

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Vahur Tambaum

**HOONESTAMATA MAA HINDAMINE VÄÄRTUST
MÕJUTAVATE TEGURITE PÕHJAL**

Magistritöö

Õppekava TARM, peeriala ärirahandus

Juhendaja: Ako Sauga, PhD

Tallinn 2019

Deklareerin, et olen koostanud töö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 8627 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Autor: Vahur Tambaum

.....

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 163281TARM

Üliõpilase e-posti aadress: vahur.tambaum@gmail.com

Juhendaja: Ako Sauga, PhD

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. VARA HINDAMISE TEOREETILINE KÄSITLUS	7
1.1. Väärtuse ja hindamise mõisted, meetodid, standardid ja ajalugu	7
1.2. Varasemate tööde tulemused ja statistilised lähenemised	15
2. ANDMED JA METOODIKA	20
2.1. Andmed	20
2.2. Metoodika	27
3. ANALÜÜS JA JÄRELDUSED.....	31
3.1. Analüüs	31
3.2. Järeldused.....	37
KOKKUVÕTE	42
SUMMARY	45
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU.....	49
LISAD	51
Lisa 1. Lin-lin hoonestamata maa mudel	51
Lisa 2. Log-lin hoonestamata maa mudel	53
Lisa 3. Lin-lin Tartu linna korterite mudel.....	55
Lisa 4. Log-lin Tartu linna korterite mudel	56

LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärk on luua statistiline mudel, mille põhjal on võimalik arvutada kõigile Eesti katastriüksustele maa väärtused, kasutades selleks ainult väärtust mõjutavate tegurite andmeid ning hoonestamata maa hinnaindeksit. Selleks luuakse hedooniline regressioonmudel, mis täidab püstitatud eesmärgi. Hedooniline regressioonanalüüs on levinuim statistiline meetod kinnisvara hindamise teostamiseks. Mudeliga arvatud väärtuseid on võimalik kasutada maade korralise hindamise läbiviimiseks, mis on aluseks maamaksu määramisel.

Kuna kinnisvara tehingute andmebaas on varasematel aastatel olnud tudengitele ja teaduritele ligipääsmatu, siis on käesoleval kujul maade analüüsimine Eestis ainulaadne, esimest korda luuakse kinnisvaratehingute põhjal statistiline mudel, millega saab katastriüksuse täpsusega hinnata ära terve Eesti.

Võttesõnad: korraline hindamine, hedooniline regressioonanalüüs, hoonestamata maa väärtus

SISSEJUHATUS

Eestis kehtib maamaks, mida arvutatakse maa maksustamise hindade põhjal. Maa maksustamise hind on maa väärtuse näitaja. Maa väärtus leitakse hoonestamata maade hindamise tulemusena. Selleks, et maamaks oleks arvutatud õiglastel alustel, on vaja hinnata maa võimalikult turuväärtuse lähedale. Kuna turuväärtus on pidevas muutumises, siis viiakse maa maksustamise hindade uuendamiseks läbi korralisi hindamisi, mis hõlmavad tervet Eestit. Eelmine korraline hindamine toimus aastal 2001. See tähendab, et hetkel toimub maa maksustamine vananenud andmete põhjal ja on tõenäoline, et lähiajal viiakse läbi uus korraline hindamine. Eelmine korraline hindamine oli ressursimahukas – kasutati 40 kutselise hindaja abi ning hindamisprotsess oli manuaalne. Aastal 2019 on hindamist võimalik läbi viia oluliselt väiksemate kuludega ning kasutada selleks täpsemaid ja automaatsemaid meetodeid, rohkem arvuti abi. Käesoleva töö autor üritab leida lahenduse, kuidas hinnata hoonestamata maid võrreldes eelmise hindamisega efektiivsemalt ja täpsemalt.

Töö eesmärgiks on luua statistiline mudel, mille põhjal on võimalik arvutada kõigile Eesti katastriüksustele maa väärtused, kasutades selleks ainult väärtust mõjutavate tegurite andmeid ning hoonestamata maa hinnaindeksit. Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgnevad uurimisküsimused:

- Milliseid meetodeid kasutatakse maade masshindamiseks mujal maailmas?
- Millised andmed on Eesti analüüsiks kättesaadavad ja kuidas neid kasutada?
- Kas ja kuidas rakendada teist liiki kinnisvaratehinguid hoonestamata maade analüüsi?

Töö autori panus seisneb selles, et esimest korda luuakse kinnisvaratehingute põhjal statistiline mudel, millega saab katastriüksuse täpsusega hinnata ära terve Eesti.

Töös kasutatav peamine uurimismeetod on hedooniline regressioonanalüüs. Analüüsis kasutatakse lisaks lineaarsele andmekujule ka logaritmitud andmeid. Andmed jagunevad kaheks: sõltuv muutuja Hind tuleb 2011-2017 kinnisvara tehinguandmetest ja sõltumatuteks muutujateks on peamiselt kaugused erinevatest POI'dest (*point of interest*), mis on mõõdetud geoinformaatikute poolt, aga ka sotsiaalmajanduslikke näitajaid (piirkondlik SKP, piirkondlik töötuse määr, rahvastikutihedus, piirkondlik kõrghariduse osakaal), mis on saadud Statistikaameti andmebaasist. Perioodi valimisel on arvestatud sellega, et sinna sisse ei jääks väga suuri turu

kõikumisi (kriisid ja buumid), kus hinnatase muutub lühikese aja jooksul väga palju ja paljud tehingud võivad turuväärtusest väga palju erineda. Kinnisvara tehinguandmetest filtreeritakse esmalt välja mitte-vabaturutehingud. Puhastatud hoonestamata maa tehinguid on uuritava perioodil üle 40 000, mis tähendab, et valim on igati esinduslik.

Esimeses peatükis antakse ülevaade väärtuse ja hindamise tähtsamatest mõistetest, standarditest ja ajaloost ning varasemate teadustööde tulemustest. Teises peatükis tutvustatakse töös kasutatavaid andmeid ning kirjeldatakse põhjalikumalt, kuidas on loodud analüüsi jaoks asukoha tegur ning kuidas kasutatakse lisaks hoonestamata maa tehingutele ka korteritehinguid. Kolmandas peatükis kirjeldatakse regressioonanalüüside tulemusi, võrreldakse veanäitajate abil erinevate mudelite ennustusvõimekust ning tehakse mudeliga arvutatud väärtuste järgi koostatud kaartide põhjal järeldused töö edukusest.

Töö koostamisel aitasid autorit algandmete leidmisel Maa-ameti geoinformaatikud Kristin Tamberg ja Hanno Kuus. Kinnisvaraspetsiifiliste küsimustega sai autor vajadusel pöörduda Maa-ameti kinnisvara hindamise osakonna spetsialistide poole, kellest olid abiks Ülleke Eerik, Andres Juss ja Johannes Nõupuu.

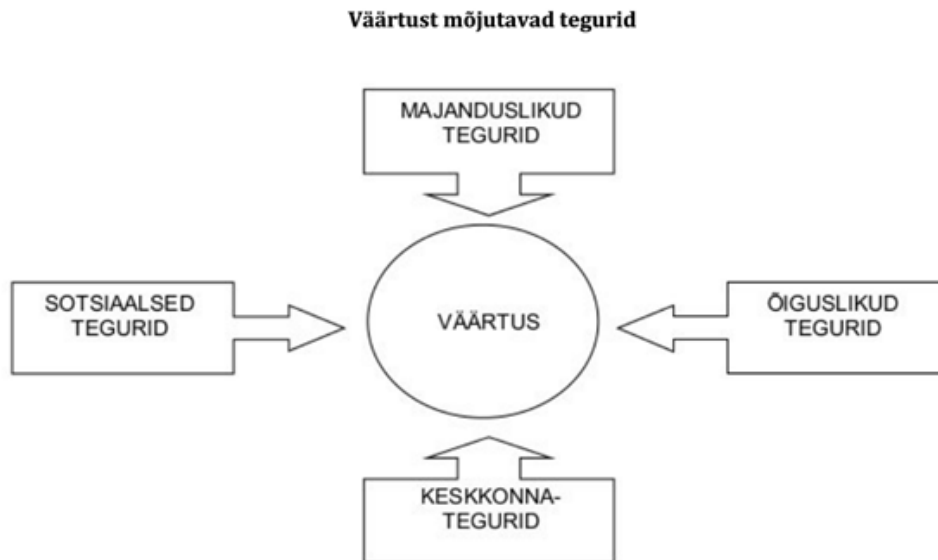
1. VARA HINDAMISE TEOREETILINE KÄSITLUS

1.1. Väärtuse ja hindamise mõisted, meetodid, standardid ja ajalugu

Vara, sealhulgas kinnisvara, hindamispõhimõtted on maailmas ühesugused. Nende kirjeldamiseks on loodud standardid. Eestis on vara hindamise standardid koondatud standardisarja EVS-875 alla. See tugineb Rahvusvahelise Hindamisstandardite Komitee (IVSC) koostatud rahvusvaheliste varahindamise standarditele (IVS) ja Euroopa Hindajate Organisatsioonide Grupi (TEGoVA) koostatud Euroopa varahindamise standarditele (EVS). Lisaks tunnustab EVS-875 ka Ühendkuningriigi organisatsiooni *Royal Institution of Chartered Surveyors* (RICS) põhimõtteid. Varasemate teadustööde läbitöötamisel tõusis esile veel üks organisatsioon, mida tööde autorid tihti mainisid ja tsiteerisid - Rahvusvaheline hindajate ühendus (IAAO). EVS-875 (edaspidi EVS) käsitleb varade eri liike, kuid keskendub kõige põhjalikumalt kinnisvarale.

Vara hindamise eesmärgiks on leida selle väärtus. Väärtus (*value*), hind (*price*) ja maksumus (*cost*) ei ole samaväärsed terminid. Väärtus on hinnang, mis antakse vara kasulikkusele (*utility*). Hind on vara suhteline väärtus, mille konkreetne ostja ja/või müüja on teatud tingimustes sellele andnud ja see ei pruugi võrrelda vara väärtusega. Maksumus on ettevõtlusega seotud termin: ostja on omandanud vara, mida tal on vaja tootmiseks või teenuse osutamiseks ning selle vara eest tasutud hind muutub ostja jaoks maksumuseks. Vara väärtus on ajas muutuv suurus ja seda muudavad väärtust mõjutavad tegurid, millel võib olla vara väärtusele positiivne või negatiivne mõju. (IVS 2017)

Joonisel 1 on toodud neli klassi, millesse EVS väärtust mõjutavad tegurid jaotab.



Joonis 1. Väärtust mõjutavad tegurid. (EVS)

Nendest klassidest on käesolevas töös enim kasutatud keskkonnategureid, milleks antud juhul on kaugused erinevatest POI'dest (*point of interest*). Õiguslikeks teguriteks on käesolevas töös detailplaneering, ehitusõigus ja ehituskeeld. Sotsiaalseteks teguriteks on rahvastikutihedus ja kõrghariduse osakaal. Majanduslikest teguritest kasutatakse piirkondlikku SKP'd ja töötusemäära, samuti kuulub sinna klassi kinnisvara hinnaindeksi kasutamine.

Kuna kinnisvara, eriti maa, on vara, mida tavaliselt ei saa ühest asukohast teise liigutada, siis on see võrreldes teiste varadega rohkem mõjutatud eelnimetatud väärtust mõjutavate tegurite poolt. (EVS) Näiteks auto väärtust ei mõjuta see, kui kvaliteetse tee peal see parasjagu asub, sest sellega on sealt lihtne ära sõita. Samas kinnisvara väärtust mõjutab see, kui kvaliteetsed teed seda ümbritsevad ja läbivad, sest kinnisvara üldjuhul ei liigutata.

Väärtust saab liigitada ka hindamise eesmärkide kaudu. Hindamise eesmärgid liigitatakse viieks: (EVS)

- laenamine (kasutatakse turuväärtust);
- finantsaruandlus (kasutatakse õiglast väärtust);
- hüvitamine (kasutatakse hüvitusväärtust);
- tehingute nõustamine (kasutatakse turuväärtust/investeeringuväärtust/harilikku väärtust);
- maksustamine (kasutatakse maksustamisväärtust).

Järgnevalt on esitatud töö autori tõlgendused eri liiki väärtuste definitsioonidest.

- Turuväärtus (*market value*) tähendab hinnangulist summat, mille eest on võimalik kindlal ajahetkel ja kindlal turul vara müüa ja osta.
- Õiglane väärtus (*fair value*) tähendab hinnangulist summat, mille eest on võimalik vara müüa ja osta täielikes vabaturutehingu tingimustes. Kasutatakse eelkõige raamatupidamises ja arvestatakse ka sellega, millist kasu annab vara ettevõtjale tootmisprotsessis.
- Hüvitusväärtus (*compensation*) on üldmõiste, mis on seotud kahjude hüvitamisega.
- Investeeringuväärtus (*investment value*) tähendab väärtust, mida vara omab konkreetse investori jaoks, see ei ole turuga seotud.
- Harilik väärtus tähendab vara keskmist müügihinda kohalikul turul ehk kohalikku turuväärtust.

Käesoleva töö teema on seotud eelkõige maksustamisväärtusega. Rahvusvaheliselt maksustamisväärtust ei defineerita, sest eri riikides kasutatakse maksustamisel väga erinevaid aluseid. Eestis tähendab maksustamisväärtus maksustamishinda, mille arvutab kohalik omavalitsus maa korralise hindamise tulemuste põhjal. Maa hindamise seadusest selgub, et maksustamisväärtust kasutatakse lisaks maa maksustamisele ka erastamisel ja maareformi käigus maakorralduse läbiviimisel. (Maa hindamise seadus)

Maa hindamise seaduse järgi jaguneb maa hindamine korraliseks, erakorraliseks ja õigusvastaselt võõrandatud maa hindamiseks. (Maa hindamise seadus) Käesoleva töö teema on seotud korralise hindamisega. "Korraline hindamine on maksustamise eesmärgil perioodiliselt läbiviidav hindamine, mille tulemusena leitakse maa väärtus tsoonide ja sihtotstarvete või kõlvikute kaupa." (Maa hindamise seadus) Kuna tänapäeval kasutatakse masshindamiste läbiviimisel CAMA (*Computer Assisted Mass Appraisal*), mis teeb võimalikuks suure hulga hinnangute andmist katastripõhiselt, siis tsoonipõhist lähenemist käesolevas töös ei rakendata. Käesoleva töö alapeatükis 1.2 (Varasemate tööde tulemused ja statistilised lähenemised) on välja toodud näited, kus üleminekul tsoonipõhiselt lähenemiselt katastripõhisele lähenemisele paranesid hinnangute veanäitajad tunduvalt.

Kinnisvara hindamise kolm üldtunnustatud põhimeetodit on: (Kontrimas, Verikas 2011)

- tulumeetod (*income approach*);
- kulumeetod (*cost approach*);
- võrdlusmeetod (*sales comparison approach*).

Tulumetodi puhul hinnatakse vara väärtust, arvutades oodatava tulu nüüdisväärtus. Tulupõhised käsitlused on tulu kapitaliseerimine ja diskonteeritud rahavoo analüüs. Tulumetodit rakendatakse tulutootva (äripinnad, renditavad pinnad) kinnisvara hindamiseks. Väärtuse määrab tulu tootmise võime ja meetod eeldab, et seda on võimalik prognoosida. Sellist tüüpi kinnisvara on näiteks restoran, kauplus, hotell, tootmishoone, büroohoone ja üürielamu. (Schulz 2003)

Kulumetodi puhul hinnatakse varade loomise igal etapil tehtud kulusid. Kulumetodit rakendatakse näiteks kindlustamise ja hüvitamise puhul. Samuti on seda võimalik rakendada maksustamise puhul, kuid tuleb rõhutada, et turuväärtuse hindamine on kulumetodiga alati raske ja see on põhjendatud vaid siis, kui teisi hindamise põhimeetodeid ei ole võimalik rakendada. (Schulz 2003)

Võrdlusmetodi puhul hinnatakse vara väärtust sarnaste varadega toimunud tehingute analüüsimisel. Kui turg on piisavalt aktiivne, siis on see parim meetod, millega turuväärtust hinnata. Oluline on, et turuväärtuseni jõutakse vaid juhul, kui hindamisel aluseks olevad võrdlustehingud on vabaturutehingud. (Schulz 2003) Käesoleva töö analüüsid on pandud suurt rõhku sellele, et tehinguandmetest oleks välja filtreeritud võimalikult suur osa mitte-vabaturutehinguid. Esialgsetes analüüsid ei pööratud sellele piisavalt tähelepanu ja seetõttu puudusid tulemustes ka tugevad seosed näitajate vahel. Andmeanalüütikute seas on sellise nähtuse kohta levinud ütlus: "*garbage in, garbage out*", mis tähendab, et ebakvaliteetsete algandmete põhjal analüüsid ei ole võimalik häid tulemusi saavutada.

"Võrdlusmetodi rakendamise võtete kasutamine eri hindamise eesmärke silmas pidades ei ole piiratud. Kui üksikute varade hindamisel kasutatakse statistilise analüüsi meetodeid eelkõige turu analüüsimiseks, siis niinimetatud masshindamise, mille eesmärk on eelkõige maksustamine, puhul on statistiline analüüs hindamisel tihtipeale kasutatav iseseisva võttena." (EVS) Käesolevas töös kirjeldatakse maa hindamisel kasutatavaid statistilisi meetodeid alapeatükis 1.2 (Varasemate tööde tulemused ja statistilised lähenemised).

Kinnisvara hindamise põhimeetodite puhul on võimalik ka nende kombineerimine. Sellisel juhul saadakse hindamistulemus eri meetoditel saadud tulemuste ühitamise teel. Levinuim võimalus selleks on kaalutud keskmine – kõrgem kaal antakse sellisel meetodil saadud tulemusele, mille täpsusaste on suurem. Maa turuväärtuse hindamisel kasutatakse tavaliselt võrdlusmeetodit. Teisi meetodeid kasutatakse alles siis, kui võrdlusandmeid on liiga vähe või nende kvaliteet pole piisav. (EVS) Eelnevast tulenevalt on valitud käesolevas töös kasutatavaks hindamise põhimeetodiks võrdlev meetod.

Kuna kinnisvara on immobiilne vara liik (vt. käesolevas peatükis kirjeldatud näidet auto ja maa erinevusest), siis on selle hindamisel väga olulisel kohal parima kasutuse printsiip (*highest and*

best use). EVSis on parim kasutus defineeritud järgnevalt: "vara kõige tõenäolisem kasutus, mis on füüsiliselt võimalik, vajalikult põhjendatud, õiguslikult lubatav, finantsmajanduslikult otstarbekas ja mille tulemusena hinnatav vara omandab kõrgeima väärtuse". Kasutus on maa puhul oluline näitaja, sest maa asukohta pole võimalik muuta, küll aga on võimalik muuta maa kasutust. Standardi järgi peab maa hindaja tegema otsuse, kas teha analüüs olemasoleva kasutusotstarbe või parima võimaliku kasutusotstarbe põhjal. Kui hindamise aluseks on maa turuväärtus, siis peaks lähtuma maa parimast kasutusest. Käesoleva töö mudeli põhjal arvutatakse osa väärtusest füüsilistest teguritest ja osa väärtusest katastriüksusele märgitud sihtotstarvete põhjal. Ideaalis peaks katastriüksusele märgitud sihtotstarve kajastama seda kasutust, mis seal päriselt toimub. Et märked oleks võimalikult täpsed, siis käiakse reaalselt kasutust kontrollimas, seda teostatakse Maa-ameti lennuki abil. Mudeliga arvutatud väärtus on lisaks seotud mudeli loomisel kasutatud vabaturu tehinguhindadega. See tähendab, et käesoleva töö mudeli hinnang näitab maa parimat võimalikku kasutust ainult juhul, kui tehingute osapooled kinnisvaraturul on samuti hinnakujundusele sellisel viisil lähenenud. Igale Eesti katastriüksusele parima kasutusotstarbe määramine ei tundu töö autorile kättesaadavate andmete põhjal realistlik. Kasutusotstarbe järgi liigitamine on kõige levinum varade liigitus kinnisvaraturul. Selline liigitus põhineb turusektoritel, mis tähendab, et nendel varadel on erinevalt iseloomustatav nõudlus ja pakkumine. Kinnisvara jaguneb viieks: (EVS)

- eluotstarbeline;
- äriotstarbeline;
- tootmisotstarbeline;
- põllu- ja metsamajanduslik;
- muu.

Nagu eelnevalt mainitud, siis käesolevas töös seotakse kasutusotstarbed katastriüksustele määratud sihtotstarvetega. Katastriüksuse sihtotstarvete liigid on paika pandud seadusega (Katastriüksuse sihtotstarvete liigid ja nende määramise kord). §6 järgi jagunevad need järgnevalt:

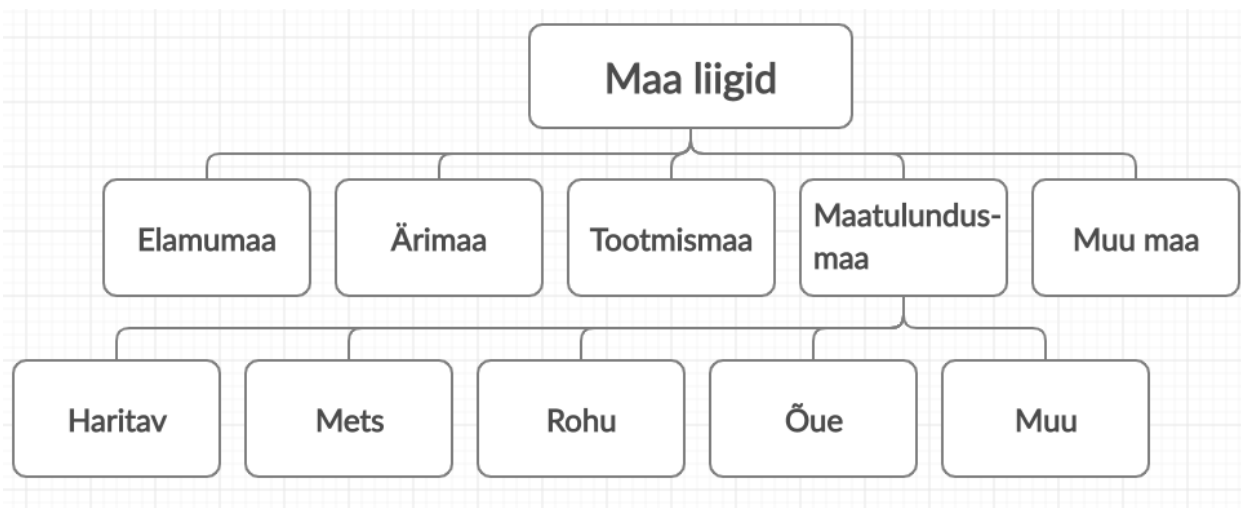
- elamumaa;
- ärimaa;
- tootmismaa;
- veekogude maa;
- transpordimaa;
- jäätmeoidla maa;

- riigikaitsemaa;
- kaitsealune maa;
- maatulundusmaa;
- sihtotstarbeta maa;
- mäetööstusmaa;
- turbatööstusmaa;
- sotsiaalmaa.

Elu-, äri- ja tootmisotstarbelised kasutused on sarnaste terminitega olemas ka sihtotstarvete seas. Põllu- ja metsamajandusliku kasutuse analoog sihtotstarvete seas on maatulundusmaa. Standard lubab kasutusotstarvete puhul vajaduse korral kasutada ka detailsemat jaotust. Konsulteerides Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistidega selgus, et lisaks eeltoodud liigitusele kasutuse järgi, tuleks maa hindamise puhul detailsemalt liigitada põllu- ja metsamajanduslikku kinnisvara (teisisõnu maatulundusmaad). Selle jaoks kasutatakse käesolevas töös kõlvikuid. Maakatastriseadus defineerib kõlviku nii: "ühetaolise majandusliku sihtotstarbe ja/või loodusliku seisundiga katastriüksuse osa, mida ei piiritleta piirimärkidega". Käesoleva töö analüüsisid jaotatakse maatulundusmaa viieks kõlvikuks:

- haritav maa;
- rohumaa;
- metsamaa;
- õuema;
- muu maa.

Joonis 2 näitab kokkuvõtet sellest, milliseks kujuneb käesoleva töö liigitus maa kohta.



Joonis 2. Hoonestamata maa liigitus sihtotstarvete ja kõlvikute kombineerimise põhjal. (autori koostatud)

Nii tehingute arvu, pindala kui ka tehingusumma poolest moodustavad enamiku kinnisvaraturust elamumaa ja maatulundusmaa tehingud (vt. ptk 2.1).

Väärtuse ja hindamise mõistetest paremaks arusaamiseks on järgnevalt toodud lühike ülevaade nende kujunemisest läbi ajaloo.

Kinnisvara väärtuse ajalugu ulatub aegadesse, kui inimkond elas veel hõimudena. Tavapärase oli lähenemine, kus kõrgem koht hierarhias tähendas paremat asukohta elamiseks. Sarnaselt tänapäevale peeti asukohta üheks tähtsaimaks väärtust mõjutavaks teguriks, väärtustati ka pinnase viljakust ja joogivee olemasolu. Keskajal reguleerisid kinnisvaratehinguid valitsev võim ja kirik. Kinnisvaraturul ei lastud areneda koos muu areneva majandusega. Renessansi ajal algasid ametlikud arutelud normatiivse väärtuse teooria loomise üle. Tekkisid erinevad koolkonnad, kellest igapähe oli väärtuse mõõtmise kohta erinev arusaam. Merkantilistid arvasid, et väärtus tekib varale müügihetkel, kui müüja saab oma kauba eest rohkem raha, kui see eelnevalt väärt oli. Neile vastandusid füsiokraadid, kes arvasid, et väärtust ei saa luua ostu-müügi tehinguga, vaid ainult tootmise kaudu. Füsiokraadid olid esimesed, kes nägid väärtuse ainukese algallikana tööjõudu. Klassikalise majandusteaduse esindajad, kellest tuntuimad on Adam Smith, Thomas Malthus ja David Ricardo, seletasid, kuidas tootmine, hind ja kaupade jaotus on majanduses omavahel seotud. Tol ajal ei peetud maad eriti tähtsaks tootmise komponendiks, esikohale seati tööjõud. (Vandell 2007)

Adam Smith töötas välja väärtuse teoorias olulisel kohal asuva liigituse: kasutusväärtus (*value-in-use*) ja turuväärtus (*value-in-exchange*). Kasutusväärtus näitab kasulikkust, mida saadakse vara kasutamisest. Turuväärtus näitab kasulikkust, mida saadakse vara müügist. Näiteks

joogivesi on enamikes maailma piirkondades vabalt kättesaadav ja odav ressurss. Seetõttu on joogiveel väike turuväärtus. Küll aga on sellel suur kasutusväärtus, sest sellega saab kustutada janu ja see on elus püsimiseks hädavajalik. Briljandid on haruldased, seetõttu on neil suur turuväärtus. Samas on nende kasutusväärtus võrreldes joogiveega väga väike. Adam Smith tõi välja ka selle, et hind ei pruugi alati näidata turuväärtust (vt. käesolevas peatükis kirjeldatud erinevusi hinna ja turuväärtuse mõistetes). Turuväärtust pidas ta vara naturaalseks väärtuseks. Adam Smith väitis, et vara väärtus põhineb selle tootmise kulule. Seda võib seostada eelpool kirjeldatud hindamise kulumeetodiga. Maa puhul arvas ta selleks olevat maa rendi. Maa rentniku vaatepunktist on see tõepoolest kulu, kuid Thomas Malthus vaatas sama olukorda maa omaniku vaatepunktist, mis muudab väärtuse allika kulust tuluks. Malthuse lähenemist võib seostada eelpool kirjeldatud hindamise tulumeetodiga. Tulud ja kulud sidus ühte teooriasse David Ricardo. Malthuse ja Ricardo teooriate põhjal pani Johann Heinrich von Thünen aluse ruumilise majanduse harule ning parima kasutuse teooriale (vt. käesolevas peatükis kirjeldatud parima kasutuse printsiipi). (Vandell 2007)

Mõte maamaksust kerkis esile esimest korda aastal 1848 ilmunud John Stuart Milli teoses "*Principles of Political Economy*". Mill tutvustas seal terminit "välja teenimata juurdekasv", mis tähendas olukorda, kus maa väärtus kasvab ilma, et maaomanik selle jaoks ise mingeid kulutusi teeks. Mill arvas, et sellist juurdekasvu tuleks maksustada. Tema mõtteid propageeris Henry George oma 1879. aastal ilmunud teoses "*The Remedy*". George'i mõtteid kasutatakse veel tänapäevalgi mõningates kinnisvara maksusüsteemides, näiteks Austraalias ja teatud USA linnades. (Vandell 2007)

19. sajandi teises pooles loodi Austria majanduskool (*Austrian School of Economics*), mille tähtsaimad liikmed olid Carl Menger, Friedrich von Wieser ja Eugen Böhm von Bawerk. Nemad käsitlesid väärtust kui summat erinevatest komponentidest (*Theory of imputation*) ning töötasid välja hindamise tulumeetodi. 20. sajandi alguses tekkis neoklassikaline kool, kus seoti klassikalise majandusteaduse teooriad Austria kooli arusaamadega. Neoklassikalise kooli kõige tuntum liige oli Alfred Marshall, kes arendas täielikult välja nõudluse ja pakkumise mõisted. Sellega oli väärtuse teoorias saavutatud turu tasakaal (*equilibrium*). Samal ajal sai alguse ka kinnisvaraäri, kui eraldi haru. Loodi organisatsioon (vt. käesoleva peatüki algust), mis panid paika standardeid ja tegelesid hindamise õpetamisega. Akadeemikute seas hakati väärtuse teooria uurimise asemel tegelema hindamise teooriaga. Maamajanduse puhul peetakse moodsa lähenemise isaks Richard Theodore Ely't, kes rõhutas seda, et maa puhul on lisaks erakasule oluline ka ühiskonnakasutamine ning seetõttu tuleb kaasata avalik sektor maaga seotud tegevustesse. Tänapäevasele kinnisvara hindamisele panustas enim Arthur John Mertzke, kes sidus varasemad

akadeemikute teooriad hindamise praktikaga. Ta rõhutas seda, et kinnisvara hindamise kolm põhimeetodit on võrdväärselt olulised. (Vandell 2007)

1.2. Varasemate tööde tulemused ja statistilised lähenemised

Kui seadused ja standardid katavad ära vara hindamisega seotud mõisted ja teooriad, siis statistiliste meetodite kohta on nendes infot vähe. Käesolevas peatükis selgitatakse varasemate teadustööde põhjal, milliseid statistilisi meetodeid on üleüldse võimalik ja milliseid on mõistlik Eesti korralise hindamise läbiviimiseks kasutada. Selle käigus antakse ülevaade varasemate teadustööde tulemustest. Kuna enamikes riikides maksustatakse nii maad kui sellel olevaid rajatisi (Bird, Slack 2005), siis võib see olla üks põhjuseid, miks enamik masshindamisteemalisi teadustöid uurib just hoonestatud maade hindamist. Kuna masshindamise põhimõtted on hoonestamata ja hoonestatud maadel sarnased (mõlemal juhul on väärtuse kujundajateks asukoht ning kinnisvara eripära), siis on varasemate tööde tulemuste kirjelduses kasutatud nii hoonestamata kui ka hoonestatud maade põhjal tehtud uuringuid.

Selle sajandi alguses oli Ukraina hoonestamata maa turg veel üpris passiivne. Tehinguid tehti vaid suurtes linnades ning müüjaks oli enamasti riik. Ukraina näitel tõdeti, et riigi osaluse tõttu ei ole võimalik neid tehinguid nimetada vabaturutehinguteks (alati see nii pole). Samas sooviti maad maksustada. Andmete vähesuse tõttu oli kinnisvara hindamise kolme põhimeetodi kasutamise võimalikkus kaheldav. Selleks, et lahendada maksuprobleem, kasutati Ukrainas normatiivseid meetodeid. Maa väärtus määrati küll igale katastriüksusele, kuid selleks kasutati tsoneerimist ning tulemuseks ei olnud turuväärtus. Võimalikud normatiivsed meetodid jagunesid järgnevalt: (Kryvobokov 2004)

- arenenud turgude mudelite pealt mõjude kopeerimine

Näiteks mõnel arenenud turul koostatud mudel näitab, et tegurile "kaugus linnasüdamest" mõjub seos $-100\text{€}/\text{m}^2$ iga kilomeetri kohta ja tegurile "ümbruskonna kriminaalsuse aste" $-200\text{€}/\text{m}^2$ iga 1 kuriteo puhul 1000 elaniku kohta. Sealt saavad kopeerijad järeldada, et nimetatud kuritegevuse mõju on nimetatud linnasüdame mõjust kaks korda suurem ja selle põhjal on võimalik moodustada kaalud. Näiteks, kui hinda mõjutavate tegurite nimekiri koosnebki ainult nimetatud kahest tegurist, siis kriminaalsuse astmele antakse kaal 67% ja linnasüdamele kaal 33%. Kuigi kõik linnad on erinevad, arvab viidatud uuringu autor, et on võimalik luua keskmine mudel, mida saaks kasutada igal pool maailmas.

- korteritehingute kasutamine

Kuna korteriturg oli viidatud uuringu ajaks Ukrainas hästi arenenud, siis toodi ühe võimalusena esile selle kasutamine. Kui kahel identsel korteril, mis paiknevad eri asukohtades, on erinev hind, siis tuleneb see erinevus tavaliselt asukohast. Korteritehingute abil on võimalik leida tõmbekeskused.

- eksperthinnangud

Eksperthinnangu meetod jaguneb omakorda neljaks:

- tingimusliku hindamise meetod (*contingent valuation method*);
- tingimusliku valiku meetod (*contingent choice method*);
- Delphi meetod (*Delphi method*);
- analüütiline hierarhia meetod (*analytic hierarchy process*).

Tingimusliku hindamise meetodi puhul intervjueeritakse tavainimesi ja küsitakse palju nad on nõus teatud koguse kinnisvarale lisanduvate ruutmeetrite eest maksma. Tingimusliku valiku meetod on eelmisele sarnane, kuid erineb selle poolest, et konkreetsete summade küsimise asemel antakse intervjueeritavatele mingid olukorrad ja vastusevariandid ette. Delphi meetod on eelmisele sarnane, kuid sihtgrupp pole mitte tavainimesed, vaid kinnisvaraekspertid. Analüütiline hierarhia meetodi puhul antakse samuti vastajale valikuvariandid ette ning hiljem analüüsitakse vastuste paiknemist järjekorra alusel. (Kryvobokov 2004)

Ukraina uuringust selgub, et küsimustikele põhinevad meetodid võivad olla kallutatud ning printsiip "kehva meetodiga saadud arv on parem, kui üldse mitte mingi arv" ei ole aktsepteeritav lähenemine. Käesolevas töös on eesmärgiks siiski hindamine turuväärtuse põhjal ja eelnev kinnitab, et kinnisvara hindamise põhimeetodid on selle jaoks paremini sobivad. Käesolevas töös kasutatakse eeltoodud uuringu meetoditest ühte: korteritehingute analüüs. Selle põhjendust ja kasutamist mujal maailmas selgitatakse käesoleva peatüki teises pooles. Ukraina uuringus toodi välja ka piirkonnad, kus on arenenud kinnisvaraturud: Põhja-Ameerika ja Lääne-Euroopa. See tähendab, et edaspidi vaadeldavad uuringud on võetud ainult nendest piirkondadest.

Kinnisvara hindamiseks võrdlusmeetodil on viimastel aastakümnetel kasutatud enim kahte statistilist meetodit. Esimene on hedooniline regressioonanalüüs, mis on kõige traditsioonilisem meetod. Sellest moodsam on närvivõrkude meetod (*neural networks*). Hedooniline regressioonanalüüs on küll hindamiseks kõige laialdasemalt kasutatud statistiline meetod (Herath, Maier 2010), kuid enamike statistilisi meetodeid võrdlevate uuringute tulemuste järgi on närvivõrkude meetod täpsem. Närvivõrkude meetodit peavad paremaks Guan et al. 2008; Limsombunchai 2004; Nguyen, Cripps 2001; Amabile, Rosato 1998; McCluskey 1996; Tay, Ho 1992 ja Do, Grudnitski 1992. Siiski leidub ka uuringuid, mille põhjal ei ole närvivõrgud

hedoonilisest mudelist paremad, näiteks Lenk et al. 1997. Worzala et al. 1995 uuringus leiti, et närvivõrkude tulemused ei ole väikeste valimite puhul hedoonilise mudeli tulemustest paremad. Korralise hindamise mastaapsuse tõttu ei ole väikesed valimid sellega tavaliselt niikuinii seotud. Mainitud uuringust kerkib korralise hindamise kontekstis esile hoopis tõsisem probleem. Kui hedoonilise meetodi tulemus on konkreetne mudel, mis ei sõltu tarkvarast ja mille järgi arvutatud hinnad on alati samad, siis närvivõrkude tulemused ei ole järjepidevad. See tähendab, et need sõltuvad näiteks sellest, mis tarkvara parasjagu kasutatakse. Kuna korraline hindamine on aluseks maa maksustamisele, siis peab selle meetodika olema väga põhjendatud ja kõigi suhtes võimalikult õiglane. Käesoleva töö autor leiab, et sellises kontekstis ei saa kasutada meetodit, mille tulemused ei ole järjepidevad. Sellest tulenevalt on käesolevas töös kasutatav statistiline meetod hedooniline regressioonanalüüs.

Hedooniline regressioonanalüüs jaguneb omakorda kolmeks: (Herath, Maier 2010)

- traditsiooniline hedooniline mudel

See on kõige tüüpilisem kinnisvara hindamise meetod. Väärtus on selgitatud kinnisvara enda omaduste kaudu (nt. hoone kvaliteet, pinnase viljakus) ja naabruskonna omaduste kaudu (nt. eluks vajalike asutuste lähedus).

- ruumiline hedooniline mudel

See on GIS (*geographical information system*) meetod. GIS on tarkvara ruumilise info kogumiseks, varundamiseks, töötlemiseks, analüüsimiseks ja visualiseerimiseks. (Lun 2002) Lisaks traditsioonilise meetodi mõjutajatele täiendatakse ruumilise hedoonilise mudelit veel lähiminevikus naabruskonnas tehtud tehingute hindadega. Antud teadustöös lisati mudelisse viimase 6 kuu jooksul tehtud tehingud, mis jäid hinnatavast krundist 3km raadiusesse, sest sellistel tingimustel on seda ka varasemates uuringutes tehtud. Nendele tehingutele antakse kaalud – mida lähemal tehing toimus, seda rohkem see hinnatava kinnisvara hinda mõjutab.

- laiendatud ruumiline hedooniline mudel

See on samuti GIS meetod. Laiendatud variant ruumilisest hedoonilisest mudelist tähendab seda, et kinnisvara omaduste mõju kirjeldav parameeter on omakorda mõjutatud sellest, kus kinnisvara paikneb. Kui eeltoodud meetodite puhul on see konstantne (nt. veetrassi olemasolu lisab krundi ruutmeetrihinnale juurde 0,5€), siis laiendatud mudelis on see funktsioon kinnisvara asukohast (nt. veetrassi olemasolu lisab krundi ruutmeetrihinnale juurde 0,5€, kui krunt asub südalinnas ja 0,7€, kui krunt asub äärelinnas).

Üle-Eestilise mudeli loomisel ruumilist hedoonilist meetodit eeltoodud levinud tingimustel (3km raadius ja 6 kuu ajapiirang) kindlasti teha ei saa, sest Eestis on enamik tehinguid koondunud suurtesse linnadesse ja nende lähedusse. Ruumilise hedoonilise meetodi kasutust võiks katsetada linnades. Selleks on vaja kompetentsi GIS tööriistade kasutamises, millega Maa-ametis, kus viiakse läbi maade korralist hindamist, tegelevad geoinformaatikud. Käesolevas töös kasutatav statistiline meetod on traditsiooniline hedooniline mudel. Tegelikult on ka selle mudeli loomiseks kasutatud natuke GISi tuge. GISi abil mõõdeti käesoleva töö keskkonnategurid (vt. peatükis 1.1 kirjeldatud väärtust mõjutavate tegurite liigitust).

Enamik teadlasi tunnistab hedoonilise regressiooni leiutajana Andrew Courti, kes rakendas seda esimest korda 1939. aastal. Esimese mudeliga hinnati hobujõudude, pidurdusvõime, klaaside suuruse, istme laiuse ja rehvi suuruse mõju auto hinnale. Massidesse levis hedooniline regressioonanalüüs alles 1960. aastatel, kui seda arendas ja propageeris Zvi Griliches. (Goodman 1998)

1996. aastal loodi Kanadas Alberta provintsis Calgarys kinnisvara masshindamise töögrupp, mis võttis pilootprojektiks ühe konkreetse asula, Airdrie linna. Probleemi püstitus sarnanes Eesti olukorrale, neil olid küll olemas varasema korralise hindamise tulemused, aga otsiti võimalusi masshindamist efektiivsemalt läbi viia. Eesmärk oli kasutusele võtta CAMA ja GIS. Kulumeetod asendati võrdlusmeetodiga, kasutama hakati hedoonilist regressioonmudelit ja tulemustega oldi äärmiselt rahul. Ka varasema hindamise tulemused olid aktsepteeritavad, aga hedoonilise regressioonmudeli tulemused olid reaalsusele palju lähemal. Pärast modelleerimise lõppu saadeti analüüsitulemused kõigile Airdrie linna kinnisvaraomanikele, kellest vähem kui 1% vastasid hindajatele kaebusega. (Dalgiesh, Buchart 1998) Ka käesolevas töös kasutatakse korralise hindamise jaoks asulasisese analüüsi väljatöötamiseks pilootprojekti, selleks valis töö autor Tartu linna. Seal on statistilise analüüsi jaoks piisavalt tehinguid ning samal ajal on see tõenäoliselt näiteks Tallinnast ja Pärnust lihtsamini analüüsitav, sest ei piirne merega ja on seetõttu oma kujult kompaktsem.

Samal aastal, kui loodi Alberta provintsi kinnisvara masshindamise töögrupp, sai ka Ontario provintsi rahandusministeeriumi kinnisvara hindamise osakond ülesandeks umbes 1,5 aastaga luua hinnangud provintsi 4,1 miljonile katastriüksusele (võrdluseks – Eesti korralise hindamise raames on need vaja luua umbes 700 000 katastrile). Valitsus koostas plaani masshindamiste pidevaks uuendamiseks iga 1-2 aasta järel. Hindamise tulemusi plaaniti kasutada maksude arvutamiseks ning õigluse huvides nõuti, et kõik hinnangud oleksid koostatud samal ajahetkel. See tähendas, et senist masshindamise metoodikat tuli muuta efektiivsemaks ning minna

kulumeetodilt üle võrdlusmeetodi kasutamisele. Kasutama hakati hedoonilist regressioonanalüüsi. (Guerin 2000)

Kui mujal kasutati ainult hoonestamata maa tehinguid, siis linnades kasutati lisaks ka korterite ja äriruumide tehinguid. Nende kasutamist põhjendati sellega, et linnas toimub väga vähe hoonestamata maade tehinguid. Uuringus on ära märgitud, et sellistes kohtades teist tüüpi kinnisvara tehingute kasutamine on hindajate seas aktsepteeritud tegutsemisviis. Küll aga rõhutatakse, et samas asukohas üheaegselt hoonestatud ja hoonestamata maade kasutamine on keeruline ja võib hindamise tulemused ära rikkuda. Kortrite ja äriruumide tehingud teisendati eraldiseisva analüüsi abil hoonestamata maa hindadeks. (Guerin 2000)

Tartu näitel võib öelda, et Eesti linnades on sarnane probleem – hoonestamata maa tehinguid on väga vähe. Selleks kasutatakse käesolevas töös samuti linnasiseselt korteritehinguid. Kinnisvara hindamisel halduspiiride kasutamine ei ole hea praktika, kuid see on parem variant, kui korteritehingute kasutamata jätmine.

2. ANDMED JA METOODIKA

2.1. Andmed

Käesolevas töös kasutatavad andmed jagunevad kaheks: tehinguandmed ja geoinformaatilised andmed.

Tehinguandmed pärinevad Eesti kinnisvara tehingute andmebaasist. See sisaldab kõiki Eestis teostatavaid notariaalselt tõestatud kinnisvaratehinguid. Tehingute andmebaas on moodustatud Maa korralise ja erakorralise hindamise läbiviimiseks ning maa väärtust kajastavate andmete töötlemiseks. (Maakatastriseadus) Andmebaasi haldab Maa-amet. Tehingute andmebaasi laekuvad tehingute õiendid alates 1996. aastast, kuid täielikuks võib neid pidada alates 2003. aasta kolmandast kvartalist.

Geoinformaatilised algandmed on vastavalt töö autori soovidele kokku pannud Maa-ameti geoinformaatikud. Erinevate kauguste mõõtmiseks kasutati tarkvara ArcGIS.

Mudeli loomiseks kasutatavad algandmed on paneelandmed, sisaldades nii geograafilisi erinevusi (terve Eesti, katastripõhine lähenemine) kui ka ajalisi erinevusi (2011-2017). Kuna mudelit ei rakendata samale perioodile, millel see luuakse, siis ei pea töö autor vajalikuks lisada mudeli sõltumatute muutujate sekka ajalisi tegureid. Siiski, kuna aeg on üks hinna mõjutajatest, siis teisendatakse kõik analüüsitavaid tehinguhinnad 2017. aasta tasemele. See tähendab, et analüüs teostatakse ristandmete põhjal. Hindade ühele ajaperioodile teisendamiseks kasutatakse hoonestamata maa hinnaindeksit. Hoonestamata maa hinnaindeks on üks osa Eesti kinnisvara hinnaindeksist, mida Maa-amet arvutab alates 2003. aasta kolmandast kvartalist. Indeksit arvutatakse kvartaalselt ning tulemused on nähtavad Maa-ameti koostatud turuülevaadetes kinnisvara kohta. Kuna mudelis kasutatavad sõltumatud muutujad on ajas pigem vähesel määral muutuvad, siis on hiljem võimalik ligikaudsed tulemused saada kätte pelgalt mudeli hindu hoonestamata maa hinnaindeksiga korrigeerides. Kõige täpsemate tulemuste saamiseks tuleks siiski kõiki mudeli tegureid pidevalt uuendada.

Käesoleva töö teoreetilises osas selgus, et maade korralise hindamise mudel tuleks luua sellise ajavahemiku põhjal, kus kinnisvaraturg ei teeks väga suuri liikumisi. Sellest tulenevalt soovitasid

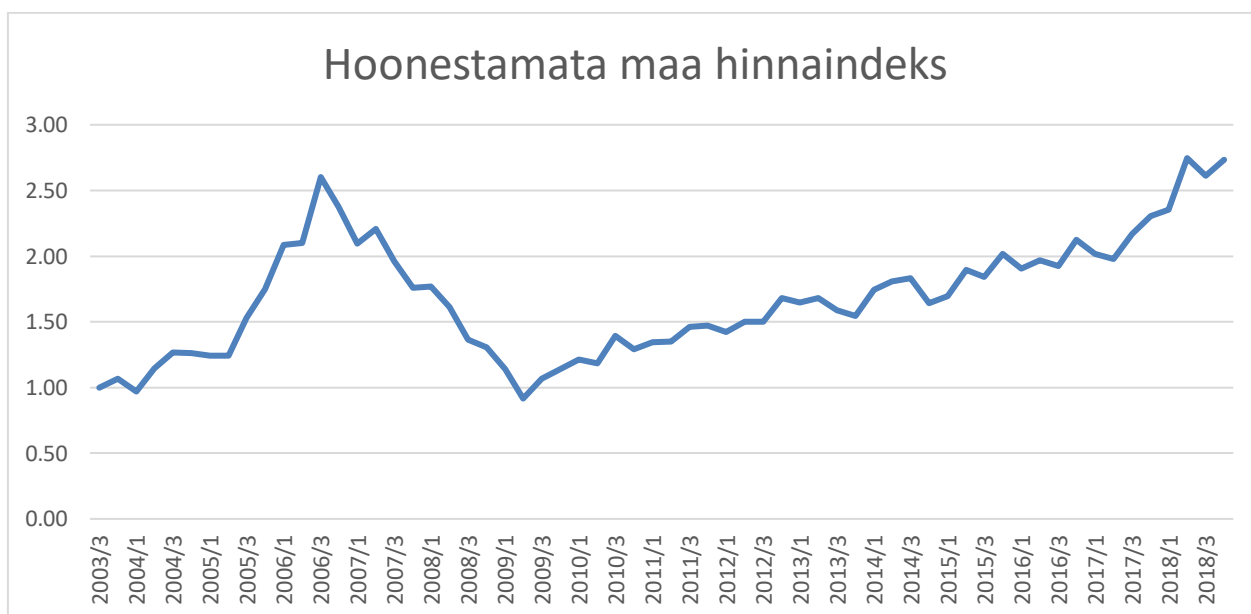
Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistid kasutada mudeli loomiseks ajavahemikku 2011-2017. Järgnevalt kontrollitakse, kas see ajavahemik on suuremate turu kõikumisteta.

Tabel 1. 2003-2018 hoonestamata maade tehingud

	Arv (tk)	Pindala (m ²)	Tehingusumma (€)	Arv (%)	Pindala (%)	Tehingusumma (%)
Elamumaa	39 912	129 251 856	1 429 293 321	23%	1%	27%
Maatulundusmaa	118 608	12 447 879 926	2 932 436 954	69%	98%	55%
Muud (v.a Sega)	13 613	112 394 727	949 500 601	8%	1%	18%
Kokku	172 133	12 689 526 509	5 311 230 876	100%	100%	100%

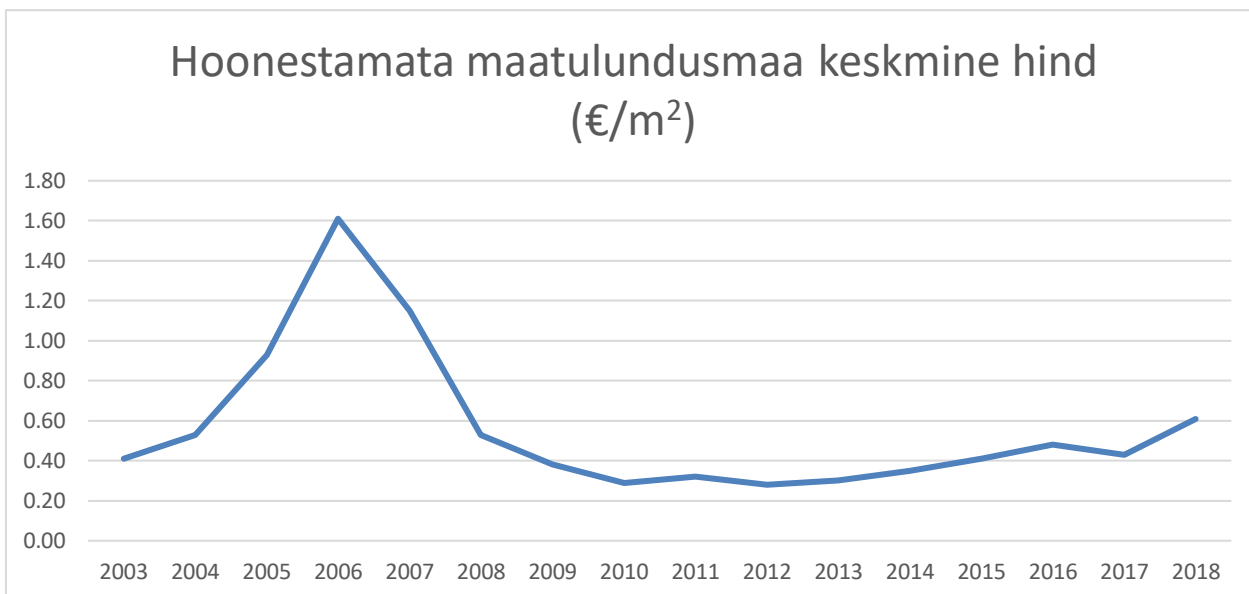
(autori koostatud Maa-ameti kinnisvara hinnastatistika põhjal)

Hoonestamata maa turu liikumise hindamiseks vaadatakse hoonestamata maa hinnaindeksit. Selleks, et välistada võimalus, et suuremad indeksi mõjutajad vastassuunalisi liikumisi teevad, vaadatakse eraldi veel elamumaa ning maatulundusmaa keskmiste hindade muutumisi. Tabeli 1 järgi moodustavad need nii tehingute arvu, pindala kui ka tehingusumma poolest enamiku kinnisvaraturust.



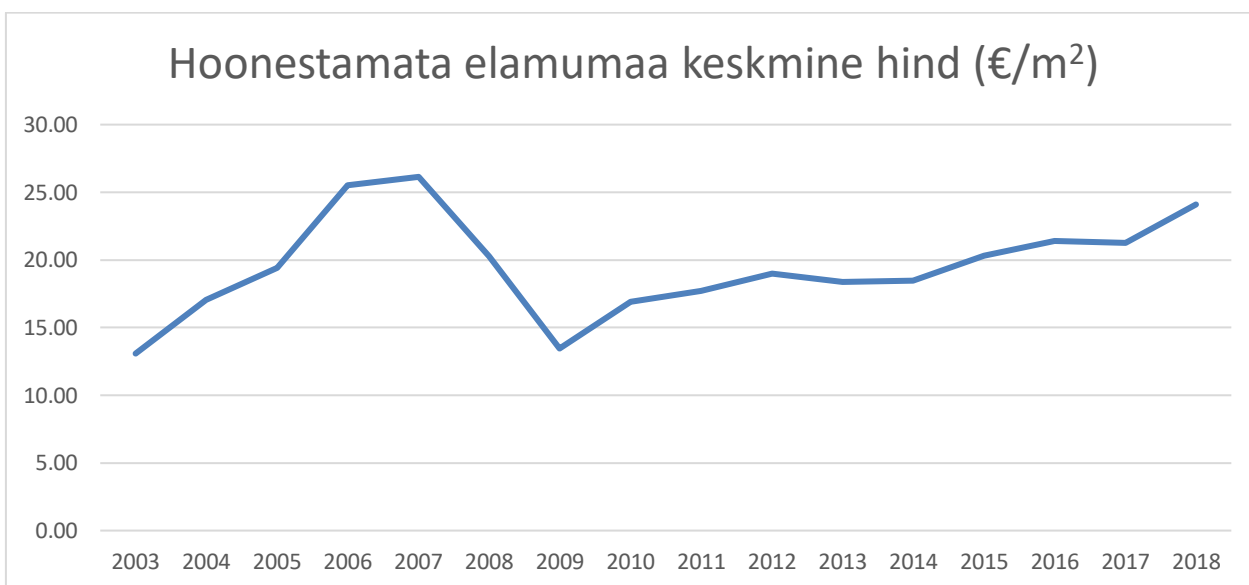
Joonis 3. Hoonestamata maa hinnaindeks 2003-2018. (autori koostatud Maa-ameti kinnisvara turuülevaate põhjal)

Jooniselt 3 on näha, et hoonestamata maa hinnaindeks on teinud suurema tõusu aastatel 2005-2006 ja suurema languse aastatel 2006-2009. Samuti on toimunud järsem tõus 2018 esimeses kvartalis. Aastatel 2010-2017 väga suuri kõikumisi pole olnud, trend on olnud stabiilselt kasvav.



Joonis 4. Hoonestamata maatulundusmaa keskmine hind (€/m²) 2003-2018. (autori koostatud Maa-ameti kinnisvara hinnastatistika põhjal)

Jooniselt 4 on näha, et hoonestamata maatulundusmaa keskmine ruutmeetrihind on olnud pärast kriisi stabiilses tõusutrendis.



Joonis 5. Hoonestamata elamumaa keskmine hind (€/m²) 2003-2018. (autori koostatud Maa-ameti kinnisvara hinnastatistika põhjal)

Jooniselt 5 on näha, et ka hoonestamata elamumaa keskmine ruutmeetrihind on olnud pärast kriisi stabiilses tõusutrendis.

Eelnevast lähtuvalt on saadud kinnitus, et 2011-2017 ajavahemik sobib käesoleva töö analüüsitavaks perioodiks.

Piirkondlike hinnaerinevuste näitamiseks on järgnevalt koostatud tabel, kus on 2011-2017 maakondade keskmised ruutmeetrihinnad elamumaa ja maatulundusmaa lõikes.

Tabel 2. Hoonestamata maa 2011-2017 keskmised hinnad maakonniti.

Maakond	Elamumaa (€/m ²)	Maatulundusmaa (€/m ²)
Harju maakond	21,66	0,39
Tartu maakond	8,68	0,28
Pärnu maakond	5,44	0,19
Ida-Viru maakond	4,84	0,20
Rapla maakond	2,61	0,20
Lääne-Viru maakond	2,19	0,21
Viljandi maakond	1,77	0,21
Lääne maakond	1,50	0,16
Jõgeva maakond	1,27	0,21
Saare maakond	1,27	0,19
Võru maakond	1,20	0,25
Hiiu maakond	1,01	0,18
Järva maakond	0,94	0,18
Põlva maakond	0,76	0,22
Valga maakond	0,75	0,22

(autori koostatud Statistikaameti andmete põhjal)

Tabelist 2 on näha, et Harjumaa ruutmeetrihinnad on ülejäänud Eestist oluliselt kõrgemad. Elamumaa puhul on hinnavahed lausa mitmetes kordades.

Järgnevalt on esitatud kirjeldav statistika töös kasutatava valimi kohta tervikuna ning eri liiki maade lõikes.

Tabel 3. 2011-2017 hoonestamata maade tehingute kirjeldav statistika

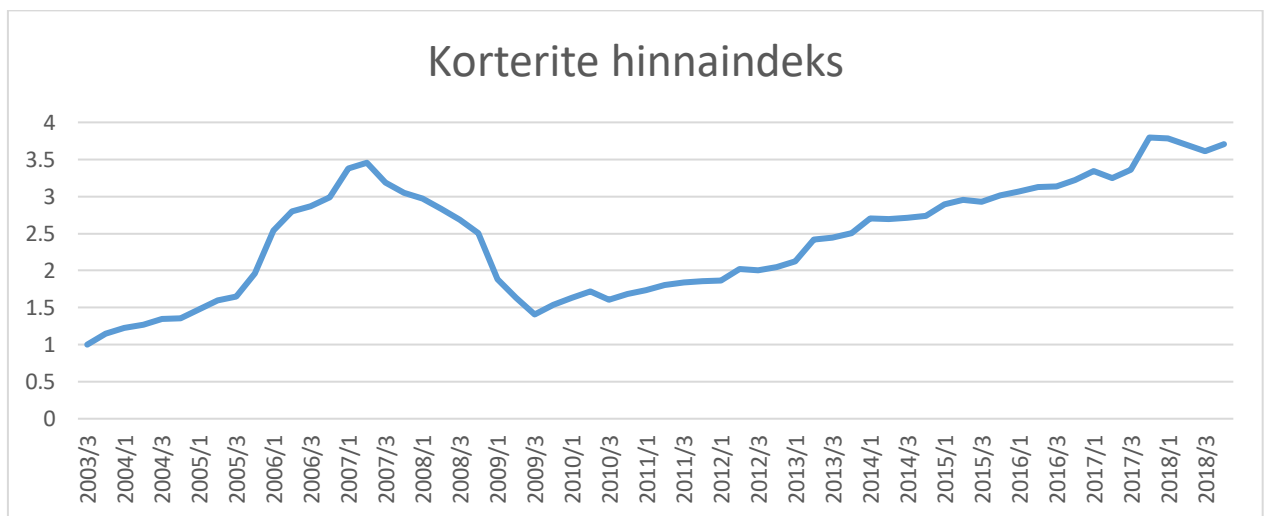
	n	MIN (€/m ²)	MAX (€/m ²)	Keskmine (€/m ²)	Mediaan (€/m ²)
Elamumaa 100%	9 561	0,03	200	20,39	9,11
Ärimaa 100%	406	0,11	180	32,97	16,32
Tootmismaa 100%	454	0,03	165	8,1	2,26
Maatulunduse haritav maa 100%	2 012	0,04	90	0,66	0,29
Maatulunduse metsamaa 100%	3 120	0,03	41	0,5	0,24
Maatulunduse rohumaa 100%	209	0,03	55	3,54	0,56
Maatulunduse õuema 100%	15	0,18	36	8,27	3,01
Maatulunduse muu kõlvik 100%	221	0,04	110	3,36	0,41
Muu maa 100%	793	0,03	189	9,99	1,49
Segamaa	572	0,05	198	29,19	17,05
Maatulunduse segakõlvik	27 512	0,03	107	0,43	0,23

Kokku 44 875

(autori koostatud Maa-ameti tehinguandmebaasi põhjal)

Tabelist 3 on näha, et kui andmeid täpsemalt liigitada, siis muutuvad isegi 7 aasta põhjal ning terve Eesti kohta kogutud valimid kohati väikeseks. 100% maatulunduse õuemaa kohta on selle perioodi kohta vaid 15 tehingut. Seda arvu ei saa aga tervikliku valimina käsitleda, sest tegelikult on õuemaa tehinguid ka segamaaga ja segakõlvikutega tehingute seas. Ootuspäraselt domineerivad tehingute mahu poolest maatulundusmaa ja elamumaa. Kõige kallimad on 100% ärimaa tehingud ning kõige odavamad 100% maatulundusmaa tehingud. Segamaa tehingute keskmine hind on madalam vaid 100% ärimaa tehingute keskmisest hinnast, mis viitab sellele, et segamaa tehingute seas on palju ärimaa tehinguid.

Sellest, milline peaks olema regressioonimudeli loomisel valimi suurus, on varasemate teadustööde autoritel erinev arusaam. Marks 1996 peab mis iganes regressioonanalüüsi minimaalseks valimiks 200 näitajat. Harris 1992 toob välja, et valimi näitajate arv peaks ületama sõltumatute muutujate arvu ja 50 summat. Harrell 2001 põhjal on mudeli täpseteks ennustusteks vajalik minimaalne valimi suurus 10 näitajat. EVSi põhjal ei ole hindamisel kasutatavate võrdlustehingute hulk kindlalt piiritletud. Kuna linnades toimub analüüs korterite põhjal, siis on järgnevalt toodud ka nende kohta kirjeldav statistika.



Joonis 6. Korterite hinnaindeks 2003-2018. (autori koostatud Maa-ameti kinnisvara turuülevaate põhjal)

Jooniselt 6 on näha, et korteriturg on liikunud hoonestamata maa turuga sarnaselt ning analüüsitaval perioodil suuremaid kõikumisi pole.

Tabel 4. 2011-2017 Tartu linna korterite tehingute kirjeldav statistika

n	1 309
MIN (€/m ²)	351
MAX (€/m ²)	2 475
Keskmine (€/m ²)	1 346
Mediaan (€/m ²)	1 308

(autori koostatud Maa-ameti tehinguandmebaasi põhjal)

Järgnevalt on välja toodud töös kasutatavad sõltumatud muutujad ja sulgudes nende eeldatavad mõjusuunad hoonestamata maa ruutmeetrihinnale. 32 sõltumatut muutujat kirjeldavad katastriüksuse omadusi ja selle piirkonna omadusi, kus katastriüksus asub.

Asukoht

- tõmbekeskuse näitaja (tõmme on seletatud pendelrände ja tehinguaktiivsuse põhjal, vt. seletust ptk 2.2) (+)

Kommunaalid ja ligipääsetavus

- veetrassi kaugus (-)
- elektriliini kaugus (-)
- avaliku tee kaugus (-)
- asfalttee kaugus (-)

Ehituskõlblikkus ja ehitusload

- detailplaneeringu olemasolu (+)
- suure hoone ehitusõiguse olemasolu (+)
- ehituskeelu olemasolu (-)
- ehituskõlbmatu pinnase olemasolu (-)

Eluks vajalikud asutused

- kooli kaugus (-)
- lasteaia kaugus (-)
- kaubanduskeskuse kaugus (-)

Miljö

- mere kaugus (-)
- järve kaugus (-)
- jõe kaugus (-)

Piirkonna majanduslik aktiivsus

- piirkondlik töötusemäär (-)
- piirkondliku SKP osakaal riigi SKPst (+)
- piirkondliku keskmise sissetuleku suhe Eesti keskmisesse sissetulekusse (+)

Muud

- pindala (+/-)
- POIde arv 1km radiuses (+)
- rahvastikutihedus (+)
- piirkondlik kõrgharitude osakaal rahvastikust (+)

- piirkondlik demograafiline tööturusurveindeks (+)

Kasutusotstarve

- elamumaa %
- ärimaa %
- tootmismaa %
- maatulundusmaa õuema %
- maatulundusmaa haritav maa %
- maatulundusmaa metsamaa %
- maatulundusmaa rohumaa %
- maatulundusmaa muu kõlvik %
- muu sihtotstarbega maa %

Väärtust mõjutavate tegurite valikul on lähtunud teguritest, mida on mainitud EVSis ning varasemates teadustöodes. Tegurite valikul seab piiranguid nende saadavus, näiteks oli töö autoril soov arvestada miljööväärtusena ka parkide lähedust, kuid seda näitajat hetkel veel mõõta ei saa, sest puudub andmebaas parkide paigutuse kohta. Töös kasutatavate kauguste andmed on saadud Maa-ameti geoinformaatikutelt, sotsiaalmajanduslikud näitajad võeti Statistikaameti andmebaasist. (Statistikaamet: RAA0050, TT442, TT123, RV0282, PA003, RV06)

Kõik käesoleva töö algandmed on usaldusväärsed. Tehinguandmete puhul sõltub andmekvaliteet olulisel määral sellest, kui edukalt suudetakse välja filtreerida kõigist toimunud tehingutest mitte-vabaturutehingud. Sellele pani töö autor suurt rõhku ning töö käigus oli näha, et andmete kvaliteedi suurendamine suurendas ka seoste tugevust märgatavalt. Tehinguregistri otsing, mis juba osaliselt mitte-vabaturutehinguid välistab, andis tulemuseks 83 755 tehingut. Nendest filtreeritakse välja kõik tehingud, mis on seotud hoonestusõigusega, kasutusvaldusega, liisingu vara väljaostuga, plokktehinguga ja sugulastevahelise tehinguga. Lisaks filtreeritakse välja tehingud, millel mõne olulise näitaja lahter on tühi, näiteks pole infot, kas tehing sisaldas käibemaksu. Analüüsi ei võeta ka tehinguid, mille puhul üheks tehinguosapooleks on avalik sektor (riik/munitsipaal), erandina jäetakse sisse tehingud, kus müüakse maid enampakkumisel. Kui vaadeldaval perioodil on ühe katastriüksuse kohta tehtud mitu tehingut, siis jäetakse alles vaid kõige viimane tehing.

Välja jäävad ka ekstreemse hinnaga ja ekstreemse pindalaga tehingud, kus:

- pindala $\leq 500 \text{ m}^2$
- pindala $\geq 200\,000 \text{ m}^2$
- ruutmeetrihind $\leq 0,03 \text{ €/m}^2$
- ruutmeetrihind $\geq 200 \text{ €/m}^2$

EVS*i* ning varasemate teadustööde põhjal on ekstreemsete hindade ja pindalade välja jätmine kinnisvarahindajate seas levinud praktika. Erindite vahemike määramisel olid abiks Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistid. Filtreerimise tulemusena jääb alles 44 875 tehingut, millest kuni 5% jääb veel lisaks valimist välja geoinfo andmete ebatäielikkuse tõttu.

2.2. Metoodika

Järgnevalt on esitatud käesolevas töös loodava regressioonimudeli üldkuju:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i} + \beta_9 X_{9i} + \beta_{10} X_{10i} + \beta_{11} X_{11i} + \beta_{12} X_{12i} + \beta_{13} X_{13i} + \beta_{14} X_{14i} + \beta_{15} X_{15i} + \beta_{16} X_{16i} + \beta_{17} X_{17i} + \beta_{18} X_{18i} + \beta_{19} X_{19i} + \beta_{20} X_{20i} + \beta_{21} X_{21i} + \beta_{22} X_{22i} + \beta_{23} X_{23i} + \beta_{24} X_{24i} + \beta_{25} X_{25i} + \beta_{26} X_{26i} + \beta_{27} X_{27i} + \beta_{28} X_{28i} + \hat{\partial}_1 D_{1i} + \hat{\partial}_2 D_{2i} + \hat{\partial}_3 D_{3i} + \hat{\partial}_4 D_{4i} + \epsilon_i, \text{ kus}$$

Y_i – hoonestamata maa ruutmeetrihind;

X_{1i} – tõmbekeskuse näitaja;

X_{2i} – veetrassi kaugus;

X_{3i} – elektriliini kaugus;

X_{4i} – avaliku tee kaugus;

X_{5i} – asfalttee kaugus;

X_{6i} – kooli kaugus;

X_{7i} – lasteaia kaugus;

X_{8i} – kaubanduskeskuse kaugus;

X_{9i} – mere kaugus;

X_{10i} – järve kaugus;

X_{11i} – jõe kaugus;

X_{12i} – piirkondlik töötusemäär;

X_{13i} – piirkondliku SKP osakaal riigi SKPst;

X_{14i} – pindala;

X_{15i} – POIde arv 1km radiuses;

X_{16i} – rahvastikutihedus;

X_{17i} – piirkondlik demograafiline tööturusurveindeks;

rahvastikutihedus;

X_{18i} – piirkondliku keskmise sissetuleku suhe Eesti keskmisesse sissetulekusse;

rahvastikutihedus;

X_{19i} – piirkondlik kõrgharitute osakaal rahvastikust;

X_{20i} – elamumaa osakaal;

X_{21i} – ärimaa osakaal;

X_{22i} – tootmismaa osakaal;

X_{23i} – muu sihtotstarbega maa osakaal;

X_{24i} – maatulundusmaa õuema osakaal;

X_{25i} – maatulundusmaa haritav maa osakaal;

X_{26i} – maatulundusmaa metsamaa osakaal;

X_{27i} – maatulundusmaa rohumaa osakaal;

X_{28i} – maatulundusmaa muu kõlvik osakaal;

D_{1i} – detailplaneeringu olemasolu ($D_{1i}=1$, kui hoonestamata maal on olemas detailplaneering; $D_{1i}=0$, kui hoonestamata maal ei ole olemas detailplaneeringut);
 D_{2i} – suure hoone ehitusõiguse olemasolu ($D_{2i}=1$, kui hoonestamata maal on olemas suure hoone ehitusõigus; $D_{2i}=0$, kui hoonestamata maal ei ole olemas suure hoone ehitusõigust);
 D_{3i} – ehituskeelu olemasolu ($D_{3i}=1$, kui hoonestamata maal on piirkondi, kus kehtib ehituskeeld; $D_{3i}=0$, kui hoonestamata maal ei ole ühtegi piirkonda, kus kehtib ehituskeeld);
 D_{4i} – ehituskõlbmatu pinnase olemasolu ($D_{4i}=1$, kui hoonestamata maal on piirkondi, kus on ehituskõlbmatut pinnast; $D_{4i}=0$, kui hoonestamata maal ei ole ühtegi piirkonda, kus on ehituskõlbmatut pinnast);
 ε = juhuslik viga;
 $i = 1, 2, \dots, n$ – vaatluste arv;
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{26}, \partial_1, \partial_2, \partial_3, \partial_4$ – mudeli parameetrid, mille väärtus leitakse mudeli hindamise tulemusena.

Üks olulisemaid väärtust mõjutavaid tegureid on asukoht (Bourassa et al. 1999; Goodman, Thibodeau 2003; Helbich et al. 2013), mida käesolevas töös on kirjeldatakse tõmbekeskuse näitaja abil. Tõmbekeskuse teguri kombinatsiooni erinevatest näitajatest on töö auto ise välja mõelnud. Tõmbekeskuse näitaja põhineb Tartu ülikoolis läbi viidud pendelrände uuringu (Ahas, Silm 2013) tulemustele ning asulate tehinguaktiivsustele.

Pendelrände uuringust võetakse igapäevaste sisserännete mahud asulatesse, mis on mõõdetud elukoha ja tööaja ankurpunkti vahelistes liikumistes. Asulad on järjestatud rändemahtude alusel. Nimekirja teises pooles on asulaid, mille tõmbetugevus on väga väike. Koostöös Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistidega valisime nimekirjas koha, kuhu tõmmata piir, millest allapoole jäävaid asulaid käesolevas töös ei arvestata. Analüüsi alles jäänud asulatest tekitas töö autor kolm gruppi. Esimeses grupis on ainult Tallinn, mille kaugus avaldab mõju kõigi Eesti katastriüksuste väärtusele. Teises grupis on sisserände nimekirja kolm järgmist linna, milleks on Tartu, Jõhvi ja Pärnu. Igale katastriüksusele avaldab mõju neist lähim. Kolmandas grupis on sisserände nimekirja ülejäänud asulad. Neist avaldab katastriüksusele mõju samuti lähim asula. See tähendab, et iga katastriüksuse väärtusele avaldab mõju kokku kolm asulat. Mõju suurus on sisserände maht ning kaaludeks on kaugused kolme grupi lähimatest linnadest. Tulemuseks on tinglik väärtus, mida saab kasutada hedoonilises regressioonianalüüsis sõltumatu muutujana.

Järgnevalt on toodud Adavere katastriüksuse põhjal pendelrände meetodi kohta üks näide:

Adavere asub linnulennult umbes 100km kaugusel Tallinnast. 2. grupi linnadest on Adaverele lähim Tartu, mis asub linnulennult umbes 60km kaugusel. 3. grupi linnadest on Adaverele lähim Põltsamaa, mis asub linnulennult umbes 5km kaugusel.

Tallinna mõju (sisserände maht) on 79 060. Tartu mõju on 21 291. Põltsamaa mõju on 1 597.

See tähendab, et katastriüksuse, mis asub Adaveres, tinglik väärtus on: $79060/100 + 21291/60 + 1597/5 = 790,6 + 354,85 + 319,4 = 1464,85$

Kuigi Põltsamaa mõju on Tartu mõjust üle 10 korra madalam, siis avaldavad need 2 linna Adavererele sarnast mõju, sest Põltsamaa on Adavererele palju lähemal. Tallinn on Adaverest võrreldes nende kahe linnaga veel palju kaugemal, aga väga suure mõju tõttu koosneb Adaverere väärtus 54% ulatuses Tallinna “lähedusest”.

Nagu eelnevalt öeldud, siis see on vaid tinglik väärtus ning selle mõte seisneb selles, et hedoonilisse regressioonanalüüsi leida asukohategur.

Kuna Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistid leidsid, et pole olemas sellist näitajat, mis kirjeldaks tõmbekeskusi ideaalselt, siis tuli pendelrände väärtuste kõrvale leida mõni teine näitaja, mis tasandaks erinevusi reaalsusega. Selleks valis töö autor kinnisvara tehinguaktiivsuse, mis väljendub tehingumahtudena. Valiku- ja arvutusprotsess on pendelrände meetodile sarnane. Kõigepealt järjestatakse asulad 2011-2017 keskmiste tehingumahtude põhjal. Et lõplik tulemus arvestaks eri meetodite mõjusid võrdselt, siis on kõik tehingumahud läbi korrutatud sellise koefitsiendiga, et Tallinna väärtus võrduks pendelrände meetodi Tallinna väärtusega. Samuti tõmmatakse eksperthinnangule lähtudes nimekirjale teatud kohta piir, millest vähema tehinguaktiivsusega asulaid analüüsi ei võeta. Tehinguaktiivsuse põhjal moodustub samuti kolm gruppi: esimesse jääb sarnaselt eelmisele meetodile Tallinn, teises grupis on Tartu, Pärnu, Narva ja Kohtla-Järve ning kolmandasse gruppi jäävad ülejäänud asulad. Seejärel arvutatakse tinglikud väärtused, mis toimub samamoodi nagu pendelrände meetodi puhul.

Tabel 5. Algammed tõmbekeskuste teguri arvutamiseks

	Pendelränne	Tehinguaktiivsus
Tallinn	79 060	79 060
Tartu	21 200	13 646
Jõhvi	15 776	1 769
Pärnu	10 574	6 728
Rakvere	6 970	2 085
Viljandi	6 850	2 279
Haapsalu	5 967	1 716
Kohtla-Järve	5 038	5 335
Jõgeva	4 915	x
Võru	4 807	1 565
Kuressaare	4 257	1 589
Rapla	3 748	x
Keila	3 719	1 295
Narva	3 457	6 130
Sillamäe	2 863	1 466
Paide	2 380	1 048
Põlva	2 237	x
Kiviõli	1 848	x

Türi	1 816	x
Elva	1 729	x
Tapa	1 684	x
Põltsamaa	1 597	x
Valga	1 432	1 549
Otepää	1 322	x
Kose	1 215	x
Haabneeme	x	2 428
Maardu	x	2 394
Peetri	x	1 736
Laagri	x	1 322

(autori koostatud pendelrände uuringu tulemuste ning Maa-ameti tehinguandmebaasi põhjal)

Tabelis 5 on x'ga märgitud lahtrid, mille väärtused jäid pendelrände ja tehinguaktiivsuse nimekirjades allapoole analüüsi kaasamise piiri. Tõmbekeskuse lõplik tinglik väärtus kujuneb pendelrände ja tehinguaktiivsuse meetodite tulemuste summeerimisel.

Nagu eelnevalt mainitud, siis toimub käesolevas töös linnasisese hoonestamata maa väärtuse leidmine korteritehingute abil. Selleks luuakse sarnaselt hoonestamata maa tehingutele ka korteritehingute põhjal regressioonmudel. Kuna enamik hoonestamata maa mudelis kasutatavatest sõltumatutest teguritest on linnas asuvatele katastriüksustele ligikaudu või täpselt sama väärtusega (näiteks rahvastikutiheduse näitaja on tervele linnale sama), siis kasutatakse korterimudeli loomisel järgnevaid väärtust mõjutavaid tegureid:

- linnaosa märke;
- kaugus südalinnapunktist.

Korteritele tehtud mudeli tulemusena saadud hinnad on vaja teisendada hoonestamata maa hindadeks. Selleks kasutatakse käesolevas töös väga lihtsat meetodit. Leitakse linna keskmine korterite ruutmeetrihind ning linna keskmine hoonestamata maade ruutmeetrihind. Nende jagatisel tekib koefitsient, millega jagatakse läbi korterimudeli tulemusena saadud hinnad ning tulemusena saadakse tervele linnale hoonestamata maa väärtused. Töö autor tõdeb, et kvaliteetse ehitusnäitajate andmebaasi olemasolu korral saaks linnasisest analüüsi muuta palju täpsemaks. Paraku on Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistid kinnitanud, et Eesti Ehitisregistri andmed ei ole väga hea kvaliteediga ja seetõttu jäetakse käesolevas töös korterite analüüs pigem lihtsale tasemele.

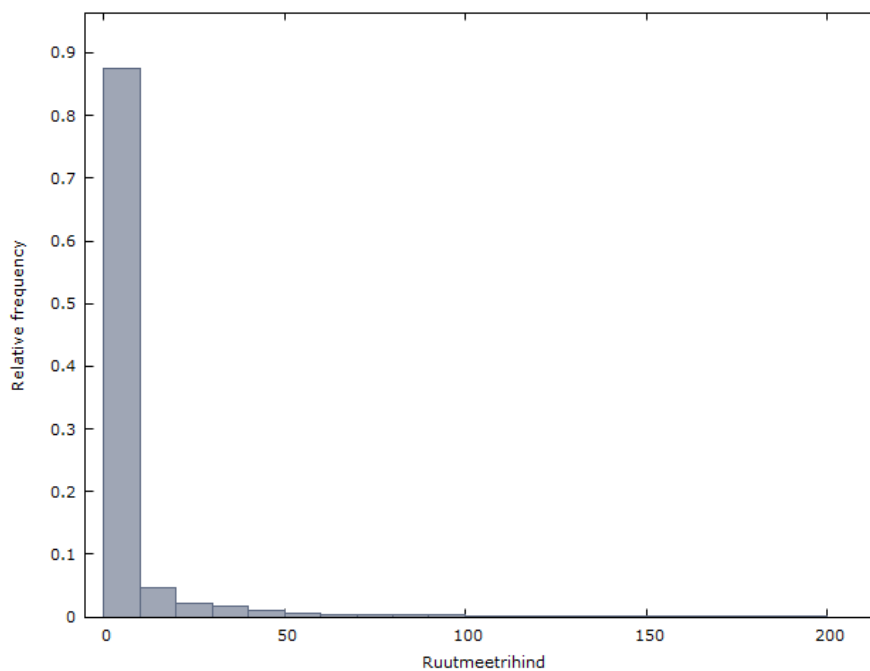
3. ANALÜÜS JA JÄRELDUSED

3.1 Analüüs

Regressioonanalüüside läbiviimiseks kasutab töö autor vabavaralist statistikaprogrammi Gretl. Selleks, et mudeli tulemused oleksid paremini tõlgendatavad, jagab autor kõigi sõltumatute muutujate väärtused, mis ei ole osakaalnäitajad ega fiktiivsed muutujad, kordajaga 10 000.

Esmalt viiakse läbi analüüs lin-lin kujul. Varasemate teadustööde läbivaatusel selgus, et tihti kasutatakse kinnisvara hindamisel ka teisi andmekujusid, levinuim oli log-lin kuju, kus on logaritmitud sõltuvat muutujat Hind. Jooniselt 7 on näha, et käesoleva töö valimis on sõltuva muutuja (Hind) jaotus tugevalt vasakule kaldu, mistõttu tuleks lisaks lin-lin kujule kindlasti proovida ka mõnda teist andmekuju. Sellest tulenevalt valib töö autor analüüsimiseks järgnevad andmekujud:

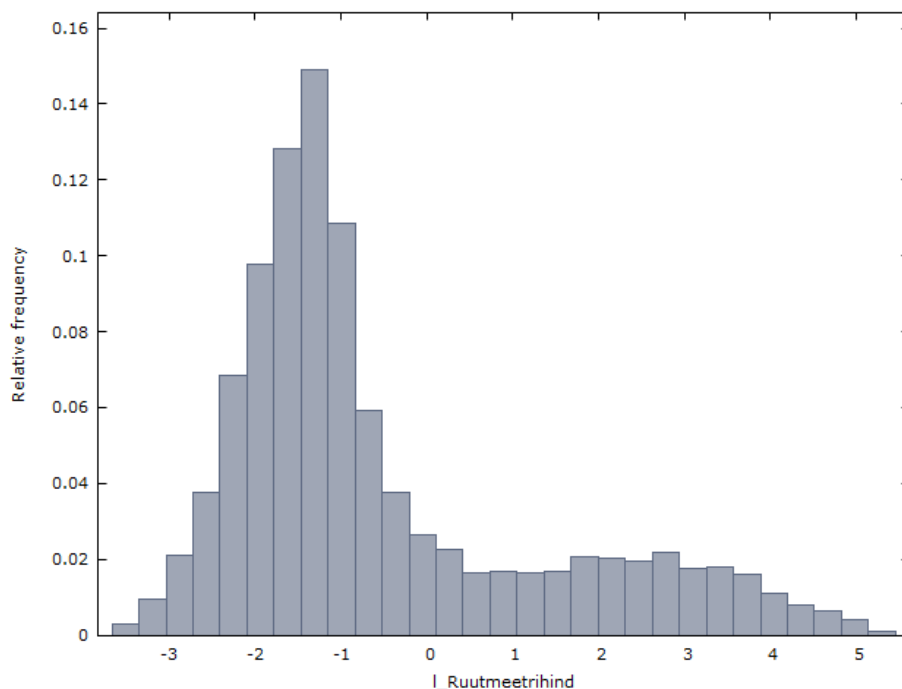
- lin-lin;
- log-lin.



Joonis 7. Hoonestamata maa hinna (€/m²) jaotus tehingute seas. (autori koostatud)

Joonisel 7 on näha, et lineaarsel kujul on hinna jaotus väga asümmeetriline.

Joonisel 8 on toodud sõltuva muutuja Hind jaotus logaritmitud kujul.



Joonis 8. Hoonestamata maa logaritmitud hinna (€/m²) jaotus tehingute seas. (autori koostatud)
 Jooniselt 8 on näha, et logaritmime tulemusel muutub jaotus võrreldes lineaarse andmekujuga oluliselt sarnasemaks normaaljaotusega.

Selleks, et saada teada, millised sõltumatud tegurid mõjutavad hoonestamata maa hinda ning mis ulatuses need seda teevad, on järgnevalt analüüsitud kõigi tegurite mõju hinnale eraldivõetuna. Tabelis 6 on toodud analüüsi tulemused lin-lin kujul koos seose tugevuse, suuna ning korrigeeritud kirjeldatuse astmega.

Tabel 6. Hoonestamata maa lin-lin mudeli seosed.

	Seos	Suund	Adj. R ²
Pindala	***	(-)	8,8%
Vesi	***	(-)	4,6%
Elekter	***	(-)	2,8%
Avalik_tee	***	(-)	1,4%
Asfalttee	***	(-)	4,6%
Kaubanduskeskus	***	(-)	9,6%
Kool	***	(-)	6,2%
Lasteaed	***	(-)	7,4%
Meri	***	(-)	2,5%
Järv	***	(-)	1,2%
Jõgi	x	x	x

POIde arv_1km raadius	***	(+)	13,3%
Rahvastikutihedus	***	(+)	26,0%
Tõmbekeskus	***	(+)	40,0%
Töötusemäär	***	(-)	1,6%
SKP_osakaal	***	(+)	18,0%
Kõrgharidus_osakaal	***	(+)	14,8%
Palgatase	***	(+)	16,6%
Demograafiline_indeks	***	(+)	10,7%
Detailplaneering	***	(+)	19,6%
Mulla_ebakval	***	(-)	5,3%
Ehitusõigus	***	(+)	9,3%
Ehituskeeld	***	(-)	2,3%
Elamumaa_osakaal	***	(+)	19,4%
Ärimaa_osakaal	***	(+)	3,9%
Tootmismaa_osakaal	***	(+)	0,6%
Muu_maa_osakaal	***	(+)	0,1%
Maatulundus_haritav	***	(-)	3,0%
Maatulundus_mets	***	(-)	7,2%
Maatulundus_rohu	***	(-)	0,9%
Maatulundus_õuemaa	x	x	X
Maatulundus_muu_kõlvik	***	(-)	1,7%

(autori koostatud)

Tabelist 6 on näha, et hoonestamata maa hinna suurim mõjutaja on asukoht, mida väljendab Tõmbekeskuse näitaja.

Lõplikusse lin-lin mudelisse jäi alles 17 sõltumatut muutujat:

$$\begin{aligned} \text{Väärtus (€/m}^2\text{)} = & -25,5374 + 0,0388691*\text{Pindala} - 0,0340977*\text{Vesi} - \\ & 0,332265*\text{Kaubanduskeskus} + 10483,9*\text{POI} + 1,20905*\text{Rahvastik} + 3,49790*\text{Tõmbekeskus} + \\ & 239423*\text{Palgatase} + 13716,2*\text{Demograafia} + 2,38015*\text{DP} - 0,779742*\text{Muld} + \\ & 17,5776*\text{Ehitusõigus} - 0,259798*\text{Ehituskeeld} + 8,34621*\text{Elamumaa} + 12,6089*\text{Ärimaa} + \\ & 0,949562*\text{Tootmismaa} + 1,07053*\text{Maatulundus}_\text{mets} - 11,0767*\text{Muu}_\text{maa} \end{aligned}$$

Lin-lin mudel on tervikuna statistiliselt oluline (F-väärtus on 0,000). Mudeli korrigeeritud kirjeldatuse tase on 60,0% (adj. $R^2 = 0,5986$). Dispersiooni inflatsiooniteguri VIF põhjal ei esine mudelis multikollineaarsust ($VIF_i < 10$). White'i testi järgi esineb mudelis heteroskedastiivus.

Järgnevalt on esitatud log-lin mudeli tulemused.

Tabel 7. Hoonestamata maa log-lin mudeli seosed.

	Seos	Suund	Adj. R ²
Pindala	***	(-)	26,8%
Vesi	***	(-)	7,6%
Elekter	***	(-)	8,2%
Avalik_tee	***	(-)	4,1%
Asfalttee	***	(-)	11,9%
Kaubanduskeskus	***	(-)	17,4%
Kool	***	(-)	11,2%
Lasteaed	***	(-)	12,8%
Meri	***	(-)	2,8%
Järv	***	(-)	2,2%
Jõgi	**	(-)	0,1%
POIde arv_1km raadius	***	(+)	20,6%
Rahvastikutihedus	***	(+)	17,0%
Tõmbekeskus	***	(+)	14,8%
Töötuseäär	***	(-)	3,5%
SKP_osakaal	***	(+)	26,4%
Kõrgharidus_osakaal	***	(+)	25,8%
Palgatase	***	(+)	29,3%
Demograafiline_indeks	***	(+)	26,5%
Detailplaneering	***	(+)	33,6%
Mulla_ebakval	***	(-)	10,7%
Ehitusõigus	***	(+)	3,2%
Ehituskeeld	***	(-)	5,8%
Elamumaa_osakaal	***	(+)	52,0%
Ärimaa_osakaal	***	(+)	4,7%
Tootmismaa_osakaal	***	(+)	2,3%
Muu_maa_osakaal	***	(+)	0,7%
Maatulundus_haritav	***	(-)	6,9%
Maatulundus_mets	***	(-)	20,2%
Maatulundus_rohu	***	(-)	2,1%
Maatulundus_õuemaa	**	(+)	0,1%
Maatulundus_muukõlvik	***	(-)	4,5%

(autori koostatud)

Tabelist 7 on näha, et logaritmitud hinnale avaldavad mõju kõik 32 sõltumatut muutujat ning suurimad mõjutajad on elamumaa sihtotstarve ning detailplaneering.

Lõplikusse log-lin mudelisse jäi alles 22 sõltumatut muutujat:

$$\begin{aligned} \text{Väärtus (€/m}^2\text{)} = & -3,30332 - 0,0250020*\text{Pindala} - 0,00741912*\text{Vesi} - 0,529962*\text{Avalik_tee} - \\ & 0,0572110*\text{Kaubanduskeskus} + 1216,75*\text{POI} + 0,137169*\text{Rahvastik} + \\ & 0,0905461*\text{Tõmbekeskus} - 92,6061*\text{Töötusemäär} + 23,4165*\text{SKP} + 18632,3*\text{Palgatase} + \\ & 2985,13*\text{Demograafia} + 0,330129*\text{DP} - 0,0830618*\text{Muld} + 0,113227*\text{Ehitusõigus} - \\ & 0,0548312*\text{Ehituskeeld} + 2,17238*\text{Elamumaa} + 2,42118*\text{Ärimaa} + 1,57612*\text{Tootmismaa} + \\ & 1,15401*\text{Õuemaa} - 0,0470134*\text{Haritav_maa} - 0,129604*\text{Rohumaa} + 0,365720*\text{Muu_maa} \end{aligned}$$

Log-lin mudel on tervikuna statistiliselt oluline (F-väärtus on 0,000). Mudeli korrigeeritud kirjeldatuse tase on 75,5% (adj. $R^2 = 0,7548$). Dispersiooni inflatsiooniteguri VIF põhjal ei esine mudelis multikollineaarsust ($VIF_i < 10$). White'i testi järgi esineb mudelis heteroskedastiivus.

Järgnevalt on esitatud Tartu linna korterite põhjal tehtud lin-lin mudeli tulemused:

Tabel 8. Tartu linna korterite lin-lin mudeli seosed.

	Seos	Suund	Adj. R^2
Südalinna kaugus	***	(-)	11,9%
Annelinn	***	(-)	10,9%
Jaamamõisa	***	(-)	0,6%
Karlova	x	x	x
Kesklinn	***	(+)	6,7%
Maarjamõisa	x	x	x
Raadi	***	(-)	0,5%
Ränilinn	*	(-)	0,2%
Ropka	*	(-)	0,2%
Ropka-tööstuse	***	(-)	0,7%
Supilinn	***	(+)	2,0%
Tähtvere	***	(+)	1,1%
Tammelinn	*	(+)	0,2%
Ülejõe	x	x	x
Vaksali	x	x	x
Variku	x	x	x
Veeriku	x	x	x
Ihaste	x	x	x

(autori koostatud)

Tabelist 8 on näha, et linnaosamärgetest enam mõjutab korterite hinda kaugus südalinnapunktist.

Lõplikusse lin-lin Tartu linna korterite mudelisse jäi alles 9 sõltumatut muutujat:

$$\text{Väärtus (€/m}^2\text{)} = 1426,03 - 0,0511082*LV - 229,349*\text{Annelinn} - 169,762*\text{Jaamamõisa} + 187,844*\text{Kesklinn} - 114,099*\text{Raadi} - 126,462*\text{Ropka_tööstuse} + 171,094*\text{Supilinn} + 148,730*\text{Tähtvere} + 105,833*\text{Tammelinn}$$

Lin-lin korterite mudel on tervikuna statistiliselt oluline (F-väärtus on 0,000). Mudeli korrigeeritud kirjeldatuse tase on 20,8% (adj. R² = 0,2080). Dispersiooni inflatsiooniteguri VIF põhjal ei esine mudelis multikollineaarsust (VIF_i<10). White'i testi järgi esineb mudelis heteroskedastiivus.

Järgnevalt on esitatud Tartu linna korterite põhjal tehtud log-lin mudeli tulemused:

Tabel 9. Tartu linna korterite log-lin mudeli seosed.

	Seos	Suund	Adj. R ²
Südalinna kaugus	***	(-)	10,7%
Annelinn	***	(-)	10,4%
Jaamamõisa	***	(-)	0,6%
Karlova	x	x	x
Kesklinn	***	(+)	6,1%
Maarjamõisa	x	x	x
Raadi	***	(-)	0,5%
Ränilinn	*	(-)	0,2%
Ropka	x	x	x
Ropka-tööstuse	***	(-)	0,5%
Supilinn	***	(+)	1,7%
Tähtvere	***	(+)	0,9%
Tammelinn	*	(+)	0,2%
Ülejõe	x	x	x
Vaksali	x	x	x
Variku	x	x	x
Veeriku	x	x	x
Ihaste	x	x	x

(autori koostatud)

Tabelist 9 on näha, et sarnaselt lin-lin mudelile mõjutab korterite hinda enim kaugus südalinnapunktist.

Lõplikusse log-lin Tartu linna korterite mudelisse jäi alles 8 sõltumatut muutujat:

$$\text{Väärtus (€/m}^2\text{)} = 7,23767 - 0,0000445388*LV - 0,171501*\text{Annelinn} - 0,131992*\text{Jaamamõisa} + 0,133642*\text{Kesklinn} - 0,0948321*\text{Raadi} + 0,118085*\text{Supilinn} + 0,0979478*\text{Tähtvere} + 0,0891323*\text{Tammelinn}$$

Log-lin korterite mudel on tervikuna statistiliselt oluline (F-väärtus on 0,000). Mudeli korrigeeritud kirjeldatuse tase on 19,1% (adj. $R^2 = 0,1913$). Dispersiooni inflatsiooniteguri VIF põhjal ei esine mudelis multikollineaarsust ($VIF_i < 10$). White'i testi järgi esineb mudelis heteroskedastiivus.

3.2 Järeldused

Kuna R^2 näitab ainult seda, kuidas mudel töötab valimi peal, aga käesoleva töö eesmärk on luua mudel, mille järgi oleks võimalik ka edaspidi korralist hindamist läbi viia, siis tuleb mudelite võrdluseks kasutada mingit muud meetodit. Mudeli ennustamisvõimekuse hindamiseks kasutatakse valimiväliste andmete peal veakordajaid. Käesolevas töös kasutatakse valimiväliste andmetena 2018 aasta tehinguid. Võimalikke veakordajaid on mitmeid, töö autor on neist välja valinud sellised, mida on võimalik arusaadavamalt tõlgendada: keskmine viga (*average error*) ja mediaanviga (*median error*):

- keskmine viga = $AVERAGE(ABS(100 * (\text{mudelihind} - \text{tehinguhind}) / \text{tehinguhind}))$
- mediaanviga = $MEDIAN(ABS(100 * (\text{mudelihind} - \text{tehinguhind}) / \text{tehinguhind}))$

Keskmine viga näitab, mitu protsenti erineb keskmiselt mudeli arvatud hind reaalsest tehinguhinnast. Mediaanviga näitab vea suurust, millest pooltel tehingutel on viga väiksem ja pooltel suurem.

Tabel 10. Lin-lin ja log-lin Eesti hoonestamata maa mudelite võrdlus 2018 tehinguandmete peal.

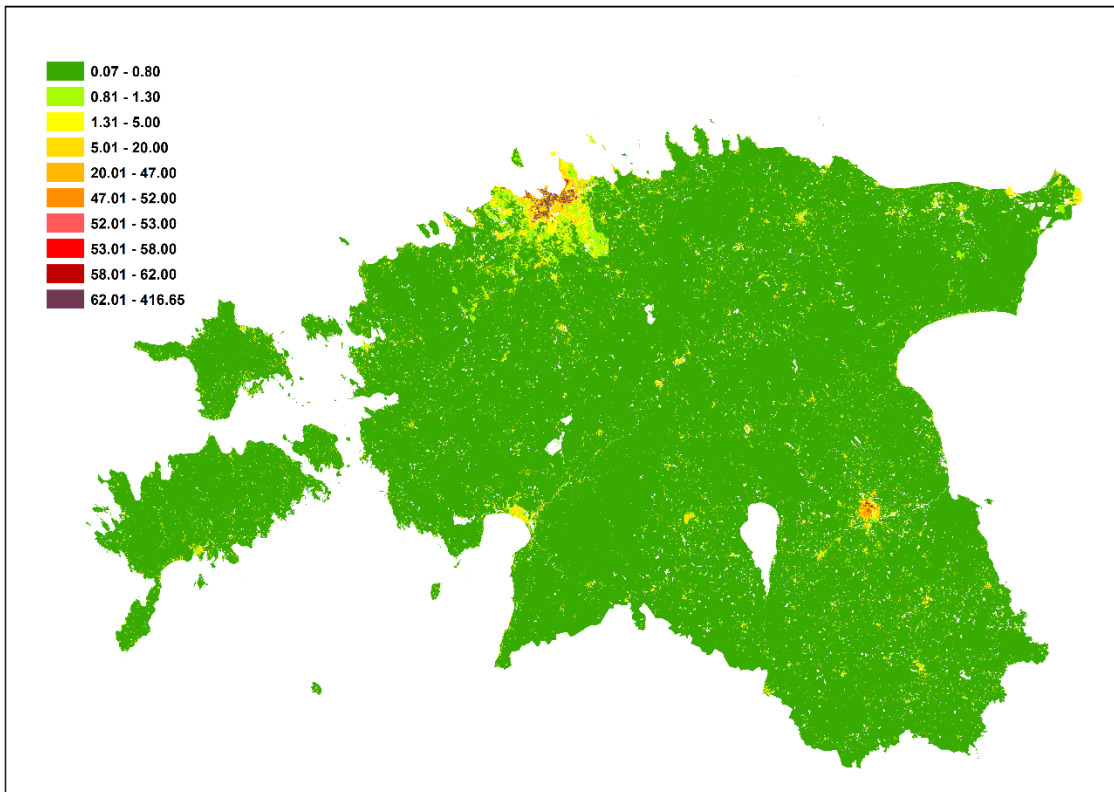
Veanäitaja	Lin-lin	Log-lin
Keskmine viga	286%	91%
Mediaanviga	87%	55%

(autori koostatud)

Tabelist 10 on näha, et log-lin hoonestamata maa mudeli ennustusvõime on oluliselt parem, kui lin-lin mudelil. Sellest tulenevalt on käesoleva töö väljund Eesti hoonestamata maa log-lin kujul mudel. Saksa nõuete kohaselt on kinnisvara hindamise lubatud viga +/- 20%. (Alkhatib, Weitkamp 2012) Käesoleva töö tulemusena saadud mudeli veanäitajad on oluliselt kõrgemad, kuid tuleb arvestada, et tegemist on üksiku mudeli põhise masshindamisega, mis ei saagi olla kunagi nii täpne, kui on üksikute objektide manuaalne hindamine.

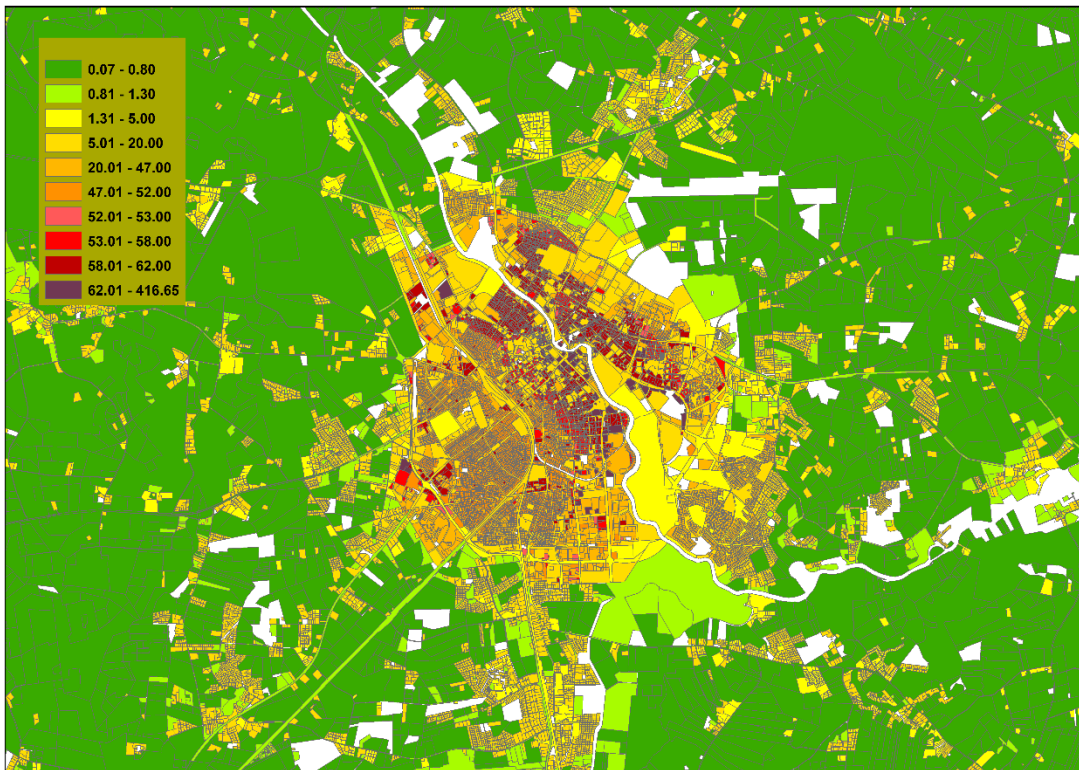
Selleks, et näha, kui realistlikud on mudeliga arvatud tulemused, on maade hindamisel suurepärase võimalus seda GIS tööriistade abil visualiseerida maakaartide peal. Järgnevalt on

toodud lõpliku üle-Eestilise hoonestamata maade mudeliga, korterimudeliga ja nende kahe kombinatsiooni põhjal koostatud kaardid.



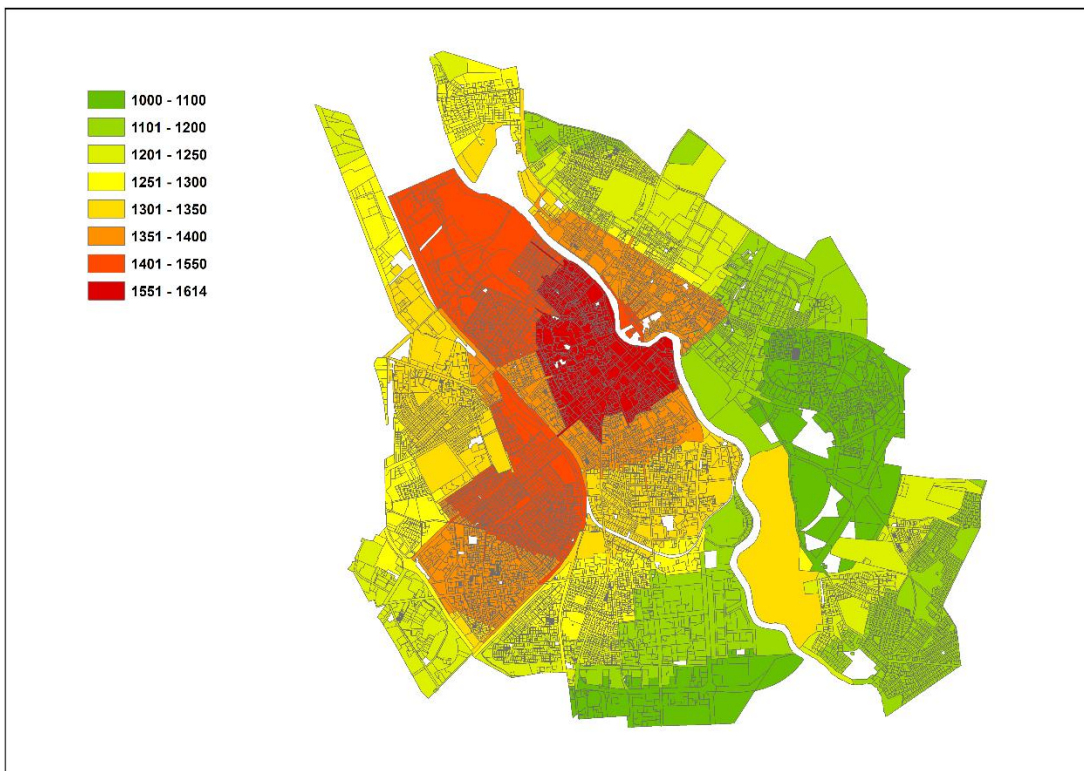
Joonis 9. Eesti hoonestamata maa (€/m²). (autori koostatud)

Jooniselt 9 on näha, et väärtuste visualiseerimisel joonistuvad kaardil välja suuremad asulad ja nende lähiümbrused. Ootuspäraselt joonistuvad Harjumaal välja ka veidi kaugemad piirkonnad, mis asuvad Tallinnast kuni 40km kaugusel. Ülejäänud Eesti asulatevälised piirkonnad on ühtlaselt madala väärtusega.



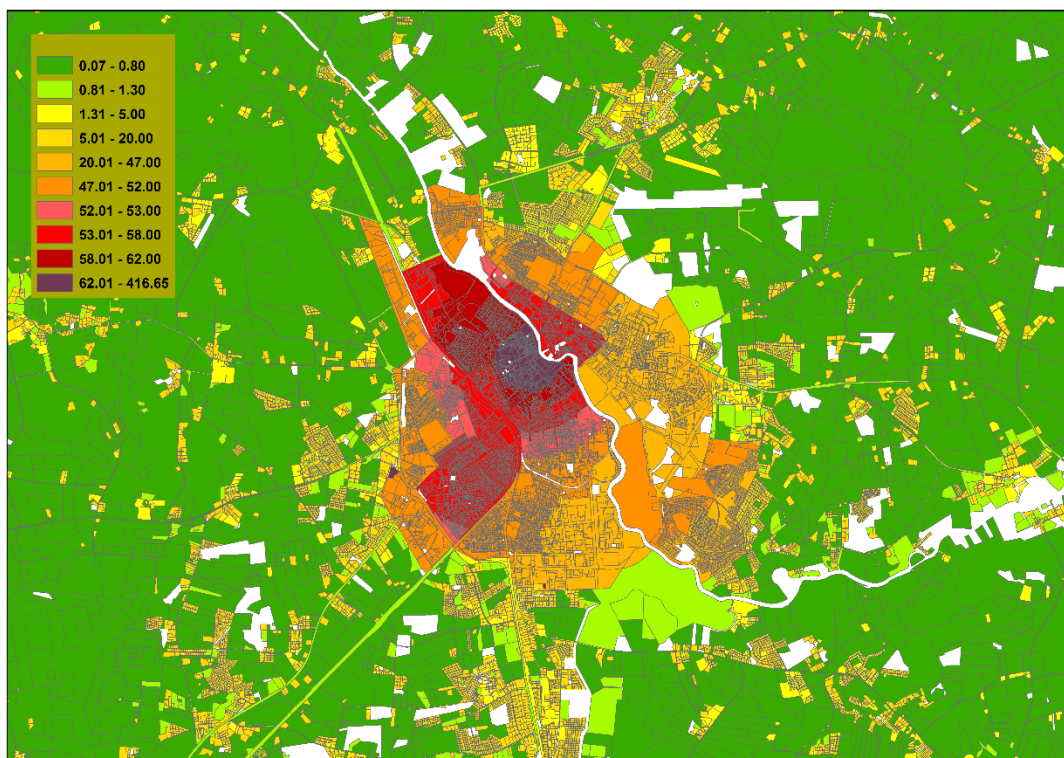
Joonis 10. Tartu linna hoonestamata maa (€/m²) Eesti mudeli põhjal. (autori koostatud)

Jooniselt 10 on näha, et üle-Eestiline hoonestamata maade mudel ei näita erinevusi linnasiseselt realistlikult, südalinna mõju pole selgelt tajutav. Selleks, et muuta pilti ka linnasiseselt reaalsemaks, on analüüsi kaasatud korterite tehingud.



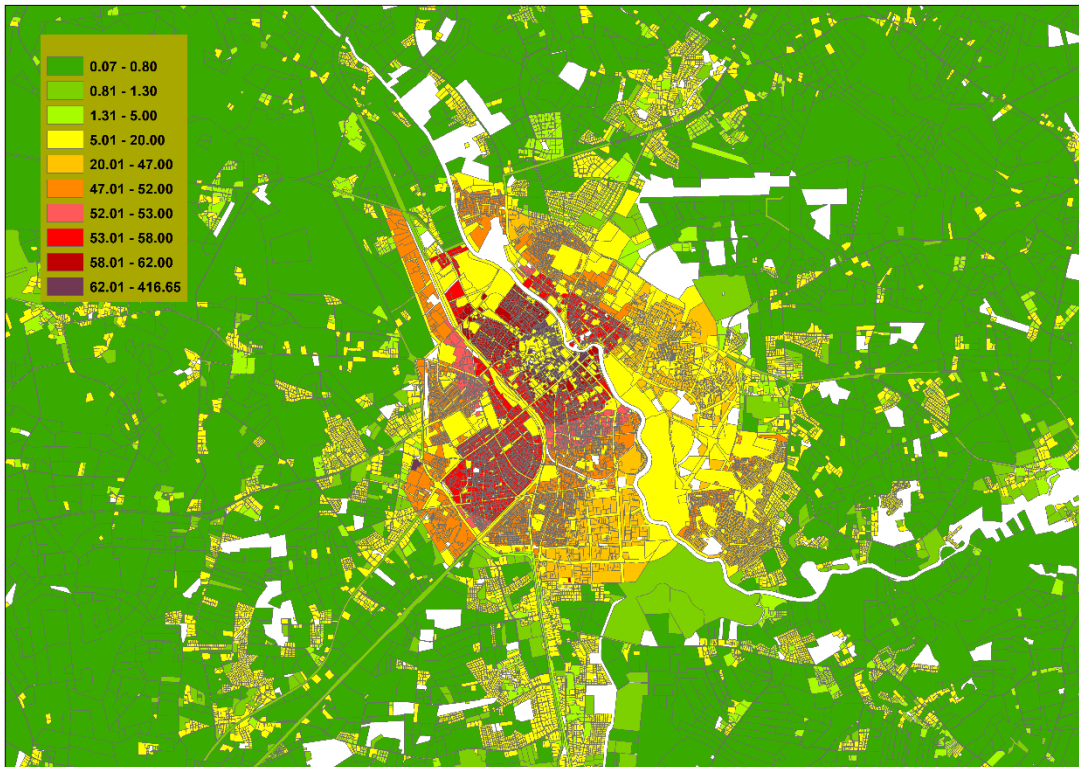
Joonis 11. Tartu linna korterid (€/m²) Tartu korterite mudeli põhjal. (autori koostatud)

Jooniselt 11 on näha, et korteritehingute abil on võimalik linnasiseselt saavutada realistlikum pilt.



Joonis 12. Tartu linna hoonestamata maa (€/m²) Eesti mudeli ja korterite mudeli kombineerimisel. (autori koostatud)

Jooniselt 12 on näha, kuidas korterite analüüs on ühendatud üle-Eestilise hoonestamata maade mudeliga. Selle tulemusel on pilt oluliselt realistlikum, kui ainult üle-Eestilise hoonestamata maade mudeli kasutamisega (vt. joonis 2).



Joonis 13. Tartu linna hoonestamata maa (€/m²) Eesti mudeli ja korterite mudeli kombineerimisel ning Muu maa korrigeerimisel. (autori koostatud)

Kuna Muu sihtotstarbega maa (teed, pargid jms) ei oma ehituspotentsiaali, siis on see läbi korrutatud 0,2 koefitsiendiga. Selle tulemusena on joonisel 13 näha, et paljud piirkonnad, eriti kesklinna pargid, on muutunud odavamaks.

Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistid on kinnitanud, et eeltoodud kaardid, mis on koostatud käesolevas töös valminud mudeli tulemuste järgi, kirjeldavad olukorda kinnisvaraturul realistlikult.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli luua statistiline mudel, mille põhjal on võimalik arvutada kõigile Eesti katastriüksustele maa väärtused, kasutades selleks ainult väärtust mõjutavate tegurite andmeid ning hoonestamata maa hinnaindeksit. Töö eesmärk sai täidetud, analüüside tulemusena valmis log-lin mudel, mille järgi saab arvutada kõigile Eesti katastriüksustele hoonestamata maa väärtused.

Esimeses peatükis antakse ülevaade väärtuse ja hindamise tähtsamatest mõistetest, standarditest ja ajaloost ning varasemate teadustööde tulemustest. Eestis on kõige tähtsam hindamise juhend EVS-875, mille omanik on Eesti Standardikeskus. See põhineb rahvusvahelistele standarditele. Vara väärtus on ajas muutuv suurus ja seda muudavad väärtust mõjutavad tegurid, mis jagunevad neljaks:

- majanduslikud tegurid;
- õiguslikud tegurid;
- keskkonnategurid;
- sotsiaalsed tegurid.

Maa hindamine jaguneb korraliseks, erakorraliseks ja õigusvastaselt võõrandatud maa hindamiseks. Käesoleva töö tulemusena valmis mudel, mis on mõeldud eelkõige korralise hindamise läbiviimiseks, kuid mida saab kasutada ka teist liiki hindamiste toetamiseks.

Kinnisvara hindamise kolm üldtunnustatud põhimeetodit on:

- tulumetod;
- kulumetod;
- võrdlusmeetod.

Piisavalt aktiivse turu puhul on võrdlusmeetod parim turuväärtuse hindamise meetod. Kuna Eestis on piisavalt aktiivne turg ning usaldusväärsed tehinguandmed, siis kasutati käesolevas töös hindamiseks võrdlusmeetodit. Kuna eri liiki kinnisvaral on kinnisvaraturul erinev nõudlus ja pakkumine, siis on otstarbekas neid mudelis eraldada. Käesolevas töös liigitatakse hoonestamata maa üheksaks:

- elamumaa sihtotstarve;

- ärimaa sihtotstarve;
- tootmismaa sihtotstarve;
- muu maa sihtotstarve;
- maatulundusmaa sihtotstarbe haritava maa kõlvik;
- maatulundusmaa sihtotstarbe metsamaa kõlvik;
- maatulundusmaa sihtotstarbe rohumaa kõlvik;
- maatulundusmaa sihtotstarbe õuema kõlvik;
- maatulundusmaa sihtotstarbe muu maa kõlvik.

Nii tehingute arvu, pindala kui ka tehingusumma poolest moodustavad enamiku kinnisvaraturust elamumaa ja maatulundusmaa tehingud. Sarnaselt tänapäevale peeti ka tuhandeid aastaid tagasi üheks tähtsaimaks kinnisvara väärtust mõjutavaks teguriks asukohta. Väärtuse mõõtmine saavutas teadusliku tasandi renessansi ajal, kui tekkisid erinevad koolkonnad, kes arutlesid normatiivse väärtuse teooria loomise üle. Mõte maamaksust kerkis esimest korda esile 19. sajandi keskel. Kinnisvaraärist sai eraldi haru 20. sajandi alguses, samal ajal hakkasid ka akadeemikud uurima väärtuse teooria asemel hindamise teooriat.

Kaks kinnisvara hindamises enim kasutatud statistilist meetodit on hedooniline regressioonanalüüs ja närvivõrkude meetod. Viimane on küll regressioonanalüüsist täpsem, kuid ei ole järjepidev. Hedooniline regressioonanalüüs jaguneb kolmeks:

- traditsiooniline hedooniline mudel;
- ruumiline hedooniline mudel;
- laiendatud ruumiline hedooniline mudel.

Käesolevas töös kasutatakse traditsioonilist hedoonilist meetodit, mille kasutus levis massidesse juba 50 aastat tagasi. Eestile sarnases olukorras on olnud ka mitmed Kanada linnad, kes läksid juba 20 aastat tagasi üle tsoonipõhiselt korraliselt hindamiselt hedoonilisele regressioonanalüüsile. Tulemustega olid rahul nii hindajad kui ka kinnisvaraomanikud. Selleks, et ületada väheste hoonestamata maade tehingute probleem linnades, on sellistes kohtades teist tüüpi kinnisvara tehingute kasutamine hindajate seas aktsepteeritud tegutsemisviis. Ka käesolevas töös kasutatakse linnasiseseks analüüsiks korteritehinguid, mis hiljem eraldiseisva analüüsi abil teisendatakse hoonestamata maa väärtuseks. Pilootprojektina kasutatakse käesolevas töös Tartu linna.

Töös kasutatavad tehinguandmed pärinevad kinnisvara tehingute andmebaasist. Uuritav periood on 2011-2017, kus ei ole toimunud suuremaid turu kõikumisi, vaid stabiilne hindade kasv.

Hindade ühele ajaperioodile teisendamiseks kasutatakse hoonestamata maa hinnaindeksit. Kirjeldav statistika näitab, et piirkondlikult on teistest kordades kallim Harjumaa. Seda on näha ka töö tulemusena valminud kaartidelt. Töös kasutatakse kokku 32 sõltumatut muutujat, mis liigitatakse järgnevasse gruppidesse:

- asukoht;
- kommunaalid ja ligipääsetavus;
- ehituskõlblikkus ja ehitusload;
- eluks vajalikud asutused;
- miljöö;
- piirkonna majanduslik aktiivsus;
- muud;
- kasutusotstarve.

Väärtust mõjutavate tegurite valikul on lähtunud teguritest, mida on mainitud EVSis ning varasemates teadustöodes. Lisaks mitte-vabaturutehingutele filtreeritakse välja ka ruutmeetrihinna ja pindala erindid, mille piirideks kujunesid koostöös Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistidega 0,03€/m², 200€/m², 500m² ja 200 000m². Selleks, et analüüsida asukoha mõju, töötas autor välja tõmbekeskuse näitaja, mis on kombinatsioon kahest näitajast:

- pendelränne;
- tehinguaktiivsus.

Tõmbekeskuse näitaja on mudelites üks suurema mõjuga tegureid. Korterialalüüsile lähenetakse täiesti erinevalt, sest enamik hoonestamata maa mudelis kasutatavatest sõltumatutest teguritest on linnas asuvatele katastriüksustele ligikaudu või täpselt sama väärtusega (näiteks rahvastikutiheduse näitaja on tervele linnale sama). Selleks kasutatakse korterimudelis sõltumatute muutujatena kaugust südalinnapunktist (linnaavalitsus) ning linnaosade märkeid. Halduspiiride hindamisel kasutamine ei ole hea praktika, kuid tihti on see ainus võimalus.

Viimases peatükis loodi hoonestamata maale lin-lin ja log-lin mudelid, millest paremaks osutus logaritmitud variant. Lõplikusse log-lin mudelisse jäi alles 22 sõltumatut muutujat:

$$\begin{aligned} \text{Väärtus (€/m}^2\text{)} = & -3,30332 - 0,0250020*\text{Pindala} - 0,00741912*\text{Vesi} - 0,529962*\text{Avalik_tee} - \\ & 0,0572110*\text{Kaubanduskeskus} + 1216,75*\text{POI} + 0,137169*\text{Rahvastik} + \\ & 0,0905461*\text{Tõmbekeskus} - 92,6061*\text{Töötusemäär} + 23,4165*\text{SKP} + 18632,3*\text{Palgatase} + \\ & 2985,13*\text{Demograafia} + 0,330129*\text{DP} - 0,0830618*\text{Muld} + 0,113227*\text{Ehitusõigus} - \end{aligned}$$

$0,0548312 \cdot \text{Ehituskeeld} + 2,17238 \cdot \text{Elamumaa} + 2,42118 \cdot \text{Ärimaa} + 1,57612 \cdot \text{Tootmismaa} + 1,15401 \cdot \text{Õuemaa} - 0,0470134 \cdot \text{Haritav} - 0,129604 \cdot \text{Rohu} + 0,365720 \cdot \text{Muu}$

Mudelite võrdluseks kasutati 2018 tehinguandmeid, millel mudeleid rakendati. Seejärel võrreldi veanäitajate abil mudeliga loodud hindasid päris tehinguhindadega. Veanäitajateks on keskmine viga ja mediaanviga, mis valminud log-lin mudelil on vastavalt 91% ja 55%. See on oluliselt kõrgem, kui on manuaalsel üksikobjekti hindamisel ette nähtud (20%), kuid masshindamisel ei saagi eeldada üksikobjekti hindamisega sarnaseid tulemusi. Töö sisulise osa lõpus on toodud mudelite tulemuste põhjal koostatud kaardid, mis Maa-ameti kinnisvara hindamise spetsialistide kinnitusel kirjeldavad olukorda kinnisvaraturul realistlikult.

Käesoleva töö teemat on võimalik edasi arendada. Alati on võimalik mudelisse lisada uusi sõltumatuid muutujaid. Lisaks on töö autor veendunud, et korteritehingutel põhinevat analüüsi on võimalik oluliselt täpsemaks muuta, seda eriti juhul, kui Ehitisregistri andmed kvaliteetsemaks muutuvad.

SUMMARY

APPRAISAL OF VACANT LAND ON THE BASIS OF VALUE AFFECTING FACTORS

Vahur Tambaum

The purpose of the thesis was to create a statistical model which could be used to calculate land values for all of the cadastral units in Estonia. The components of the calculations should be only value affecting factors and the price index of vacant land. The purpose of the thesis was accomplished. Author conducted a log-lin model, which is capable of appraising vacant land for the whole Estonia.

In the first chapter there will be a overview of the most important concepts, standards, history and the results of the previous researches. The most important instruction for appraisal in Estonia is EVS-875, which is ruled by Estonian Centre for Standardisation. It is based on the international standards. Value is something which changes over time and is affected by value affecting factors:

- economic factors;

- legal factors;
- environmental factors;
- social factors.

The appraisal of land is divided into regular (mass) appraisal, irregular appraisal and appraisal of the land which has been disposed illegally. The resulting model of this thesis is meant for regular (mass) appraisal, but it can be also used to support other types of appraisals.

Generally accepted methods of appraisal are:

- income approach;
- cost approach;
- sales comparison approach.

The best method for estimating market value is sales comparison approach, but the assumptions for it are developed market and reliable data. Since the assumptions are fulfilled in Estonian real estate market, sales comparison approach is used in this thesis. Since different types of real estate have different demand and supply, it is reasonable to classify them. In this thesis, land is divided into 9 classes, based on intended use and land cover type:

- residential land;
- commercial land;
- industrial land;
- other intended use of land;
- profit yielding arable land cover;
- profit yielding forest land cover;
- profit yielding grassland cover;
- profit yielding yard cover;
- profit yielding other type of cover.

Most of the real estate market is formed by residential and profit yielding transactions. Location has always been the most important affector of the value. Land tax was first mentioned in the middle of the 19th century. Academics began to conduct researches about appraisal in the beginning of the 20th century. Earlier they had been conducted researches about value.

Most popular traditional statistic method for appraisal is hedonic regression analysis. Most popular modern statistic method is neural networks, which is more accurate than hedonic regression, but is not as transparent and consistent. There are 3 ways to conduct hedonic regression:

- traditional hedonic modelling;

- spatial hedonic modelling;
- spatial expansion hedonic modelling.

In this thesis, traditional hedonic modelling is used. 20 years ago some provinces in Canada were in the same situation as Estonia today, they replaced their zone-based appraisal to hedonic regression modelling. Everybody was pleased with the results. To overcome the problem of cities having not enough vacant land transactions, it is common practice to use transactions of other types of real estate. This method is also used in this thesis, as apartment transactions are used in the pilot project city. The pilot project is Tartu, which is the second largest city in Estonia.

Transaction data comes from real estate transactions database. The period for the data of modelling is 2011-2017. This period is chosen because it doesn't have crisis or booms, it is common practice not to choose a period with large fluctuations of real estate market. To make the transactions comparable, a vacant land price index is used, prices are transformed into 2017 price level. Descriptive statistics show that regionally is Harju county much more expensive than other areas. This is also seen in the results of the thesis. There are 32 independent variables, which are grouped as followed:

- location;
- utilities and accessibility;
- suitability and possibility for building;
- comfort;
- environment;
- economic activity of the region;
- others;
- intended use.

Choosing criterias for independent variables have been inspired by standards and previous reseaches. In addition to filtering non-free-market transactions, also outliers are left out. Outliers are picked with the help of appraisal specialists. Location is the most important affector of value. To analyse location, a combination of pendulum migration and transaction activity is devised in this thesis.

As a result of the thesis, a following model is created:

$$\text{Value (€/m}^2\text{)} = -3,30332 - 0,0250020*\text{Size} - 0,00741912*\text{Water} - 0,529962*\text{Public_road} - 0,0572110*\text{Mall} + 1216,75*\text{POI} + 0,137169*\text{Population} + 0,0905461*\text{Attractive_town} - 92,6061*\text{Unemployment} + 23,4165*\text{GDP} + 18632,3*\text{Salary} + 2985,13*\text{Demography} + 0,330129*\text{Perm_build} - 0,0830618*\text{Soil} + 0,113227*\text{Perm_build_big} - 0,0548312*\text{Res_build} +$$

2,17238*Residential + 2,42118*Commercial + 1,57612*Industrial + 1,15401*Yard –
0,0470134*Arable – 0,129604*Grass + 0,365720*Other

For assessing the performance of the model, average and median errors are used, when comparing modelled prices for 2018 with real transactions of 2018. The errors are accordingly 91% and 55%. By standards, manual appraisal errors can't be higher than +/- 20%. Since this is massappraisal for the whole country, the performance can't be compared to the manual appraisal of single objects. Finally, there are presented 4 maps of the results. According to the appraisal specialists, the overall picture looks good.

It is possible to continue working with the topic. There is always possibility to add new independent variables to the models, so they could be more accurate.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Maa hindamise seadus [<https://www.riigiteataja.ee/akt/185701>]
Eesti Standardikeskus (EVS), Vara hindamise standardid
[<https://www.evs.ee/grupid/13584/teenused>]
Katastriüksuse sihtotstarvete liigid ja nende määramise kord
[<https://www.riigiteataja.ee/akt/13108441>]
Maakatastriseadus [<https://www.riigiteataja.ee/akt/609071>]
Kerry D. Vandell, (2007) "Expanding the academic discipline of real estate valuation: A historical perspective with implications for the future", *Journal of Property Investment and Finance*, Vol. 25 Issue: 5, pp.427-443
Richard M. Bird, Enid Slack, Land and property taxation in 25 countries: A comparative review, CESifo DICE Report 3/2005
Kryvobokov, M., (2004) "Urban land zoning for taxation purposes in Ukraine: Possible methods under an immature land market", *Property Management*, Vol. 22 Issue: 3, pp.214-229
Herath, S. K., Maier, G. (2010). The hedonic price method in real estate and housing market research. Institute for Regional Development and Environment (pp. 1-21). Vienna, Austria: University of Economics and Business.
Guan, J.; Zurada, J.; Levitan, A.S. An Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Based Approach to Real Estate Property Assessment. *Journal of Real Estate Research*. 2008, 30, 395–422.
Limsombunchai, V., House Price Prediction: Hedonic Price Model vs. Artificial Neural Network, 2004 NZARES.
Nguyen, N.; Cripps, A. Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks. *Journal of Real Estate Research*. 2001, 22, 313–336.
McCluskey W., 1996, "Predictive Accuracy of Machine Learning Models for The Mass Appraisal of Residential Property", *New Zealand Valuers' Journal*, July: 41 – 47.
Tay, D.P.H.; Ho, D.K.H. Artificial Intelligence and the Mass Appraisal of Residential Apartments. *Journal of Property Valuation and Investment*. 1992, 10, 525–540.
Do, A.Q.; Grudnitski, G. A Neural Network Approach to Residential Property Appraisal. *The Real Estate Appraiser*, 1992, 58, 38–45.
Lenk M. M., Worzala E. M. and A. Silva, 1997, "High-tech Valuation: Should Artificial Neural Networks Bypass The Human Valuer?", *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(1): 8 – 26.
Bourassa, S., Hamelink, F., Hoesli, M., MacGregor, B. (1999) Defining housing submarkets, *Journal of Housing Economics*, 8, pp. 160-183.
Harrell, F.E., Jr. *Regression Modeling Strategies*; Springer-Verlag: New York, 2001.
Worzala, E.; Lenk, M.; Silva, A. An Exploration of Neural Networks and Its Application to Real Estate Valuation. *Journal of Real Estate Research*. 1995, 10, 185–201.
Wu Lun, *Geographical Information System - Principles, methods, applications*, Beijing, China, pp.7-12, 2002.
Alexandra Weitkamp, Hamza Alkhatib, *The Bayesian approach in the valuation – a strategy to handle markets with low purchasing prices?*, Germany 2012.

- Goodman, A. C. (1998), 'Andrew Court and the invention of hedonic price analysis', *Journal of Urban Economics*, Vol. 44, pp. 291-298.
- Marks, M.R. Two kinds of regression weights that are better than betas in crossed samples. In *Proceedings of the American Psychological Association*, Toronto, ON, Canada, 8–11 August 1996.
- Goodman, A., Thibodeau, T. (2003) Housing market segmentation and hedonic prediction accuracy, *Journal of Housing Economics*, 12, pp. 181-201.
- Helbich, M., Brunauer, W., Hagenauer, J., Leitner, M. (2013) Data-driven regionalization of housing markets, *Annals of the Association of American Geographers*.
- Harris, R.J.; Quade, D. The Minimally Important Difference Significant Criterion for Sample Size. *Journal of Educational Statistics*. 1992, 17, 27–49.
- Dalgiesh, R., Buchart, L., Regression modeling in Calgary – a practical approach. *Assessment Journal*; Jul/Aug98, Vol. 5 Issue 4, p23, 10p.
- Brian G. Guerin, MRA Model Development Using Vacant Land and Improved Property in a Single Valuation Model, *Assessment Journal*, July/August 2000.
- Rein Ahas, Siiri Silm, *Regionaalse pendelrände kordusuuring*, Tartu Ülikool 2013.
- International Valuation Standards 2017, International Valuation Standards Council.
- V. Kontrimas, A. Verikas. The mass appraisal of the real estate by computational intelligence, *Applied Soft Computing* 11 pp. 443-448, 2011.
- R. Schulz, *Valuation of Properties and Economic Models of Real Estate Markets*, 2003.
- R. Amabile, P. Rosato, *The use of neural networks in the spatial analysis of property values*, 1998.

LISAD

Lisa 1. Lin-lin hoonestamata maa mudel

Model 1: OLS, using observations 1-44875 (n = 43143)

Missing or incomplete observations dropped: 1732

Dependent variable: Ruutmeetrihind

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-25.5374	0.714251	-35.75	<0.0001	***
Pindala	0.0388691	0.0138342	2.810	0.0050	***
Vesipuur	-0.0340977	0.0179575	-1.899	0.0576	*
Kaubanduskeskus	-0.332265	0.0515651	-6.444	<0.0001	***
POIde_arv_1km	10483.9	427.156	24.54	<0.0001	***
Rahvastikutihedus	1.20905	0.0679693	17.79	<0.0001	***
T6mbekeskus_1	3.49790	0.0331624	105.5	<0.0001	***
palgatase_OV	239423	9698.05	24.69	<0.0001	***
toosurve_OV	13716.2	3440.85	3.986	<0.0001	***
Detailplaneering	2.38015	0.212650	11.19	<0.0001	***
Mulla_ebakval_ole masolu	-0.779742	0.120563	-6.467	<0.0001	***
Ehitus6igus	17.5776	0.783273	22.44	<0.0001	***
ehituskeeld_olema s	-0.259798	0.122174	-2.126	0.0335	**
elamu_prots	8.34621	0.201235	41.47	<0.0001	***
Ari	12.6089	0.581153	21.70	<0.0001	***
tootmis	0.949562	0.502407	1.890	0.0588	*
maatulundus_mets	1.07053	0.151832	7.051	<0.0001	***
muu	-11.0767	0.436644	-25.37	<0.0001	***
Mean dependent var	5.549473	S.D. dependent var	17.45793		
Sum squared resid	5275827	S.E. of regression	11.06065		
R-squared	0.598759	Adjusted R-squared	0.598601		
F(17, 43125)	3785.539	P-value(F)	0.000000		
Log-likelihood	-164897.9	Akaike criterion	329831.8		
Schwarz criterion	329987.9	Hannan-Quinn	329881.0		

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Pindala 1.533
Vesipuur 1.267
Kaubanduskeskus 1.585
POIde_arv_1km 1.521
Rahvastikutihedus 1.960
Tõmbekeskus_1 2.009
palgatase_OV 5.907
toosurve_OV 6.410
Detailplaneering 1.698
Mulla_ebakval_olemasolu 1.198
Ehitusõigus 1.152
ehituskeeld_olemas 1.125
elamu_prots 2.423
Ari 1.184
tootmis 1.123
maatulundus_mets 1.507
muu 1.160

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 11630.8

with p-value = $P(\text{Chi-square}(166) > 11630.8) = 0$

Lisa 2. Log-lin hoonestamata maa mudel

Model 2: OLS, using observations 1-44875 (n = 43143)

Missing or incomplete observations dropped: 1732

Dependent variable: l_Ruutmeetrihind

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-3.30332	0.0724641	-45.59	<0.0001	***
Pindala	-0.0250020	0.00115600	-21.63	<0.0001	***
Vesipuur	-0.00741912	0.00155133	-4.782	<0.0001	***
Avalik_tee	-0.529962	0.311928	-1.699	0.0893	*
Kaubanduskeskus	-0.0572110	0.00431450	-13.26	<0.0001	***
POIde_arv_1km	1216.75	35.9025	33.89	<0.0001	***
Rahvastikutihedus	0.137169	0.00563443	24.34	<0.0001	***
T6mbekeskus_1	0.0905461	0.00281022	32.22	<0.0001	***
tootusemaar_MK	-92.6061	21.0391	-4.402	<0.0001	***
SKP	23.4165	3.36841	6.952	<0.0001	***
palgatase_OV	18632.3	954.155	19.53	<0.0001	***
toosurve_OV	2985.13	294.779	10.13	<0.0001	***
Detailplaneering	0.330129	0.0176554	18.70	<0.0001	***
Mulla_ebakval_ole masolu	-0.0830618	0.0100044	-8.303	<0.0001	***
Ehitus6igus	0.113227	0.0648825	1.745	0.0810	*
ehituskeeld_olema s	-0.0548312	0.0101264	-5.415	<0.0001	***
elamu_prots	2.17238	0.0174807	124.3	<0.0001	***
Ari	2.42118	0.0485567	49.86	<0.0001	***
tootmis	1.57612	0.0419280	37.59	<0.0001	***
maatulundus_Aue	1.15401	0.178647	6.460	<0.0001	***
maatulundus_harit av	-0.0470134	0.0135335	-3.474	0.0005	***
maatulundus_rohu muu	-0.129604	0.0269351	-4.812	<0.0001	***
	0.365720	0.0365045	10.02	<0.0001	***
Mean dependent var	-0.540683	S.D. dependent var		1.849974	
Sum squared resid	36189.18	S.E. of regression		0.916115	
R-squared	0.754898	Adjusted R-squared		0.754773	
F(22, 43120)	6036.666	P-value(F)		0.000000	
Log-likelihood	-57425.86	Akaike criterion		114897.7	
Schwarz criterion	115097.2	Hannan-Quinn		114960.6	

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Pindala 1.561
Vesipuur 1.378
Avalik_tee 1.212
Kaubanduskeskus 1.617
POIde_arv_1km 1.566
Rahvastikutihedus 1.964
T6mbekeskus_1 2.103
tootusemaar_MK 1.182
SKP 3.341
palgatase_OV 8.334
toosurve_OV 6.858
Detailplaneering 1.706
Mulla_ebakval_olemasolu 1.203
Ehitus6igus 1.152
ehituskeeld_olemas 1.127
elamu_prots 2.665
Ari 1.205
tootmis 1.140
maatulundus_Aue 1.005
maatulundus_haritav 1.350
maatulundus_rohu 1.149
muu 1.182

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 7872.76

with p-value = $P(\text{Chi-square}(270) > 7872.76) = 0$

Lisa 3. Lin-lin Tartu linna korterite mudel

Model 3: OLS, using observations 1-1263 (n = 1255)

Missing or incomplete observations dropped: 8

Dependent variable: Ruutmeetrihind

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	1426.03	26.8543	53.10	<0.0001	***
Linnavalitsus	-0.0511082	0.0142726	-3.581	0.0004	***
annelinn	-229.349	29.1976	-7.855	<0.0001	***
jaamamoisa	-169.762	55.7677	-3.044	0.0024	***
kesklinn	187.844	32.4441	5.790	<0.0001	***
raadi	-114.099	39.4677	-2.891	0.0039	***
ropka_toostuse	-126.462	72.6521	-1.741	0.0820	*
supilinn	171.094	43.3371	3.948	<0.0001	***
tahtvere	148.730	45.8362	3.245	0.0012	***
tammelinn	105.833	41.9515	2.523	0.0118	**
Mean dependent var	1331.839	S.D. dependent var	358.7631		
Sum squared resid	1.27e+08	S.E. of regression	319.2828		
R-squared	0.213666	Adjusted R-squared	0.207982		
F(9, 1245)	37.58849	P-value(F)	2.50e-59		
Log-likelihood	-9012.175	Akaike criterion	18044.35		
Schwarz criterion	18095.70	Hannan-Quinn	18063.65		

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Linnavalitsus 2.124

annelinn 1.451

jaamamoisa 1.038

kesklinn 1.395

raadi 1.064

ropka_toostuse 1.219

supilinn 1.135

tahtvere 1.084

tammelinn 1.172

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 88.6732

with p-value = $P(\text{Chi-square}(18) > 88.6732) = 2.49687e-011$

Lisa 4. Log-lin Tartu linna korterite mudel

Model 4: OLS, using observations 1-1263 (n = 1255)

Missing or incomplete observations dropped: 8

Dependent variable: l_Ruutmeetrihind

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	7.23767	0.0205795	351.7	<0.0001	***
Linnavalitsus	-4.45388e-05	1.03624e-05	-4.298	<0.0001	***
annelinn	-0.171501	0.0222832	-7.696	<0.0001	***
jaamamoisa	-0.131992	0.0440872	-2.994	0.0028	***
kesklinn	0.133642	0.0255820	5.224	<0.0001	***
raadi	-0.0948321	0.0312106	-3.038	0.0024	***
supilinn	0.118085	0.0343156	3.441	0.0006	***
tahtvere	0.0979478	0.0363315	2.696	0.0071	***
tammelinn	0.0891323	0.0327043	2.725	0.0065	***
Mean dependent var	7.156255	S.D. dependent var		0.281468	
Sum squared resid	79.82981	S.E. of regression		0.253118	
R-squared	0.196457	Adjusted R-squared		0.191298	
F(8, 1246)	38.07907	P-value(F)		2.08e-54	
Log-likelihood	-52.00918	Akaike criterion		122.0184	
Schwarz criterion	168.2324	Hannan-Quinn		139.3883	

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Linnavalitsus	1.781
annelinn	1.345
jaamamoisa	1.032
kesklinn	1.380
raadi	1.059
supilinn	1.133
tahtvere	1.083
tammelinn	1.133

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 41.0559

with p-value = $P(\text{Chi-square}(16) > 41.0559) = 0.000544824$