

TARTU ÜLIKOOL
Majandusteaduskond

Hendrik Pungar

HOONESTAMATA ELAMUMAA HINNAINDEKSI LOOMINE
TEHINGUREGISTRI ANDMETEL

Bakalaureusetöö

Juhendaja: lektor Maire Nurmet

Tartu 2025

HOONESTAMATA ELAMUMAA HINNAINDEKSI LOOMINE TEHINGUREGISTRI
ANDMETEL

2

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Maa hinna indekseerimise meetodid.....	6
1.1. Hinnaindeksi defineerimine ja vajalikkus.....	6
1.2. Hedooniline meetod.....	8
1.3. Korduvate tehingute meetod.....	12
1.4. Aegrea analüüsi rakendamine.....	16
2. Hoonestamata elamumaa hinnaindeksi metoodika loomine.....	21
2.1. Andmed.....	21
2.2. Hoonestamata elamumaa tehinguhindade indekseerimine.....	21
2.3. Tulemused ja järeldused.....	30
Kokkuvõte.....	33
Viidatud allikad.....	35
Lisad.....	40
LISA A. Tehingute puhastamise tingimused.....	40
Summary.....	41

Sissejuhatus

Kinnisvara on majanduse ja ühiskonna toimimise seisukohalt fundamentaalse tähtsusega vara. See ei ole pelgalt investeerimisobjekt või tootmissisend, vaid ka elukeskkonna lahutamatu osa, mõjutades nii leibkondade jõukust kui ka elamiskulusid. Maa väärtuse ja selle muutuste täpne mõõtmine on seetõttu kriitilise tähtsusega nii majanduspoliitika kujundamisel, finantsstabiilsuse hindamisel kui ka planeerimisotsuste tegemisel. Maahinnad peegeldavad sageli laiemat majandusaktiivsust ja võivad toimida varajase hoiatussignaalina kinnisvaraturu ja isegi kogu majanduse tsükliliste muutuste kohta. Eriti oluline on eristada maa väärtuse dünaamikat üldisest kinnisvaraturust, kuna maa hind võib olla volatiilsem ja tundlikum spekulatiivsele survele või nõudluse-pakkumise muutustele.

Eesti kinnisvaraturg, sealhulgas elamumaa turg, on viimastel aastatel läbinud märkimisväärseid muutusi, sealhulgas kiire kasvu perioodi kuni 2022. aastani ja sellele järgnenud stabiliseerumise või jahtumise faasi (vt tabel 1). Sellises dünaamilises keskkonnas on usaldusväärse ja ajakohase hinnainformatsiooni olemasolu eriti aktuaalne. Olemasolevad statistikad põhinevad sageli lihtsatel keskmistel või mediaanhindadel, mis ei pruugi adekvaatselt arvesse võtta turu koosseisu muutusi ajas ega võimalda täpselt hinnata puhtaid hinnamuutusi. See uurimislünk – spetsiifilise, metoodiliselt põhjendatud ja ajakohastatud hoonestamata elamumaa hinnaindeksi puudumine Eestis, mis oleks seotud ka maa korralise hindamise baasperioodiga – on käesoleva bakalaureusetöö peamine ajend.

Käesoleva töö eesmärk on luua hoonestamata elamumaa sihtotstarbelise maa hinnaindeksi Eestis, töötades välja ja rakendades selleks sobiva metoodika, mis põhineb Maa- ja Ruumiameti tehingute andmebaasi andmetel. Töö keskendub hinnaindeksi loomisele, mis kirjeldaks hoonestamata elamumaa turu dünaamikat, hinnataset ja trende perioodil 2016–2024. Oluline kõrvaleesmärk on ajaldada tehingute hinnad, viies need vastavusse 30. juuni 2022 seisuga, mis on valitud indeksi baasperioodiks kooskõlas maa korralise hindamisega. Töö tulemusena valmiv indeks ja indekseeritud andmestik võiksid leida rakendust nii kinnisvaraturu analüüsis, maa väärtuse hindamisel kui ka edasistes akadeemilistes uuringutes.

Püstitatud eesmärgi saavutamiseks täidetakse järgmised uurimisülesanded:

- Koostatakse ülevaade peamistest kinnisvarahindade indekseerimise meetoditest;
- Analüüsitakse kirjeldatud meetodite sisu, rakendatavust ja sobivust Eesti tehinguregistri andmete kontekstis, arvestades hoonestamata elamumaa spetsiifikat;

- Valitakse ja põhjendatakse sobivaim metoodika hoonestamata elamumaa hinnaindeksi loomiseks, arvestades andmete kättesaadavust ja kvaliteeti;
- Valmistatakse ette ja puhastatakse tehingute andmebaasi andmed perioodist 1. juuli 2016 kuni 23. august 2024, keskendudes hoonestamata elamumaa vabaturutehingutele;
- Rakendatakse valitud metoodikat: stratifitseeritakse andmed asukohaklasside alusel, arvutatakse päevased hinnatasemed 365-päevase liugakna abil, silutakse aegread LOESS meetodiga ning arvutatakse piirkonnapõhised hinnaindeksid;
- Analüüsitakse ja tõlgendatakse saadud tulemusi, esitatakse loodud hinnaindeksid ning hinnatakse metoodika rakendamise edukust ja piiranguid.

Töö koosneb kahest peatükist. Esimene peatükk annab teoreetilise ülevaate erinevatest kinnisvarahindade indekseerimise meetoditest. Käsitletakse hedoonilist meetodit, korduvate tehingute meetodit ning keskmistel ja mediaanidel põhinevaid meetodeid koos aegrea analüüsi rakendamisega. See peatükk loob teoreetilise raamistiku ja aitab mõista erinevate lähenemiste eeliseid, puudusi ning eeldusi, mis on aluseks empiirilises osas tehtavatele metoodilistele valikutele.

Teine peatükk keskendub empiirilisele analüüsile ja hoonestamata elamumaa hinnaindeksi loomisele. Kõigepealt kirjeldatakse kasutatud andmeid ja nende ettevalmistamise protsessi, sealhulgas teostatud puhastamistoiminguid. Seejärel selgitatakse detailselt valitud indekseerimismetoodikat – stratifitseerimist, liugakna ja geomeetrilise keskmise kasutamist, LOESS silumist ning indeksi ja pöördindeksi arvutamist. Peatüki lõpus esitatakse ja analüüsitakse töö peamisi tulemusi, sealhulgas loodud hinnaindekseid ja indekseerimise mõju tehinguhindadele, ning tehakse järeldused püstitatud eesmärgi ja uurimisülesannete täitmise kohta.

Töö teoreetiline osa tugineb peamiselt rahvusvahelistele teadusartiklitele ja käsiraamatutele hinnaindeksite teooria ja praktika kohta. Empiiriline analüüs põhineb tehingute andmebaasi andmetel ning rakendab statistilise aegrea analüüsi meetodeid, kasutades vabavaralist statistikatarkvara RStudio.

Märksõnad: hinnaindeks, kinnisvara hindamine, aegread, kinnisvaraturg.

1. Maa hinna indekseerimise meetodid

1.1. Hinnaindeksi defineerimine ja vajalikkus

Indeksil võib eesti keeles olla palju erinevaid tähendusi. Majandusteaduses tähendab indeks suhtarvu, mis kirjeldab mingi näitaja muutumist. Sarnaselt tähendusele on indekseid ka mitut erinevat liiki: lihtindeks kirjeldab kahe arvu suhet, liitindeks mitme lihtindeksi suhet, baasperioodi indeksid näitavad muutust algpunkti suhtes. (Sauga, 2017) Indeksi eesmärk on pakkuda usaldusväärset ja objektiivset viisi kinnisvaraturu suundumuste ja muutuste jälgimiseks. Hinnaindeksi koostamisel võetakse arvesse mitmesuguseid tegureid nagu kinnisvara asukoht, suurus, kvaliteet ja müügiaeg. Indeksi koostamise meetodid varieeruvad, sõltudes kasutatavatest andmetest ja analüütilistest lähenemistest. Eesmärk on saavutada võimalikult täpne ja esinduslik hinnaindeks, mis peegeldab tegelikke turutingimusi ja kinnisvara väärtuse muutusi. See on kavandatud isoleerima ja kvantifitseerima hinnamuutuse osa, mida ei mõjuta muutused objekti koguses või kvaliteedis, seega peaks kõrge kirjeldatavusega indeksi valimis olema objektid, millel need omadused on konstantsed või ajas vähemuutuvad. (Eurostat, 2013)

Tavapärased hinnaindeksid on arvutatud objektide põhjal, mille hind hõlmab nii ehitise kui ka selle aluse maa komponenti. Analüütilistel eesmärkidel on oluline eraldada maa väärtuse mõju tehinguhinnast, et oleks võimalik uurida selle hinnadünaamikat. Maa kujutab endas eraldiseisvat varaklassi, millel on unikaalsed majanduslikud omadused. Erinevalt ehitistest, mida on võimalik sama projekti aluses taas luua, on maa ruumilises mõttes fundamentaalselt mittereprodutseeritav. Selle väärtus on lahutamatult seotud asukohapõhiste tunnustega nagu suurus, kuju, topograafia, lähedus keskustele ja mugavustele, taristu olemasolu ning potentsiaalset kasutamist piiravad õigused ja nõuded (Eurostat, 2013). Seetõttu on uurimistöo fookuses elamumaa sihtotstarbelise hinnaindeksi eesmärk mõõta maatükkide hinna muutust ajas. Indeks jälgib kinnisvara hoonestamata maa komponendi väärtust, eraldades sellest võimalikud hinda mõjutavad tegurid. See on oluline, sest hoonestamata maa tehingute dünaamika on eristuv teistest turusegmentidest nagu näitavad empiirilised tõendid (Rootalu, 2024).

Elamumaa hinnaindeks on oluline majandusindikaator, millel on mitmeid funktsioone poliitikakujundajate, investorite ja analüütikute jaoks. Esiteks saab seda kasutada makromajandusliku seire vahendina. Maahinnad korreleeruvad tugevalt üldise majandustegevusega – tõusud langevad sageli kokku majanduskasvuga, mida toetab arendus-

ja investeerimisnõudluse suurenemine, stimuleerides ehitustegevust ja sellega seotud sektorite tööhõivet ning sissetulekuid. Langevad maahinnad võivad aga viidata majanduslangusele. Maa väärtuse ja arenduspotentsiaali vaheline seos muudab ehitusmaa hinnad eriti tundlikuks majandusliku meeleolu ja investeerimiskavatsuste muutuste suhtes. Teiseks on need indeksiid kriitilised finantsstabiilsuse indikaatorid. Maa on oluline osa nii riigi kui ka leibkondade varast ning peamine hüpoteeklaenude tagatis. Seetõttu võib maahindade volatiilsus, eriti kiired tõusud või järsud langused, kujutada endast märkimisväärsed riske finantsüsteemi stabiilsusele. Järsk hinnalangus võib vähendada tagatisvara väärtust, suurendada laenuandjate maksejõuetuse riski ja negatiivselt mõjutada leibkondade finantsseisu, potentsiaalselt käivitades laiemad finantsraskused. (IMF, 2013)

Maahind võib olla juhtiv indikaator kinnisvaraturu trendi ja potentsiaalselt ka üldise majandustegevuse jaoks. Uuringud näitavad, et maahindade muutused, eriti maa osakaalu suurenemine kinnisvara koguväärtuses, võivad eelneva järgnevatele majahindade langustele, toimides varajase hoiatussignaalina. Selle põhjuseks on maa hinna tundlikkus nõudluse ja pakkumise piirangute või spekulatiivse surve suhtes, mis võib olla kiirem ja järsem kui näiteks hoonestatud maa või korterite puhul. (Davis & Heathcote, 2002) Kuna maa hind on oluline sisend poliitikakujundamisel ja investeringute analüüsis, siis on oluline võimalikest tõrgetest varakult teada saada. Näiteks kasutatakse seda teavet taristu arendamise otsuste tegemisel, maaplaneerimisel, strateegia loomisel või maksustamise eesmärgil. Investorite, arendajate ja poliitikakujundajate jaoks on see teave oluline tasuvuse analüüsimisel, riskide hindamisel ning teadlike otsuste tegemisel. (Lindholm, 1965; Zhu, 2009)

Oluline on eraldada maaväärtuse dünaamika ehitise väärtuse dünaamikast. Üldised kinnisvarahinnaindeksid võivad varjata maaga sageli seotud suuremat volatiilsust ja jätta märkamata juhtivad signaalid, mis maa hindadel võivad olla. Seetõttu on väärtuslik koostada spetsiifilisi, ainult maale keskenduvaid indekseid. Elamumaa väärtus peegeldab nii selle praeguseid asukohaheeliseid kui ka tulevast arenduspotentsiaali. Seega on elamumaa hinnaindeksid jälgides võimalik saada teavet majanduse suundumise kohta. (Davis ja Palumbo, 2008) Rahvusvaheliselt kasutatakse kinnisvaravarade hinnaindeksite koostamiseks mitmeid meetodikaid, millest igal on omad tugevused ja nõrkused. Nende rakendamine nõuab sageli kohandamist ja hoolikat kaalumist maa ainulaadsete omaduste ja kättesaadavate andmete tõttu.

1.2. Hedooniline meetod

Hedooniline mudel kujutab endast majandusteoreetilist lähenemist, mis võimaldab analüüsida keerukaid, heterogeenseid tooteid või varasid, nagu kinnisvara, käsitledes neid kui kogumit erinevatest individuaalsetest omadustest ja tunnustest. Selle teooria kohaselt ei osta tarbijad toodet kui tervikut, vaid pigem selle omaduste komplekti, millest igapähe on oma kaudne väärtus. (Court, 1939) Kinnisvara puhul võivad need omadused olla väga mitmekesised. Struktuursete tunnuste alla kuuluvad näiteks hoone suurus, tubade arv, ehitusaasta, kasutatud materjalide kvaliteet ja seisukord. Asukohapõhised tunnused on samuti määrava tähtsusega, peegeldades ligipäasetavust ja ümbruskonna kvaliteeti – siia kuuluvad kaugus olulistest punktidest nagu kesklinn, koolid, ühistranspordipeatused, aga ka naabruskonna maine ja turvalisus. Lisaks mõjutavad väärtust keskkonnategurid, nagu meeldivad vaated, müratase või looduslike ohtude, näiteks üleujutusrisiki, olemasolu. Ei saa unustada ka õiguslikke piiranguid, mis võivad mõjutada kinnisvara kasutusvõimalusi ja seeläbi ka selle väärtust, näiteks ehituseks lubatud maht või kehtivad maksustamismäärad. (Eppli & Laposa, 1997)

Nende erinevate tunnuste mõju kindlakstegemiseks kinnisvara turuväärtusele kasutab hedooniline mudel statistilisi meetodeid, eelkõige mitmekordset regressioonanalüüsi. Selle analüüsi abil püütakse hinnata iga üksiku omaduse marginaalset panust ehk seda, kui palju muutub kinnisvara hind, kui konkreetne omadus muutub ühe ühiku võrra, hoides samal ajal teised omadused konstantsena. Tulemuseks on hinnangulised kaudsed hinnad iga tunnuse jaoks, mis kokku moodustavadki vara hedoonilise hinna. (B. Case et al., 1991)

Elamumaa hinnaindeksi koostamisel on hedooniline mudel eriti kasulik vahend, mida saab rakendada peamiselt kahel viisil. Esimene meetod keskendub hoonestatud kinnisvara müügitehingute analüüsile. Sel juhul sisaldab regressioonimudel muutujaid, mis kirjeldavad nii hoone enda struktuursete omadusi kui ka kinnistu asukoha tunnuseid. Analüüsi tulemusena saadud maa ja asukoha tunnuste hinnangulised kaudsed hinnad eraldatakse ja agregeeritakse või kasutatakse neid standardiseeritud maatüki väärtust esindava indeksi loomiseks. (Bailey et al., 1963) Sisuliselt püütakse hinnata, kui suure osa moodustab maa väärtus kogu kinnisvara tehinguhinnast. Teine võimalus on kasutada otse hoonestamata maa tehingute andmeid. Selles lähenemises on sõltuvaks muutujaks maatüki tehinguhind ning sõltumatuteks muutujateks selle erinevad omadused (suurus, sihtotstarve, asukoht jne). See meetod võib pakkuda otsesemat ja potentsiaalselt täpsemat hinnangut just maa väärtuse muutustele, kuid selle rakendatavust võib

piirata hoonestamata elamumaa tehingute vähesus või ebaregulaarsus teatud piirkondades, mis ei pruugi tagada statistiliselt usaldusväärse mudeli loomiseks piisavat andmemahutu. (Davis & Palumbo, 2008)

Sõltumata valitud lähenemisviisist on hedoonilise hinnaindeksi loomisel kriitilise tähtsusega esindusliku valimi olemasolu ja kvaliteetne andmestik. See eeldab ulatusliku andmebaasi loomist, mis sisaldab detailset teavet paljude erinevate kinnisvaraobjektide, nende tegelike müügihindade ja kõigi oluliste hinda mõjutavate omaduste kohta. Andmeid võib koguda mitmest allikast, sealhulgas ametlikest registritest, kinnisvarabüroodelt ja muudest turu jälgimise vahenditest. (Eurostat, 2013) Eestis haldab ja kogub kinnisvaratehingute andmeid Maa- Ja Ruumiamet. Andmete kvaliteet – nende täpsus, täielikkus ja järjepidevus – on määrava tähtsusega. Iga objekti kohta on vaja põhjalikku kirjeldust, et mudel suudaks korrektselt tuvastada, millised omadused hinda mõjutavad ja mil määral. Andmete puudulikkus, ebatäpsused või süstemaatilised vead võivad viia oluliselt moonutatud ja eksitavate tulemusteni. (Jansen et al., 2008) Andmete ettevalmistamise etapis tuleb tegeleda ka selliste probleemidega nagu puuduvad väärtused ning tuvastada ja käsitleda ebatavalisi või erindlikke andmepunkte, mis võivad regressioonitulemusi ebaproportsionaalselt mõjutada. See etapp nõuab hoolikat analüüsi ja kaalutletud otsuseid, et tagada mudeli treenimiseks võimalikult usaldusväärne andmestik.

Mudeli enda ülesehitamine ehk spetsifitseerimine on järgmine oluline samm. Arvutatava hinnaindeksi täpsus sõltub otseselt regressioonivõrrandi spetsifikatsioonist ja kasutatavast arvutusmeetodist. Kaks kriitilist tegevust selles etapis on sobiva funktsionaalse kuju valimine regressioonivõrrandile ning parimate, kõige olulisemate sõltumatute muutujate valimine mudelisse. Funktsionaalse kuju valik ei ole alati üheselt määratav ainuüksi teoreetilisest lähtepunktist lähtuvalt, kuna hedooniline võrrand peegeldab keerukat tasakaalu erinevate omaduste nõudluse ja pakkumise vahel. Kuigi lineaarset regressiooni kasutatakse laialdaselt selle lihtsuse tõttu, võib osutuda vajalikuks või täpsemaks kasutada ka keerukamaid tehnikaid nagu näiteks mitmeparameetriline regressioon, masinõppe algoritmid või poollogaritmimudelid. (Knight et al., 1995; Rosen, 1974) Just log-lineaarne ehk poollogaritmimudel ehk kasvukiiruse mudel on laialdaselt levinud funktsionaalse kuju kinnisvara hedoonilise väärtuse hindamisel, sest selle tulemusel saadud parameetrite hinnangud, näitavad tunnuse suhtelist osakaalu vaadeldava objekti väärtusesse. Vastupidiselt lineaarsele regressioonile, mis arvutab iga muutuja hinnangulise rahalise suuruse absoluutse

suurusena, on log-lineaarse mudeli kasutamine soovituslik tulenevalt arvutuslikust lihtsusest ning sõltumatute muutujate valiku paindlikkusest. (B. Case et al., 1991) Kuigi funktsionaalse kuju valimiseks saab kasutada mitut statistilist testi, võib valiku langetamine tihtipeale jääda uurija subjektiivseks otsuseks.

Hedoonilise hinnaindeksi loomisel on üks peamine probleem sõltumatute muutujate valik mudelisse. Kinnisvara puhul võib potentsiaalselt mudelisse sobivate tunnuste hulk olla mõistmatult suur. Sarnaselt funktsionaalse kuju valikule peab uurija ka tunnuseid valides paratamatult langetama subjektiivseid, hinnangutel põhinevaid otsuseid. Need otsused ei puuduta ainult seda, milliseid muutujaid lisada, vaid ka seda, kas ja kuidas arvestada nende koosmõjusid või mittelineaarseid seoseid. Erinevad arusaamad sellest, millised tunnused või seosed on olulised, võivad sama algandmestikuga töötades viia erinevate tulemusteni. Piisavalt suure ja mitmekesise andmebaasi korral on erinevaid tunnuste ja seoste kombinatsioone katsetades võimalik hinnaindeksi tulemust teatud määral soovitud suunas mõjutada. See seab aga kahtluse alla meetodi objektiivsuse ja tõstatab fundamentaalse usaldusvääruse küsimuse. (B. Case et al., 1991) Samas peab uurija arvestama ka oluliste muutujate mudelist väljajäämise riskiga.

Pärast mudeli koostamist on möödapääsmatu selle valideerimine. See tähendab mudeli testimist erinevate andmekogumite peal või erinevate meetoditega, et veenduda selle usaldusvääruses ja üldistusvõimes. Hea mudel peaks suutma kirjeldada hindu mõistliku täpsusega ka erinevates turuolukordades ja ajaperioodidel, mitte ainult selle andmestiku piires, mille põhjal see loodi (Eurostat, 2013). Üks potentsiaalne oht valideerimisel on mudeli ülesobitamine, mis tähendab, et mudel sobitub liiga täpselt treeningandmetega, kaasa arvatud juhusliku müraga ning kaotab seetõttu võime üldistada (Rosen, 1974). Tuleb leida tasakaal, et mudel oleks piisavalt paindlik turu muutustega kohanemiseks, kuid samas piisavalt robustne ja täpne usaldusväärsete tulemuste andmiseks.

Kui mudel on valideeritud, saab seda rakendada reaalsele andmetele hinnaindeksi arvutamiseks. Indeks ise näitab, kuidas kinnisvara hinnatase on aja jooksul muutunud, olles korrigeeritud kvaliteedimuutustega ehk võttes arvesse analüüsitava objektide omaduste erinevusi ja muutumist ajas. Oluline aspekt on indeksi ajakohasuse tagamine. Kuna kinnisvaraturg on pidevas muutumises – muutuvad nii tehingute mahud, hinnatasemed kui ka eelistused teatud omaduste suhtes – on tähtis, et indeks peegeldaks võimalikult täpselt turu hetkeseisu. Selleks tuleb indeksit regulaarselt uuendada, lisades mudelisse tehinguandmed ja

vajadusel kohandades mudelit ennast vastavalt täheldatud turu muutustele. Lisaks on oluline indeksi täpsuse ja usaldusväärsuse pidev jälgimine ja hindamine. See hõlmab vigade ja võimalike kõrvalekallete analüüsi ning indeksi tulemuste võrdlemist teiste kättesaadavate turuindikaatorite ja -andmetega, et tagada selle järjepidev asjakohasus ja usaldusväärsus turu dünaamika mõistmisel. (Court, 1939)

Näiteks Hill ja Trojanek (2022) oma uurimistöös uurisid erinevate indekseerimise meetodikate täpsust. Uuringu meetodika keskendus Varssavi elukondliku kinnisvara turu põhjalikule analüüsile, kasutades andmeid, mis koguti Varssavi Geodeesia ja Munitsipaal-Katastri Nõukogult perioodil 2006. aasta teine kvartal kuni 2018. aasta kolmas kvartal. Andmete täpsustamiseks ja laiendamiseks kasutati lisaks Google Street View'd ja Google Maps API-d, mis aitasid koguda lisateavet hoonete ehitustehnoloogia ja kõrguse kohta. Valimist välistati mitte-turupõhised tehingud, mitme korteriga tehingud ja ühepereelamutes asuvad korterid, et tagada andmete asjakohasus. Uuringus rakendati kahte peamist meetodit kinnisvara hinnaindeksite koostamiseks: hedooniline meetod ja korduv-müügi meetod. Hedooniliste meetodite hulka kuulusid ajafiktiivne (TD) meetod, mis kasutas iga perioodi jaoks unikaalset fiktiivsetmuutujat ja eksponentsiaalset teisendamist hinnaindeksi saamiseks ning rulluva aja akna (RTD) meetod, mis keskendus ainult kõige hiljutisematele perioodidele iga mudeli uuendamise ajal, vältimaks varasemate tulemuste tagasiulatuvaid parandusi. Lisaks kasutati ümberhindamise (repricing) meetodit, kus aasta andmete põhjal loodi kvaliteedi kohandamise tingimused igale perioodile. Korduv-müügi meetodite seas käsitleti Bailey, Muth ja Nourse (BMN) ning Case-Shilleri (CS) mudeleid, mis põhinesid korduvalt müüdud kinnisvarade hinnamuutustel, eeldades, et kinnisvara omadused ei muutunud kahe tehingu vahel. Lisaks meetodite rakendamisele teostati uuringus põhjalikke analüüse ja teste, et mõista erinevate meetodite tugevusi, nõrkusi ja rakendatavust, eriti nende robustsust ehk toimivust piiratud andmete korral või oluliste turumuutuste ajal. Uuringu meetodika hõlmas keerukat andmetöötlust, erinevate statistiliste ja ökonomeetriliste mudelite rakendamist ning hoolikat analüüsi, et tuletada kõige usaldusväärsemad ja asjakohased järeldused Varssavi kinnisvaraturu kohta. Kokkuvõttes leidis uuring, et Varssavi elukondliku kinnisvara hinnaindeksite koostamisel olid kõige usaldusväärsemad ja efektiivsemad hedoonilised meetodid, eriti aja fiktiivsed muutuja (TD) ja rulluva aja fiktiivsed muutuja (RTD) meetodid. Need võimaldasid täpsemaid hinnaindeksite tulemusi võrreldes korduvmüügi meetoditega, mis näitasid suuremaid vigu ja puudusi. Samuti täheldati, et hedoonilised meetodid olid vastupidavamad

muutuvatele turutingimustele ja andmete piiratusele. Uuring rõhutas meetodi valiku olulisust kinnisvara hinnaindeksite täpsuse ja usaldusväärsuse seisukohast.

Varasemad uuringud on hedoonilise meetodi kasutamist ka kritiseerinud. Näiteks Bourassa ja Hoesli (2022) kasutasid hedoonilist mudelit elamumaa väärtuse hindamiseks USA, Arizona osariigi, Maricopa maakonnas. Treeningandmetena kasutati ajaperioodil 2000 kuni 2015 toimunud tühjade kruntide tehinguid, mudeli täpsuse testimiseks kasutati aastate 2015 kuni 2018 andmeid. Mudeliga püüti ennustada maa väärtus, võttes arvesse omadusi nagu krundi suurus, asukoht ja tsoneering ehk kitsendused krundi kasutamisel. Mudelit katsetati nii maakonna tasandil kui valitud väiksemal maakonnasisesel piirkonnal. Tulemus näitas, et ennustustäpsus oli piiratud ning sageli ei vastanud hindamisstandardile. Eriti ilmestus see suuremale geograafilisele alale üldistuse tegemisel. Lisaks testiti võrdlemiseks ka hoonestatud kinnistute hedoonilist mudelit, mis näitas, et sellist lähenemist ei saa kasutada, sest mudel ei suutnud usaldusväärselt eristada maa komponenti.

Hedoonilise hinnaindeksi loomine ei ole ühekordne projekt, vaid pigem pidev protsess, mis nõuab järjepidevat vaatlemist ja arendamist. Tuleb regulaarselt analüüsida, kuidas indeks reageerib turumuutustele, kas selle aluseks olev mudel on endiselt adekvaatne ning kuidas saaks indeksit veelgi täiustada, et see kajastaks turu arenguid võimalikult täpselt ja usaldusväärselt. See hõlmab ka indeksi võrdlemist alternatiivsete kinnisvarahindade mõõtmise meetoditega ning mudeli parameetrite regulaarset hindamist ja vajadusel kohandamist.

1.3. Korduvate tehingute meetod

Korduvate müükide regressioonil põhinevad meetodid kujutavad endast alternatiivi hedoonilise regressiooni meetodile, mille peamine eesmärk on hinnata kinnisvara hindade dünaamikat, keskendudes üksnes neile objektidele, mida on müüdud rohkem kui üks kord. See lähenemine püüab vältida hedoonilise mudeli peamisi spetsifikatsiooniprobleeme, sest hedoonilise regressiooni puhul tuleb sageli täpselt mõõta ja modelleerida iga kinnisvara objekti spetsiifilisi tunnuseid, mis omakorda nõuab suure hulga andmete olemasolu ja täpset funktsionaalse kuju määratlust. Korduvate müükide meetodi alus seisneb selles, et kui sama objekt ilmub müügiandmetes korduvalt, siis selle hindade muutusi saab tõlgendada puhtalt turu üldise trendi peegeldusena, eeldusel, et objekti põhitunnused on müükide vahel konstantsed. (B. Case et al., 1991; Gatzlaff & Ling, 1994)

Meetodi teoreetiline alus põhineb lihtsal ideel: objekt, millel on säilinud kvaliteeditunnused, annab võimaluse hinnamuutust vaadata ilma, et tuleks eraldi mõõta kõiki

kvaliteedierinevusi (Gatzlaff & Ling, 1994). Sellisel juhul eeldatakse, et kõik muutused müügihindades tulenevad peamiselt turutingimustest, mitte objekti spetsiifilistest omadustest. See lähenemine võimaldab seega ületada ühe suure probleemi, mis esineb hedoonilistes mudelites – vajaduse kirjeldada iga objekti mitmekülgseid omadusi ja nende mõju hinna kujunemisele. Korduvate müükide regressioon kasutab seetõttu vaid neid tehinguid, kus on olemas vähemalt kaks tehingut ning nende andmete põhjal püütakse määrata, kuidas hinna muutused ajas suhestuvad üksteisega.

Praktiliselt rakendatakse seda meetodit nii, et iga müügipaari puhul võrreldakse teise müügi hinda esimese müügi hinnaga, taandades need baasperioodi väärtusele. See võimaldab moodustada indeksi, mis väljendab hindade suhtelist muutust aja jooksul. Sellist indeksi saab arvutada aritmeetilise või geomeetrilise keskmise abil, kuigi mõlema valiku vahel on teoreetilisi erinevusi, on lihtsamates mudelites eelistatud aritmeetiline lähenemine, sest see võimaldab siduda indeks arvutuses ka tehingute hinnakaaludega. Praktikas tähendab see, et iga müügipaari andmed on kaalus, mis võib sõltuda näiteks müükide vahelisest ajast – pikema intervalliga tehingute puhul võib hinnamuutuse põhjustada ka objekti vananemine või renoveerimise vajadus, mis omakorda võib avaldada mõju indeksile. (B. Case et al., 1991)

Varasemad käsitlused on kasutanud ka geomeetrilist indeksit. Bailey, Muthi ja Nourse'i (1963) töös on regressiooni sõltuva muutujana kasutatud müügipaari teise ja esimese müügi hindade logaritmade vahet ning sõltumatu muutujana fiktiivseid muutujaid iga perioodi kohta. Selleks, et siduda iga konkreetne hinnamuutus õigete ajaperioodidega, kasutati spetsiaalset kodeerimissüsteemi: iga vaadeldava ajaperioodi kohta märgiti iga hinnamuutuse juurde number vastavalt sellele, kas see periood oli antud tehingupaari algmüügi periood (-1), lõppmüügi periood (+1) või ei olnud see periood kummagi müügihetkega seotud (0). Lähtepunktiks valiti üks kindel ajaperiood, mille hinnatase määrati kindlaks baastasemeks. Indeksi transformeerimine logaritmade eemaldamise teel annab tulemuseks indeksi, mille sisuline tähendus vastab hindade geomeetrilisele keskmisele. Mudel analüüsib hindade suhtelist muutust ning igal tehingupaaril on selles võrdsed kaalud.

Eelnevale uurimistööle tegi edasiarenduse Robert Shiller (1991). Ta tutvustas aritmeetilise kodusmüügi hinnaindeksi loomise meetodit alternatiivina geomeetrilisele hinnaindeksile. Ta tõi välja, et geomeetriselt arvatud indeks ei kajasta kinnisvara hinda täpselt, sest kallimate objektide mõju on mudelist eemaldatud. Lahendusena pakub ta välja aritmeetilise kordusmüügi hinnaindeksi ning mudeli täpsustamiseks kolm kaalumise meetodit:

väärtusega kaalutud hinnad, võrdsete kaalude kasutamine ja intervalliga kaalumise. Esimene kaalumise variant annab suurema kaalu kallimatele objektidele, teine kaalub kõiki tehinguhindasid võrdselt ning kolmas määrab kaalud vastavalt kordustehingute vahelisest ajast. Siller soovib praktikutel enamikes rakendustes kasutada pakutud aritmeetilisi meetodeid geomeetriliste asemel, kuna need on otsesemalt seotud portfelli väärtusega ja analoogsemad teistele levinud finantsindeksitele. Kui aga eesmärk ei ole vaadelda hindade absoluutset muutust ajas, siis on parem kasutada geomeetrilist indeksit. Seega sõltub meetodi valik konkreetsest lähteülesandest ja soovitud tulemusest.

Korduvate müükide regressioonimudeli ülesehitus põhineb tavaliselt ühe üldise regressioonivõrrandi lahendamisel, kus sõltuvaks muutujaks on tehingute hinnamuutuste vahe ning sellega seonduvad sõltumatud muutujad on fiktiivsed ajamuutujad, mis eristavad erinevaid perioode. Selle mudeli puhul eeldatakse, et objekti hinnamuutus on lineaarne või log-lineaarne, mis tähendab, et objekti väärtuse kasv või langus väljendub suhtelise hinnatõusuna või –langusena. Mudelisse lisatakse sageli ka instrumentmuutujaid, et kompenseerida potentsiaalselt esinevat korrelatsiooni regressiooni jääkliikmete ja tehingute hinnakõikumiste vahel. Instrumentmuutujate kasutamine aitab tagada, et hinnangud on statistiliselt usaldusväärsed, kuigi see lisab mudeli üldisesse struktuuri täiendava keerukuse ja nõuab hoolikat statistilist kontrolli. (Shiller, 1991)

Korduvate müükide meetod pakub ühe tähtsa eelise võrdluses hedoonilise mudeliga. Kuna meetod keskendub ainult objektidele, mida on müüdud mitu korda, vähendatakse oluliselt mittekaasatud tunnuste mõju mudeli hinnangule. (B. Case et al., 1991) Kuna iga kordumüük on seotud objekti unikaalse identifikaatoriga, kaasab see metodika kogu objekti kvaliteedi ja spetsiifiliste omaduste informatsiooni, mida teised lähenemised võivad jätta tähelepanuta. Selline lähenemine võimaldab seega kasutada kõiki olemasolevaid andmeid tõhusamalt ning annab võimaluse hinnata turu üldist suundumust puhtama ja vähem segava infovahetuse kaudu. (Gatzlaff & Ling, 1994)

Samuti tuleb rõhutada, et korduvate müükide meetodi rakendamisel on oluline tagada analüüsi valimi esinduslikkus. Kui turul müüakse mõningaid kinnisvaraobjekte palju sagedamini kui teisi, võib see põhjustada indeksis süsteemset nihet, kuna need kõrgema müügitihedusega objektid võivad kallutada tulemusi. Sellisel juhul tuleb analüüsis kasutada täiendavaid kaalumismeetodeid, et tagada indeks, mis esindab laiemat kinnisvaraturu trendi. See võib tähendada, et teatud müügipaare kaalutakse vähem või nende mõju korrigeeritakse

vastavalt müügivaheajale või tehingu suurusele, et vältida ülemäärase mõju sattumist indeksi lõplikku väärtusesse. (Zhu, 2009) Kaalumismeetodeid on käsitlenud Shiller (1991) ja neid on arutletud eelevalt.

Kuigi korduvate müükide regressioonil põhinevad meetodid pakuvad mitmeid eeliseid, esineb neil ka puudusi. Üks peamisi puudusi seisneb andmekasutuse efektiivsuse osas – kuna analüüsis kaasatakse ainult kordumüüke, jäetakse suur hulk tehinguid kasutamata. See piirab oluliselt mudeli üldistusvõimet ja esinduslikkust. Lisaks tugineb meetod eeldusele, et objekti tunnused jäävad müükide vahel konstantseks. (B. Case et al., 1991) Tegelikuses ei pruugi see eeldus olla tõene, sest isegi objekti mõndade omaduste säilimisel, toimub ajas objekti vananemine, mis võib mõjutada hinda. Lisaks on peaaegu võimatu ja ebamõistlik jälgida selliseid väärtust mõjutavaid tegureid nagu renoveerimine ja muud parandustööd. (Birch & Sunderman, 2003) Sellised muutused võivad viia indeksis kõrvalekalleteni, kui neid ei suudeta mudelis piisavalt adekvaatselt kontrollida. Samas on ühe lahendusena pakutud, et kordumüügi tehingute puudumine on teoreetiliselt ajas iselahenev, s.t piisava aja möödudes tekib igale objektile võrreldav kordustehing.

Veel üks kriitiline aspekt on indeksite ajakohastamise probleem. Kuna iga uus tehingupaar lisab indeksile uut informatsiooni ning võib mõjutada juba avaldatud perioodide parameetreid, võib tekkida vajadus pideva ümberarvutamise järele. See omakorda tekitab probleeme avaldatud indeksi stabiilsuse ja usaldusväärsuse osas, kuna toimub indeksi uuesti arvutamine, jääb mulje, et eelnevad perioodid on muutunud. Sellise lähenemise korral on oluline leida kompromiss – kas arvutada indeks igal perioodil uuesti või lisada indeksile uus väärtus, mis põhineb eelnevalt avaldatud indeksil, kuid mille puhul ei muudetaks varasemaid perioodide väärtusi. Mõlemas lähenemises on omad eelised ja puudused ning konkreetse lahenduse valik sõltub teoreetilistest kaalutlustest ja praktilistest andmekäsitlusvõimalustest. (Eurostat, 2013)

Statistilise mudeli hindamisel mängib olulist rolli ka mudeli vealiikmete jaotuse kontrollimine. Kui vealiikmete dispersioonid ei ole konstantsed ehk mudelis esineb heteroskedastiivsus, võib see mõjutada regressiooni parameetrite täpsust ja seega ka indeksi usaldusväärsust. Sellistel juhtudel on tavapärane kasutada täiendavaid kaalutusi või korrigeerimismeetodeid, mis võimaldavad mudeli jääkliikmete dispersiooni stabiliseerida. Instrumentmuutujate lisamine on üks võimalik lahendus, kuid see nõuab täiendavat statistilist analüüsi ning võib suurendada mudeli keerukust. Täpsemalt on vaja hinnata, kas ja millises

ulatuses on võimalik muuta indeksi mudelit selliselt, et vähendada heteroskedastiivsuse mõju, säilitades samas mudeli täpsuse ja usaldusväarsuse. (B. Case et al., 1997)

Tuntuim kordumüükide regressioonil põhinev indeks on S&P CoreLogic Case-Shilleri indeks. Meetodika põhineb kaalutud kordumüükide regressioonil. Mudelist jäetakse välja tehingud, mis ei vasta vabaturutingimustele, kus tehingu subjektiks olnud vara tüüp on muutunud ning kahtlased ja vigased andmed. Indeksi arvutamisel kasutatakse kaalumisskeemi, mis annab suurema kaalu tehingutele, mis on ajaliselt lähemal indeksi arvutamise perioodile ning vähendab pikaajalise intervalliga müügipaaride ja ka väga suurte hinnamuutustega paaride mõju. Indeksid arvutatakse igakuiselt, kasutades kolme kuu libisevat keskmist, mis tähendab, et iga kuu indeksipunkt põhineb vaadeldava kuu ja sellele eelnenud kahe kuu jooksul tuvastatud müügipaaridel. Need indeksid pakuvad laia katvust, hõlmates nii USA riiklikku taset, kümne ja kahekümne linna koondindekseid kui ka üksikuid suurlinnapiirkondi, tihti ka jaotatuna kolme hinnaklassi, n-ö madal, keskmine, kõrge. (*S&P CoreLogic Case-Shiller Home Price Indices*, 2024)

Üldiselt võib öelda, et korduvate müükide regressioonil põhinevad meetodid pakuvad kinnisvarahindade analüüsimisel selget eeliseid, kuna need võimaldavad kasutada objekti identiteedile spetsiifilist informatsiooni ning seeläbi vähendada mõnede hedoonilise regressiooni puhul esinevate andmete kvaliteedi ja spetsifikatsiooniga seotud probleemide mõju. Samas tuleb arvestada, et meetodi rakendamisel on vaja hoolikalt valida analüüsis kaasatavad müügipaare ning rakendada täiendavaid statistilisi lahendusi, et tagada indeksi stabiilsus ja esinduslikkus. Kui rakendada õigesti, võib korduvate müükide regressioon anda usaldusväärse ja detailse pildi kinnisvaraturu hinnadünaamikast, võimaldades analüütikutel teha järeldusi nii üldise turutrendi kui ka spetsiifiliste objektide hinnamuutuste kohta.

1.4. Aegrea analüüsi rakendamine

Kinnisvaraturgude analüüsimisel on üheks keskseks väljakutseks hinnamuutuste korrektne mõõtmine ajas, arvestades turul kaubeldavate varade heterogeensust. Kõige lihtsamad kinnisvarahindade muutuste mõõdikud põhinevad tehinguhindade jaotusest tuletatud kesksel tendentsil konkreetsel perioodil ja geograafilises piirkonnas, eelkõige aritmeetilisel keskmisel või mediaanil (Graf, 2020). Nende indeksite arvutamine on lihte ja kergesti arusaadav kõigile ning nende arvutamiseks leitakse valim tehingutest ning arvutatakse vastav statistiline näitaja. Selliseid indekseid kasutavad sageli näiteks kinnisvarasektori ettevõtted või neid tsiteeritakse meedias kiire hinnangu andmiseks turu seisule. Näiteks USA Riiklik

Kinnisvaramaaklerite Assotsiatsioon (NAR) avaldab olemasolevate eramajade mediaanmüügihindu (NAR, 2025). Eestis avalikustab Maa- ja Ruumiamet periooditi – kuu, kvartali ja aasta – ning sektoripõhiseid ülevaateid kinnisvaraturust. Nendes ülevaadetes on kajastatud mitmeid statistilisi näitajaid, sealhulgas keskmist ja mediaan tehinguhinda.

Nende meetodite peamine eelis seisneb nende lihtsuses nii arvutamisel kui ka tõlgendamisel. Need võimaldavad teha ka teatud määral võrdlusi ajas ja turgude vahel. Mediaani eelistatakse sageli aritmeetilisele keskmisele, kuna kinnisvarahindade jaotused on sageli positiivselt asümmeetrilised suhteliselt väikese arvu väga kallite objektide tõttu. Sellistes tingimustes annab mediaan parema hinnangu jaotuse kesksele tendentsile ja on vähem tundlik erindlike, väga kõrgete või madalate tehinguhindade suhtes. (Prasad & Richards, 2008) Seetõttu peetakse mediaani sageli tüüpilisemaks turutingimuste näitajaks kui keskmist hinda, mida mõjutavad rohkem ekstreemsed väärtused.

Lihtsate keskmistel ja mediaanhindadel põhinevate indeksite kõige suurem puudus on nende võimetus kontrollida erinevusi objekti koguses või kvaliteedis turgude vahel ja ajas (Gatzlaff & Ling, 1994). See viib koosseisu muutuse ehk kvaliteedi segu probleemini ehk indeksi muutused võivad peegeldada pigem müüdüd kinnisvaraobjektide tüübi või kvaliteedi muutusi kui tegelikke hinnamuutusi sarnaste omadustega objektide puhul. Näiteks, kui teatud perioodil müüakse proportsionaalselt rohkem suuremaid ja kallimaid objekte, siis tõuseb ka mediaan- või keskmine hind, isegi kui üksikute objektide hinnad pole muutunud. Vastupidisel juhul, kui müüakse rohkem väiksemaid ja odavamaid objekte, võib keskmine hind langeda, andes eksliku signaali turu langusest. (Nunna et al., 2023) See muudab keeruliseks kindlaks teha, kas hinnaindeksi muutus peegeldab tegelikku eluaseme väärtuse muutust või lihtsalt müüdüd majade tüüpide muutust.

Varasemad uuringud ja katsed on näidanud, et indeksi täpsust mõjutavad koosseisu muutused võivad olla väga suured, kuid nende mõjude leevendamiseks on katsetatud teisi meetodeid. Näiteks Prasad ja Richards (2008) uurisid, kas eluasemehindade mediaanmõõdikuid saab parandada, et need oleksid täpsemad eriti reaalajas. Selle uuringu ajendas nende katse, mille tulemusel selgus, et ligikaudu 60 protsenti Sydney ja Melbourne kinnisvara mediaanhinnaindeksi kõikumisest oli põhjendatav andmete koosseisu muutusega. Uurimisküsimus oli, kas asukohapõhised mõjud põhjustavad olulise osa mediaanhindade varieeruvusest. Nad pakkusid välja lihtsa meetodi tehingute koosseisu muutuste arvesse võtmiseks stratifitseerimise kaudu. Erinevalt tavapäraest meetoditest grupeeritakse väikesed

geograafilised piirkonnad kihtideks nende piirkondade eluasemete pikaajalise keskmise hinnataseme alusel. Seejärel arvutatakse iga kihi mediaanhindade muutused ja kaalutakse need kokku linna üldise hinnakasvu saamiseks. Uuringu tulemused näitasid, et tavalised mediaanhinna indeksid on lühiajaliselt väga kõikuvad peamiselt müüdü objektide koosseisu muutuste tõttu, eriti kallimate ja odavamate piirkondade vahel. Autorite pakutud meetod, kus tehingud grupeeritakse piirkondade pikaajalise hinnataseme järgi, loob hinnaindeksi, mis on oluliselt stabiilsem ja eemaldab sesoonsed kõikumised, võrreldes lihtsa või hooajaliselt korrigeeritud mediaaniga. See lihtne meetod annab tulemusi, mis on väga sarnased keerukamate regressioonipõhiste meetoditega.

Eelmises näites tutvustatud stratifitseerimine on statistiline tehnika, mida kasutatakse koosseisu muutuse mõju kontrollimiseks, jagades kogu tehingute valim võimalikult homogeenseteks alarühmadeks. Selle meetodi eesmärk on vähendada valimi valikust tulenevat süstemaatilist viga ja isoleerida hinnamuutused nendes suhteliselt sarnastes gruppides. Seda peetakse kõige lihtsamaks vahendiks kvaliteedi segu kontrollimiseks ning see on vajalik ka juhul, kui soovitakse luua hinnaindekseid erinevatele turusegmentidele. (McDonald & Smith, 2009) Stratifitseerimine algab kinnisvaraobjektide jaotamisega homogeensetesse alarühmadesse, lähtudes olulistest hinda mõjutavatest teguritest nagu asukoht, kinnisvara tüüp, suurus, vanus jms. Pärast kihtide määratlemist arvutatakse igale grupile eraldi hinnaindeks, kasutades sageli keskse tendentsi näitajana mediaanhinda või keskmist ning seejärel agregeeritakse need üheks üldiseks indeksiks.

Stratifitseerimise tõhusus sõltub kriitiliselt kasutatud stratifitseerimismuutujate valikust ja detailsusest. Meetod kontrollib koosseisu muutust ainult gruppide vahel, mitte nende sees. Kui grupid on liiga laialt defineeritud, võivad koosseisu muutused kihi sees endiselt mõjutada indekseid, põhjustades nn ühikuväärtuse süstemaatilist viga. Peenem stratifitseerimine parandab homogeenisust kihi sees, kuid vähendab vaatluste arvu. See võib suurendada üldindeksi standardviga ja viia ebausaldusväärsete või puuduvate indeksiteni. Madala tehingute arvuga gruppide puhul võib olla vajalik kasutada imputeerimismeetodeid. (Graf, 2020) Stratifitseerimine füüsiliste ja asukoha tunnuste alusel ei kontrolli täielikult kvaliteedimuutusi üksikute kinnisvaraobjektide sees ajas (nt renoveerimised, amortisatsioon), välja arvatud juhul, kui vanust kasutatakse stratifitseerimismuutujana, mis omakorda süvendab valimi suuruse probleemi. Meetod eeldab, et kvaliteet grupi sees on suhteliselt konstantne. (K. E. Case & Shiller, 1987)

Stratifitseerimine kujutab endast praktilist kompromissi, mis parandab oluliselt lihtsate keskmiste puudusi, käsitledes koosseisu muutuse kõige kriitilisemat aspekti – nihet peamiste turusegmentide vahel. Siiski ei lahenda see täielikult kvaliteedi korrigeerimise probleemi, mis on omane heterogeensetele kaupadele nagu kinnisvara. Selle tõhusus sõltub suuresti andmete kättesaadavusest ning meetodilistest valikutest gruppide määratlemisel ja kaalumisel. Lihtsad mediaanid on koosseisu muutuse tõttu ilmselgelt vigased. Keerukamad meetodid nagu hedoonilised mudelid või korduvmüügi meetodid nõuavad täiuslikumaid andmeid, mis ei pruugi alati olla kättesaadavad, õigeaegsed või piisavalt laia katvusega. Stratifitseerimine pakub keskteed, kasutades sageli kergemini kättesaadavaid tunnuseid, et luua võrreldavamaid gruppe.

Isegi hoolika stratifitseerimise järel võivad keskmistel või mediaanhindadel põhinevad kinnisvara hinnaindeksid näidata märkimisväärset volatiilsust ehk müra ja tugevat sesoonsust, mis on tingitud nii allesjäänud heterogeensusest gruppide sees kui ka tegelikest lühiajalistest turukõikumistest ja hooajalistest mõjudest. Selle probleemi lahendamiseks ja indeksi tõlgendatavuse parandamiseks kasutatakse aegridade analüüsi tehnikaid, mille peamiseks eesmärgiks on indeksi silumine juhusliku müra vähendamiseks ja aluseks oleva trend-tsükli selgemaks esiletoomiseks ning sesoosete mõjude eemaldamine. Sesoonne korrigeerimine on eriti oluline, et võimaldada tähendusrikkaid lühiajalisi võrdlusi, näiteks kuu või kvartali lõikes, ja mõista turu tegelikku liikumist ilma hooajaliste mustrite eksitava mõjuta. (Voith, 1992)

Kinnisvara hinnaindeksid on aegread, mis koosnevad järjestikustest vaatlustest ajas ja sarnaselt teistele majanduslikele aegridadele saab neid lagundada mitmeks komponendiks, et paremini mõista turu dünaamikat. Nendeks komponentideks on pikaajaline trend, mis kirjeldab hindade üldist tõusu või langust pikema perioodi jooksul, sesoonsus, mis esindab regulaarseid, prognoositavaid ja fikseeritud perioodiga mustreid, pikemaajalised tsüklilised kõikumised, mis on seotud laiemajandustsükliga ja mille kestus pole fikseeritud (praktiliselt liidetakse sageli trendiga) ning juhuslik ehk jääkkomponent, mis hõlmab ettearvamatuid lühiajalisi kõikumisi ja müra. Aegrea komponentide omavahelise seose modelleerimiseks kasutatakse peamiselt aditiivset mudelit, kus sesoosne mõju on absoluutväärtuses konstantne või multiplikatiivset mudelit, kus sesoosne mõju on proportsionaalne aegrea tasemega. Just viimast peetakse kinnisvarahindade ja teiste majandusnäitajate puhul sageli sobivamaks, kuna sesoonsed variatsioonid kipuvad koos hinnatasemega suurenema. (M. Davis & Heathcote, 2002; Nunna et al., 2023)

Aegrea komponentide mõju vähendamiseks ja parema analüüsi võimaldamiseks, kasutatakse silumismeetodeid. Keskmistel või mediaanidel põhinevate kinnisvara hinnaindeksite analüüsimisel on silumistehnikate peamine ülesanne vähendada andmetes esinevat lühiajalist juhuslikku volatiilsust, et aluseks olev pikaajaline trend-tsükkel muutuks selgemini nähtavaks ja analüütikud saaksid paremini tuvastada olulisi majandussuundumusi. (Cleveland et al., 1990) Üks levinumaid ja lihtsamaid meetodeid selleks on libisevate keskmete kasutamine, mis arvutab indeksi keskmise väärtuse üle kindlaksmääratud arvu eelnevate. Kuigi pikem libisev keskmise loob siledama tulemuse, reageerib see aeglasemalt turu muutustele. Keerukam ja paindlikum meetod on LOESS (lokaalselt hinnatud hajuvusdiagrammi silumine), mis on mittelineaarne regressioonitehnika, sobitades andmetele sileda kõvera lokaalsete polünoomide abil ja andes suurema kaalu lähemal asuvatele andmepunktidele. LOESS on efektiivne mittelineaarsete trendide käsitlemisel ja vähem tundlik erindite suhtes kui lihtsad libisevad keskmised, kuid selle rakendamine on arvutusmahukam ja tulemuse siledus sõltub kriitiliselt valitud ulatuse parameetrist. Neid silumismeetodeid rakendatakse sageli nii algsetele kui ka sesoonselt korrigeeritud aegridadele, et aidata visualiseerida ja mõista turu pikaajalist liikumist. (Eurostat, 2013)

Keskmistel ja mediaan hindadel põhinevad meetodid pakuvad võimaluse, mida täiendatakse stratifitseerimise ja aegrea analüüsi tehnikatega nagu silumine ja sesoonsuse korrigeerimine, praktilise ja sageli andmete kättesaadavuse poolest teostatava lähenemise kinnisvarahindade indekseerimiseks. Need võimaldavad jälgida üldisi turusuundumusi ja vähendada heterogeensuse mõju. Siiski tuleb nende tulemuste tõlgendamisel olla teadlik peamisest teoreetilisest piirangust – potentsiaalsest tundlikkusest turul kaubeldavate varade koosseisu muutustele – eriti kui neid võrrelda hedooniliste või korduvmüügi meetoditega.

2. Hoonestamata elamumaa hinnaindeksi metoodika loomine

2.1. Andmed

Kinnisvara tehingute statistika aluseks on Maa- ja Ruumiameti tehingute andmebaas, kuhu tehingute andmeid esitavad notarid. Tehingute andmebaasi laekuvad andmed alates 1996. aastast. Hinnamudelitesse ei saa otse ja võrdsetel alustel kaasata tehinguid, kui need on toimunud näiteks eelmisel kuul, võrreldes mitme aasta taguse tehinguga. Aastatetagune hind ei kirjeldaks tänast turuväärtust antud piirkonnas õiglaselt. Selleks on tarvilik leida tehingute andmebaasi põhjal konkreetse vara ehk kindla sihtotstarbe või kõlvikulise koosseisuga maadega, konkreetsetes piirkonnas, teatud ajaperioodide vahel aset leidnud hinnamuutused, mis oleks alus tehingute indekseerimiseks ja hinnaindeksi loomiseks. Tehinguregister ei sisalda mitte mingisuguseid täiendavaid andmeid kinnistul paiknevate rajatiste kohta ning korteriomandite puhul ühtegi muud näitajat peale pindala. Andmebaas sisaldab mõistlikus mahus andmeid maa kohta, kuid kokkuvõttes pole maa oluliste osade kohta võimalik peaaegu mitte midagi öelda.

Tehingute andmebaas sisaldab kinnisasjade ja ehitiste kui vallasasjade või nende osade võõrandamise tehingute kohta järgmisi andmeid:

1. tehingu identifikaator (automaatselt genereeritav järjekorranumber);
2. tehingu liik (müük, vahetus, kinge või muu);
3. tehinguobjekti liik (kinnisasi, hoonestusõigus, korteriomand, korterihoonestusõigus, vallasasi);
4. tehinguobjekti katastritunnus(-ed);
5. tehinguobjekti omandiosa suurus;
6. tehinguobjekti pindala ja kõlvikud;
7. tehinguobjekti sihtotstarve;
8. andmed hoonestatuse kohta;
9. andmed koormatiste olemasolu kohta;
10. tehingu sooritamise kuupäev;
11. tehinguhind, selle puudumisel tehinguväärtus;
12. andmed tehingu poolte kohta (isiku liik, tehingu osapoolte arv).

2.2. Hoonestamata elamumaa tehinguhindade indekseerimine

Käesoleva töö empiirilise osa eesmärk on luua hoonestamata elamumaa hinnaindeks Eestis, kasutades tehingute andmebaasi andmeid. Baasperiodid hinnamuutuse jälgimiseks on

30. juuni 2022. Nagu töö teoreetilises osas põhjalikult käsitletud, on kinnisvara hindade indekseerimiseks mitmeid meetodeid, sealhulgas hedooniline meetod ja korduvate tehingute meetod, mis püüavad hinnamuutust mõõtes kontrollida kaubeldavate varade kvaliteedi muutusi. Siiski, nagu arutletud töö teoreetilises osas, võivad nende meetodite rakendamist piirata andmete kättesaadavus või spetsiifilised nõuded (piisav arv korduvaid tehinguid). Käesolevas töös rakendati seetõttu praktilist lähenemist, mis põhineb keskmise hinna meetodil kombineerituna stratifitseerimise ja aegrea analüüsi võtetega, et tasakaalustada teoreetilist robustsust ja praktilist teostatavust olemasolevate andmetega. Seda meetodi valikut saab põhjendada järgnevate argumentidega: kuna eesmärk on indekseerida maa väärust hoonestamata elamumaa puhul, jättes kõrvale muud väärtust mõjutada võivad tegurid, võib hoonestamata elamumaad käsitleda homogeense kinnisvara liigina. Sellisel juhul ei ole hedoonilise mudeli loomine põhjendatud, sest ei proovita hinnata erinevate komponentide mõju koguväärtusele, vaid vaadeldakse maa hinna muutust ajas. Samuti ei ole mõistlik kasutada korduvmüükide regressioonil põhinevat meetodit, sest korduvate tehingute arv ei olnud piisava täpse mudeli loomiseks. 1652 katastriüksusega tehti vaadeldaval perioodil rohkem kui üks tehing. See on 11,7 protsenti lõppvalimi andmetest. Kogu andmeanalüüs viidi läbi vabavaralises statistikatarkvaras RStudio.

Metoodika esimene samm oli relevantsete andmete kogumine tehingute andmebaasist. Valiti tehingud perioodist 1. juuli 2016 kuni 23. august 2024. Valimi periood johtus maa korralise hindamise aluseks olnud tehingute valikust. Maa korralise hindamise mudelit treeniti 1. juuli 2016 kuni 30. juuni 2022 andmetel ja need andmed läbisid täiendava puhastuse ja analüüsi turuekspertide poolt. Lisaks kasutati testandmeid hinnamuutuse võrdlemiseks baasperioodiga, mis fikseeriti andmete allalaadimise kuupäevaga 23. august 2024. Seega on indeksi arvutamisel kasutatud andmeid, mis teoreetiliselt välistavad indeksi täpsust mõjutvad tehingud ehk mittevabaturutehingud. Nagu teoreetilises osas rõhutatud, on indeksi usaldusväärse aluseks kvaliteetne ja turuhinda peegeldav andmestik. Seetõttu teostati esmane filtreerimine, mille käigus jäeti valimisse ainult hoonestamata maa ostu-müügitehingud, mis toimusid eeldatavalt vabaturu ning kus võõrandati terve kinnistu. See tagas fookuse turutehingutel, välistades hoonete ja osaliste omandiõiguste mõju.

Vaadeldaval perioodil registreeriti andmebaasis 329 856 tehingut. Pärast põhjalikku puhastamist, mille tingimused on kirjeldatud lisa A-s, jäi andmestikku 14 407 tehingut (Tabel 1), mis on loodava indeksi alusandmed. Selle saamiseks rakendati põhjalikku puhastamist, mis

algas juba andmete laadimisel andmebaasist. Elamumaa tehingute saamiseks määrati tehinguobjekti sihtotstarvet kirjeldava muutuja väärtuseks 100 protsenti, st maa sihtotstarve on 100 protsendi ulatuses elamumaa. Lisati tingimused, et tehingu liik oleks ost-müük, mis suures osas välistab mittevabaturutehingud, tehinguobjekti liigina määrati kinnisasi ning täpsustusena, et tegemist oleks hoonestamata objektiga. Esmase filtreerimise viimasena sammuna lisati tingimus, et võõrandati terve kinnistu.

Järgnevalt piiritleti valim spetsiifiliselt kinnistutega, mille pindala jäi vahemikku 500 kuni 20 000 m². See samm oli vajalik valimi homogeensuse tagamiseks, keskendudes tüüpilistele elamukruntidele. Sellist pindala piiritlemist kasutati ka maa korralise hindamise meetodikas ning seda on seletatud maa korralise hindamise meetodika määruuses. Sellele järgnes kriitilise tähtsusega andmete puhastamise etapp, et eemaldada tehingud, mis ei pruugi kajastada vabaturu tingimusi, kooskõlas teoreetilises osas käsitletud vajadusega vähendada andmemüra ja valimivigu. Eemaldati tehingud, kus osapooliks oli riik või kohalikomavalitsus (v.a enampakkumised), millel puudus käibemaksuinfo, mis hõlmasid mitut kinnistut või millele oli seatud hoonestusõigus. Erilist tähelepanu pöörati tehingu märkuste sisulisele analüüsile, välistades tehingud, mis viitasid mitteturutingimustele (seotud isikud, erikokkulepped jms). Samuti käsitleti eraldi plokktehinguid ja eemaldati duplikaattehingud, säilitades sama päeva sama objekti tehingutest kõrgeima hinnaga. Nende põhjalike puhastusetappide tulemusena moodustus lõplik analüüsivalim, mis koosnes 14 407 tehingust. Kõik puhastamise tingimused on esitatud lisas A.

Tabel 1.

Hoonestamata elamumaa tehingute arv ja keskmine ruutmeetrihind aastate lõikes

Aasta	Tehingute arv	Keskmine ruutmeetrihind
2016	781	25,7
2017	1801	27,3
2018	1701	29,3
2019	1570	30,5
2020	2116	33,7
2021	2732	44,5
2022	1592	53,4
2023	1276	53,3
2024	838	53,3
KOKKU	14 407	

Allikas: Tehingute andmebaas, autori koostatud

Tuginedes töö teoreetilises osas toodud põhimõttele, et kinnisvaraturu heterogeensuse tõttu tuleb hinnaindekseid arvutada sarnaste omadustega alagruppidele, rakendati stratifitseerimist. Tehingud jaotati kolme turupiirkonda – elamumaa 1-3, elamumaa 4-5, elamumaa 6-8 – lähtudes tehingu objektiks oleva katastriüksuse asukohaklassist, mis omakorda määrati ruumianalüüsi seose kaudu mikropiirkondadega. Asukohaklasside (vt Tabel 2) määratlemine teostati maa korralise hindamise protsessi käigus ning see oli vajalik, et eristada erineva hinnataseme ja aktiivsusega turupiirkondasid. Asukohaklassid on nummerdatud 1 kuni 8, kus väiksem number näitab klassi kõrgemat hinnataset. Näiteks asukohaklassid 1 kuni 3 on linnad ja neid ümbritsevad rajoonid ja äärealad. Elamumaa 4-5 grupi moodustavad väiksemad linnad ja asulad ning elamumaa 6-8 on asulatest kaugemal paiknevad maatükid. Täpsemalt on võimalik tutvuda asukohaklasside meetodikaga Maa- ja Ruumiameti kodulehel.

Tabel 2.

Asukohaklassid ja eelduslik ruutmeetri hinnatase eurodes (alates)

Asukohaklass	Eelduslik ruutmeetri hinnatase eurodes (alates)
1	300,1
2	100,1 – 300,0
3	50,1 – 100,0
4	20,1 – 50,0
5	10,1 – 20,0
6	5,1 – 10,0
7	1,1 – 5,0
8	0,3 – 1,0

Allikas: Maa korralise hindamise meetodika määrus, autori koostatud

Stratifitseerimise vajalikkust kinnitasid ka esialgse andmeanalüüsi tulemused. Nagu näitab tabel 3, esinesid defineeritud turupiirkondade vahel märkimisväärsed erinevused mitmetes võtmenäitajates. Tehingute arv varieerus suuresti – piirkonnas elamumaa 4-5 toimus üle kahe korra rohkem tehinguid kui piirkonnas elamumaa 1-3 ning oluliselt rohkem kui piirkonnas elamumaa 6-8. See illustreerib, et ühtse indeksi arvutamisel domineeriksid kõige aktiivsema turusegmeni trendid, varjutades teiste piirkondade dünaamikat.

Kõige silmatorkavamad olid lahknevused hinnatasemetes. Keskmise ruutmeetrihind piirkonnas elamumaa 1-3 oli ligikaudu 3,7 korda kõrgem kui piirkonnas elamumaa 4-5 ja lausa 15,7 korda kõrgem kui piirkonnas elamumaa 6-8. Sarnased mitmekordsed erinevused ilmsesid ka mediaanhindades ja tehingusummades, kus kõrgeima hinnaklassiga piirkonna keskmine tehingusumma ületas madalaima oma enam kui seitsmekordselt. Lisaks erinesid oluliselt ka müüdüd kinnistute keskmised pindalad, olles madalama hinnatasemega piirkondades tunduvalt suuremad.

Need suured lahknevused tehingute arvus, hinnatasemetes, tehingusummades ja objektide suuruses näitavad ilmekalt, et Eesti elamumaa turg ei ole homogeenne ning erinevates asukohaklassides toimivad selgelt erineva dünaamikaga turud. Nende regionaalsete eripärade ignoreerimine ja ühtse indeksi arvutamine kogu turu kohta varjutaks olulisi kohalikke trende ning moonutaks tegelikku pilti hinnamuutustest. Seetõttu oli stratifitseerimine piirkondadeks möödapääsmatu samm, et tagada iga turusegmeni adekvaatne kajastamine ja luua usaldusväärsed, regionaalseid eripärasid arvestavad hinnaindeksid.

Tabel 3.

Stratifitseerimise tulemusel saadud gruppide statistilised näitajad (rahalised väärtused eurodes)

Grupp	Arv	Keskmine ruutmeetrihind	Mediaan ruutmeetrihind	Keskmine tehingusumma	Mediaan tehingusumma	Keskmine pindala (m ²)
Elamumaa 1-3	2851	85,20	59,73	124 764	92 500	1776
Elamumaa 4-5	6883	21,90	14,44	41 162	30 000	2309
Elamumaa 6-8	4673	4,61	2,09	17 208	11 000	5626

Allikas: tehingute andmebaas, autori koostatud

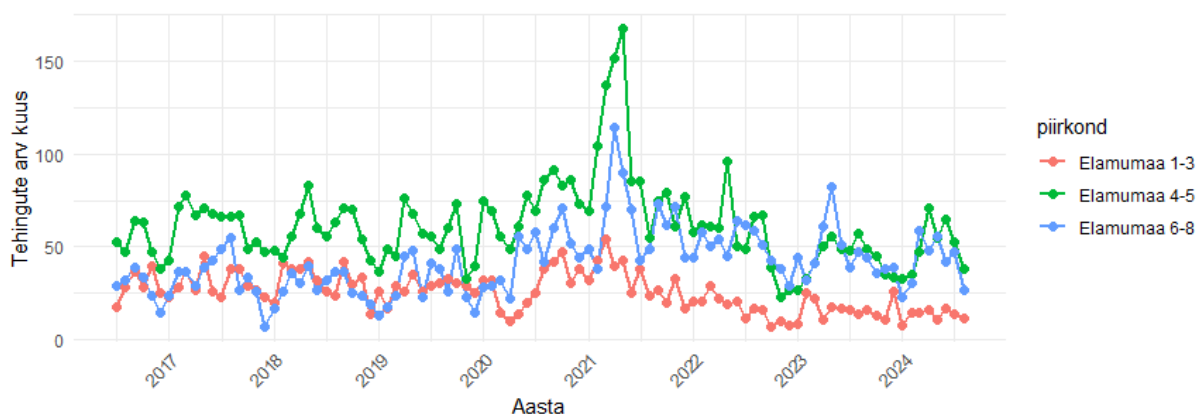
Indeksi arvutamise tuumaks oli iga stratifitseeritud elamumaa grupi jaoks eraldi hinnadünaamika modelleerimine, kasutades 365-päevase liugakna meetodit. See tähendab, et iga kalendripäeva kohta vaadeldi tehinguid, mis olid toimunud viimase 365 päeva jooksul. Sellise liikuva akna kasutamine võimaldab arvesse võtta piisaval hulgal tehinguid, et saada statistiliselt usaldusväärne hinnang, samas tagades, et indeks reageerib turu muutustele dünaamiliselt, kuna vanemad tehingud langevad aknast välja ja uuemad lisanduvad. Analüüsi käigus testiti ka lühemaid perioode – kuu, kvartal, poolaasta – kuid nende puhul oli kas tehingute arv liiga väike või esinesed erandid. Aastane periood osutus kõige täpsemaks ning seda kinnitasid ka statistilised testid, mis näitasid kaheteist kuu pikkust sessoonsust.

Iga päeva ja iga piirkonna kohta arvutati selles 365-päevases aknas toimunud tehingute ruutmeetrihindade geomeetiline keskmine. Geomeetrilise keskmise eelistamine aritmeetilisele keskmisele on hinnaindeksite puhul tavapärase praktika, kuna see on vähem tundlik üksikutele väga kõrgetele või madalatele tehinguhindadele, mis võivad aritmeetilist keskmist oluliselt moonutada. Lisaks näitab aritmeetiline keskmine muutust absoluutväärtuses, see aga ei olnud selle uurimistöö eesmärk. Geomeetiline keskmine leitakse, arvutades kõigepealt ruutmeetrihindade naturaallogaritmide keskmise ning seejärel võttes tulemusest eksponendi. See meetod peegeldab paremini hindade suhtelist muutust ajas.

Selle protsessi tulemusena saadi iga piirkonna kohta päevane aegrida, mis kujutas endast libisevat geomeetrilist keskmist hinda. Kuigi liugaken ise juba mõnevõrra silub lühiajalisi kõikumisi, sisaldasid need päevased aegread siiski märkimisväärset määral juhuslikku müra, mis tulenes tehingute arvu ja koosseisu igapäevastest varieerumistest akna sees. Selle müra vähendamiseks ja pikaajalise hinnatrendi selgemaks esiletoomiseks rakendati kooskõlas teoreetilises osas käsitletud aegrea analüüsi võtetega LOESS silumist.

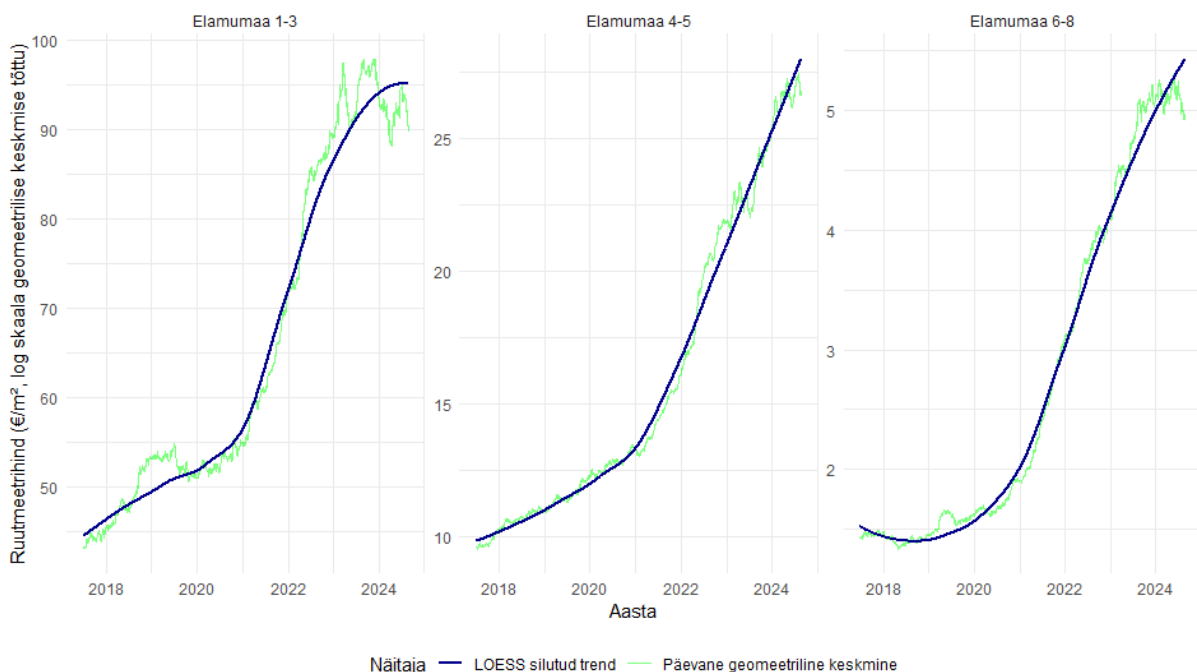
LOESS on statistiline meetod, mis sobitab andmetele sileda kõvera, kasutades lokaalset polünoomregressiooni. See tähendab, et iga aegrea punkti jaoks hinnatakse regressioonijoon, andes suurema kaalu lähedalasuvatele andmepunktidele. Selles töös kasutati LOESS meetodit parameetriga 0,75, mis määrab, kui suur osa andmetest lokaalse regressiooni sobitamisel kasutatakse – suurem väärtus tähendab siledamat, kuid aeglasemalt muutustele reageerivat trendijoont. Nagu näitab joonis 1, esines tehingute arvus kuude lõikes märkimisväärset varieeruvust ja ilmnisid ka sesoonsed mustrid. Selline turuaktiivsuse kõikumine põhjustab paratamatult müra ka päevastes hinnangutes. Lühiajalise volatiilsuse vähendamiseks ja pikajalise stabiilse hinnatrendi saamiseks, valiti LOESS meetodi rakendamisel suhteliselt suur

silumisparameetri väärtus. See tagab piisavalt sileda trendijoone, mis peegeldab paremini turu fundamentaalseid muutusi, eemaldades suurema osa juhuslikust müra. LOESS silumine aitas efektiivselt vähendada päevaste hinnangute juhuslikku volatiilsust ja visualiseerida selgemalt iga turupiirkonna aluseks oleva pikaajalise hinnatrendi nagu on näha joonisel 2, kus võrreldakse arvutatud päevaseid geomeetrilisi keskmisi ja LOESS meetodiga silutud trendi.



Joonis 1. Hoonestamata elamumaa tehingute arv kuus piirkondade lõikes

Allikas: autori koostatud



Joonis 2. Päevase geomeetrilise keskmise ja LOESS silutud trendi võrdlus

Allikas: autori koostatud

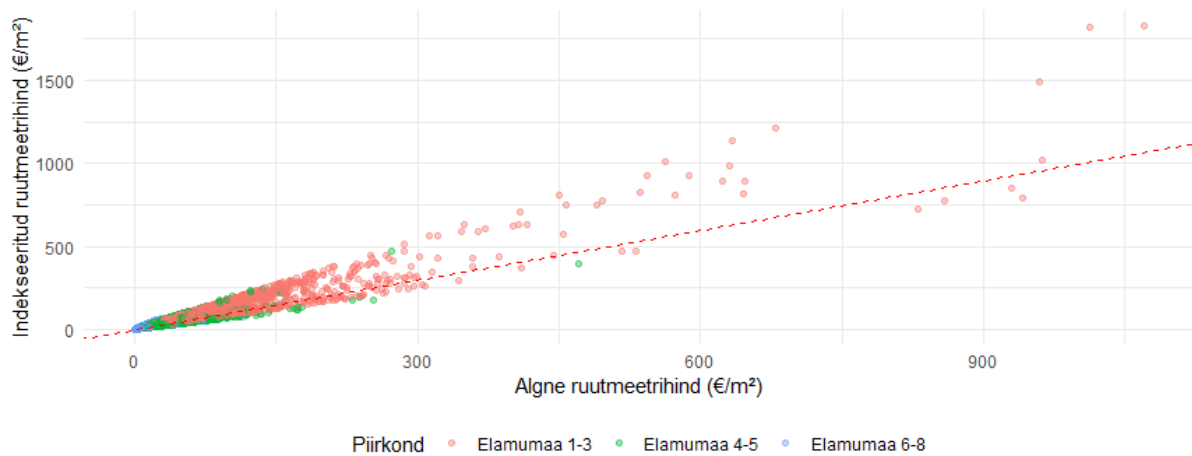
Pärast piirkonnapõhiste ja ajas muutuvate hinnatrendide modelleerimist LOESS silumise abil oli metoodika viimane samm nende tulemuste rakendamine algandmestikule, et korrigeerida iga tehingu hinda vastavalt turu muutustele ajas. See protsess algas indeksikoefitsientide arvutamiseiga iga päeva ja iga stratifitseeritud piirkonna kohta.

Indeksi arvutamise aluseks võeti eelnevalt leitud silutud päevane geomeetriline keskmine ruutmeetrihind iga piirkonna jaoks. Baasperiodiks määrati 30. juuni 2022. Iga piirkonna jaoks leiti baasväärtus, mis vastas selle piirkonna silutud hinnatasemele just sellel alghetkel. Seejärel arvutati iga päeva ja piirkonna kohta indeksikoefitsient, mis näitas, kuidas selle päeva silutud hinnatase suhestus sama piirkonna baasperiodi hinnatasemega. Sisuliselt jagati iga piirkonna baasperiodi hinnatase selle päeva silutud hinnatasemega. Tulemuseks saadud koefitsient on suurem kui üks, kui hinnad olid antud päeval madalamad kui baasperiodil ja väiksem kui üks, kui hinnad olid kõrgemad. Baasperiodil on koefitsiendi väärtus üks.

Neid arvutatud piirkonnapõhiseid ja ajas muutuvaid indeksikoefitsiente rakendati seejärel igale üksikule tehingule algandmestikus. Selleks korrutati iga tehingu algne, tegelik ruutmeetrihind selle tehingu toimumise kuupäevale ja piirkonnale vastava indeksikoefitsiendiga. Selle korrutise tulemusena saadi iga tehingu jaoks indekseeritud ruutmeetrihind, mis kujutab endast hinnangulist hinda, mida see kindlasti oleks maksnud baasperiodil, arvestades turu üldist hinnamuutust kuni tehingu toimumiseni. See samm on kriitilise tähtsusega, kuna see eemaldab hinnast ajafaktori mõju ja võimaldab erinevatel aegadel toimunud tehinguid omavahel objektiivselt võrrelda ühtsel hinnatasemel.

Hinnatrendide paremaks visualiseerimiseks ja intuiitsemaks mõistmiseks arvutati indeksile ka pöördväärtus. Pöördindeks näitab otse hinnataset võrreldes baasperiodiga. Väärtus üle ühe tähendab baasperiodist kõrgemat hinnataset ja alla ühe madalamat. Joonisel 2 on näidatud silutud hinnatrendi muutust ajas eri piirkondades.

Indekseerimise kui protsessi mõju ja ulatust aitab hinnata algsete ja indekseeritud hindade võrdlus. Joonis 3 esitab hajuvusdiagrammi, kus x-teljel on tehingu algne ruutmeetrihind ja y-teljel sama tehingu indekseeritud ruutmeetrihind. See joonis visualiseerib, milliste tehingute hindu korrigeeriti ülespoole ja milliste hindu allapoole. Punktide koondumine või hajuvus võrdlusjoone ümber annab aimu turu volatiilsusest ja indekseerimise korrigeerimise ulatusest uuritava perioodil, näidates, kui palju tehingute hinnad baasperiodi suhtes tegelikult muutusid.



Joonis 3. *Algse ja indekseeritud ruutmeetrihinna võrdlus*

Allikas: autori koostatud

Lisaks visuaalsele võrdlusele on oluline analüüsida, kuidas indekseerimine mõjutas statistilisi näitajaid piirkondade lõikes baasperioodi seisuga. Tabel 4 esitab kokkuvõtlikud statistilised näitajad, mis on arvatud indekseeritud ruutmeetrihindade põhjal. Erinevalt tabelist 3, mis näitas statistikat algsete hindade kohta erinevatel ajahetkedel, võimaldab tabel 4 otseselt võrrelda erinevate piirkondade hinnatasemeid ühtlustatud ajahetkel, kuna ajas toimunud turumuutuste mõju on eemaldatud. See annab selgema pildi piirkondade suhtelisest väärtusest baasperioodil ja kinnitab stratifitseerimise käigus tuvastatud hinnatasemete erinevusi ka pärast ajalist korrigeerimist.

Selle meetodika rakendamise lõpptulemusena saadi andmestik, kus iga hoonestamata elamumaa tehingu hind on korrigeeritud baasperioodi tasemele. Selline ajaliselt ühtlustatud andmestik on väärtuslik alus edasisteks analüüsideks, näiteks hinnamudelite koostamiseks maa masshindamise eesmärgil või turu pikaajaliste trendide sügavamaks uurimiseks ilma turu lühiajaliste kõikumiste moonutava mõjuta.

Tabel 4

Indekseeritud hindade statistilised näitajad piirkonniti

Grupp	Arv	Indekseeritud keskmine ruutmeetrihind	Indekseeritud mediaan ruutmeetrihind
Elamumaa 1-3	2851	109,0	85,7
Elamumaa 4-5	6883	27,7	21,6
Elamumaa 6-8	4673	6,72	4,27

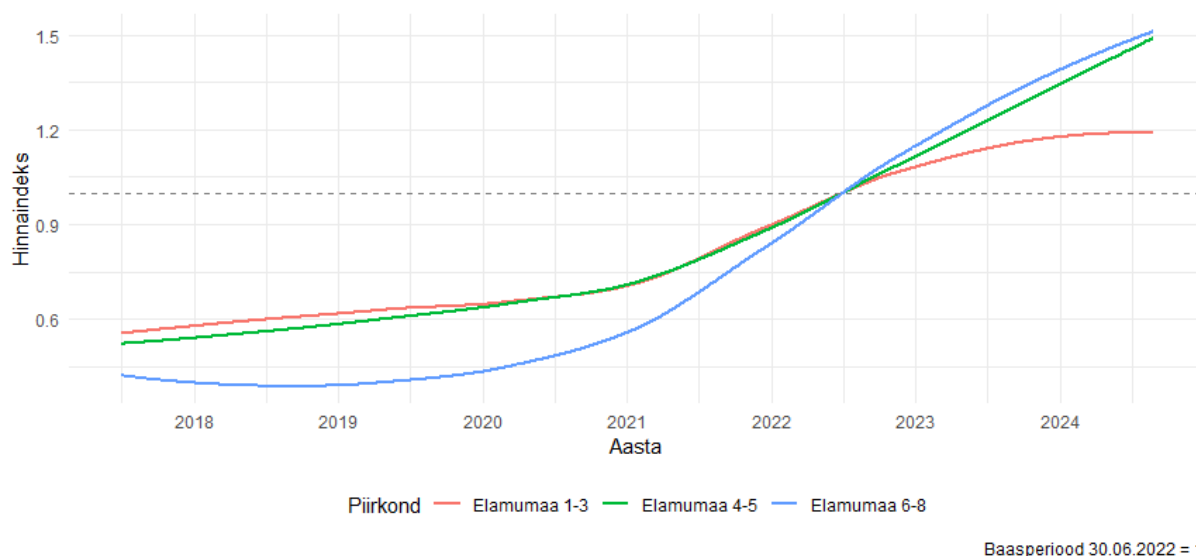
Allikas: autori koostatud

2.3. Tulemused ja järeldused

Töö peamiseks tulemuseks on kolm piirkonnapõhist hoonestamata elamumaa hinnaindeksit, mis kirjeldavad hinnataseme muutust ajas võrreldes baasperioodiga. Indeksi dünaamikat illustreerib joonis 4. Analüüsist ilmneseid järgmised peamised tulemused:

- Kõigis kolmes piirkonnas oli vaadeldava perioodi jooksul märgatav hinnatõus, kuid selle dünaamika ja ulatus erinesid. Kõige kallimas piirkonnas oli hinnatõus absoluutväärtuses suurim, kuid suhteline kasv oli kiirem madalama hinnatasemega piirkondades. See kinnitab stratifitseerimise vajalikkust, kuna ühtne indeks oleks varjutanud neid regionaalseid eripärasid.
- Indeksid peegeldavad kinnisvaraturu üldisi tsükleid. Perioodil 2017–2020 oli kasv mõõdukas, millele järgnes kiire hinnatõus aastatel 2021–2022, saavutades tipu 2022. aasta keskpaigas või teises pooles. See langeb kokku üldise majandusaktiivsuse ja kinnisvaraturu tegevusega sel perioodil, mida võis võimendada ka pensionireform (vt joonis 1). Alates 2022. aasta lõpust on piirkonnas 1-3 märgata hinnakasvu aeglustumist või stabiliseerumist, mis vastab turu üldisele jahtumisele. Samas teises kahes piirkonnas jätkas hinnaindeks kasvumist – seda olukorras, kus tehingute arv oli võrdväärne või madalam kui enne 2021.
- Algsete ja indekseeritud hindade võrdlus (vt joonis 3 ja tabel 4) näitas, et indekseerimine korrigeeris hindu märkimisväärselt. Tehingud, mis toimusid enne 2022. aasta hinnatippu, said kõrgema indekseeritud väärtuse, samas kui tipu ajal või järel toimunud tehingute hindu korrigeeriti allapoole, viies need baasperioodi tasemele. See on loogiline ja kinnitab asjaolu, et elamumaa hinnad on ajas kasvanud. Tabel 4 kinnitas

piirkondade suuri hinnatasemete erinevusi ka baasperioodi seisuga, rõhutades asukoha määravat rolli hoonestamata elamumaa väärtuse kujunemisel.



Joonis 4. Hoonestamata elamumaa hinnaindeksi muutus ajas piirkonniti

Allikas: autori koostatud

Nende tulemuste põhjal saab teha järgmised peamised järeldused:

- Loodi meetodika ja arvatati hoonestamata elamumaa hinnaindeksid kolmele turupiirkonnale Eestis, mis kirjeldavad hinnataseme muutust ajas perioodil 2017–2024, baasperioodiga 30.06.2022.
- Keskmisel hinnal põhinev meetod kombineerituna stratifitseerimise ja aegrea silumisega osutus antud andmestiku ja eesmärgi juures praktiliseks ning teostatavaks lahenduseks. See võimaldas arvesse võtta turu heterogeensust ja vähendada lühiajalist müra, luues tõlgendatavad hinnatrendid. Kuigi meetod ei kontrolli kvaliteedimuutusi nii detailselt kui hedooniline või korduvmüügi meetod, on see hoonestamata maa kui suhteliselt homogeense varaklassi puhul põhjendatud kompromiss.
- Indeksid kinnitavad, et hoonestamata elamumaa hinnad on ajas oluliselt muutunud ning need muutused ei ole ühtlased üle Eesti. Asukohal ja sellega seotud hinnatasemel on määrav mõju nii absoluutsele hinnale kui ka selle muutumise kiirusele.
- Loodud indeksid pakuvad väärtuslikku informatsiooni turuosalistele, analüütikutele ja poliitikakujundajatele hoonestamata elamumaa turu trendide jälgimiseks. Indekseeritud

andmestik on kasutatav alusena edasistes analüüsides, näiteks maa masshindamise mudelite kalibreerimisel või tururiskide hindamisel.

Edasisteks uurimissuundadeks võiks olla loodud indeksi võrdlemine teiste kinnisvaraindeksitega, et analüüsida erinevate turusegmentide seoseid. Samuti võiks tulevikus, andmete täienedes ja kvaliteedi paranedes, katsetada ka hedooniliste või korduv müügi meetodite rakendamist hoonestamata elamumaale, et võrrelda tulemusi ja hinnata valitud meetodi robustsust. Lisaks võiks uurida tegureid, mis põhjustavad hinnamuutusi eri piirkondades, kasutades selleks ökonomeetrilisi mudeleid.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua hoonestamata elamumaa sihtotstarbelise maa hinnaindeks Eestis, kasutades tehingute andmebaasi andmeid perioodil 2016–2024 ning sidudes indeksi baasperioodi maa korralise hindamise ajapunktiga. Eesmärgi saavutamiseks täideti sissejuhatuses püstitatud uurimisülesanded.

Töö teoreetilises osas anti ülevaade peamistest kinnisvarahindade indekseerimise meetoditest, sealhulgas hedoonilisest meetodist, korduvate tehingute meetodist ning keskmistel ja mediaanidel põhinevatest meetoditest koos aegrea analüüsi võtetega. Analüüsi nende meetodite teoreetilisi aluseid, eeliseid, puudusi ja rakendatavust Eesti tehinguandmete kontekstis. Leiti, et kuigi hedooniline ja korduvmüügi meetod võimaldavad paremini kontrollida kvaliteedimuutusi, on nende rakendamine hoonestamata elamumaa puhul piiratud vastavalt kas detailsete tunnuste puudumise või ebapiisava korduvate tehingute arvu tõttu. Seetõttu valiti empiirilise analüüsi aluseks keskmisel hinnal põhinev meetod, mida täiendati stratifitseerimise ja aegrea analüüsi tehnikatega, pidades seda kõige praktilisemaks ja teostatavamaks lähenemiseks antud andmestiku ja eesmärgi juures, arvestades hoonestamata maa suhtelist homogeensust.

Empiirilises osas rakendati valitud metoodikat. Maa- ja Ruumiameti tehingute andmebaasist koguti andmed perioodi 1. juuli 2016 kuni 23. august 2024 kohta ning teostati põhjalik andmete puhastamine, et eraldada hoonestamata elamumaa vabaturu ostumüügitehingud, mille tulemusena moodustus analüüsivalim 14 407 tehingust. Andmed stratifitseeriti kolmeks piirkonnaks vastavalt maa korralise hindamise käigus määratud asukohaklassidele, mis võimaldas arvesse võtta turu regionaalset heterogeensust, mida kinnitas ka esialgne statistiline analüüs (vt Tabel 3). Igale piirkonnale arvutati 365-päevase liugakna meetodil päevane geomeetriline keskmine ruutmeetrihind. Saadud aegridade silumiseks ja pikaajalise trendi esiletoomiseks rakendati LOESS meetodit, mille sobivust põhjendati tehingute arvu sesoonsuse ja volatiilsusega (vt Joonis 1 ja 2). Lõpuks arvutati igale piirkonnale hinnaindeks, mille baasperioodiks oli 30. juuni 2022. Indeksi rakendamisel igale tehingule saadi indekseeritud ruutmeetrihinnad, mis võimaldavad tehinguid ajaliselt võrrelda (vt Joonis 3, Tabel 4).

Töö peamiseks tulemuseks on kolm piirkonnapõhist hoonestamata elamumaa hinnaindeksit (vt Joonis 4), mis näitavad hinnataseme muutust ajas võrreldes baasperioodiga. Analüüsist ilmnes, et kuigi kõigis piirkondades toimus märkimisväärne hinnatõus, erines selle

dünaamika oluliselt, kinnitades stratifitseerimise vajadust. Indeksid peegeldasid turu tsüklilisust, näidates kiiremat kasvu aastatel 2021–2022 ja sellele järgnenud stabiliseerumist või kasvu jätkumist madalama hinnaklassiga piirkondades vaatamata tehinguaktiivsuse langusele. Indekseerimise mõju analüüs näitas meetodika võimet korrigeerida tehinguhindu vastavalt turu muutustele.

Töös tehtud peamised järeldused on järgmised:

- Loodi hoonestamata elamumaa hinnaindeksid kolmele turupiirkonnale Eestis baasperiodiga 30.06.2022, täites seeläbi töö peamise eesmärgi;
- Valitud keskmisel hinnal põhinev meetod koos stratifitseerimise ja aegrea silumisega osutus praktiliseks ja tulemuslikuks lahenduseks hoonestamata elamumaa indeksi loomisel olemasolevate andmete põhjal, võimaldades luua tõlgendatavad ja regionaalseid erisusi arvestavad hinnatrendid;
- Hoonestamata elamumaa turg Eestis on dünaamiline ja regionaalselt väga erinev, hinnamuutused ja -tasemed sõltuvad oluliselt asukohast;
- Loodud indeksid ja indekseeritud andmestik on praktilise väärtusega tööriist turu jälgimiseks, analüüsimiseks ning sisendiks edasistele rakendustele, sh maa hindamisel ja modelleerimisel.

Töö tulemustest lähtuvalt võib välja tuua ka edasised uurimissuunad. Huvitav oleks võrrelda loodud hoonestamata elamumaa indeksit teiste kinnisvarasegmentide (nt korterid, hoonestatud elamumaa) indeksitega, et mõista paremini turu seoseid. Andmete kvaliteedi paranedes ja mahu kasvades võiks tulevikus testida ka korduvmüügi meetodi rakendatavust hoonestamata maale, et valideerida käesolevas töös kasutatud meetodi tulemusi. Samuti pakuks huvi ökonomeetiline analüüs selgitamiseks välja peamised makromajanduslikud ja regionaalsed tegurid, mis mõjutavad hoonestamata elamumaa hinnadünaamikat eri piirkondades.

Viidatud allikad

1. Bailey, M. J., Muth, Richard F., & Nourse, H. O. (1963). A Regression Method for Real Estate Price Index Construction. *Journal of the American Statistical Association*, 58(304), 933–942. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10480679>
2. Birch, J. W., & Sunderman, M. A. (2003). Estimating Price Paths for Residential Real Estate. *The Journal of Real Estate Research*, 25(3), 277–300. Vaadatud 15.04.2025 <https://www.jstor.org/stable/24887661>
3. Bourassa, S. C., & Hoesli, M. (2022). *Hedonic, Residual, and Matching Methods for Residential Land Valuation* (SSRN Scholarly Paper No. 4148824). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4148824>
4. Case, B., Pollakowski, H. O., & Wachter, S. M. (1991). On Choosing Among House Price Index Methodologies. *Real Estate Economics*, 19(3), 286–307. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00554>
5. Case, B., Pollakowski, H. O., & Wachter, S. M. (1997). Frequency of Transaction and House Price Modeling. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(1–2), 173–187. <https://doi.org/10.1023/a:1007736521741>
6. Case, K. E., & Shiller, R. J. (1987). *Prices of Single Family Homes Since 1970: New Indexes for Four Cities* (Working Paper No. 2393). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w2393>
7. Cleveland, R., Cleveland, W., McRae, J., & Terpenning, I. (1990). Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3–73. Vaadatud 18.04.2025 <https://www.wessa.net/download/stl.pdf>

8. Court, A. (1939). Hedonic Price Indices with Automobile Examples – The Dynamics of Automobile Demand. *General Motors*. Vaadatud 10.04.2025
https://allengoodman.wayne.edu/Research/PUBS/Court_Hedonic.pdf
9. Davis, M. A., & Palumbo, M. G. (2008). The price of residential land in large US cities. *Journal of Urban Economics*, 63(1), 352–384. Vaadatud 28.04.2025
<https://ideas.repec.org//a/eee/juecon/v63y2008i1p352-384.html>
10. Davis, M., & Heathcote, J. (2002). *HOUSING AND THE BUSINESS CYCLE*.
Vaadatud 13.04.2025 <https://www.jonathanheathcote.com/duke1.pdf>
11. de Haan, J., & van de Laar, R. (2021). *House Price Indexes: A Comparison of Repeat Sales and Other Multilateral Methods*. Vaadatud 11.04.2025
https://www.researchgate.net/publication/355844301_House_Price_Indexes_A_Comparison_of_Repeat_Sales_and_Other_Multilateral_Methods
12. Eppli, M., & Laposa, S. (1997). A Descriptive Analysis of the Retail Real Estate Markets at the Metropolitan Level. *Journal of Real Estate Research*, 14(3), 321.
Vaadatud 10.04.2025
https://www.academia.edu/14023732/A_Descriptive_Analysis_of_the_Retail_Real_Estate_Markets_at_the_Metropolitan_Level
13. Eurostat (European Commission), International Labour Organization (ILO), International Monetary Fund (IMF), Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), & World Bank. (2013). *Handbook on residential property prices indices (RPPIs)*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2785/34007>

14. Gatzlaff, D. H., & Ling, D. C. (1994). Measuring Changes in Local House Prices: An Empirical Investigation of Alternative Methodologies. *Journal of Urban Economics*, 35(2), 221–244. <https://doi.org/10.1006/juec.1994.1014>
15. *Global Financial Stability Report*. (2013). IMF. Vaadatud 14.04.2025
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/gfsr/2013/02/>
16. Graf, B. (2020). Consumer Price Index Manual, 2020: Concepts and Methods. *Consumer Price Index Manual, 2020*. International Monetary Fund. Vaadatud 10.04.2025
<https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781484354841/9781484354841.xml>
17. Hill, R. J., & Trojanek, R. (2022). An evaluation of competing methods for constructing house price indexes: The case of Warsaw. *Land Use Policy*, 120, 106226. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106226>
18. Jansen, S. J. T., de Vries, P., Coolen, H. C. C. H., Lamain, C. J. M., & Boelhouwer, P. J. (2008). Developing a House Price Index for The Netherlands: A Practical Application of Weighted Repeat Sales. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 37(2), 163–186. <https://doi.org/10.1007/s11146-007-9068-0>
19. Knight, J., Dombrow, J., & Sirmans, C. F. (1995). A Varying Parameters Approach to Constructing House Price Indexes. *Real Estate Economics*, 23(2), 187–205. Vaadatud 14.04.2025
https://econpapers.repec.org/article/blaresec/v_3a23_3ay_3a1995_3ai_3a2_3ap_3a187-205.htm
20. Lindholm, R. W. (1965). Land Taxation and Economic Development. *Land Economics*, 41(2), 121–130. <https://doi.org/10.2307/3144266>

21. McDonald, C., & Smith, M. (2009). *Developing stratified housing price measures for New Zealand—Reserve Bank of New Zealand—Te Pūtea Matua*. Vaadatud 13.04.2025 <https://www.rbnz.govt.nz/hub/publications/discussion-paper/2009/dp2009-07>
22. NAR. (2025, jaanuar 8). *Median Home Prices and Mortgage Payments by County*. Vaadatud 12.04.2025 <https://www.nar.realtor/research-and-statistics/housing-statistics/county-median-home-prices-and-monthly-mortgage-payment>
23. Nunna, K., Zhou, Z., & Shakya, S. (2023). *Time Series Forecasting of U.S. Housing Price Index Using Machine and Deep Learning Techniques—Record details—EBSCO Discovery Service*. Vaadatud 17.04.2025 <https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/c/qlurcm/search/details/jz4rkpaodb?isDashboardExpanded=true&limiters=None&q=DE%20%22Housing%20price%20index%22>
24. Prasad, N., & Richards, A. (2008). Improving Median Housing Price Indexes through Stratification. *Journal of Real Estate Research*.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10835547.2008.12091213>
25. Rootalu, M. (2024). *Eesti kinnisvaraturg 2024*. Maa-amet. Vaadatud 25.04.2025 <https://maaruum.ee/sites/default/files/documents/2025-02/Eesti%20kinnisvaraturg%202024.pdf>
26. Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.
<https://doi.org/10.1086/260169>
27. Sauga, A. (2017). *Statistika*. Tallinn: TTÜ Kirjastus
28. Shiller, R. J. (1991). Arithmetic repeat sales price estimators. *Journal of Housing Economics*, 1(1), 110–126. [https://doi.org/10.1016/S1051-1377\(05\)80028-2](https://doi.org/10.1016/S1051-1377(05)80028-2)

29. *S&P CoreLogic Case-Shiller Home Price Indices*. (2024). S&P Dow Jones Indices.

Vaadatud 12.04.2025

<https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-corelogic-cs-home-price-indices.pdf>

30. Zhu, T. (2009). *Real Estate Market Analysis Methods and Case Studies, 2nd*. Vaadatud

17.04.2025

https://www.academia.edu/34562844/Real_Estate_Market_Analysis_Methodsand_Case_Studies_2nd

31. Voith, R. (1992). Estimating house price appreciation: A comparison of methods.

Journal of Housing Economics. Vaadatud 15.04.2025

https://www.academia.edu/4254700/Estimating_house_price_appreciation_A_comparison_of_methods

Lisad

LISA A. Tehingute puhastamise tingimused

Välistamise Tingimus	Viide maa korralise hindamise metoodika määruses
Tehingu liik ei ole müük	§ 2 lg 1 p 1
Tehingu üks pool on riik või kohalik omavalitsus (v.a enampakkumise tulemusel tehtud tehing)	§ 2 lg 1 p 2
Tehing on tehtud sundolukorras (nt pankroti-, täitemenetlus, kohtulahendi vabatahtlik täitmine)	§ 2 lg 1 p 3
Tehingupoolel on omavahel seotud (sugulus- või äriseos)	§ 2 lg 1 p 4
Tehingu üks pool on erihuvidega isik	§ 2 lg 1 p 5
Esineb muu asjaolu, mis viitab, et tehing ei toimunud vaba turu tingimustes	§ 2 lg 1 p 6
Tehinguobjekt on hoonestatud	§ 2 lg 3 p 1
Tehinguobjekti liik ei ole kinnisasi	§ 2 lg 3 p 2
Tehinguga on müüdud mõtteline osa kinnisasjast	§ 2 lg 3 p 3
Tehing on tehtud muul kasutuseesmärgil kui katastriüksuse sihtotstarbeline või kõlvikuline kasutus	§ 2 lg 3 p 4
Sama tehinguga on müüdud hoonestatud kinnisasi või analüüsitavast rühmast erinev kinnisasi	§ 2 lg 3 p 5
Müüdud kinnisasi on koormatud hinda mõjutada võiva piiratud asjaõiguse või seadusest tuleneva kitsendusega	§ 2 lg 3 p 6
Sama tehinguga on müüdud mitu kinnisasja (v.a kui neid saab analüüsis käsitleda ühe tehinguna)	§ 2 lg 3 p 7
Tehinguga on müüdud üle kahe katastriüksuse	§ 2 lg 4 p 1
Katastriüksuse sihtotstarve ei ole 100% elamumaa	§ 2 lg 4 p 2
Kinnisasja pindala on < 501 m ² või > 20 000 m ²	§ 2 lg 4 p 3

Summary

CREATING A PRICE INDEX FOR UNDEVELOPED RESIDENTIAL LAND BASED ON TRANSACTION DATABASE

Hendrik Pungar

Land plays a crucial role in the economy and society. Accurate measurement of land value and its changes over time is vital for economic policy, financial stability assessment and planning decisions. While general real estate price indices exist in Estonia, there is a lack of a specific, methodologically transparent and regularly updated price index for undeveloped residential land.

The aim of this thesis is to create a price index for undeveloped residential land in Estonia by developing and applying a suitable methodology based on transaction data from the transaction database. The study focuses on constructing an index describing the dynamics, price level and trends of the undeveloped residential land market for the period 2016–2024, using 30 June 2022 as the base period.

To achieve this aim the following research tasks were undertaken: reviewing main real estate price indexing methods; assessing their applicability in the context of Estonian transaction data for undeveloped land; selecting and justifying the most suitable methodology; preparing and cleaning transaction data from 1 July 2016 to 23 August 2024; applying the chosen methodology involving stratification by location class, calculation of daily price levels using a 365-day moving geometric mean, smoothing the resulting time series with LOESS and calculating regional price indices relative to the base period; and finally, analyzing and interpreting the results.

The theoretical part provides an overview of different indexing methods. The empirical part utilizes transaction data from the Estonian Land Board. After extensive cleaning focusing on free-market transactions of undeveloped residential land the data was stratified into three regions based on location classes derived from the national land valuation. A method based on average prices combined with stratification and time series smoothing was chosen as the most practical approach given the data characteristics. Price indices were calculated for each region.

The main results are three regional price indices for undeveloped residential land. The analysis revealed significant price increases across all regions during the observed period, but

with differing dynamics, confirming the need for stratification. Price trends clearly reflected market cycles, including rapid growth in 2021–2022 followed by stabilization or continued growth in lower-priced regions despite decreased transaction activity. The comparison of original and indexed prices demonstrated the significant impact of the indexing adjustment in removing the time effect and confirmed substantial price level differences between regions even at the common base period.

The conclusions are: the aim of the thesis was achieved by creating regional price indices for undeveloped residential land with the base period 30.06.2022. The chosen methodology proved practical and effective for the given data and objective. The Estonian undeveloped residential land market is dynamic and regionally diverse, the created indices provide valuable information for market monitoring, valuation and further analysis. Future research could involve comparing the index with other real estate segments, testing alternative methods as data improves and conducting econometric analyses of price drivers.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Hendrik Pungar,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Hoonestamata elamumaa hinnaindeksi loomine tehinguregistri andmetel“, mille juhendaja on Maire Nurmet, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Hendrik Pungar
13.05.2025