILINE ANALÜÜS JA TULEMUSED .....	22
3.1. Korrelatsioonanalüüs .....	22
3.2. Aegridade töötlemine .....	23
3.3. Regressioonmudelite koostamine .....	25
3.3.1. Eesti .....	25
3.3.2. Läti.....	26
3.3.3. Leedu .....	27
3.4. Empiirilise analüüsi tulemused ja järeldused .....	28
KOKKUVÕTE .....	30
SUMMARY.....	32
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU .....	34
LISAD .....	36
Lisa 1. Töös kasutatavad andmed.....	36
Lisa 2. Reaalne kinnisvara hinnaindeks (2015=100).....	41
Lisa 3. Reaalne SKP tuhandetes eurodes.....	42
Lisa 4. Reaalne eluasemelaenu intressimäär protsentides .....	43
Lisa 5. Populatsioon tuhandetes .....	44
Lisa 6. Reaalne brutopalk eurodes.....	45
Lisa 7. Töötuse määr protsentides .....	46
Lisa 11. Eesti esialgne mudel .....	50

Lisa 12. Eesti lõplik mudel .....	51
Lisa 13. Läti esialgne mudel.....	52
Lisa 14. Läti lõplik mudel.....	53
Lisa 15. Leedu esialgne mudel .....	54
Lisa 16. Leedu lõplik mudel .....	55
Lisa 17. Lihtlitsents .....	56

## LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, millised tegurid, mis suunas ja mil määral mõjutavad kinnisvarahindasid Eestis, Lätis ja Leedus ajaperioodil 1. kvartal 2006 kuni 3. kvartal 2019.

Töös on püstitatud järgmised uurimisküsimused:

- 1) Milliste tulemusteni on jõutud varasemas teaduskirjanduses?
- 2) Millised on peamised kinnisvarahinna mõjutegurid Balti riikides?
- 3) Kui palju ja millises suunas mõjutavad antud tegurid kinnisvarahindu?

Bakalaureusetöö jaguneb kolmeks peatükiks. Esimeses peatükis räägitakse kinnisvaraturust üldiselt ja tutvustatakse teiste autorite poolt läbi viidud empiirilisi uuringuid. Teises peatükis antakse ülevaade töös kasutatavatest andmetest ja meetoditest. Kolmandas peatükis viiakse läbi nii korrelatsioon- kui ka regressioonanalüüs ning esitatakse tulemused. Saadud tulemusi võrreldakse eelnevalt kirjeldatud teiste autorite tulemustega ning saadakse vastused esitatud uurimisküsimustele.

Töös viiakse läbi korrelatsioonanalüüs *Excelis* ning regressioonanalüüs *Gretlis*, kasutades vähimruutude meetodit iga riigi puhul eraldi. Balti riikides üldiselt jäid kõik muutujad statistiliselt olulistena lõplikesse mudelitesse. Kinnisvara hinnaindeksit mõjutavad SKP, populatsioon, keksmine palk, töötuse määr ning eluasemelaenude intressimäärad.

Võtmesõnad: kinnisvarahinnad, Balti riigid, makroökonomilised näitajad

## SISSEJUHATUS

Enamik inimesi puutub elu jooksul kokku kinnisvara ostmise, müümise või üürimisega ning osaleb seeläbi kinnisvaraturul. Vajadus elamispinna järele on inimese põhivajadus ning eluaseme kulutused on kodumajapidamiste üks suurimaid väljaminekuid. Belej ja Cellmer (2014) väidavad, et vastavalt Maslowi vajaduste hierarhiale rahuldab eluase põhilisi füüsilisi nõudeid ellujäämiseks ja turvalisuseks, kuid samuti tagab ka sotsiaalse lugupidamise ja on oluline eneseteostuse komponent. Näiteks omavad Eestis väga paljud oma kodu, mitte ei üüri. Eurostati andmetel oli 2011. aastal 82% kodudest hõivatud selle omaniku poolt. Lätis ja Leedus vastavalt 68,7% ja 88,6% ning Euroopa Liidu keskmine oli 64,3% (Eurostat, tabel *dwelling by tenure...*). Kuna iga inimene puutub tihedalt kokku kinnisvaraga, on oluline mõista selle mehhanisme ja kinnisvarahinna dünaamikat. See võimaldab teha paremaid otsuseid eluaseme ostmiseks, müümiseks või üürimiseks.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, millised tegurid, mis suunas ja mil määral mõjutavad kinnisvarahindasid Eestis, Lätis ja Leedus. Töös on püstitatud järgmised uurimisküsimused:

- 1) Milliste tulemusteni on jõutud varasemas teaduskirjanduses?
- 2) Millised on peamised kinnisvarahinna mõjutegurid Balti riikides?
- 3) Kui palju ja millises suunas mõjutavad antud tegurid kinnisvarahindu?

Töö eesmärgi saavutamiseks ja uurimisküsimustele vastamiseks on autor seadnud järgmised uurimisülesanded:

- 1) uurida varasemat teemakohast teaduskirjandust;
- 2) viia läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüs kinnisvarahindade kohta Eestis, Lätis ja Leedus;
- 3) analüüsida saadud mudeleid ning esitada järeldused.

Toetudes varasematele empiirilistele uuringutele ja teooriale, valitakse sobivad muutujad ja koostatakse ökonomeetriline mudel. Töös kasutatavad andmed pärinevad *Eurostati*, *OECD Statistics* ja *ECB Statistical Warehouse* andmebaasidest. Uuritavaks perioodiks on 2006 1. kvartal

2019 3. kvartal ning kasutatakse kvartaalseid andmeid iga riigi kohta eraldi. Valitud riikideks on Eesti, Läti, Leedu, kuna autor soovib teada saada, kas sama regiooni riikides esineb erinevusi kinnisvarahindade kujunemisel. Samuti soovitakse lähemalt teada saada oma koduregiooni kinnisvaraturu kohta. Meetoditena kasutatakse bakalaureusetöös korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi. Korrelatsioonanalüüs teostatakse *Excelis*. Regressioonanalüüs viiakse läbi *Gretlis*, kasutades vähimruutude meetodit.

Bakalaureusetöö jaguneb kolmeks peatükiks. Esimeses peatükis räägitakse kinnisvaraturust, selle liigitamisest ja olulisusest ning kinnisvaraturu hedoonilisest hindamisest. Tuuakse välja nii nõudluse kui ka pakkumise poole mõjutegurid kinnisvarahindadele ja tutvustatakse teiste autorite poolt läbi viidud empiirilisi uuringuid.

Teises peatükis antakse ülevaade töös kasutatavatest andmetest ja meetoditest. Esmalt kirjeldatakse mudelisse valitud muutujaid, tuues välja nende kirjeldav statistika Eesti, Läti ja Leedu kohta. Seejärel räägitakse lähemalt kasutatavatest meetoditest.

Kolmandas peatükis viiakse läbi nii korrelatsioon- kui ka regressioonanalüüs ning esitatakse tulemused. Saadud tulemusi võrreldakse eelnevalt kirjeldatud teiste autorite tulemustega ning saadakse vastused esitatud uurimisküsimustele.

# 1. TEOREETILINE RAAMISTIK

Käesolevas peatükis antakse ülevaade kinnisvaraturust üldiselt, räägitakse selle olulisust ja liigitamisest ning saab lähemalt teada kinnisvaraturu hedoonilisest hindamisest. Tuuakse välja nii nõudluse kui ka pakkumisepoole mõjutegurid kinnisvarahindadele ja tutvustatakse teiste autorite poolt läbi viidud empiirilisi uuringuid.

## 1.1. Kinnisvaraturg ja selle liigitamine

Kinnisvaraturg on riskkorrelatsioonis süsteem, mis koosneb turuosalistest, kes pakuvad ja omavahel vahetavad kinnisvara omandiõigusi vastavalt turutingimustele, selleks et kinnisvara omada või kasutada (Belej, Cellmer 2014). Eluasemeturgu defineeritakse veel kui majutusteenuste pakkujat, mis kujuneb nõudluse ja pakkumise tulemusena. Majutusteenused on kodumajapidamiste üks suurimaid väljaminekuid ning hindade muutus on mureks nii indiviididele kui ka riigile, kuna sellel on pikaajaline mõju kogu riigi majanduslikule olukorrale. Seega on täpne kinnisvarahindade ennustamine oluline nii tulevastele koduomanikele, kinnisvaraarendajatele, investoritele, kinnisvara hindajatele, maksumaksjatele ja teistele kinnisvaraturul osalejatele, nagu näiteks hüpoteeklaenu andjatele ja kindlustusseltsidele. (Renigier-Biłozor, Wiśniewski 2012).

DiPasquale ja Wheatoni (1992) arvates on kinnisvaraturu analüüsimine väljakutse, kuna see koosneb kahest omavahel tihedalt seotud turust: pinnaturust ja varaturust. Erinevus nende kahe turu vahel esineb, kui kinnisvara objekti omanik ei ela ise talle kuuluval pinnal. Investorid teevad tehinguid vara- või kapitaliturul, ostes, müües või üürides kinnisvara. Pinnaturu kontekstis on oluline teenitav renditulu ning varaturul räägitakse kinnisvarast kui varast. Kinnisvarahindu määravad turul tehtavad tehingud. Kui aga omanik elab ise talle kuuluval pinnal, siis pinnaturgu ja varaturgu ei eristata.



## 1.2. Kinnisvaraturu olulisus

Kinnisvaraturg on oluline majanduse mõjutaja enamikes riikides. Avaliku sektori vaatepunktist on kinnisvarasektori nõrgenemine tõsiste pikaajaliste tagajärgedega, kuna see moodustab suure osa valitsuse tuludest. Seda läbi kinnisvaramaksude ja tehingutelt makstavate riigilõivude. Kodumajapidamiste vaatepunktist on kinnisvarasektor oluline, kuna moodustab suurima osa inimeste varadest ja rikkusest, mis on mõjutatud nende kulutustest, säästmisotsustest ning ehitussektori tõusulainest. (Savva 2018) Oma kodu omamist peetakse kõrgkvaliteetse elamise põhimõtteks ning see annab turvatunnet, iseseisvust ja privaatsust. Austraalias omas 2010. aastal 70% elanikest oma kodu ning 50% nendest olid ostetud laenuga ning 50% omafinantseeringust. Pikka aega on sealne valitsus toetanud inimesi otsetoetustega oma esimese kodu ostmisel. (Rahman 2010)

Kinnisvaraturu olulisust tõendab autor veel läbi eluaseme omamise protsendi. See protsent kõikus 2016. aastal autori valitud riikides 42.5% kuni 96%. Selgus, et rohkem arenenud riikides nagu näiteks Prantsusmaal ja Saksamaal on see protsent väiksem kui piirriikidel nagu Leedul ja Slovakkial. Väärtused olid vastavalt 64,9% ja 51,7% ning 90,3% ja 89,5%. Kõige madalam oli suhtarv Šveitsis 42,5% ning kõige kõrgem Rumeenias 96%. Autori sõnul on kõigi 28 Euroopa Liidu liikmesriigi keskmine oma kodu omamise protsent 69% ning see on püsinud üpriski stabiilsena viimastel aastatel. Eestis omas elupinda 81,4% elanikkonnast. (Ibid.)

Wheelock (2006) analüüsib kinnisvaraturu olulisust aga pangandussektori vaatepunktist. Ta võtab vaatluse alla 1980ndad ja 1990ndad aastad Ameerika Ühendriikides, kuna kümnenditesse jäävad nii kinnisvarabuuum kui ka langus. Oma analüüsi tulemusena jõuab ta järeldusele, et pankade olukord halvenes tunduvalt kõikides osariikides, kui nominaalsed kinnisvarahinnad langesid järsult 1980ndatel või 1990ndatel aastatel. Juba peale paari kvartali pikkust langust hakkasid pangad kogema klientide tagasimaksete raskusi ja välja antud laenude tulusus vähenes. Nendes osariikides, kus reaalsed kinnisvarahinnad langesid palju, pidid pangad vastu võtma kahjumeid ning oli märgata järsemat majandusaktiivsuse langust, kui kogu riigis tervikuna.

USA pangad on tugevalt soetud eluasemeturuga alates 2000. aastast, mis avaldub kasvavast eluasemelaenude ja väärtpaberite osakaalust ning elupindade finantseerimistest suhtena kõikidesse panga varadesse. Kuid samuti on kasvanud pankade krediidimahud, mis tasakaalustab seda tõusu. Positiivne on veel see, et enamik eluasemelaenudest ja väärtpaberitest, mida pank hoiab, on

tagatud kolmandate osapoolte poolt ja paljud pangad soetavad vaid kõrge reitinguga väärtpabereid, millel on väike krediidirisk. Autor tõdeb, et 2000. aastate alguses olid USA pangad vähem tundlikumad muutuste vastu kinnisvaraturul kui 1980ndatel ja 1990ndatel, kuid empiirilised uuringud näitavad siiski, et kinnisvara väärtuse järsk langus toob kaasa tõsiseid makroökonomilisi tagajärgi, kui kannatada saab pangandussektor. (Ibid.)

### **1.3. Kinnisvaraturu hedooniline hindamine**

Rosiersi ja Theriaulti (1996) hinnangul on statistiline, hedooniline hindamismudel osutunud üheks usaldusväärseimaks viisiks kinnisvara väärtuse hindamiseks vaatamata oma metodoloogilistele puudustele. Sellega saab arvutada eluruumide kaudse väärtuse vastavalt omadustele ning leida nende osakaalu kinnisvara koguväärtusest.

Limsombuchai *et al.* (2004) toovad välja, et hedoonilise hindamismudeli kontekstis eeldatakse, et majapidamine võtab majapidamise ostmisel arvesse individuaalseid komponente, maksimeerides niimoodi enda kasulikkust. Antud lähenemise puhul arvestatakse näiteks kinnisvara asukohta, naabruskonda ja suurust. Rosiersi ja Theriaulti (1996) uurimusest selgus, et füüsilised ja struktuursed karakteristikud nagu näiteks eluaseme vanus, konditsioon, tubade arve ning samuti spetsiifilised omadused nagu lifti ja parkimiskoha olemasolu ning üür (koos elektri ja sisustusega) on ühed olulisemad rendihinna mõjutajaid. Lisaks tõid nad mõjuteguritena välja naabruskonna ja ligipääsetavuse koos turu nõudluse ja pakkumisega, mis määravad vabade eluruumide arvu.

### **1.4. Nõudlus ja pakkumine kinnisvaraturul**

Belke ja Keil (2017) jagavad kinnisvarahindu mõjutavad tegurid kaheks: pakkumispoolt ja nõudluspoolt mõjutavad tegurid. Pakkumist mõjutavad faktorid on ehitusaktiivsus ja kinnisvaraturg ning nõudlust rendihinnad, turu suurus, vanuseline struktuur ja kohalik infrastruktuur. Autorite sõnul mõjutavad need tegurid enim fundamentaalseid kinnisvarahindu ja seega saab nende abil tuvastada ebakõlasid turuhindades.

Ka Egert ja Mihaljek (2007) tõdevad, et kinnisvarahindade muutusi modelleeritakse tavaliselt muutuste põhjal eluaseme nõudluses ja pakkumises. Nõudlust mõjutavad nende hinnangul oodatavad muutused kinnisvarahindades, kodumajapidamise sissetulek, rikkuse tase,

demograafilised ja tööturu muutused, eluasemelaenu intressimäärad ja muud nõudlust mõjutavad faktorid. Viimane võib sisaldada endas mõjutusi nii asukohast, objekti kasutuskõlblikkusest, vanusest kui ka sellest, kas esemel on hüpoteek. Pakkumispool on tavaliselt kirjeldatav positiivse funktsioonina, mis võtab arvesse ehitusfirmade kasumlikkust, sõltudes samasuunaliselt eluasemehindadest ja vastassuunaliselt ehituskuludest, mis koosneb maa hinnast, ehitustööliste palkadest ja materjalikuludest.

Vastavalt turuseadustele, peavad nõudlus ja pakkumine olema tasakaalus. Autorid tõdevad, et paljudes riikides on kinnisvarahinnad aga kordades volatiilsemad, kui võiks nõudluse ja pakkumise mudeli põhjal arvata. Seda seetõttu, et pikas perspektiivis on tähtsad mõjutegurid veel finantseerimise struktuur, ruumi olemasolu ja maksustamine. (Ibid.)

Lühiperioodi muutusteks on lisaks eelpool mainitud pikaperioodi omadele planeerimise ja ehitusperioodi pikkus, juba olemasolevad maa kasutamise planeeringud ja tehingukulud nagu näiteks käibemaks, riigilõivud ning pärimisega kaasnevad maksud. (Tsatsaronis, Zhu 2004)

## **1.5. Varasemad empiirilised uuringud**

Mitmed autorid on uurinud kinnisvarahinna mõjutegureid erinevates piirkondades ja riikides ning seda erinevatel ajaperioodidel. Kasparova ja White (2001) sõnul on kinnisvara oluline nii finantssektorile, tööturule, ehitussektorile kui ka majandusele üldiselt ning seetõttu on taolised uurimused vajalikud.

Sutton (2002) on uurinud kuue arenenud majandusega riigi eluasemehindade kõikumist. Nendeks on Ameerika Ühendriigid, Suurbritannia, Kanada, Iirimaa, Holland ja Austraalia ning perioodiks oli valitud 1980-2002. Mõjuteguriteks oli tema uurimuses SKP, intressimäärad ja aktsia hinnad, millel kõigil oli mõju kinnisvarahindadele. Kasutades VAR mudelit selgus, et kinnisvarahinnad suurenevad SKP suurenedes ning langevad, kui intressimäärad kasvavad. Aktsia hindade tõusul on positiivne mõju kinnisvarahindade liikumisele, kuid väiksem kui kahel esimesel teguril.

Aktsia hindade kümneprotsendilise tõusu korral on Suttoni (2002) uurimuse kohaselt kolme aasta möödudes oodata 1% kinnisvarahindade tõusu Ameerika Ühendriikides, Kanadas ja Iirimaaal. 2% tõusu on oodata Austraalias ja Hollandis ning kõige rohkem avaldab see 5% mõju Suurbritannias.

Tulemustest selgus veel, et SKP avaldab jäädavat mõju pikas perspektiivis. Kui SKP kasvab 1% võrra, siis kinnisvarahinnad kasvavad 1-4% 3 aasta jooksul. Kõige vähem väljendub see USA-s ning kõige rohkem Iirimaa. Kõigis kuues riigis oli nõrk seos pika perioodi intressimäärade ja eluasemehindade vahel. Tugevam seos oli aga lühiperioodi intressimääraga: 100 baaspunkti vähenemisel kasvasid hinnad 0,5-1,5% 4 kvartali jooksul.

Erinevalt eelmisest, ülemaailmsest uuringust, on järgmine Hiina-sisene. Wang ja Zhang (2014) tahtsid aru saada fundamentaalsete tegurite muutusest nii nõudluse kui ka pakkumise poolelt ning nad võtsid perioodiks 2002 kuni 2008. Uuriti Hiina suurimaid linnu ning leiti, et mõjutajateks olid linna rahvaarv, sissetulek, linnasisese maa pakkumine ja ehituskulud. Selgus, et tähtsad faktorid on veel intressimäärad ja maksud, kuna need mõjutavad eluaseme ostuhinda. Hiinas need rolli aga ei mängi, sest puuduvad kohalikud kinnisvara maksud ja intressimäärade muutus antud perioodil on väga väike.

Nõudluse ja pakkumise poole mõjutusi on uuritud ka Euroopa Liidu riikides. See aitab analüüsida, kuidas Euroopa Liidu kinnisvaraturud on mõjutatud ühtsest monetaarpoliitikast ja kas kinnisvaraturu põimumine Euroopa Liidu riikide vahel võib olla mõjutatud Majandus- ja Rahaliidust. Peamiselt sooviti teada saada SKP ja kinnisvarahindade vastastikune mõju ning selleks kasutati lihtsat vähendatudkujulist nõudluse ja pakkumise mudelit (*parsimonious reduced-form demand and supply model*), mis on peamiselt kasutatav Suurbritannias ja Euroopa kommertspinnaturgudel. Autorid said teada, et kõigis riikides olid kinnisvarahinnad mõjutatud SKP-st ja ka vastupidi. Erandiks oli vaid Saksamaa, kus kinnisvarahinnad ei mõjuta SKP-d, küll aga vastupidi. (Kasparova, White 2001)

Xu ja Tang (2014) on uurinud lähemalt Suurbritanniat, kuna 2011. aastal oli seal kinnisasja omamise osakaal 70%, mis oli kõrgem, kui enamikes Euroopa Liidu riikides. Prantsusmaal oli antud osakaal 56% ja Saksamaal 45%. Vaatluse all olid kvartaalsed andmed 1971 1. kvartal kuni 2012 4. kvartal. Tulemustest selgus, et pikal perioodil on positiivne seos kinnisvarahindadel ehituskulude, laenumahuga, SKP, intressimäärade ja töötuse määraga. Negatiivne seos on aga sissetulekute ja raha pakkumisega. Lühiperioodil on seos raha hulga, ehituskulude, intressimäärade ja sissetulekutega. Sissetulekute tase näitab kinnisvara omamise taskukohasust, seega töötasu ja kinnisvarahinnad on positiivselt omavahel seotud. Sellele leidsid kinnitust oma uurimuses ka Wang ja Zhang (2014), kelle tulemustest on räägitud eespool ja lisaks Capozza *et al.* (2002). Vastupidise tulemuse said aga Xu ja Tang. Nende arvates ei pruugi inglane osta endale

eluaset, kui ta on jõukam võrreldes varasemaga, kuna mõistlikum ja populaarsem on endale elukoht hoopiski üürida. Teiseks, inglased eelistavad oma vaba raha kulutada reisimisele ja parema hariduse omandamisele mitte maja ostmisele. Seevastu Hiinas eelistatakse aga oma kodu ostmist.

Sarnaselt Suttoni (2002), Kasaporva ja White (2001) ja Xu ning Tangiga (2014) on ka Savva (2018) leidnud kinnitust, et SKP ja kinnisvarahinade vahel on positiivne seos. Tulemused lähevad Savval kokku Suttoniga (2002) ka aktsia hindade kohapealt. Lisaks on Savva oma mudelisse valinud inflatsiooni ning selle järgi avaldab see mõju kinnisvarahindadele. Oma mudeli on ta koostanud 24 riigi kohta, milleks on Saksamaa, Hispaania, Itaalia, Leedu, Iirimaa, Prantsusmaa, Luksemburg, Ungari, Küpros, Austria, Holland, Soome, Portugal, Bulgaaria, Sloveenia, Rootsi, Malta, Belgia, Eesti, Rumeenia, Taani, Suurbritannia, Tšehhi, Sloveenia. Ajaperioodiks oli 2001-2015 ning tulemustest selgub, et põhimõjutajateks on populatsioon, SKP, aktsia hinnad ja inflatsioon. Ka Pashardes ja Savva (2009) kinnitavad populatsiooni ja aktsia hindade mõju kinnisvarahindadele. Muutusi uuriti lühiperioodi kohta ning mudelis oli kokku 7 muutujat: laenu intressimäär, SKP, töötuse määr, aktsia hinnad, ehituskulud, populatsioon ja inflatsioonimäär. Autor tõdeb, et eesmärk oli kaasata nii palju riike kui võimalik, kuid tegelikkuses on igal riigil omad erinevused ja igas riigis on kinnisvarahinna mõjutajad erinevad. Näiteks tõdeb autor, et välismaised investeeringud mängivad olulist rolli Küprosel, Hispaanias, Maltal ja Suurbritannias, kuid mitte Soomes, Rootsis ega Taanis (Ibid.)

Autorid on kasutanud on uurimustes erinevaid andmete analüüsimise mudeleid. Egert ja Mihaljek (2007) viisid läbi regressioonanalüüsi sarnaselt käesoleva lõputööga. Uuriti Kesk- ja Ida-Euroopa riike. Levinud on veel VAR mudeli kasutamine, mida on teinud Sutton (2002) ning Tsatsaronis ja Zhu (2004). Barot ja Yang (2002) on kasutanud Rootsi ja Suurbritannia turu analüüsimiseks aga hoopis vea korrigeerimise meetodit (*error correction method*) perioodil 1970-1998. Nad hindasid eluasemete nõudluse kvartaalset dünaamilisust ja investeerimistegevuse mõju pakkumisele.

Nneji *et al.* (2013) on kasutanud aga hoopiski kolmerežiimilist Markovi lülitusega mudelit (*three-regime Markov switching model*), et uurida, kuidas makromajanduslikud tegurid mõjutavad Ameerika Ühendriikide kinnisvaraturu liikumisi. Keskenduti perioodile 1960 kuni 2011, mistõttu oli võimalik teha järeldusi pika perioodi kohta. Sellesse vahemikku jäid nii kinnisvarabuuum, langus kui ka stabiilne aeg. Uurimusest järeldati, et turg on makromajanduslike muutuste suhtes sensitiivne.

Balti riikide ja Põhjamaade kinnisvaraturgu on lähemal uurinud Ioannou (2018). Ta on vaatluse alla võtnud perioodi 1995-2017 ning uurinud seost kinnisvarahindade ja laenumahu vahel. Oma töös on ta keskendunud eelkõige Leedule, kuna paneelregressionist selgus, et sealne mainitud tegurite omavaheline mõju oli kõige suurem. See näitab, et laenumahtude suurenedes tõusevad ka kinnisvarahinnad. Oma töös kasutab ta andmete analüüsimiseks VAR mudelit ning põhijäreldusena toob välja, et šokid kinnisvarahindades, laenudes ja nende muutumistest tekkinud tagajärjed nii Leedus kui tesites analüüsitavates riikides avaldavad tugevat mõju Leedu laenuturule. Leedu laenuturg on vastuvõtlikum šokkidele kui teised Balti riigid ja Põhjamaad.

Veel on autori arvates väärt märkimist, et kinnisvarahinnad on eriti tundlikud koduturul toimuvatele muutustele ning vähem tundlikumad välisturgudel toimuvale. Seda tõendab Leedu turg, mis peamiselt reageeris riigisisestele muutustele. Teiseks, kodumaised krediidišokid ei avalda olulist mõju Leedu majandusele. Küll aga on teiste Balti riikide ja Põhjamaade majanduslikel šokkidel suur mõju Leedu majandusele ja kinnisvaraturule. (Ibid.)

## 2. ANDMED JA MEETODID

Käesoleva bakalaureusetöö teine peatükk annab ülevaate töös kasutatavatest andmetest ja meetoditest. Kirjeldatakse lähemalt kogutud andmeid ning esitatakse nende kirjeldav statistika. Räägitakse kasutatavatest meetoditest, mille kaudu proovitakse täita töö eesmärgid bakalaureusetöö kolmandas peatükis.

### 2.1. Mudelisse kaasatud muutujad ja andmed

Autor on valinud muutujad, lähtudes teiste autorite varasematest uurimustest, millest räägiti töö esimeses peatükis. Töös kasutatavad muutujad on SKP, eluasemelaenude intressimäär, populatsioon, keskmine palk ja töötuse määr. Käesolevas peatükis on iga muutuja kohta välja toodud kirjeldav statistika, allikas ja ühik. Täismahus andmed asuvad lisas 1 ning joonised iga näitaja kohta eraldi on leitavad lisades 2-7.

Andmed on kokku kogutud erinevatest avalikest andmebaasidest ning kasutatud on sekundaarseid andmeid. Autor on koostanud selle kohta eraldi tabeli 1. Nominaalsete näitajate kohandamiseks on autor neid korrigeerinud inflatsiooniga. Selle mõõtmiseks on kasutusel tarbijahinnaindeks (THI). Tegu on indeksiga ning baasaastaks on 2015. Andmed pärinevad *Eurostati* lehelt.

Tabel 1. Töös kasutatavad andmed

Näitaja	Lühend	Allikas	Ühik	Kohandatud näitaja
Reaalne kinnisvara hinnaindeks	KVHI	<i>OECD Statistics</i>	2015=100	-
SKP	SKP	<i>Eurostat</i>	miljonites eurodes	Reaalne SKP
Eluasemelaenude intressimäär	INT	<i>ECB Statistical Warehouse</i>	%	Reaalne eluasemelaenude intressimäär
Populatsioon	POP	<i>Eurostat</i>	tuhandetes	-
Keskmine palk (bruto)	PALK	Eesti, Läti ja Leedu Statistikaamet	euro	Reaalne keskmine palk (bruto)
Töötuse määr	TM	<i>OECD Statistics</i>	%	-
Tarbijahinnaindeks	THI	<i>Eurostat</i>	2015=100	Reaalväärtuste arvutamiseks

Allikas: Autori koostatud

SKP-d on oma mudelis kasutanud mitmed autorid, nendeks on näiteks nii Sutton (2002), Xu ja Tang (2014), Kasparova ja White (2001) kui ka Savva (2018). Kõik nad on jõudnud järelduseni, et SKP ja kinnisvarahindade vahel on positiivne seos. Autor otsustas valida oma mudelisse SKP ning selleks, et nominaalsest muutujast saaks reaalne, kohandati muutujat tarbijahinnaindeksiga. Andmed pärinevad *Eurostati* kodulehelt ning on esitatud miljonites. Reaalse SKP kirjeldav statistika on toodud välja tabelis 2.

Tabel 2. Reaalse SKP kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min (miljonit eurot)	Max (miljonit eurot)	Keskmine (miljonit eurot)	Standardhälve (miljonit eurot)
Eesti	55	4026,8	6322,8	5038,6	607,4
Läti	55	4745,3	7299,2	6037,0	730,8
Leedu	55	7160,9	11097,5	8998,0	1038,6

Allikas: *Eurostat*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

Intressimäärasid on oma mudelis kasutanud näiteks Sutton (2002) ning Xu ja Tang (2014). Sutton (2002) jõudis järeldusele, et kinnisvarahinnad suurenevad, kui intressimäärad langevad. Xu ja Tang (2014) aga leiavad, et pikal perioodil on kinnisvarahindadel ja intressimääradel positiivne seos. Toetudes varasematele empiirilistele uuringutele, otsustas autor oma mudelisse kaasata eluasemelaenu intressimäärad, kuna need on otseselt seotud kinnisvarahindadega. Nominaalsest muutujast on tehtud reaalne, korrigeerides näitajat tarbijahinnaindeksiga. Muutuja on protsentides ning andmed pärinevad *ECB Statistical Warehousest*. Antud muutuja kirjeldav statistika on näha allolevas tabelis 3.

Tabel 3. Reaalsete eluasemelaenu intressimäärade kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min (%)	Max (%)	Keskmine (%)	Standardhälve (%)
Eesti	55	0,6	5,0	1,9	1,4
Läti	55	1,1	5,2	2,4	1,4
Leedu	55	0,5	4,9	2,1	1,4

Allikas: *ECB Statistical Warehouse*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal



Linna rahvaarvu ja sissetuleku on mudelisse kaasanud Wang ja Zhang (2014). Sissetulekute taseme positiivse seose kinnisvarahindadega kinnitab lisaks veel Capozza *et al.* (2002). Vastupidisele tulemusele on jõudnud aga Xu ja Tang (2014). Seega otsustas autor valida muutujaks keskmise bruto sissetuleku eurodes ning vaadata, mis tulemuse tema loodud mudel annab. Populatsiooni on kasutanud veel Savva (2018) ning Pashardes ja Savva (2009), kes tõdesid kinnisvarahindade tõusu populatsiooni tõustes. Nominaalsest keskmisest palgast on töö autor teinud reaalse keskmise palga, andmed on eurodes ning kirjeldav statistika asub tabelis 5. Andmed on saadud Eesti, Läti ja Leedu statistikaameti kodulehtedelt. Populatsiooni kirjeldav statistika asub tabelis 4 ning andmed pärinevad *Eurostati* kodulehelt. Ühikuks on tuhat inimest.

Tabel 4. Populatsiooni kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min (tuhat inimest)	Max (tuhat inimest)	Keskmine (tuhat inimest)	Standardhälve (tuhat inimest)
Eesti	55	1313,3	1350,7	1327,2	11,4
Läti	55	1911,7	2225,4	2049,2	101,1
Leedu	55	2791,2	3269,9	3008,2	157,7

Allikas: *Eurostat*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

Tabel 5. Reaalse keskmise brutopalgala kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min (euro)	Max (euro)	Keskmine (euro)	Standardhälve (euro)
Eesti	55	773,2	1278,8	1003,5	131,0
Läti	55	546,3	993,9	767,7	109,4
Leedu	55	567,7	1203,1	732,9	131,6

Allikas: Eesti, Läti ja Leedu Statistikaamet, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

Töötuse määr on kaasatud toetudes Xu ja Tangi (2014) mudelile ning nemad leidsid, et pikal perioodil on töötuse määr ja kinnisvarahinnad positiivselt seotud. Muutuja kirjeldav statistika on välja toodud allolevas tabelis 6, andmed on protsentides ning pärinevad *OECD Statistics* lehelt.

Tabel 6. Töötuse määra kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min (%)	Max (%)	Keskmine (%)	Standardhälve (%)
Eesti	55	4,0	18,8	8,2	3,8
Läti	55	5,5	20,5	11,1	4,4
Leedu	55	4,1	18,2	9,7	4,2

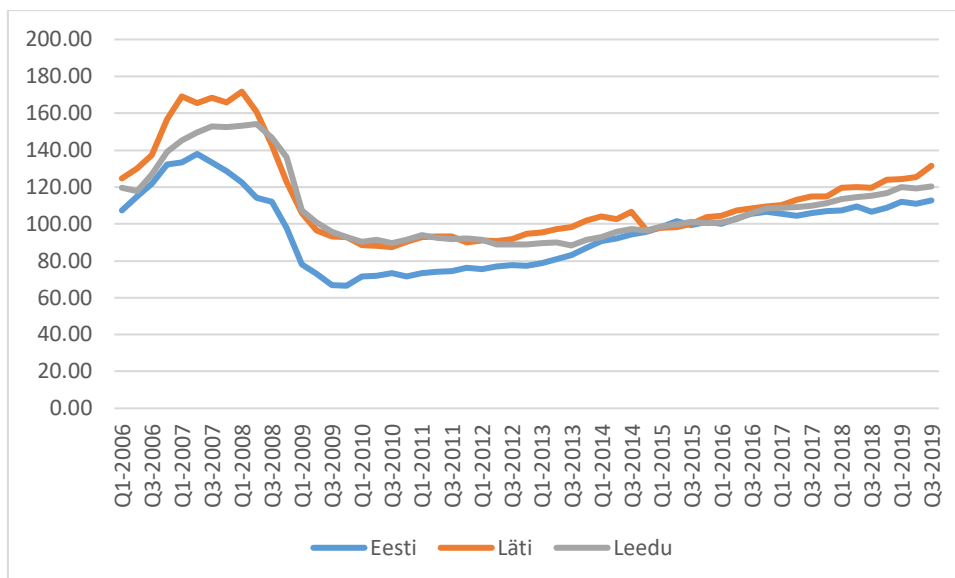
Allikas: *OECD Statistics*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

Sõltuvaks muutujaks on koostatavas ökonomeetriselises mudelis reaalne kinnisvara hinnaindeks. (KVHI). Andmed on saadud *OECD Statistics* kodulehelt ning baasaastaks on 2015. Indeks iseloomustab kodumajapidamiste ostetud eluasemete hinnamuutusi, sisaldades endas nii korterite, ridaelamute kui ka eramajade ostuhindu. Indeks sisaldab nii uusarenduste kui ka olemasoleva kinnisvara ostutehinguid, olenemata objekti eelmisest omanikust ning kinnisvara ostu sihtotstarbest. Tabelis 7 on välja toodud muutuja kirjeldav statistika riikide lõikes.

Tabel 7. Reaalse kinnisvara hinnaindeksi (2015=100) kirjeldav statistika

	Vaatluste arv	Min	Max	Keskmine	Standardhälve
Eesti	55	66,49	137,94	97,12	19,44
Läti	55	87,41	171,70	113,56	24,17
Leedu	55	88,32	154,15	109,06	20,22

Allikas: *OECD Statistics*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal



Joonis 1. Reaalne kinnisvara hinnaindeks 2006 1. kvartal kuni 2019 3. kvartal (indeks, 2015=100)

Allikas: *OECD Statistics*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

Kasutatakse kvartaalseid andmeid aastatest 2006 1. kvartal kuni 2019 3. kvartal Eesti, Läti ja Leedu kohta. Ajaperioodiks on valitud 2006 1. kvartal kuni 2019 3. kvartal, kuna sellesse perioodi jäävad erinevad majandustsüklid nagu on näha ülal olevalt jooniselt 1. Periood sisaldab endas nii kinnisvarabuumi, sellele järgnenud langust kui ka kriisijärgset taastumist. Samuti on määravaks aspektiks andmete kättesaadavus ning nende usaldusväärsus. Kõik töös kasutatavad andmed on kvartaalsed, seega tuleb eemaldada neist sesoonsus. Selleks kasutatakse *Eviewsis X-12-ARIMA* protsessi, mille läbi viimisest räägitakse 3. peatükis. Nimetatud peatükis kontrollitakse ka aegriidade statsionaarsust.

## 2.2. Meetodid

Käesolevas töös viiakse läbi korrelatsioonanalüüs *Microsoft Excel*'is ning regressioonanalüüs vabavarana kättesaadavas *Gretl*'is. Enne ökonomeetrilise mudeli loomist kontrollitakse muutujate omavahelist sõltuvust. Korrelatsioonanalüüs võimaldab välja selgitada muutujate omavahelise seose olemasolu, selle suuna ning tugevuse. Seose tugevust iseloomustab korrelatsioonikordaja, mis on vahemikus -1 kuni +1. Mida suurem on korrelatsioonikordaja absoluutväärtus, seda tugevam on seos. Kui kordaja on suurem nullist, on tegu positiivse seosega, kui väiksem, siis negatiivne. (Paas 1995) Käesolevas töös esitatakse korrelatsioonimaatriksid iga riigi kohta eraldi ning need koostatakse *Microsoft Excel*'i funktsiooni *Correlation* abil.

Mitmene regressioonanalüüs võimaldab teada saada majandusnähtusevahelise seose usaldatavuse, tugevuse ja selle funktsionaalse vormi. Regressioonanalüüsi mudel on üldkujul (Ibid):

$$y_t = ax_t + b_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

kus

$y$  – sõltuv muutuja,

$t$  – aeg,

$a$  – lineaarliige,

$x$  – sõltumatu muutuja,

$b$  – vabaliige,

$\varepsilon$  – juhuslik komponent.

Koostatavas mudelis on sõltuvaks muutujaks reaalne kinnisvara hinnaindeks ning sõltumatuteks muutujateks reaalne SKP, reaalne eluasemelaenu intressimäär, reaalne brutopalk, populatsioon ja töötuse määr. Tehakse kolm erinevat mudelit ehk iga Balti riigi kohta eraldi. Analüüs viiakse läbi olulisuse nivool 5% ehk 0,05. Analüüs koosneb järgmistest etappidest:

- 1) korrelatsioonanalüüs selgitamaks, kas muutujate vahel esineb statistiliselt oluline seos ning mis suunaga ja kui tugev see on;
- 2) kontrollitakse muutujate statsionaarsust ADF testi abil *Gretl*'is;
- 3) koostatakse esialgne mudel koos kõigi nimetatud muutujatega, kasutades harilikku vähimruutude meetodit;
- 4) hinnatakse esialgse mudeli kirjeldusvõimet, tunnuste olulisust ja suunda;
- 5) korrigeeritakse mudelit ning eemaldatakse tunnused, mis pole olulised nivool 5%;
- 6) saadakse lõplik mudel, millel testitakse heteroskedastiivsust, autokorrelatsiooni, jääkliikmete normaaljaotust, multikollineaarsust ja mudeli kuju õigsust.

Vähimruutude meetodiga mudeli analüüsimisel võib mudel sisaldada mitmeid probleeme, mida tuleb kontrollida ning vajadusel eemaldada. *Ramsey's reset* testi abil saab kontrollida mudeli kuju matemaatilist õigsust ning *Doornik-Hanseni* testiga jääkliikmete allumist normaaljaotusele.

1. Multikollineaarsus esineb ökonomeetrilises mudelis, kui mudelisse lisatud sõltumatud muutujad omavahel korreleeruvad. Seda tingib majandusnähtuste- ja protsesside tiheseotus. Multikollineaarsus võib kaasa tuua olukorra, kus küll mudel tervikuna ning ka kõik muutujad on statistiliselt olulised, kuid saadud tulemused ei ole vastavuses eelnevate majandusteoreetiliste seisukohtadega ning tulemuste sisuline tõlgendamine ei klapi

andmetega. Multikollineaarsuse parandamiseks võib kasutada andmete teisendamist, näiteks aitab muutujate logaritmine. (Paas 1995, 202-206) Käesolevas töös kasutatakse mudeli multikollineaarsuse testimiseks *Gretlis* VIF kordajat.

2. Autokorrelatsioon esineb, kui muutujad on järjestatud vastvalt mõõtmisajale ehk tegu on aegridadega ning see esineb mudelisse valitud liikmete omavahelises korrelatsioonis. Autokorrelatsiooni puhul on mudel tavaliselt statistiliselt oluline ning hea kirjeldusvõimega, kuid see võib anda valesid tulemusi, mis põhjustab valede majanduslike otsuste vastu võtmist. Autokorrelatsiooni eemaldamiseks tuleb aegread tasandada, see tähendab tuleb eemaldada trend ning tsükliline ja sesoonne komponent. (Paas 1995, 208-214) Antud töö autor kasutab autokorrelatsiooni testimiseks *Gretlis* Breusch-Godfrey testi.

3. Heteroskedastiivsus esineb, kui juhusliku liikme dispersatsioonid pole konstantsed ning nad sõltuvad eksogeensetest muutujatest. (Paas 1995, 216) Käesoleva bakalaureusetöö autor kasutab heteroskedastiivsuse kontrollimiseks White'i testi.

Järgnevas peatükis koostatakse ökonomeetrilised mudelid ning viiakse läbi nii korrelatsioon- kui ka regressioonanalüüs.

### 3. ÖKONOMEETRILINE ANALÜÜS JA TULEMUSED

#### 3.1. Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioonimaatriksist (tabel 8) on näha, et tugevaim seos on kinnisvara hinnaindeksil töötuse määraga (-0,85) ning seos on negatiivne, mis on vastuolus Xu ja Tang (2014) artiklis välja tooduga. Autor peab seost aga loogiliseks. Tugev seos on veel reaalse SKP-ga (0,64) ning see on ootuspäraselt positiivse märgiga. Lisas 8 on näha korrelatsioonikordajate statistilise olulisuse tabel. Kinnisvara hinnaindeksi seos SKP, eluasemelaenu intressimääraga, palga ja töötuse määraga on statistiliselt oluline nivool 0,05 ja kinnisvara hinnaindeksi seos populatsiooniga on statistiliselt oluline nivool 0,1.

Tabel 8. Eesti mudelis kasutatavate muutujate korrelatsioonimaatriks

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
KVHI	1,00					
SKP	0,64	1,00				
INT	0,34	-0,35	1,00			
POP	0,23	-0,44	0,86	1,00		
PALK	0,31	0,87	-0,57	-0,66	1,00	
TM	-0,85	-0,77	-0,07	0,13	-0,50	1,00

Allikas: Autori poolt koostatud lisas 1 välja toodud andmete põhjal; kasutades programmi *Excel*

Tabelis 9 on esitatud korrelatsioonimaatriks Läti kohta. Tabelist selgub, et kinnisvara hinnaindeks korreleerub kõige tugevamini SKP-ga (0,78). Seos on positiivne ning see on vastavuses teooriaga. Tugev seos on veel töötuse määraga ja korrelatsioonikordaja on -0,77. Negatiivne seos on vastuolus teooriaga, aga autori arvates loogiline. Lisas 9 on näha korrelatsioonikordajate statistilise olulisuse tabel. Kinnisvara hinnaindeksi seos SKP, eluasemelaenu intressimääraga, populatsiooniga ja töötuse määraga on statistiliselt oluline nivool 0,05.

Tabel 9. Läti mudelis kasutatavate muutujate korrelatsioonimaatriks

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
KVHI	1,00					
SKP	0,78	1,00				
INT	0,59	0,03	1,00			
POP	0,45	-0,18	0,94	1,00		
PALK	0,08	0,62	-0,62	-0,80	1,00	1,00
TM	-0,77	-0,92	-0,05	0,08	-0,46	1,00

Allikas: Autori poolt koostatud lisa 1 välja toodud andmete põhjal; kasutades programmi *Excel*

Tabelis 10 on Leedu korrelatsioonimaatriks. Kinnisvara hinnaindeks korreleerub kõige tugevamalt töötuse määraga (-0,80) ning seose märk on vastuolus teooriaga. Tugevuselt teine on seos intressimääraga ja positiivne seos on ootuspärane. Lasis 10 on näha korrelatsioonikordajate statistilise olulisuse tabel. Kinnisvara hinnaindeksi seos SKP, eluasemelaenude intressimääraga, populatsiooniga ja töötuse määraga on statistiliselt oluline nivool 0,05 ja kinnisvara hinnaindeksi seos palgaga on statistiliselt oluline nivool 0,1.

Tabel 10. Leedu mudelis kasutatavate muutujate korrelatsioonimaatriks

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
KVHI	1,00					
SKP	0,37	1,00				
INT	0,57	-0,49	1,00			
POP	0,42	-0,67	0,93	1,00		
PALK	0,26	0,81	-0,43	-0,59	1,00	
TM	-0,80	-0,70	-0,06	0,03	-0,45	1,00

Allikas: Autori poolt koostatud lisa 1 välja toodud andmete põhjal; kasutades programmi *Excel*

Korrelatsioonimaatriksite põhjal leitud muutujate vahelised seosed ja suunad on vajalikud, et arvestada nendega mudeli koostamisel. Peale korrelatsioonanalüüsi asutakse aegridade töötlemise juurde, et oleks võimalik läbi viia regressioonanalüüs koos alapeatükis 2.2. mainitud testidega.

### 3.2. Aegridade töötlemine

Enne kui saab koostada regressioonmudelid, tuleb aegridadest eemaldada sesoonsus ja trend, mida lisades 2-9 on mitmes kohas visuaalselt näha. Sesoonsus eemaldatakse, kasutades 12-X-ARIMA meetodit. Seejärel võtab töö autor sesoonselt korrigeeritud ja reaalselt muudetud näitajatest naturaallogaritmide näiteks Xu ja Tang (2014) eeskujul. Naturaallogaritmide aitavad vähendada

heteroskedastiivsust loodavas ökonomeetrilises mudelis. Naturaallogaritmi ei võeta vaid protsendilistest näitajatest, milleks on antud juhul eluasemelaenu intressimäär ja töötuse määr. Aegread peavad olema statsionaarsed, mis tähendab, et nad ei sisalda trende ja kõiguvad keskmise taseme ümber. Üldjuhul on sellised intressimäärad. Mittestatsionaarsed aegread sisaldavad aga trende ja nendeks on näiteks riigi sisemajanduse koguprodukt, rahvaarv, tarbijahinnaindeks ja reaalpalk. (Sauga 2017) Mittestatsionaarsuse korral võib tekkida näiva regressiooni probleem. Nullhüpoteesiks on seatud, et ühikjuur esineb ehk sõltuv ja sõltumatu muutuja on mittestatsionaarsed. Autor kasutab selle kontrollimiseks *Gretlis* ADF- testi (*Augmented Dickey-Fuller test*). Kriteeriumiks valiti, et olemas on nii trend kui ka konstant. Allolevas tabelis 11 on ADF-testi tulemusel leitud p-väärtused. Olulisuse nivooks on 0,05.

Tabel 11. Tunnuste p-väärtused

	1_KVHI	1_SKP	INT	1_POP	1_PALK	TM
Eesti	0,0151	0,3619	0,9226	1,0000	0,9706	0,0483
Läti	0,9839	0,0012	0,9606	0,8121	0,0662	0,2644
Leedu	0,9796	0,1114	0,9953	0,9957	0,9998	0,0800

Allikas: Autori poolt lisas 1 välja toodud andmete põhjal; kasutades programmi *Gretl*

ADF-testi tulemusena tulid enamus aeread mittestatsionaarsed ehk nullhüpotees leidis kinnitust, ühikjuur esineb ( $p > 0.05$ ). Statsionaarsed on vaid Eesti kinnisvara hinnaindeks (KVHI), Eesti töötuse määr (TM) ja Läti SKP. Ülejäänud aegridadest tuleb võtta esimest järku diferents, et need aegread muuta statsionaarseteks.

Tabel 12. Diferentsitud tunnuste p-väärtused

	d_1_KVHI	d_1_SKP	d_INT	d_1_POP	d_1_PALK	d_TM
Eesti	-	0,0001	3,102e-23	7,018e-07	0,1079	-
Läti	6,345e-06	-	3,548e-64	0,0180	0,0002	0,0627
Leedu	0,024	0,0186	0,0010	0,0187	1,536e-06	0,0886

Allikas: Autori poolt lisas 1 välja toodud andmete põhjal; kasutades programmi *Gretl*

Autor võttis esimest järku diferentsid aegridadest, mis polnud statsionaarsed ning tulemused on näha tabelis 12. Statsionaarseteks ei muutunud vaid Eesti PALK, Läti TM ja Leedu TM. Nendest muutujatest on võetud teist järku diferentsid ning nende uued p-väärtused on järgnevad: Eesti



PALK  $p=9,583e-15$ , Läti TM  $p=0,0066$  ja Leedu TM  $p=0,0013$ . Kõik aegread on nüüd statsionaarsed.

### 3.3. Regressioonmudelite koostamine

#### 3.3.1. Eesti

Vähimruutude meetodil koostatud mudelis kasutati kinnisvara hinnaindeksi puhul logaritmitud andmeid, töötuse määral algandmeid ning SKP-1, eluasemelaenu intressimääradel esimest järku diferentse ja populatsioonil logaritmitud andmete esimest järku diferentse ning keskmisel palgal teist järku diferentse. Sõltuvaks muutujaks oli logaritmitud reaalne kinnisvara hinnaindeks. Esimeses mudelis ei olnud SKP, palk ja populatsioon olulised nivool 0,05 ning seetõttu hakati muutujaid ükshaaval mudelist eemaldama. Mudelisse jäid eluasemelaenu intressimäärad ning töötuse määr. Vaatluste arv on 54 ning mudeli seletusvõime  $R^2=0,83$  ehk sõltumatud muutujad seletavad sõltuvast muutuja varieerumisest ära 83%. Mudel tervikuna on statistiliselt oluline, kuna  $p=0,00$  ning see on väiksem kui olulisuse nivoo 0,05. Töötuse määr on negatiivse märgiga ning intressimäär positiivsega. Mõlemad märgid on autori arvates loogilised. Lisas 3 on välja toodud Eesti lõplik mudel koos testide tulemustega. *White*'i testi tulemusel ( $p=0,0288<0,05$ ) selgus, et mudelis esineb heteroskedastiivsus. See viitab asjaolule, et mudelist on välja jäänud olulisi muutujaid või esineb valimis üksikuid ekstreemseid väärtused. *Ramsey's reset* testiga kontrolliti mudeli kuju korrektsust. Saadud  $p$ -väärtus= $0,00<0,05$  ehk mudeli kuju pole õige. Järgmiseks kontrolliti *Breusch-Godfrey* testiga autokorrelatsiooni. Testi  $p$ -väärtus= $0,00<0,05$ , millega võetakse vastu sisukas hüpotees ehk autokorrelatsioon esineb. See viitab kas mudeli valele kujule või muutujate vahelisele korrelatsioonile. Seejärel kontrolliti VIF näitaja abil multikollineaarsuse esinemist. Kui näitaja on üle 10, siis viitab see multikollineaarsuse esinemisele. Test andis mõlema muutuja puhul väärtuseks 1 ehk multikollineaarsust ei esine. Viimaseks kontrollis töö autor jääkliikmete allumist normaaljaotusele. *Doornik-Hanseni* testiga saadi  $p$ -väärtuseks 0,36, mis on suurem kui olulisuse nivoo. Võtame vastu nullhüpoteesi ehk jäägid alluvad normaaljaotusele. Täpne mudel koos testide tulemustega on näha lisas 11.

Kuna mudelis esines mitteootuspäraseid koefitsente, siis üritas autor mudelit paremaks muuta. Prooviti viia läbi ADF testi vaid konstandi kriteeriumil, kuid testid ei andnud endiselt rahuldavaid tulemusi. Samuti proovis autor koostada mudeli vaid kriisijärgsete aastate kohta, kuna kriisiperioodi jääb ekstreemseid väärtusi. See aga tulemust ei parandanud ning vaatluste arv oleks

märkimisväärselt vähenenud üksnes kriisijärgset perioodi kasutades. Autor otsustas lõplikuks mudeliks jätta esialgse, korrigeerides seda ajatrendiga, kuna ADF test viidi läbi konstandi ja ajatrendi tingimusel. Ajatrendi lisamise tulemusena muutus statistiliselt oluliseks populatsioon. Lõplik mudel on autori arvates loogiline ning see on vastavuses varasema teooriaga. Küll aga esineb testide tulemuste alusel otsustades seal autokorrelatsioon ning ka mudeli kuju ei ole õige. Autor kasutab robustseid standardvigu, et võtta arvesse autokorrelatsiooni esinemine. Multikollineaarsust, heteroskedastiivsust ei esine ja mudeli jääkliikmed alluvad normaaljaotusele. Täpsemaid testide tulemusi saab näha lisast 12. Lõplik mudel on kujul:

$$l\_KVHI = 0,164 d\_INT - 0,047 TM + 31,84 d\_l\_POP - 0,04t + 5,06 \quad (2)$$

Kui intressimäärad tõusevad 1 protsendipunkti võrra, siis kinnisvara hinnaindeks tõuseb 16,4%, töötuse määra 1 protsendipunktise tõusu korral langeb kinnisvara hinnaindeks 4,7% ning populatsiooni suurenedes 1% võrra tõuseb kinnisvara hinnaindeks 31,84%.

### 3.3.2. Läti

Läti mudelis on, nagu ka Eesti mudeli puhul, sõltuvaks muutujaks logaritmitud reaalne kinnisvara hinnaindeks, millest on võetud esimest järku diferents. Sõltumatuteks muutujateks on logaritmitud reaalne SKP, esimest järku diferentsitud reaalsed eluasemelaenude intressimäärad, nii logaritmitud kui ka diferentsitud populatsioon ja reaalne keskmine palk ning kahekordselt diferentsitud töötuse määr. Esialgses mudelis (esitatud lisas 13) ei olnud statistiliselt oluline töötuse määr, mis eemaldati mudelist. Seejärel saadi mudel, kus olulisuse nivool 0,05 on statistiliselt olulised intressimäärad, populatsioon, keskmine palk ja SKP. Samuti on statistiliselt oluline ka mudel ise,  $p$ -väärtus =  $0,00 < 0,05$ . Mudeli kirjeldusvõime on 0,44% ning vaatluste arv 54. Viidi läbi samad testid, mis Eesti kohta, ning tulemusteks saadi, et mudelis ei esine heteroskedastiivsust, autokorrelatsiooni ega multikollineaarsust ja mudeli kuju on õige. Mudeli jääkliikmed ei allu aga normaaljaotusele. Täpsemad testi tulemused on välja toodud lisas 14. Lõplik mudel on kujul:

$$d\_l\_KVHI = 0,09 d\_INT + 22,43 d\_l\_POP + 0,89 d\_l\_PALK - 0,23 l\_SKP + 2,32 \quad (3)$$

Intressimäärade 1 protsendipunktiline tõus toob kaasa 9% kinnisvara hinnaindeksi tõusu, 1% populatsiooni kasv toob kaasa 22,43% kinnisvara hinnaindeksi tõusu, 1% SKP tõus toob kaasa kinnisvara hinnaindeksi languse 0,23% ja 1% keskmise palga tõus toob kaasa 0,89% kinnisvara hinnaindeksi tõusu. Autor pidas aga SKP märki mitteootuspäraseks ning teda ei rahuldanud, et

mudeli jääkliikmed ei allu normaaljaotusele. Autor proovis mudelit koostamisel erinevaid alternatiive. ADF test viidi läbi, kasutades kriteeriumiks vaid konstanti, kuid niiviisi saadud mudelid olid samuti mitteootuspärased ning mudeli kirjeldusvõime langes 5% peale. Samuti prooviti mudelisse panna kas ainult keskmine palk või ainult SKP, kuna muutujad on omavahel seotud. Tulemusi see aga ei andnud. Lõpuks võttis autor perioodiks vaid kriisijärgsed aastad, kuna majanduskriis tõi mudelisse sisse ekstreemseid väärtusi. Perioodiks võeti 2010 1. kvartal kuni 2019 3. kvartal. Ka see ei andnud tulemust ning esialgsest paremat mudelit ei õnnestunud koostada. Küll aga lisati mudelisse ajatrend, kuna kasutati ADF testis kriteeriumiks nii konstanti kui ka trendi. Lõplikuks mudeliks jäi seega:

$$d\_l\_KVHI = 0,065 d\_INT + 1,52 d\_l\_PALK - 0,12 l\_SKP + 0,001t - 0,03 \quad (4)$$

Mudelisse on lisatud ajatrend ning eemaldati populatsioon, kuna see polnud enam statistiliselt oluline. Intressimäärad on olulised nivool 0,1 ning ka need jäeti mudelisse. Mudelis puudub autokorrelatsioon, heteroskedastiivsus, see on õige kujuga, kuid jääkliikmed ei allu endiselt normaaljaotusele. Mudeli seletusvõime on 45% ning mudel on statistiliselt oluline. Täpne mudel on nähtav lisas 11. Lõpptulemuseks saadi, et 1 protsendipunktilise intressimäärade tõusu korral suureneb kinnisvara hinnaindeks 6,5%, 1% keskmise palga tõus toob kaasa 1,52% kinnisvara hinnaindeksi tõusu ning kui SKP tõuseb 1%, siis kinnisvara hinnaindeks langeb 0,12%. SKP ja intressimäärade koefitsendid pole autori arvates ootuspärased.

### 3.3.3. Leedu

Leedu mudeli koostamisel on, samuti nagu ülejäänud kahe Balti riigi mudelite puhul, sõltuvaks muutujaks logaritmitud reaalne kinnisvara hinnaindeks, millest on võetud esimest järku diferents. Sõltuvateks muutujateks on diferentsitud ja logaritmitud reaalne SKP, populatsioon ja reaalne keskmine palk. Samuti töötuse määr, millest on võetud diferentse kaks korda ja reaalne intressimäär, millest on võetud diferentse üks kord. Esialgne mudel on näha lisas 15. Lõplikusse mudelisse jäid vaid SKP ja keskmine palk. Mudeli kirjeldusvõime on 79,9% ning mudel on statistiliselt oluline. Vaatluste arv on 54. Mudeliga viidi läbi samad testid, mis Eesti ja Läti puhul. Täpsemad tulemused mudeli kohta on näha lisas 16. Mudelis ei esine heteroskedastiivsust, autokorrelatsiooni ega multikollineaarsust. Mudeli jääkliikmed alluvad normaaljaotusele ja mudeli kuju on õige. Märgid on vastavuses varasema teoreetilise kirjandusega. Autor proovis mudelisse lisada ajatrendi, kuid see polnud statistiliselt oluline. Lõplikuks mudeliks jäi:

$$d\_l\_KVHI = 1,30 d\_l\_SKP + 0,19 d\_l\_PALK - 0,011 \quad (5)$$

Sellest saab järeldada, et SKP tõustes 1 protsendipunkti võrra, tõuseb kinnisvara hinnaindeks 1,30%. Kui keskmine palk tõuseb 1% võrra, siis kinnisvara hinnaindeks tõuseb 0,19%. Tulemused on loogilised ning vastuvuses varasema teooriaga. Muutujad on küll omavahel tihedalt seotud, kuid multikollineaarsust test ei näidanud.

### 3.4. Empiirilise analüüsi tulemused ja järeldused

Käesoleva lõputööga üritati välja selgitada, millised tegurid ja mis suunas mõjutavad kinnisvarahindu Balti riikides. Koostati 3 eraldi mudelit: Eesti, Läti ja Leedu kohta. Sellest olenemata esitatakse analüüsi tulemused iga teguri kohta eraldi, et saada ülevaade Balti riikide kohta.

SKP jäi lõplikusse mudelisse sisse Läti ja Leedu puhul. Lätis toob SKP 1% tõus kaasa kinnisvara hinnaindeks languse 0,12% ning Leedus kinnisvara hinnaindeksi tõusu 1,30%. Varasema teaduskirjanduse kohaselt peaks seos SKP ning kinnisvara hinnaindeksi vahel olema positiivne ehk SKP tõustes kasvab kinnisvara hinnaindeks. Leedu puhul leidis see kinnitust, kuid Läti puhul mitte. Positiivse seoseni on oma töös jõudnud näiteks Sutton (2002), Xu ja Tang (2014), Kasparova ja White (2001) ning ka Savva (2018).

Eluasemelaenu intressimäärad jäid lõplikusse mudelisse sisse Eesti ja Läti mudelis. Eesti mudelist selgus, et kui intressimäärad tõusevad 1 protsendipunkti võrra, siis kinnisvara hinnaindeks tõuseb 16,4% ning Lätis 6,5%. Nii Eesti kui ka Läti mudeli puhul jõuti samasuunalise seoseni, mis ei ole autori arvates ootuspärane. Samas on näiteks Xu ja Tang (2014) oma uurimuses aga samuti leidnud, et kinnisvarahindadel ja intressimääradel on positiivne seos. Samuti kinnitavad positiivset seost kinnisvarahindade ja intressimäärade vahel Shi *et al.* (2014).

Populatsioon jäi lõplikusse mudelisse sisse vaid Eestis. Tulemuseks saadi, et populatsiooni suurenedes 1% võrra tõuseb kinnisvara hinnaindeks 31,84%. See on vastavuses varasema teaduskirjandusega, kuna ka näiteks Savva (2018) ning Pashardes ja Savva (2009) on jõudnud samale tulemusele. Leitud seos on ka käesoleva bakalaureusetöö autori arvates loogiline.

Keskmine brutopalk jäi lõplikusse mudelisse sisse Lätis ja Leedus. Läti mudel andis tulemuseks, et 1% keskmise palga tõus toob kaasa 1,52% kinnisvara hinnaindeksi tõusu ning Leedu mudel kinnisvara hinnaindeksi tõusu 0,19%. Saadud tulemused on vastavuses varasema kirjandusega, kuna ka Wang ja Zhang (2014) ning Capozza *et al.* (2002) kinnitavad kinnisvara hinnaindeksi ja sissetuleku positiivset seotust.

Viimane tegur, milleks on töötuse määr, jäi lõplikusse mudelisse sisse vaid Eestis. Jõuti tulemuseni, et töötuse määra 1 protsendipunktilise tõusu korral langeb kinnisvara hinnaindeks 4,7%. Autori arvates on seos loogiline, kuna kui rohkem inimesi on ilma tööta, siis ka nõudlus kinnisvara järgi on väiksem, mis põhjustab kinnisvarahindade alanemise. Samale tulemusele jõudsid oma töös näiteks Barksenius ja Rundell (2012).

Autor leidis vastused töö alguses püstitatud uurimisküsimustele ning täitis kõik uurimisülesanded. Samuti olid kõik tegurid statistiliste muutujatena esindatud lõplikes mudelites ja tulemused olid vastavuses varasema teooriaga. Küll aga jäi Eesti mudelisse autokorrelatsioon ning mudeli kuju polnud õige. Autokorrelatsiooniga seonduvate probleemide adresseerimiseks kasutas autor robustseid standardvigu. Autokorrelatsiooni esinemine mudelis viitab oluliste tunnuste välja jäämisele. Läti mudelis ei allunud jääkliikmed normaaljaotusele, mis võib viidata domineeritave faktorite olemasolule ning samuti ei olnud SKP ja intressimäärad ootuspärase koefitsendiga. Leedu lõplikusse mudelisse ebaloogilisusi aga ei jäänud. Teemat tasuks lähemalt edasi uurida ning kasutada analüüsiks näiteks VAR-meetodit sarnaselt Suttonile (2002) või Tsatsaronis ja Zhu-le (2004). Uuritavasse perioodi jäi sisse ülemaailmne majanduskriis 2008. aastal, mis võis tulemusi suuresti mõjutada. Mudeleid võib parandada veel näiteks viitaegade kasutamine.

## KOKKUVÕTE

Kuna enamik inimesi puutub elu jooksul kokku kas kinnisvara üürimise või ostmisega, siis osaleb pea igaüks läbi selle kinnisvaraturul. Eluaseme olemasolu on iga inimese põhivajadus ning kuna sellega puututakse elu jooksul nii tihedalt kokku, siis on oluline mõista kinnisvaraturgu ning selle hindade kujunemise mehhanisme.

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja selgitada, millised tegurid, mis suunas ja mil määral mõjutavad kinnisvarahindasid Eestis, Lätis ja Leedus. Töös olid püstitatud järgmised uurimisküsimused:

- 1) Milliste tulemusteni on jõutud varasemas teaduskirjanduses?
- 2) Millised on peamised kinnisvarahinna mõjutegurid Balti riikides?
- 3) Kui palju ja millises suunas mõjutavad antud tegurid kinnisvarahindu?

Töö eesmärgi saavutamiseks ja uurimisküsimustele vastamiseks seadis autor järgmised uurimisülesanded:

- 1) uurida varasemat teemakohast teaduskirjandust;
- 2) viia läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüs kinnisvarahindade kohta Eestis, Lätis ja Leedus;
- 3) analüüsida saadud mudeleid ning esitada järeldused.

Leidmaks vastused püstitatud uurimisküsimustele, uuris autor kõigepealt teemakohast teaduskirjandust ning seejärel viis läbi nii korrelatsioon- kui ka regressioonanalüüsid Eesti, Läti ja Leedu kohta. Töös kasutatavad andmed pärinevad *Eurostati*, *OECD Statistics* ja *ECB Statistical Warehouse* andmebaasidest. Uuritavaks perioodiks oli 2006 1. kvartal 2019 3. kvartal ning kasutati kvartaalseid andmeid iga riigi kohta eraldi. Korrelatsioonanalüüs teostati *Excelis* ning regressioonanalüüs viidi läbi *Gretlis*, kasutades vähimruutude meetodit.

Töö tulemusena selgus, et perioodil 2006 1. kvartal kuni 2019 3. kvartal mõjutasid kinnisvara hinnaindeksit nii SKP, keskmine brutopalk, töötuse määr, eluasemelaenu intressimäärad kui ka populatsioon Balti riikides üldiselt. Eesti mudeli tulemustest selgus, et kinnisvara hinnaindeksit

mõjutavad enim töötuse määr, populatsioon ja eluasemelaenu intressimäärad. Läti mudelit eluasemelaenu intressimäärad, palk ja SKP ning Leedu kinnisvara hinnaindeksit SKP ja keskmine palk. Eluasemelaenu intressimäärade mõju suund ei olnud autori arvates ootuspärane, kuid see oli vastavuses varasema empiirilise kirjandusega. Samuti andis Läti mudel SKP-le mitteootuspärase märgi. Ülejäänud tulemused olid autori arvates loogilised ning klappisid varasemate uurimustega.

Autor leidis vastused kõigile töö alguses püstitatud uurimisküsimustele ning täitis uurimisülesanded. Saadud tulemused olid vastavuses varasema teooriaga. Küll aga tasuks majandusnähtuste tõlgendamisel silmas pidada, et Eesti mudelisse jäi autokorrelatsioon, mis viitab sellele, et mudelist on olulisi tunnuseid välja jäänud ja ka mudeli kuju polnud õige. Läti mudelis ei allunud jääkliikmed normaaljaotusele, mis võib viidata domineerivate faktorite olumasolule. Uuritavasse perioodi jäi sisse ülemaailmne majanduskriis 2008. aastal, mis võis tulemusi suuresti mõjutada. Teemat tasuks edasi uurida ning mudelit võib parandada viitaegade kasutamine. Samuti tasuks proovida mõnda teist meetodit, näiteks VAR-meetodit.

# **SUMMARY**

## **FACTORS AFFECTING HOUSE PRICES ON THE EXAMPLE OF BALTIC COUNTRIES**

Kerli Kahk

As most of the people have to deal with buying, renting or selling real estate, then almost everyone is taking a part of the real estate market. Having a home is individual's main necessity and as almost everyone has to deal with it, then it is important to understand the real estate market and how the prices are changing.

The purpose of this thesis was to find out which variables, in what direction and how much are affecting real estate prices in Estonia, Latvia and Lithuania. The thesis is finding answers to following research questions:

- 1) What are the results of the previous scientific literature?
- 2) What are the main factors that are affecting the real estate prices?
- 3) How much and in which direction are the factors having an impact?

To find answers to the research questions, author had the following research tasks:

- 1) to read the previous findings and empirical researches;
- 2) to carry through correlation and regression analysis in all Baltic countries;
- 3) to analyze the models and present the conclusion.

To find out the answers to the research questions, the author read the scientific literature, carried through the correlation and regression analysis in Estonia, Latvia and Lithuania. The data was collected from Eurostat, OECD Statistics and ECB Statistical Warehouse. The quarterly data covered the period from 1<sup>th</sup> quarter 2006 to 3<sup>rd</sup> quarter 2019. Correlation analysis was conducted using Excel and regression analysis was conducted using data processing software Gretl. The



dependent variable was house price index and independent population, home loans interest rates, GDP, average wage and unemployment rate. Author carried through the ordinary least squares model (OLS).

The models show that in period 1<sup>th</sup> quarter 2006 until 3<sup>rd</sup> quarter 2019 the house price index was affected by GDP, population, home loans interest rates, average wage and unemployment rate in Baltic countries. In Estonia, the impact to the house prices had unemployment rate, population and home loan interest rates. In Latvia home loan interest rates, average wage and GDP and in Lithuania GDP and average wage. All the results were logical and matched with theory except home loan interest rates and Latvia's model GDP. The interest rates had an unusual sign, but it matched with the theory. GDP in Latvia's model had unusual sign as well.

Author fulfilled all the research tasks and found answers to the research questions. All the variables were presented in the final models and statistically important. Also, all the findings matched with the previous theory. However, the paper is not conclusive. There was autocorrelation in Estonia's model and the shape was not right. In Latvia's model there was not normality of residual. It is important to know, that in the period used was the global economic crisis in 2008, which could have the impact to the results. The topic should be analyzed further in the future and adding lags to time-sheets could help. Furthermore, different method could be used, such as VAR.

## KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Barksenius, A., Rundell, E. (2012). *House Prices for Real – The Determinants of Swedish Nominal Real Estate Prices*. (Magistritöö) *University of Gothenburg, School of business, economics and law, Gothenburg*
- Barot, B., Yang, Z. (2002). House Prices and Housing Investment in Sweden and the UK: Econometric Analysis for the Period 1970-1998. *Review of Urban & Regional Development Studies*, 14 (2), 189-216.
- Belej, M., Cellmer, R. (2014). The Effect of Macroeconomic Factors on Changes in Real Estate Prices. Response and Interaction. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 13 (2), 5-16.
- Belke, A., Keil, J. (2017). Fundamental Determinants of Real Estate Prices: A Panel Study of German Regions. *Ruhr Economic Papers*, No. 731.
- Capozza, R. D., Hendershott, H. P., Mack, C., Mayer, J. C. (2002). Determinants of real house price dynamics. *NBER Working Paper*, No. 9262.
- DiPasquale, D., Wheaton, W. C. (1992). The Markets for Real Estate Assets and Space: A Conceptual Framework. *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 20 (1), 181-197.
- Égert, B., Mihaljek, D. (2007). Determinants of House Prices in Central and Eastern Europe. *Comparative Economic Studies*, 49 (3), 367-388.
- Eurostat (2011). Tabel 3: Dwellings by tenure status, selected NUTS level 2 regions, People in the EU - statistics on housing conditions [Online] Kättesaadav: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People\\_in\\_the\\_EU\\_-\\_statistics\\_on\\_housing\\_conditions](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People_in_the_EU_-_statistics_on_housing_conditions), 12.03.2020.
- Ioannou, I. (2018). Housing Price, Credit, and Output Cycles: How Domestic and External Shocks Impact Lithuania's Credit. *IMF Working Paper*, No. 18/160.
- Kasparova, D., White, M. (2001). The Responsiveness of House Prices to Macroeconomic Forces: a Cross-Country Comparison. *European Journal of Housing Policy*, 1 (3), 385-416.
- Limsombuchai, V., Gan, C., Lee, M. (2004). House Price Prediction: Hedonic Price Model vs. Artificial Neural Network. *American Journal of Applied Sciences*, 1 (3), 193-201.

- Nneji, O., Brooks, C., Ward, C.W.R. (2013). House Price Dynamics and Their Reaction to Macroeconomic Changes. *Economic Modelling*, 32, 172-178.
- Paas, T (1995). *Sissejuhatatus ökonomeetriasse*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Pashardes, P., Savva, C. S. (2009). Factors Affecting House Prices in Cyprus: 1988-2008. *Cyprus Economic Policy Review*, 3 (1), 3-25.
- Rahman, M. M. (2010). The Australian Housing Market – Understanding the Causes and Effects of Rising Prices. *Policy Studies*, 31 (5), 577-
- Renigier-Biłozor, M., Wiśniewski, R.(2012). The Impact Of Macroeconomic Factors on Residential Property Price Indices in Europe. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 12 (2), 103-125.
- Rosiers, F. D., Thériault, M. (1996). Rental Amenities and the Stability of Hedonic Prices: A Comparative Analysis of Five Market Segments. *Journal of Real Estate Research*, 12(1), 17.
- Sauga, A. (2017) *Statistika õpik majanduseriala üliõpilastele*. Tallinn: TTÜ Kirjastus
- Savva, C. (2018). Factors Affecting Housing Prices: International Evidence. *Cyprus Economic Policy Review*, 12 (2), 87-96.
- Shi, S, Jou, J. B., Tripe, D. (2014) Can interest rates really control house prices? Effectiveness and implications for macroprudential policy. *Journal of Banking & Finance*, 47, 15-28.
- Sutton, G. D. (2002). Explaining Changes in House Prices. *BIS Quarterly Review*, 6, 46-55.
- Tsatsaronis, K., Zhu, H. (2004). What Drives Housing Price Dynamics: Cross Country Evidence. *BIS Quarterly Review*, 5, 65-78.
- Wang, Z., Zhang, Q. (2014). Fundamental Factors in the Housing Markets of China. *Journal of Housing Economics*, 25, 53-61.
- Wheelock, D.C. (2006). What Happens to Banks When House Prices Fall? U.S. Regional Housing Busts of the 1980s and 1990s. *Federal Reserve Bank of St. Louis*, 88 (5), 413-429.
- Xu, L., Tang, B. (2014). On the Determinants of UK House Prices. *International Journal of Economic Research*, 5(2), 57-64.

## LISAD

### Lisa 1. Töös kasutatavad andmed

Riik	Ajaperiood	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
Eesti	Q1-2006	107,1	4474,4	3,0	1350,7	773,2	6,4
Eesti	Q2-2006	114,7	4552,5	3,2	1350,7	845,3	6,2
Eesti	Q3-2006	121,7	4752,1	3,5	1350,7	794,4	5,8
Eesti	Q4-2006	132,4	4924,3	3,8	1350,7	889,2	5,4
Eesti	Q1-2007	133,5	5246,6	4,0	1342,9	884,6	5,0
Eesti	Q2-2007	137,9	5269,8	4,2	1342,9	967,8	4,8
Eesti	Q3-2007	133,4	5328,6	4,4	1342,9	894,5	4,1
Eesti	Q4-2007	128,6	5345,2	4,7	1342,9	977,2	4,0
Eesti	Q1-2008	122,7	4988,6	4,7	1338,4	948,6	4,3
Eesti	Q2-2008	114,3	5072,4	4,7	1338,4	1000,0	4,2
Eesti	Q3-2008	112,2	4849,4	4,9	1338,4	924,6	6,1
Eesti	Q4-2008	97,8	4561,4	5,0	1338,4	961,1	8,0
Eesti	Q1-2009	78,1	4286,0	4,0	1335,7	900,9	11,0
Eesti	Q2-2009	72,9	4162,8	2,7	1335,7	954,2	12,9
Eesti	Q3-2009	67,0	4026,8	2,1	1335,7	877,3	14,4
Eesti	Q4-2009	66,5	4135,5	1,8	1335,7	916,7	16,0
Eesti	Q1-2010	71,6	4120,6	1,7	1333,3	879,9	18,8
Eesti	Q2-2010	71,7	4126,9	1,6	1333,3	937,8	18,0
Eesti	Q3-2010	73,3	4280,2	1,7	1333,3	858,7	15,6
Eesti	Q4-2010	71,5	4349,8	1,8	1333,3	907,9	14,3
Eesti	Q1-2011	73,2	4461,1	1,9	1329,7	873,5	14,2
Eesti	Q2-2011	74,1	4513,6	2,0	1329,7	928,7	12,9
Eesti	Q3-2011	74,3	4603,9	2,2	1329,7	868,3	11,2
Eesti	Q4-2011	76,1	4613,0	2,2	1329,7	924,0	11,3
Eesti	Q1-2012	75,5	4628,5	2,1	1325,2	893,1	11,1
Eesti	Q2-2012	76,8	4662,8	1,8	1325,2	935,4	10,0
Eesti	Q3-2012	77,7	4713,0	1,4	1325,2	881,3	9,5
Eesti	Q4-2012	77,4	4726,1	1,1	1325,2	941,9	9,4
Eesti	Q1-2013	78,6	4795,1	0,9	1320,2	913,9	9,7
Eesti	Q2-2013	81,0	4743,0	0,8	1320,2	978,2	8,0

## Lisa 1 järg

Riik	Ajaperiood	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
Eesti	Q3-2013	83,2	4800,7	0,8	1320,2	927,4	7,9
Eesti	Q4-2013	87,1	4795,8	0,8	1320,2	993,0	8,7
Eesti	Q1-2014	90,7	4965,6	0,9	1315,8	970,0	8,5
Eesti	Q2-2014	92,0	4983,1	0,9	1315,8	1019,2	7,2
Eesti	Q3-2014	94,4	5038,5	0,9	1315,8	974,2	7,3
Eesti	Q4-2014	95,7	5194,5	0,8	1315,8	1044,5	6,6
Eesti	Q1-2015	98,2	5094,5	0,8	1313,3	1016,7	6,6
Eesti	Q2-2015	101,5	5131,7	0,7	1313,3	1073,6	6,4
Eesti	Q3-2015	99,3	5247,3	0,7	1313,3	1042,1	5,4
Eesti	Q4-2015	101,0	5299,6	0,7	1313,3	1109,5	6,4
Eesti	Q1-2016	100,1	5343,4	0,7	1315,9	1095,0	6,5
Eesti	Q2-2016	102,9	5271,3	0,6	1315,9	1152,5	6,5
Eesti	Q3-2016	105,4	5360,0	0,6	1315,9	1102,6	7,2
Eesti	Q4-2016	106,6	5541,2	0,6	1315,9	1168,4	6,8
Eesti	Q1-2017	105,4	5608,3	0,6	1315,6	1122,5	5,7
Eesti	Q2-2017	104,3	5667,0	0,6	1315,6	1190,3	6,5
Eesti	Q3-2017	105,9	5635,2	0,6	1315,6	1137,6	5,6
Eesti	Q4-2017	107,1	5831,3	0,7	1315,6	1207,1	5,5
Eesti	Q1-2018	107,4	5923,9	0,7	1319,1	1171,4	6,4
Eesti	Q2-2018	109,3	5974,4	0,7	1319,1	1225,8	5,0
Eesti	Q3-2018	106,7	5989,9	0,7	1319,1	1181,9	5,4
Eesti	Q4-2018	108,8	6189,8	0,7	1319,1	1267,9	4,7
Eesti	Q1-2019	111,9	6322,8	0,8	1324,8	1236,4	4,3
Eesti	Q2-2019	110,7	6275,3	0,8	1324,8	1278,8	4,8
Eesti	Q3-2019	112,6	6322,3	0,8	1324,8	1252,3	4,1
Läti	Q1-2006	124,6	5377,4	3,6	2225,4	546,3	8,1
Läti	Q2-2006	130,1	5728,5	3,8	2220,9	580,4	6,9
Läti	Q3-2006	137,1	6108,8	3,9	2216,8	597,4	6,4
Läti	Q4-2006	156,7	6505,0	4,3	2211,7	666,1	6,5
Läti	Q1-2007	169,2	6852,7	4,5	2206,6	666,7	6,7
Läti	Q2-2007	165,6	7135,9	4,6	2202,9	707,7	6,1
Läti	Q3-2007	168,5	7299,2	4,9	2199,7	720,2	5,9
Läti	Q4-2007	165,8	7216,6	5,1	2195,0	761,1	5,5
Läti	Q1-2008	171,7	7031,0	5,0	2188,0	735,4	6,3
Läti	Q2-2008	160,8	6780,8	5,0	2181,0	744,7	6,4
Läti	Q3-2008	142,9	6647,2	5,2	2174,7	750,8	7,8
Läti	Q4-2008	122,7	6360,9	5,1	2167,2	762,7	10,5
Läti	Q1-2009	105,9	5303,4	4,1	2157,4	699,8	13,7

## Lisa 1 järg

Riik	Ajaperiood	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
Läti	Q2-2009	96,5	5086,3	3,3	2146,8	707,8	17,1
Läti	Q3-2009	93,2	4792,4	2,9	2137,2	694,5	19,4
Läti	Q4-2009	92,8	4925,3	2,7	2126,6	679,4	20,3
Läti	Q1-2010	88,6	4816,5	2,8	2114,3	668,1	20,5
Läti	Q2-2010	88,3	4745,3	2,7	2102,9	679,1	20,2
Läti	Q3-2010	87,4	4806,0	2,7	2091,8	683,6	19,1
Läti	Q4-2010	90,4	4924,1	2,8	2080,3	690,7	18,1
Läti	Q1-2011	92,9	5043,6	2,8	2071,0	670,8	17,0
Läti	Q2-2011	93,1	5155,0	2,7	2062,6	677,1	17,0
Läti	Q3-2011	93,3	5278,9	2,8	2054,1	682,4	15,5
Läti	Q4-2011	89,9	5392,8	2,8	2047,7	693,5	15,4
Läti	Q1-2012	90,9	5425,0	2,6	2042,0	672,8	15,8
Läti	Q2-2012	90,5	5454,1	2,3	2036,0	686,3	16,2
Läti	Q3-2012	91,8	5559,5	2,0	2030,6	692,9	14,0
Läti	Q4-2012	94,8	5635,0	1,7	2026,1	710,0	14,2
Läti	Q1-2013	95,4	5655,3	1,6	2020,8	696,4	12,6
Läti	Q2-2013	97,3	5667,3	1,6	2015,2	719,2	11,4
Läti	Q3-2013	98,3	5781,6	1,5	2010,5	728,1	12,0
Läti	Q4-2013	101,9	5888,7	1,5	2004,9	746,2	11,5
Läti	Q1-2014	103,9	5895,9	1,6	1999,8	744,7	11,4
Läti	Q2-2014	102,5	5860,3	1,6	1996,6	759,4	10,7
Läti	Q3-2014	106,7	5927,9	1,5	1992,6	771,7	10,8
Läti	Q4-2014	96,4	6046,9	1,4	1988,1	790,7	10,4
Läti	Q1-2015	98,1	6041,4	1,4	1983,2	790,4	9,8
Läti	Q2-2015	98,1	6049,0	1,3	1979,1	801,8	9,8
Läti	Q3-2015	100,0	6173,4	1,3	1975,8	829,7	10,0
Läti	Q4-2015	103,8	6171,3	1,3	1971,3	848,2	9,9
Läti	Q1-2016	104,3	6287,2	1,3	1966,6	835,9	9,8
Läti	Q2-2016	107,2	6169,3	1,2	1961,4	849,4	9,6
Läti	Q3-2016	108,4	6232,9	1,2	1956,8	859,3	9,8
Läti	Q4-2016	109,4	6325,9	1,2	1952,6	885,5	9,3
Läti	Q1-2017	110,1	6373,3	1,2	1947,3	866,5	9,0
Läti	Q2-2017	113,2	6426,8	1,1	1942,5	895,0	8,9
Läti	Q3-2017	115,1	6552,5	1,1	1939,0	904,9	8,7
Läti	Q4-2017	115,0	6604,1	1,1	1935,9	928,4	8,2
Läti	Q1-2018	119,7	6740,7	1,1	1931,8	923,2	7,8
Läti	Q2-2018	120,1	6778,7	1,1	1927,5	948,8	7,8
Läti	Q3-2018	119,5	6937,0	1,1	1924,3	950,1	7,2

## Lisa 1 järg

Riik	Ajaperiood	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
Läti	Q4-2018	124,0	7032,6	1,1	1921,4	978,3	6,9
Läti	Q1-2019	124,2	7046,1	1,1	1918,1	964,4	6,6
Läti	Q2-2019	125,5	6953,7	1,1	1914,6	982,5	6,4
Läti	Q3-2019	131,5	7026,8	1,1	1911,7	993,9	6,2
Leedu	Q1-2006	119,5	7671,2	3,0	3269,9	567,7	6,4
Leedu	Q2-2006	117,7	7856,7	3,2	3269,9	593,2	5,8
Leedu	Q3-2006	126,8	8339,7	3,5	3269,9	640,4	5,8
Leedu	Q4-2006	139,3	8425,5	3,8	3269,9	660,8	5,1
Leedu	Q1-2007	145,4	8875,3	4,0	3231,3	657,8	4,4
Leedu	Q2-2007	149,8	9100,1	4,2	3231,3	679,0	4,3
Leedu	Q3-2007	152,9	9452,5	4,5	3231,3	713,2	4,2
Leedu	Q4-2007	152,7	9367,9	4,7	3231,3	725,8	4,1
Leedu	Q1-2008	153,4	9535,4	4,7	3198,2	734,5	4,2
Leedu	Q2-2008	154,2	9495,9	4,7	3198,2	740,2	4,4
Leedu	Q3-2008	146,8	9309,9	4,9	3198,2	757,2	6,4
Leedu	Q4-2008	136,1	8926,6	4,8	3198,2	749,1	8,3
Leedu	Q1-2009	107,1	7670,3	4,1	3162,9	690,5	10,7
Leedu	Q2-2009	100,8	7428,6	3,3	3162,9	685,4	13,3
Leedu	Q3-2009	95,6	7232,1	2,9	3162,9	682,8	14,9
Leedu	Q4-2009	92,7	7160,9	2,6	3162,9	676,4	16,3
Leedu	Q1-2010	90,4	7412,0	2,5	3097,3	642,2	17,3
Leedu	Q2-2010	91,3	7434,1	2,4	3097,3	645,1	18,2
Leedu	Q3-2010	89,5	7647,6	2,4	3097,3	652,1	18,2
Leedu	Q4-2010	91,3	7751,0	2,5	3097,3	658,3	17,6
Leedu	Q1-2011	93,8	7968,0	2,5	3028,1	634,6	16,8
Leedu	Q2-2011	92,4	8038,8	2,6	3028,1	631,6	15,8
Leedu	Q3-2011	91,9	8203,1	2,7	3028,1	634,0	15,3
Leedu	Q4-2011	92,0	8248,8	2,7	3028,1	648,7	13,7
Leedu	Q1-2012	91,4	8349,8	2,6	2987,8	632,0	14,0
Leedu	Q2-2012	88,9	8265,7	2,3	2987,8	627,6	13,5
Leedu	Q3-2012	88,8	8405,5	2,0	2987,8	630,2	13,1
Leedu	Q4-2012	88,8	8517,5	1,7	2987,8	646,4	13,0
Leedu	Q1-2013	89,5	8505,6	1,4	2957,7	645,8	12,1
Leedu	Q2-2013	89,8	8657,2	1,3	2957,7	647,5	11,7
Leedu	Q3-2013	88,3	8817,2	1,2	2957,7	665,5	11,7
Leedu	Q4-2013	91,4	8868,9	1,2	2957,7	674,4	11,7
Leedu	Q1-2014	92,8	9058,7	1,1	2932,4	667,6	11,3
Leedu	Q2-2014	95,7	9023,2	1,1	2932,4	675,6	11,1

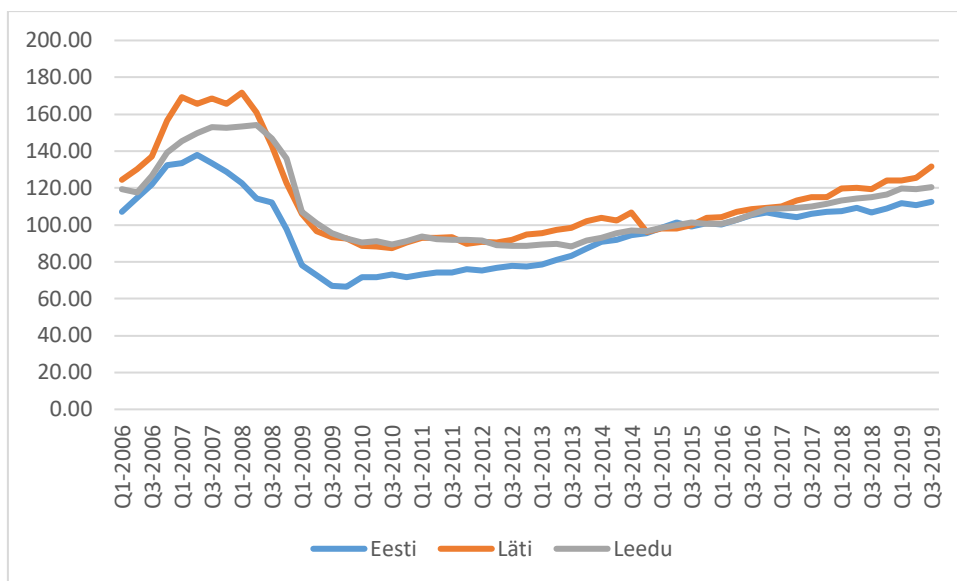
## Lisa 1 järg

Riik	Ajaperiood	KVHI	SKP	INT	POP	PALK	TM
Leedu	Q3-2014	97,0	9135,4	1,1	2932,4	692,7	10,2
Leedu	Q4-2014	96,6	9090,5	1,0	2932,4	709,6	10,3
Leedu	Q1-2015	98,5	9271,0	0,9	2904,9	705,9	9,3
Leedu	Q2-2015	99,8	9249,6	0,8	2904,9	709,0	9,3
Leedu	Q3-2015	101,2	9370,8	0,8	2904,9	735,9	9,2
Leedu	Q4-2015	100,4	9445,2	0,8	2904,9	754,8	8,8
Leedu	Q1-2016	100,7	9474,7	0,7	2868,2	749,5	8,1
Leedu	Q2-2016	102,7	9545,2	0,7	2868,2	763,2	8,0
Leedu	Q3-2016	105,7	9766,9	0,7	2868,2	791,2	7,9
Leedu	Q4-2016	108,5	9803,0	0,6	2868,2	810,5	7,6
Leedu	Q1-2017	108,8	10008,0	0,6	2828,4	795,8	7,7
Leedu	Q2-2017	109,2	9987,2	0,6	2828,4	802,0	7,2
Leedu	Q3-2017	110,0	10215,9	0,5	2828,4	812,4	6,8
Leedu	Q4-2017	111,3	10278,5	0,5	2828,4	837,5	6,7
Leedu	Q1-2018	113,3	10396,2	0,5	2801,5	845,2	6,5
Leedu	Q2-2018	114,4	10412,4	0,6	2801,5	864,3	6,1
Leedu	Q3-2018	115,1	10647,6	0,6	2801,5	874,4	6,2
Leedu	Q4-2018	116,7	10839,8	0,6	2801,5	897,5	5,9
Leedu	Q1-2019	119,9	10933,0	0,7	2791,3	1167,9	6,0
Leedu	Q2-2019	119,3	10901,7	0,7	2791,2	1172,3	6,1
Leedu	Q3-2019	120,4	11097,5	0,7	2793,5	1203,1	6,6

Allikas: Eurostat, OECD Statistics, ECB Statistical Warehouse, Eesti, Läti ja Leedu Statistikaamet

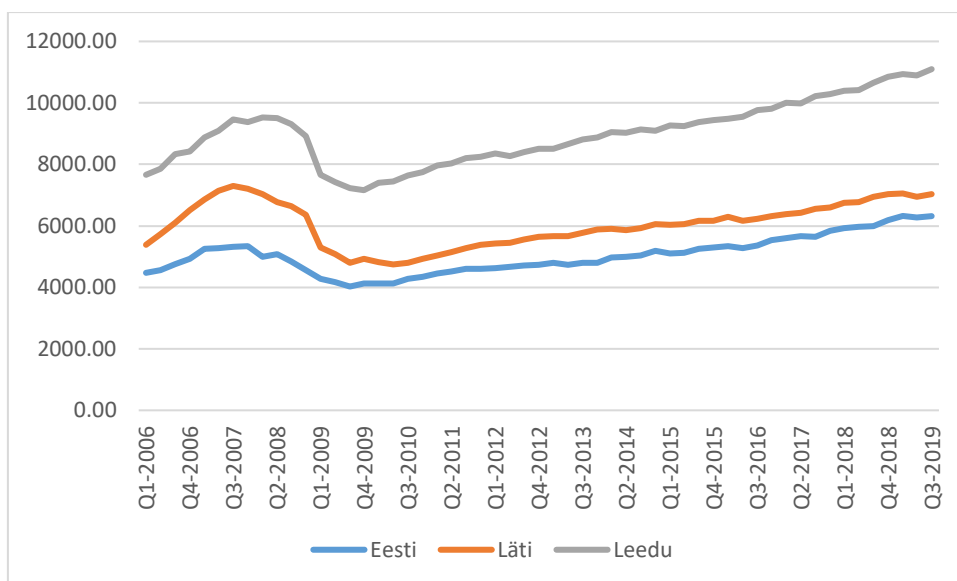


## Lisa 2. Reaalne kinnisvara hinnaindeks (2015=100)



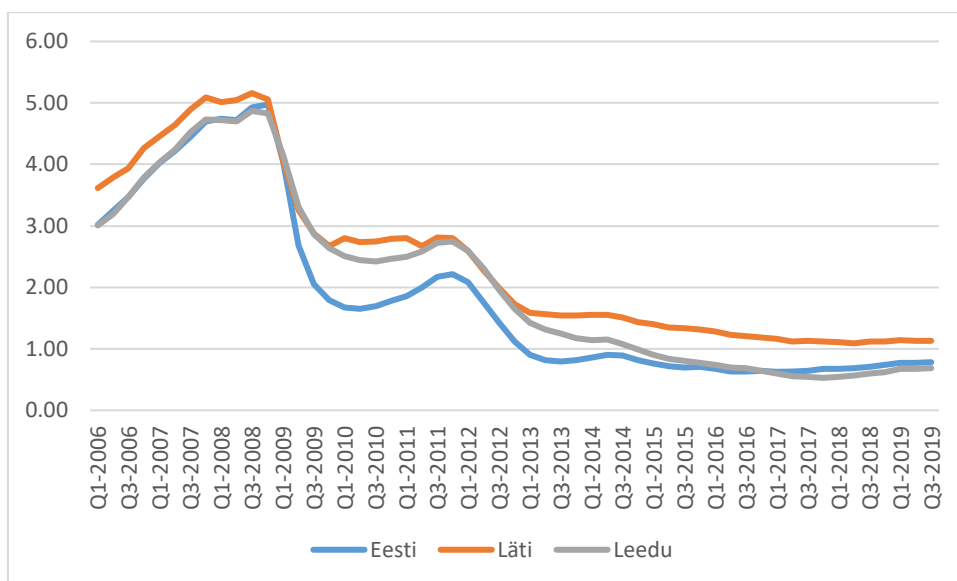
Allikas: *OECD Statistics*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

### Lisa 3. Reaalne SKP tuhandetes eurodes



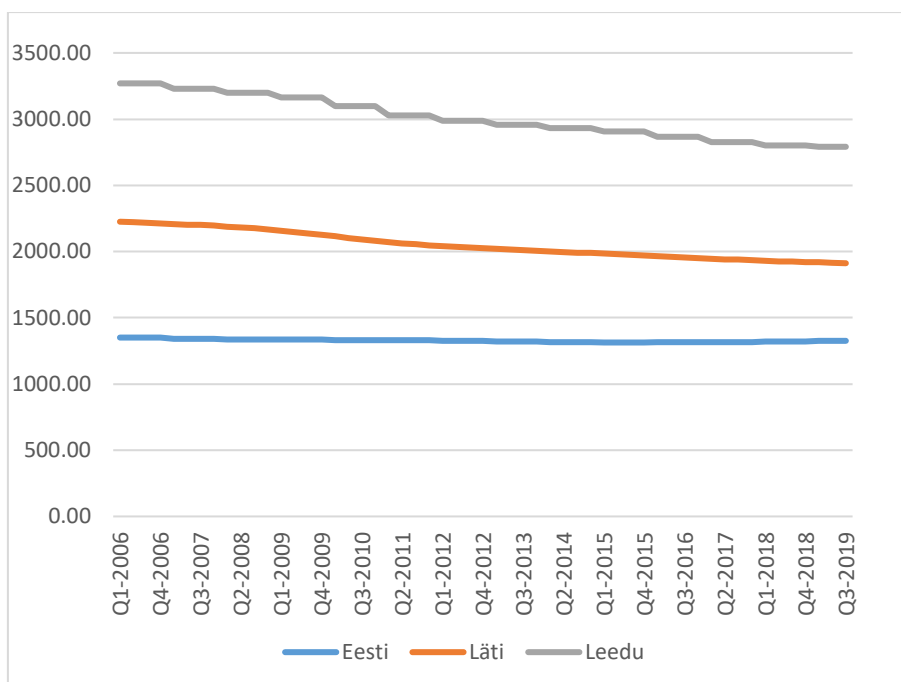
Allikas: Eurostat, koostatud autori poolt lisa 1 toodud andmete põhjal

#### Lisa 4. Reaalne eluasemelaenu intressimäär protsentides



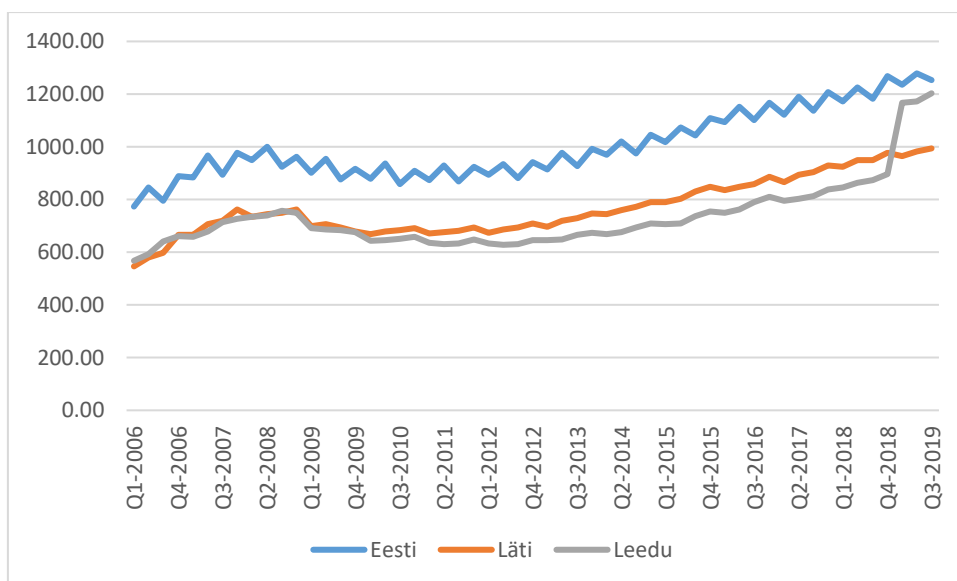
Allikas: *ECB Statistical Warehouse*, koostatud autori poolt lisa 1 toodud andmete põhjal

## Lisa 5. Populatsioon tuhandetes



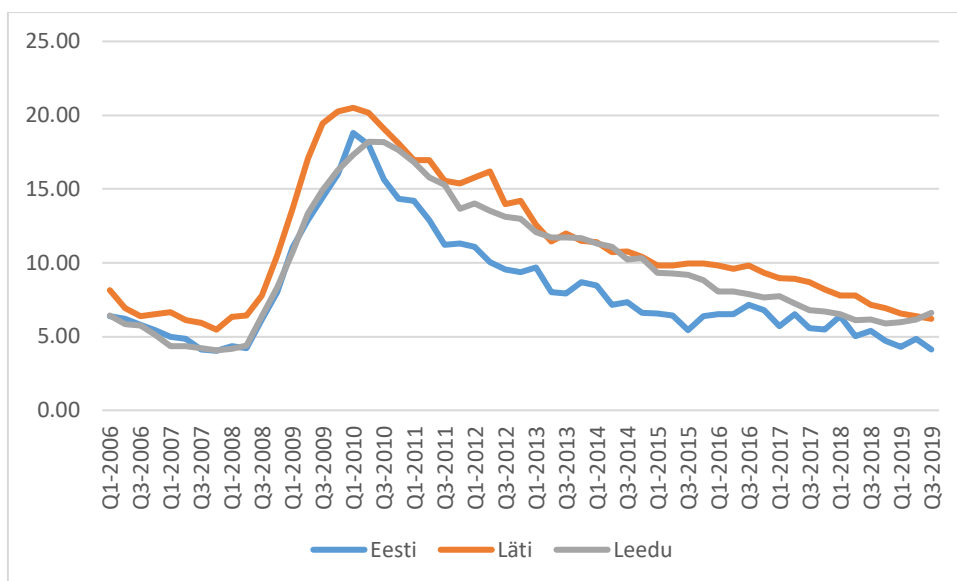
Allikas: Eurostat, koostatud autori poolt lisa 1 toodud andmete põhjal

## Lisa 6. Reaalne brutopalk eurodes



Allikas: Eesti, Läti ja Leedu Statistikaameti kodulehed; koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

## Lisa 7. Töötuse määr protsentides



Allikas: *OECD Statistics*, koostatud autori poolt lisas 1 toodud andmete põhjal

## Lisa 8. Eesti korrelatsioonikordajate p-väärtused

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK
KVHI	-	-	-	-	-
SKP	0,000	-	-	-	-
INT	0,010	0,008	-	-	-
POP	0,097	0,001	0,000	-	-
PALK	0,019	0,000	0,000	0,000	-
TÖÖT	0,000	0,000	0,632	0,357	0,000

Allikas: Autori arvutused programmis *Excel*

## Lisa 9. Läti korrelatsioonikordajate p-väärtused

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK
KVHI	-	-	-	-	-
SKP	0,000	-	-	-	-
INT	0,000	0,833	-	-	-
POP	0,001	0,188	0,000	-	-
PALK	0,579	0,000	0,000	0,000	
TÖÖT	0,000	0,000	0,701	0,555	0,000

Allikas: Autori arvutused programmis *Excel*



## Lisa 10. Leedu korrelatsioonikordajate p-väärtused

	KVHI	SKP	INT	POP	PALK
KVHI	-	-	-	-	-
SKP	0,005	-	-	-	-
INT	0,000	0,000	-	-	-
POP	0,001	0,000	0,000	-	-
PALK	0,055	0,000	0,001	0,000	-
TÖÖT	0,000	0,000	0,677	0,808	0,001

Allikas: Autori arvutused programmis *Excel*

## Lisa 11. Eesti esialgne mudel

OLS, using observations 2006:2-2019:3 (T = 54)  
 Dependent variable: l\_KVHI

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	4.91282	0.0292143	168.2	<0.0001	***
d_INT	0.177758	0.0478698	3.713	0.0005	***
TM	-0.0429271	0.00336370	-12.76	<0.0001	***
Mean dependent var	4.553797	S.D. dependent var	0.204059		
Sum squared resid	0.366690	S.E. of regression	0.084794		
R-squared	0.833845	Adjusted R-squared	0.827330		
F(2, 51)	127.9716	P-value(F)	1.33e-20		
Log-likelihood	58.16733	Akaike criterion	-110.3347		
Schwarz criterion	-104.3677	Hannan-Quinn	-108.0334		
rho	0.851078	Durbin-Watson	0.294303		

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 12.4767

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(5) > 12.4767) = 0.0288087$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 33.0592

with p-value =  $P(F(4, 47) > 33.0592) = 4.00044e-13$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 2.06502

with p-value = 0.356113

RESET test for specification -

Null hypothesis: specification is adequate

Test statistic:  $F(2, 49) = 34.2344$

with p-value =  $P(F(2, 49) > 34.2344) = 4.97386e-10$

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

d\_INT 1.192

TM 1.192

Allikas: Eesti mudeli testid programmis *Gretl*

## Lisa 12. Eesti lõplik mudel

OLS, using observations 2006:2-2019:3 (T = 54)

Dependent variable: l\_KVHI

HAC standard errors, bandwidth 2 (Bartlett kernel)

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	5.06388	0.0474958	106.6	<0.0001	***
d_INT	0.163776	0.0561630	2.916	0.0053	***
TM	-0.0467790	0.00535633	-8.733	<0.0001	***
time	-0.00379500	0.000794742	-4.775	<0.0001	***
d_l_POP	31.8444	13.9085	2.290	0.0264	**
Mean dependent var	4.553797	S.D. dependent var		0.204059	
Sum squared resid	0.253152	S.E. of regression		0.071877	
R-squared	0.885292	Adjusted R-squared		0.875928	
F(4, 49)	48.06447	P-value(F)		2.25e-16	
Log-likelihood	68.17159	Akaike criterion		-126.3432	
Schwarz criterion	-116.3983	Hannan-Quinn		-122.5078	
rho	0.706479	Durbin-Watson		0.577908	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 23.5419

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(14) > 23.5419) = 0.0520031$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 13.1373

with p-value =  $P(F(4, 45) > 13.1373) = 3.61151e-07$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 1.04352

with p-value = 0.593475

RESET test for specification -

Null hypothesis: specification is adequate

Test statistic:  $F(2, 47) = 24.522$

with p-value =  $P(F(2, 47) > 24.522) = 5.08463e-08$

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

d\_INT 1.219  
 TM 1.339  
 time 1.668  
 d\_l\_POP 1.559

Allikas: Eesti mudeli testid programmis *Gretl*

## Lisa 13. Läti esialgne mudel

OLS, using observations 2006:2-2019:3 (T = 54)

Dependent variable: d\_1\_KVHI

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	2.04239	0.695410	2.937	0.0050	***
d_INT	0.0874549	0.0367268	2.381	0.0212	**
d_1_POP	22.4341	8.48081	2.645	0.0109	**
d_1_PALK	0.894675	0.419997	2.130	0.0382	**
l_SKP	-0.227970	0.0775844	-2.938	0.0050	***
Mean dependent var	0.001369	S.D. dependent var		0.050227	
Sum squared resid	0.068933	S.E. of regression		0.037507	
R-squared	0.484433	Adjusted R-squared		0.442346	
F(4, 49)	11.51026	P-value(F)		1.15e-06	
Log-likelihood	103.2945	Akaike criterion		-196.5891	
Schwarz criterion	-186.6442	Hannan-Quinn		-192.7537	
rho	0.114406	Durbin-Watson		1.740083	

RESET test for specification -

Null hypothesis: specification is adequate

Test statistic:  $F(2, 47) = 0.962258$

with p-value =  $P(F(2, 47) > 0.962258) = 0.389427$

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 17.3658

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(14) > 17.3658) = 0.237207$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 0.701553

with p-value =  $P(F(4, 45) > 0.701553) = 0.594992$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 17.542

with p-value = 0.000155166

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

d\_INT 2.156  
d\_1\_POP 3.630  
d\_1\_PALK 2.396  
l\_SKP 3.447

Allikas: Läti mudeli testid programmis *Gretl*

## Lisa 14. Läti lõplik mudel

OLS, using observations 2006:2-2019:3 (T = 54)

Dependent variable: d\_1\_KVHI

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.993112	0.440814	2.253	0.0288	**
d_INT	0.0650439	0.0353076	1.842	0.0715	*
d_1_PALK	1.51883	0.391467	3.880	0.0003	***
l_SKP	-0.118711	0.0511685	-2.320	0.0245	**
time	0.000973164	0.000351915	2.765	0.0080	***
Mean dependent var	0.001369	S.D. dependent var		0.050227	
Sum squared resid	0.068143	S.E. of regression		0.037292	
R-squared	0.490346	Adjusted R-squared		0.448741	
F(4, 49)	11.78589	P-value(F)		8.76e-07	
Log-likelihood	103.6060	Akaike criterion		-197.2119	
Schwarz criterion	-187.2670	Hannan-Quinn		-193.3765	
Rho	0.040639	Durbin-Watson		1.899760	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 16.5995

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(14) > 16.5995) = 0.278146$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 0.754692

with p-value =  $P(F(4, 45) > 0.754692) = 0.560222$

RESET test for specification -

Null hypothesis: specification is adequate

Test statistic:  $F(2, 47) = 0.455338$

with p-value =  $P(F(2, 47) > 0.455338) = 0.637002$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic:  $\text{Chi-square}(2) = 16.7148$

with p-value = 0.000234653

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

d\_INT 2.016  
d\_1\_PALK 2.105  
l\_SKP 1.517  
time 1.168

Allikas: Läti mudeli testid programmis *Gretl*

## Lisa 15. Leedu esialgne mudel

OLS, using observations 2006:3-2019:3 (T = 53)  
 Dependent variable: d\_1\_KVHI

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-0.00423070	0.00592847	-0.7136	0.4790	
d_1_SKP	1.21273	0.125302	9.679	<0.0001	***
d_INT	0.0314673	0.0175243	1.796	0.0790	*
d_1_POP	1.12670	1.49406	0.7541	0.4545	
d_1_PALK	0.136800	0.0870186	1.572	0.1226	
d_d_TM	-0.00251196	0.00438079	-0.5734	0.5691	
Mean dependent var	0.000351	S.D. dependent var		0.043884	
Sum squared resid	0.015714	S.E. of regression		0.018285	
R-squared	0.843076	Adjusted R-squared		0.826382	
F(5, 47)	50.50172	P-value(F)		9.10e-18	
Log-likelihood	140.0683	Akaike criterion		-268.1366	
Schwarz criterion	-256.3148	Hannan-Quinn		-263.5905	
rho	0.029125	Durbin-Watson		1.933245	

Allikas: Leedu esialgne mudel programmis *Gretl*

## Lisa 16. Leedu lõplik mudel

OLS, using observations 2006:2-2019:3 (T = 54)

Dependent variable: d\_1\_KVHI

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-0.0113722	0.00284891	-3.992	0.0002	***
d_1_SKP	1.29848	0.0989604	13.12	<0.0001	***
d_1_PALK	0.189273	0.0700163	2.703	0.0093	***
Mean dependent var	0.000107	S.D. dependent var		0.043504	
Sum squared resid	0.019419	S.E. of regression		0.019513	
R-squared	0.806409	Adjusted R-squared		0.798818	
F(2, 51)	106.2213	P-value(F)		6.54e-19	
Log-likelihood	137.5005	Akaike criterion		-269.0009	
Schwarz criterion	-263.0340	Hannan-Quinn		-266.6997	
rho	0.019108	Durbin-Watson		1.840011	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 3.99344

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(5) > 3.99344) = 0.550361$

LM test for autocorrelation up to order 4 -

Null hypothesis: no autocorrelation

Test statistic: LMF = 0.308169

with p-value =  $P(F(4, 47) > 0.308169) = 0.871077$

RESET test for specification -

Null hypothesis: specification is adequate

Test statistic:  $F(2, 49) = 0.339748$

with p-value =  $P(F(2, 49) > 0.339748) = 0.713613$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic:  $\text{Chi-square}(2) = 4.58952$

with p-value = 0.100786

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

d\_1\_SKP 1.073

d\_1\_PALK 1.073

Allikas: Leedu mudeli testid programmis *Gretl*

## Lisa 17. Lihtlitsents

### **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina Kerli Kahk

1. annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Kinnisvarahindu mõjutavad tegurid Balti riikides”, mille juhendaja on Signe Rosenberg,
  - 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh TalTechi raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks TalTechi veebikeskkonna kaudu, sealhulgas TalTechi raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

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