

Aino Elttula

ENERGIATEHOKKUUS ASUNTOMARKKINOILLA

Energialuokkien hinnoittelu ja
informaatioarvo Suomessa

Johtamisen ja talouden tiedekunta

Pro gradu -tutkielma

Heinäkuu 2026

TIIVISTELMÄ

Tekijän nimi : Aino Elttula

Pro gradu -tutkielma

Tampereen yliopisto

Kauppätieteiden maisteriohjelma: Taloustiede

Heinäkuu 2026

Tämä tutkielma tarkastelee sitä, miten energiatehokkuutta hinnoitellaan asuntomarkkinoilla ja onko energialuokkina esitettävällä energiatehokkuusinformaatiolla vaikutusta asuntojen myyntihintaan. Energiatodistus on pakollinen asuntojen myyntitilanteissa esitettävä todistus, joka sisältää rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen perustuvan A–G-asteikkoisen energialuokan.

Tutkielma on empiirinen, ja analyysissa hyödynnetään hedoniseen hinnoitteluteoriaan perustuvaa regressioanalyysia energialuokkien implisiittisten hintapainojen määrittelyyn. Lisäksi analyysia syvennetään regression epäjatkuvuusmenetelmällä, jolla tutkitaan hintaepäjatkuvuuksia energialuokkien rajoilla. Tutkielmassa hyödynnetään Kiinteistönvälitysalan Keskusliiton hintaseurantapalveluaineistoa. Aineistosta muodostetaan otos vuosina 2018–2024 myydyistä kerrostaloasunnoista, joiden energialuokka perustuu vuoden 2018 lainsäädännön mukaiseen energialuokkien määrittelyyn. Regression epäjatkuvuusmenetelmää varten aineistoon yhdistetään osoiteperusteisesti Energiatodistusrekisterin avoimista aineistoista kattavat tiedot energiatodistuksesta ja analyysissa hyödynnettävästä energialuokan määrittävästä E-luvusta.

Tutkielman tulosten perusteella asunnot, joiden energialuokka oli parempi, myytiin hintapreemiolla. A-luokan asunnoilla hintapremio oli otoksessa 9,6–10,6 prosenttia, B-luokan asunnoilla 8,8–9,2 prosenttia ja C-luokan asunnoilla 5,7–5,9 prosenttia verrattuna yleisimpiin E-luokan asuntoihin mallin kontrollimuuttujien spesifikaatioista riippuen. Tutkielmassa käytetty regression epäjatkuvuusmenetelmä ei osoita tilastollista näyttöä sille, että asteikollisella informaatiolla energialuokasta olisi vaikutusta asunnon hintaan. Tulosten perusteella johtopäätöksenä on, että energiatehokkaammat kerrostaloasunnot myydään hintapreemiolla, kun taas energiatehottomuus ei johda hinnanalennukseen markkinoilla. Energialuokkien hintaepäjatkuvuuksille ei ole tutkielmassa tilastollista näyttöä, mutta E-luvun jakaumassa esiintyy kasaantumista korkeamman energialuokan puolelle D–E- ja E–F-luokkien rajoilla.

Avainsanat: energialuokka, asuntomarkkinat, infomaatiovaikutus, energiatodistus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- ☐ Ei
- ☒ Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmanprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia:

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: ChatGPT-5.5, ScopusAI

Käyttötarkoitus: ScopusAI-sovellusta on käytetty tukena tutkielman lähteiden etsinnässä. ChatGPT-5.5-sovellusta on käytetty tekstin oikeinkirjoituksen tarkastamisessa ja lauserakenteiden selkeyttämisessä. Lisäksi ChatGPT-5.5-sovellusta on hyödynnetty apuna lähdekirjallisuuden konseptien läpikäymisessä ja Stata-koodin luomisessa kuvaa 3 varten.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty: Johdanto, Teoriaosuus, Kirjallisuuskatsaus, Aineisto ja menetelmät, Tulokset

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	1
2 Tutkielman tausta	4
2.1 Rakennusten energiatehokkuuden sääntely	4
2.1.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi	4
2.1.2 Energiatodistus	5
2.1.3 Energiatodistuksen uudistukset	7
2.2 Asuminen ja asumisen energian käyttö Suomessa	8
3 Teoreettinen viitekehys	11
3.1 Hedoninen hinnoitteluteoria	11
3.2 Miksi energiatehokkuus heijastuu asuntojen hintoihin?	13
3.3 Tutkielman hypoteesit teoreettisen viitekehyksen pohjalta	16
4 Kirjallisuuskatsaus	18
4.1 Yhteys energiatehokkuuden ja asuntojen hintojen välillä	18
4.2 Energiatodistuksen informaatiovaikutus asuntomarkkinoilla	24
5 Aineisto ja menetelmät	28
5.1 Aineisto	28
5.1.1 Muuttujien kuvaukset	30
5.2 Estimointimenetelmät	36
5.2.1 Hedoninen pienimmän neliösumman menetelmä	36
5.2.2 Regression epäjatkuvuusmenetelmä	38
6 Tulokset	41
6.1. Energialuokkien hinnoittelu	41
6.2. Energialuokkien informaatiovaikutus	44
6.2.1 Tulokset	44
6.2.2 Luotettavuus ja robustisuus	48
6.3. Tulosten pohdinta	55
7 Johtopäätökset	58
Lähdeluettelo	60

LUETTELO TAULUKOISTA JA KUVISTA

Taulukko 1 Rakennuksen energialuokan määrittely E-luvun ja laskennallisen energiankulutuksen perusteella asuinkerrostaloille, joissa asumuksia on vähintään kolmessa kerroksessa.	6
Taulukko 2 Lista analyysin muuttujista kategorioittain.....	30
Taulukko 3 Aineiston kategoristen muuttujien tunnuslukuja.	34
Taulukko 4 Aineiston jatkuvien muuttujien tunnuslukuja.	35
Taulukko 5 Hedonisen hinnoittelumallin tulokset: energialuokkien ja logaritmoidun neliöhinnan yhteys.....	42
Taulukko 6 Regression hintaepäjatkuvuusestimaatit MSERD-optimaalisella kaistanleveydellä.....	47
Taulukko 7 Tiheystesti E-luvulle energialuokkien rajoilla.	50
Taulukko 8 Taustamuuttujien jatkuvuus energialuokkien rajoilla.....	51
Taulukko 9 Herkkyys rajan läheisille havainnoille RD-menetelmässä.	52
Taulukko 10 Logaritmoidun neliöhinnan ja E-luvun suhteen jatkuvuus plasebo-rajoilla.	53
Kuva 1 Logaritmoitu neliöhinta ja E-luku. Pystysuuntaiset viivat kuvaavat energialuokkien E-lukuun perustuvia raja-arvoja.	45
Kuva 2 E-luvun jakauma otoksessa. Pystysuuntaiset katkoviiivat kuvaavat energialuokkien rajoja.	49
Kuva 3 Logaritmoidun neliöhinnan estimaattien herkkyys havaintovälin valinnalle RD-mallissa. Kuvassa estimaattien arvo ja 95 %:n havaintovälit. Tutkielmassa käytetty optimaalinen MSERD- menetelmällä määritelty havaintoväli on esitetty kuvassa punaisena.	54

LUETTELO LYHENTEISTÄ

Lyhenne:	Selitys:
E-luku	energiatehokkuusluku
EPC	energiatodistus, <i>Energy Performance Certificate</i>
EPBD	rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, <i>Energy Performance of Buildings Directive</i>
EU	Euroopan unioni
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design -sertifikaatti
KVKL	Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto
kWh	kilowattitunti
MSERD	keskineliövirheoptimaalinen RD-havaintoväli, <i>mean-squared error optimal bandwidth selector for the RD treatment effect estimator</i>
OLS	pienimmän neliösumman menetelmä, <i>ordinary least squares</i>
RD	regression epäjatkuvuusmenetelmä, <i>regression discontinuity</i>
SAP	Standard Assessment Procedure -energiapisteytys
TK	Tilastokeskus
YM	ympäristöministeriö

1 JOHDANTO

Erilaisia ympäristömerkkejä on luotu viestittämään ympäristöystävällisistä valinnoista. Ympäristömerkkien suorana tavoitteena on antaa kuluttajille tai käyttäjille tietoa tuotteen ympäristötehokkuudesta, ja epäsuorana tavoitteena on vaikuttaa heidän kulutusvalintoihinsa ja sitä kautta ympäristölle haitallisten päästöjen tasoon. Ympäristömerkkien markkinavaikutuksien tutkiminen on tärkeää, jotta voidaan saada tietoa niiden käytöstä ja hintavaikutuksista. Kiinteistöt ovat yksi suurimmista päästöjen lähteistä Suomessa, minkä vuoksi niiden energiatehokkuuden edistämiseen on kiinnitetty erityistä huomiota. Euroopan unionissa energiatehokkuusdirektiivillä säädetään rakennusten energiatodistuksesta, jonka tavoitteena on tuoda vaikeasti havaittava tieto energiatehokkuudesta näkyväksi markkinoilla. Energialuokka tarkoittaa rakennuksen energiatehokkuutta kuvaavaa A–G-asteikollista luokitusta, joka perustuu energiatodistuksessa määritellyyn laskennalliseen energiankulutukseen eli energiatehokkuuslukuun (E-luku).

Taloudellisesta näkökulmasta asunnon energiatehokkuudesta voisi olla hyötyä asunnonostajalle, sillä energiansäästöt voivat pienentää käyttökustannuksia ja mahdollisesti kasvattaa kiinteistön arvoa. Lisäksi tutkimustieto energialuokkamerkinnän vaikutuksesta asuntojen hintaan voi antaa tietoa energiatehokkaampien kiinteistöjen rakentamisen kannattavuudesta. Aikaisempi tutkimus aiheesta on kattavaa, mutta keskittyy enimmäkseen muualle Eurooppaan, sekä liikekiinteistöihin. Tietääkseni Suomessa ei ole aiemmin tutkittu energiatodistuksen mahdollista informaatioarvoa kausaalisin menetelmin. Asunnon laadullisten ominaisuuksien hintavaikutusten ja niiden arvostukseen vaikuttavien reformien tutkimus on merkittävää myös siksi, että asunto on keskimäärin merkittävin osa suomalaisten varallisuutta. Vuonna 2023 Suomessa asuvista kotitalouksista 64 prosenttia asui omistusasunnossa ja oman pääasiallisen asunnon osuus kokonaisvaroista oli keskimäärin 45 prosenttia (Tilastokeskus [TK], 2025b). Tämän vuoksi asuntojen ominaisuuksien arvostuksen muutokset voivat heijastua merkittävästi kotitalouksien varallisuuteen ja asumisen investointikannustimiin.

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella energiatehokkuuden hinnoittelua asuntomarkkinoilla, kun analyysin kohteena ovat kerrostaloasuntojen jälleenmyynnit vuosina 2018–2024. Lisäksi tutkielmassa selvitetään, onko energiatodistuksella energiatehokkuudesta itsenäistä informaatioarvoa asuntomarkkinoilla. Tutkielman avulla pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten energiatehokkuutta hinnoitellaan asuntomarkkinoilla, ja missä määrin mahdollinen hintapremio selittyy energian käyttökustannuksilla?
2. Onko asunnon energialuokalla energiatehokkuudesta erillistä informaatioarvoa asuntomarkkinoilla?

Tutkielman empiirisessä osuudessa tutkitaan energiatehokkuuden hinnoittelua hedonisella hinnoittelumallilla. Lisäksi osuudessa tarkastellaan energiatodistuksen informaatioarvoa regression epäjatkuvuusmenetelmällä (RD). Hedonisen hinnoittelumallin tarkoituksena on erottaa empiirisesti eri ominaisuuksien hintapainot, jolloin saadaan tietoa näiden ominaisuuksien arvostuksesta asuntomarkkinoilla. Hinnoittelumallin avulla ei voida erottaa, johtuuko energiatehokkuuden arvostus energiatodistuksen välittämästä informaatiosta vai energiatehokkuudesta itsestään. Tämän vuoksi analyysia täydennetään regression epäjatkuvuusmenetelmällä, jolla verrataan energiatehokkuudeltaan lähes identtisiä asuntoja energialuokkien raja-arvojen läheisyydessä.

Tutkielman empiirisessä osiossa käytetään Kiinteistönvälitysalan Keskusliiton hintaseurantapalvelun aineistoa kiinteistönvälityksen kautta tapahtuneista asuntomarkkinamyynneistä vuodesta 1999 alkaen. Aineistosta on muodostettu otos kerrostaloasuntojen myynneistä vuosina 2018–2024. Analyysissa kiinnostuksen kohteena oleva muuttuja on kategorinen energialuokka ja selitettävä muuttuja logaritmoitu asunnon neliöhinta. Muita asuntojen ominaisuuksia käytetään kontrollimuuttujina. Analyysiin lisätään lisäksi kvartaalia kuvaavat muuttujat asuntomarkkinavaihtelun kontrolloimiseen sekä naapuruston ominaisuuksia kuvaavat muuttujat. Kun hedoniseen hinnoittelumalliin lisätään osittain käyttökustannuksia kuvaava hoitovastikemuuttuja, analyysi mahdollistaa sen arvioimisen, missä määrin energialuokan hintavaikutus säilyy käyttökustannuksia kuvaavan hoitovastikkeen kontrolloinnin jälkeen.

Tutkielman tulokset osoittavat, että asunnot, joiden energiatehokkuus on keskimääräistä parempi, myydään hintapremiolla, mutta asuntoja, joiden energiatehokkuus on keskimääräistä heikompi, ei myydä hinnanalennuksella. Hintapremio A-energialuokan asunnoille otoksessa on 9,6–10,6 prosenttia, B-luokan asunnoille 8,8–9,2 prosenttia ja C-luokan asunnoille 5,7–5,9 prosenttia verrattuna energiatehokkuudeltaan yleisimpiin E-luokan asuntoihin. Hoitovastike ei mallissa selitä energian käytön kustannuksia, eikä sillä ole vaikutusta energiatehokkuuden arvostukseen mallissa. Tutkielmassa ei löydetty selkeää tilastollista näyttöä sille, että energiatodistuksella olisi informaatioarvoa asuntomarkkinoilla tutkielman otoksessa. RD-asetelmassa havaittiin heikkoa

hintaepäjatkuvuutta C–D-energialuokkien rajalla, mutta asetelmassa havaittiin epäjatkuvuutta E-luvun tiheydessä, mikä voi heikentää tulosten luotettavuutta. Lisäksi havaittu hintaepäjatkuvuus ei ole robusti, kun mallia tarkastellaan ilman rajan läheisiä havaintoja. Tulokset eivät tarjoa vakuuttavaa näyttöä energialuokan informaatioarvosta, mutta aineiston ja asetelman rajoitteiden vuoksi sen olemassaoloa ei voida täysin sulkea pois.

Tutkielma on empiirinen, ja se koostuu aihetta taustoittavasta osuudesta, teoriaosuudesta, kirjallisuuskatsauksesta, aineiston ja menetelmien kuvauksesta sekä tulososuudesta. Luvun 2 taustoittavassa osuudessa esittelen asuntojen energiatehokkuuden parantamiseen keskittyvää lainsäädäntöä EU-tasolla ja kansallisella tasolla sekä energiatodistuksen taustaa. Luvun 3 teoriaosuudessa käyn läpi hedonisten hintojen teoriaa ja sitä, miten asuntojen eri ominaisuudet vaikuttavat asuntojen hintoihin (Rosen, 1974). Luvun 4 kirjallisuuskatsauksessa perehdyn aikaisempaan kirjallisuuteen energiatodistusluokan ja asuntojen hintojen välisestä yhteydestä (esim. Fuerst, Oikarinen & Harjunen, 2016; Bisello, Antonucci & Marella, 2020) sekä kirjallisuuteen energiatodistuksen mahdollisesta informaatiovaikutuksesta (esim. Myers, Puller & West, 2022; Sejas-Portillo, Moro & Stowasser, 2025). Luvussa 5 esittelen tutkielman aineiston ja empiirisessä osiossa hyödynnetyt menetelmät. Luvuissa 6 ja 7 esittelen tutkielman tulokset ja johtopäätökset ja tarkastelen niitä suhteessa aiempaan kirjallisuuteen sekä teoreettiseen viitekehykseen.

2 TUTKIELMAN TAUSTA

2.1 Rakennusten energiatehokkuuden sääntely

2.1.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Rakennusten merkittävä rooli päästöjen aiheuttajina on lisännyt energiatehokkuuden sääntelyn tärkeyttä viime vuosina. Euroopan unionin tasolla rakennusten energiatehokkuusdirektiivi Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/EC hyväksyttiin vuonna 2002. Direktiivissä rakennusten energiatehokkuus on määritelty lasketuksi tai mitatuksi energiamääräksi, joka tarvitaan rakennuksen tyypilliseen käyttöön liittyvän energiantarpeen täyttämiseen. Tähän sisältyy lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, käyttöveden lämmitykseen ja valaistukseen käytetty energia. (2002/91/EC) Direktiivi uudelleen laadittiin vuonna 2010, ja sitä muutettiin vuonna 2018. Lisäksi direktiivi uudelleen laadittiin ja hyväksyttiin vuonna 2024, ja on suunniteltu, että sen mukaiset ehdot otetaan Suomessa käyttöön vuonna 2026 (Ympäristöministeriö [YM], ei pvm.-a).

Direktiivi keskittyy rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen, ja sen tavoitteena on tehdä EU:n rakennuskannasta täysin päästötön vuoteen 2050 mennessä (2002/91/EC). Euroopan unionin tasolla direktiivin tavoitteina on myös vahvistaa energiaturvallisuutta ja energiaomavaraisuutta sekä vähentää tarvetta investoida energiaverkkoihin. Päästöjen vähentämisen ja energiaturvallisuuden parantamisen lisäksi sääntelyn avulla voidaan luoda kannustimia rakennusten energiatehokkuutta parantaviin investointeihin. Investoinnit voivat lisäksi luoda työpaikkoja ja parantaa päästöttömiin teknologioihin keskittyvien yritysten kilpailukykyä. Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen kerrotaan myös parantavan elinoloja ja vaikuttavan positiivisesti asumisen kestävyys- ja edullisuuteen. Nämä rakennusten energiatehokkuuden tavoitteet ja mahdolliset vaikutukset on mainittu perusteluina sääntelylle (2002/91/EC). Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi toi mukanaan energiatodistusjärjestelmän rakennusten energiatehokkuuden arvioinnin tueksi. Energiatodistus toteutetaan kansallisella lainsäädännöllä, ja käsittelen seuraavasti sen toteutusta Suomessa.

2.1.2 Energiatodistus

Asunnon energiatehokkuutta kuvataan A-G-asteikollisella energialuokalla. Luokitus perustuu EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiiviin 2002/91/EC. Suomessa laki rakennuksen energiatodistuksesta tuli ensimmäisen kerran voimaan vuonna 2007, ja lakia on uudistettu vuosina 2013 ja 2018 (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013). Lain mukaan energiatodistuksen laatija arvioi kohteen rakennusosien ja teknisten järjestelmien energiateknisen kunnon sekä selvittää rakennuksen energiansäästömahdollisuudet. Energiatodistus voidaan laatia koko rakennukselle tai rakennuksen osalle eli esimerkiksi koko rakennukselle tai yksittäiselle asunto-osakkeelle.

Todistusta laadittaessa määritetään rakennuksen E-luku. E-luku yksinkertaistetaan A–G-asteikkoon, jossa A kuvaa kaikkein energiatehokkainta asuntoa ja G heikointa energiatehokkuutta. E-luku perustuu rakennuksen laskennalliseen ostoenergian kulutukseen neliometriä kohden vuodessa. Lisäksi eri energiantuottotavat on huomioitu E-luvun laskentatavassa energiamuotokertoimena, jolla energiamäärä kerrotaan. Energiatodistuksen voi myöntää sertifioitu asiantuntija, joka käy asunnossa ja tarkastaa sen rakenteelliset ominaisuudet, kuten rakenteet, valaistuksen sekä jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmät. Kerättyä tietoa käytetään sitten ennustamaan kodin kokonaisenergiankulutusta. Taulukossa 1 on vuoden 2018 lainsäädännön mukaiset energialuokkarajat kulutuksen mukaan kuvattuna asuinkerrostaloille, joissa on vähintään kolme asuinkerrosta (YM, 2017b, 23).

Velvollisuus energiatodistuksesta koskee rakennuksia, joissa käytetään energiaa rakennuksen sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseen (50/2013). Suomen kontekstissa merkittävää on asuntojen lämmittäminen talvisin, mutta myös viilennys kesäisin. Lain momentissa 2 mainitaan erityistapauksia, jolloin rakennukselta ei vaadita energiatodistusta. Suurin osa erityistapauksista koskee muita kuin asuinrakennuksia, mutta energiatodistusvelvoitteessa on myös asuinrakennuksia koskevia poikkeuksia. Ensinnäkin vaatimus energiatodistuksesta ei koske asuinrakennuksia, joiden pinta-ala on alle 50 neliometriä. Aineiston perusteella näiden asuinrakennusten osuus rakennuskannasta on hyvin pieni (KVKL Hintaseurantapalvelu, ei pvm.), joten lain voidaan katsoa velvoittavan samalla tavalla lähes kaikkia asuinrakennuksia. Lisäksi vaatimus todistuksesta ei koske asuinrakennuksia, jos rakennus on tilapäinen tai määräaikainen, jos rakennus on suojeltu tai sijaitsee maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai jos rakennus on puolustushallinnon käytössä (50/2013).

Taulukko 1 Rakennuksen energialuokan määrittely E-luvun ja laskennallisen energiankulutuksen perusteella asuinkerrostaloille, joissa asumuksia on vähintään kolmessa kerroksessa.

Energiatohokkuusluokka	E-luku, kWh/ (m ² /vuosi)
A	0–75
B	76–100
C	101–130
D	131–160
E	161–190
F	191–240
G	241–

Lähes poikkeuksetta energiatodistus laaditaan koko rakennukselle, mutta se voidaan laatia myös rakennuksen osalle, jos rakennuksen osien käyttötarkoitukset eroavat toisistaan. Uudisrakennukselle voidaan laatia arvioitua energiatohokkuutta kuvaava todistus rakennuslupaa haettaessa, jolloin todistus voidaan tarvittaessa korvata uudella todistuksella ennen käyttöönottoa. Lain mukaan energiatodistuksen on oltava mahdollisen ostajan tai vuokraajan nähtävillä rakennuksen tai rakennuksen osan myynti- ja vuokraustilanteissa ja todistus on annettava lopulliselle ostajalle tai vuokraajalle alkuperäisenä tai jäljennöksenä. Lisäksi todistuksen on oltava esillä asunnon myynti-ilmoituksessa. (50/2013) Todistuksen avulla ostaja tai vuokraaja voi saada lisätietoa asunnon energiatohokkuudesta, joka muuten perustuu vaikeasti havaittaviin ominaisuuksiin. Poikkeuksia ovat esimerkiksi myynti purettavaksi, saman konsernin tai yhteisöjen välinen myynti, alivuokraus tai määräaikainen enintään vuoden kestävä vuokraus. Näissä tapauksissa energiatodistusta ei vaadita myynti- ja vuokraustilanteissa. Yksittäinen todistus on voimassa 10 vuotta, ellei sitä korvaa uusi energiatodistus. (50/2013) Aiemman todistuksen korvaaminen voi olla kannattavaa esimerkiksi energiatohokkuustietojen päivittämiseksi rakennuksen remontoinnin jälkeen, jos todistus tuottaa itsenäistä lisäarvoa markkinoilla.

Energiatodistus sisältää tietoa rakennuksen tai asunnon energiankäytöstä ja sen kustannuksista. Energiatodistus ei kuitenkaan sisällä täydellisiä laskelmia kuluvasta energiasta, sillä suurin osa asumisen energian kustannuksista riippuu kotitalouden energiankäytöstä ja siihen liittyvistä

tottumuksista. Toteutunut ostoenergiankulutus on ilmoitettava todistuksessa, jos tieto siitä on saatavilla. Lain mukaan energiatodistus sisältää tiedon rakennuksen laskennallisesta kokonaisenergiankulutuksesta rakennuksen pinta-alalla jaettuna sekä tiedon rakennuksen laskennallisesta ostoenergiankulutuksesta. Nämä tiedot määritetään huomioimalla rakennuksen tekniset järjestelmät ja rakennusosien ominaisuudet. Rakennuksen kokonaisenergiankulutus määritetään painottamalla laskennallista ostoenergiankulutusta energiamuotojen kertoimilla, joista säädetään maankäyttö- ja rakennuslailla. Muissa kuin uudisrakennusten tilanteissa todistus sisältää tietoa myös ehdotuksia toimista, joilla parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. (50/2013)

Energiatodistus on rakennusten energiatehokkuuden kuvaamiseen luotu työkalu, josta voi olla hyötyä erityisesti asuntojen osto- tai vuokraustilanteissa. Energiatodistuksen käytössä on kuitenkin puutteita, sillä aineiston perusteella se puuttuu usealta rakennukselta tai asunto-osakkeelta (KVKL Hintaseurantapalvelu, ei pvm.). Energiatodistusten käyttöä ja niiden oikeellisuutta myynti- ja vuokraustilanteissa valvoo Valtion tukeman asuntorakentamisen keskus. Jos todistus puuttuu, voidaan antaa kehoitus sen hankkimiseen, ja lisäksi toistuvista puutteista voidaan antaa uhkasakko. (YM, 2026, 21) Asunnonostajat saattavat arvostaa enemmän konkreettisempia energiatehokkuuden mittareita. Tutkielmani tarkoitus onkin antaa tietoa energiatodistuksen merkityksestä asuntomarkkinoilla sekä siitä, miten kotitaloudet arvostavat asunnon energiatehokkuutta ja miten energiatehokkuus heijastuu asunnon myyntihintaan.

2.1.3 Energiatodistuksen uudistukset

Suomessa energiatodistus tuli pakolliseksi asunnon myynti- ja vuokraustilanteissa, kun lakia uudistettiin vuonna 2013. Vaikka energiatodistusjärjestelmä oli olemassa jo ennen vuotta 2013, todistuksen käyttö myynti- ja vuokraustilanteissa ei ollut systemaattisesti pakollista eikä tehokkaasti valvottua. Vuoden 2013 uudistus lisäsi merkittävästi velvoittavuutta, valvontaa ja todistuksen näkyvyyttä markkinatilanteissa. Ennen uudistusta energiatodistus oli pakollinen vain uudisrakennuksille myyntitilanteissa. Uudistetun lain mukaan julkisen asunnon myynti- tai vuokrausilmoituksen tulee sisältää tieto rakennuksen tai sen osan energialuokasta ja tiedon tulee olla asunnon ostajan nähtävillä myyntitilanteessa. Energiatodistuksen hankkiminen ja sen esittäminen asunnon ostajalle on asunnon myyjän vastuulla tai kiinteistönvälittäjän vastuulla. (50/2013)

Vuoden 2013 uudistuksessa lakiin lisättiin vaatimus energiatodistuksen laatijan pätevyydestä sekä vaatimukset energiatodistuksen valvonnasta ja todistuksen pakollisuudesta myyntitilanteissa. Vaikka todistus oli pakollinen rakennuksille myös vuoden 2007 lain mukaan, lain noudattaminen oli heikompaa, koska valvontaa ei ollut. Vuoden 2013 uudistus tuli voimaan eri rakennustyypeille porrastetusti, ja osalle asuinrakennuksista sovellettiin siirtymäsäännöksiä. Kolmen tai useamman asunnon rivitalojen tai asuinrakennusryhmien, jotka ovat toisissaan kiinni varaston, katoksen tai vastaavan rakennelman välityksellä, osalta uudistus tuli voimaan 1.7.2014. Niille rakennuksille, jotka sisältävät enintään kaksi asuinhuoneistoa, lain uudistus astui voimaan 1.7.2017. Vuoden 2018 lainuudistus koski terminologian selkeyttämistä, laskentasääntöjen muutoksia ja rakennusten jaottelua energialuokkiin (YM, 2017c). Luokkarajojen muutos paransi asuntojen energialuokkaa noin yhdellä luokalla, minkä seurauksena esimerkiksi aiemmin B-luokkaan kuulunut asunto luokiteltaisiin nykyään A-luokkaan.

2.2 Asuminen ja asumisen energian käyttö Suomessa

Tutkielman maantieteellinen raja on pääkaupunkiseudussa, ja empiirisessä analyysissä käytetty aineisto on rajattu sisältämään Espoon, Vantaan ja Helsingin asuntomyynnit. Pääkaupunkiseudun asuntomarkkinat tarjoavat hyvän kontekstin hinnanmuodostuksen analyysiin, sillä alueella myydään enemmän asuntoja kuin muilla alueilla ja asunnot ovat läheisempiä substituuotteja toistensa kanssa kuin harvemmin asutuilla alueilla.

Pääkaupunkiseudun asuntokanta koostui 73-prosenttisesti kerrostaloasunnoista vuonna 2024, mikä motivoi rajaamaan tutkielman kuvaamaan kerrostaloasuntoja (TK, ei pvm.-a). Kerrostaloasunnot pääkaupunkiseudulla ovat homogeenisempi ryhmä kuin muut asuntotyyppit, ja lisäksi eri asuntotyyppien energian kulutuksen vertailu voi olla ongelmallista useiden sellaisten tekijöiden yhteisvaikutuksen vuoksi, joita ei ole kuvattu aineistossa (Fuerst ym., 2016, 563; Heinonen & Junnila, 2014, 2298–299). Energiakustannusten jakautuminen kerrostaloasunnoissa ei tosin ole yhtä suoraa kuin esimerkiksi omakotitaloasunnoissa. Lisäksi analyysi rajataan käytettyihin asuntoihin. Uusien asuinkerrostalojen energiatehokkuusvaatimus määrittelee E-luvun enimmäisarvoksi 90 vuodessa, mikä vastaa kategorista A- tai B-luokkaa (YM, 2017a). Tämän vuoksi energialuokkien vaihtelu uudisasuntojen välillä on pientä.

Energian käyttö asumisessa koostui vuonna 2024 Suomessa 57-prosenttisesti asuintilojen lämmityksestä ja 14-prosenttisesti käyttöveden lämmityksestä (TK, 2025a). Muu käyttö koostui esimerkiksi kotitalous- ja sähkölaitteiden käytöstä sekä valaistuksesta. Asunnon energiatodistus kuvaa erityisesti asuintilojen lämmitykseen kuluvan energian käyttöä. Lämmityksen kulutukseen on vaikeampaa vaikuttaa kuin muuhun käyttöön. Energian käytön kustannukset näkyvät kerrostaloasujilla usein hoitovastikkeessa, joka kattaa usein suurimmat asuintilojen lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen kustannukset. Tällöin energiatodistukseen vaikuttava energiatehokkuus määräytyy taloyhtiön mukaan eikä yksittäisen kotitalouden ole välttämättä mahdollista vaikuttaa oman asuntonsa energiatehokkuuteen. Samalla tavoin energiatodistus on usein hankittu koko taloyhtiölle. Energiatodistus on tällöin Suomen kontekstissa rakennuskohtainen ominaisuus, joka voi heijastua myös yksittäisen asunto-osakkeen arvoon.

Hoitovastike peritään jokaisesta asunto-osakeyhtiön asunnosta neliökohtaisesti ja kuukausittain. Asunto-osakeyhtiön hoitovastike on julkista tietoa, ja se kirjataan asunnon myynti-ilmoitukseen. Hoitovastike kattaa rakennuksen ylläpitokustannuksia. Se koostuu useista kustannuksista, esimerkiksi asunto-osakeyhtiön energiankulutuksesta, hallinnosta, siivouksesta, jätehuollosta, vakuutuksista ja kiinteistöverosta. Näin ollen hoitovastike tarjoaa informaatiota asunnon ylläpitokustannuksista. Energiankulutuksen osalta ylläpitokustannukset kuvaavat rakennuksen laskennallista energiankulutusta. Hoitovastikkeessa ei huomioida yksittäisen asunto-osakkeen sisäistä sähkönkulutusta, josta kotitaloudet vastaavat itsenäisesti. Lämmityksen osuus kerrostaloasunto-osakeyhtiön hoitokuluista oli pääkaupunkiseudulla keskimäärin noin 22 prosenttia vuonna 2024. Nämä hoitokulut jakautuvat asunto-osakkeille hoitovastikkeena neliömäärän mukaan. (TK, ei pvm.-b)

Energian kustannukset määräytyvät lämmitystavan mukaan, ja kustannuksiin vaikuttaa myös se, millä polttoaineella lämpö tuotetaan. Suomessa lämmitystapa vaihtelee asuntotyyppien välillä, alueellisesti sekä kerrostaloasuntojen kontekstissa myös taloyhtiökohtaisesti. Koko Suomessa kaukolämmöllä lämmitettyjen kerrostalorakennusten osuus kaikista kerrostaloasunnoista oli 81 prosenttia vuonna 2024 (TK, 2025a). Lämmityksen kustannukset vaihtelevat paljon alueellisesti eri tuotantotapojen takia. Esimerkiksi Uudellamaalla suurin osa kaukolämmöstä tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, kaasulla ja kivihiiilellä (Kaukolämpötilasto, 2024). Tässä tutkielmassa analyysin tulokset heijastavat asuntokantaa, jossa yleisin lämmitystapa on kaukolämpö ja lämmityskustannukset jakautuvat kotitalouksille hoitovastikkeen kautta. Samalla tavoin kuin hoitovastike kuvaa osittain asunto-osakkeen laskennallisia energiankäytön kustannuksia,

energiatodistus perustuu laskennalliseen ostoenergian kulutukseen asunnon tai rakennuksen rakenteellisten ominaisuuksien perusteella.

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

3.1 Hedoninen hinnoitteluteoria

Tutkielman teoreettinen tausta perustuu hedoniseen hinnoitteluteoriaan. Lancasterin (1966) mukaan hedoninen hyöty muodostuu tuotteen eri ominaisuuksien mukaan sen sijaan, että tuote itsessään loisi hyötyä. Hedonisen hinnoitteluteorian mukaan esineen arvo muodostuu sen hyötyä tuottavien ominaisuuksien summana, toisin sanoen esineen kokonaishinnan tulisi olla sen ominaisuuksien yksittäisten hintapainojen summa. Teoriassa asunnon hinta muodostuu asunnon eri ominaisuuksille annettujen hedonisten hintapainojen mukaan, vaikka yksittäisiä asunnon ominaisuuksia ei hinnoitella markkinoilla. (Rosen, 1974)

Tässä tutkielmassa energialuokalla mitattua asunnon energiatehokkuutta pidetään yhtenä asunnon ominaisuutena. Hedonista hinnoitteluteoriaa on hyödynnetty erityisesti asuntomarkkinoiden tutkimuksessa, sillä asunnoilla on paljon eroavia ominaisuuksia, joiden arvon määrittely voi olla hyödyllistä esimerkiksi kaupunki- ja aluetaloustieteen tutkimuskysymyksissä. Asuntomarkkinoilla asunnon hinnan voidaan ajatella muodostuvan eri ominaisuuksien, kuten sijainnin, koon, laadun ja energiatehokkuuden, implisiittisistä hintapainoista. Yhtälön

$$z = (z_1, z_2, \dots, z_n), \quad (1)$$

mukaan hyödykkeen eri ominaisuuksien muodostumista voidaan kuvata vektorilla z , jossa z_i kuvaa niiden hyödykkeen eri ominaisuuksien määrää, joiden perusteella implisiittiset hintapainot voidaan määrittää. Hyödyke tarjoaa ostajalleen tietynlaisen korin eri ominaisuuksia, ja eri hyödykkeet markkinoilla muodostavat vaihtoehtoisten hyödykekorien joukon. (Rosen, 1974, 35) Yhtälö

$$p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n), \quad (2)$$

kuvaa hyödykkeen hinnan muodostavaa vektoria. Eri ominaisuuksien kautta muodostuva hintavektori ohjaa sekä tuottajan että kuluttajan ominaisuuskorin valintoja. Valinta perustuu asuntomarkkinoiden tasapainoteoriaan ja hyödyn maksimoivaan rationaaliseen käyttäytymiseen markkinoilla. Hyödykkeen markkinahinta $p(z)$ muodostuu kuluttajan preferensseihin perustuvasta kysynnästä ja tarjonnasta. Oletetaan, että kuluttaja tekee ostopäätöksen yhdestä hyödykkeestä markkinahintaan $p(z)$. Kuluttajan hyötyfunktioita voidaan kuvata funktiolla $U(x, z_1, \dots, z_n)$, jonka oletetaan olevan konkaavi ja kasvava suhteessa kaikkiin muihin hyödykkeisiin x :ään verrattuna. Mallissa x :n hinnaksi asetetaan yksi, jolloin tuloja y voidaan kuvata x :n suhteen yhtälössä

$$y = x + p(z). \quad (3)$$

Hyödyn maksimointiongelma epälineaarisen budjettirajoitteen suhteen vaatii valinnan muiden hyödykkeiden x ja ominaisuuskorin $(z_1, \dots, z_n)$ välillä. Tämä saadaan ensimmäisen asteen ehdoilla hintafunktiosta tietyn ominaisuuden suhteen, joka on esitetty yhtälössä

$$\frac{\partial p}{\partial z_i} = p_i = \frac{U_{zi}}{U_x}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

Optimaalinen valinta saavutetaan, kun kuluttaja valitsee hyödykkeen ominaisuuksien yhdistelmän siten, että ominaisuuden z_1 implisiittinen rajahinta on yhtä suuri kuin kuluttajan rajamaksuhalukkuus kyseisestä ominaisuudesta. Toisen asteen ehdot täytetään yleisillä oletuksilla hyötyfunktioista, toisin sanoen oletetaan, että $p(z)$ on konvekksi ominaisuuksien suhteen (Rosen, 1974, 38).

Rosenin (1974) teoria sisältää keskeisiä oletuksia ja yksinkertaistuksia. Ensimmäkin teoriassa oletetaan, että markkinoilla on suuri määrä hyödykkeitä, jolloin kuluttajan valinta eri ominaisuuksien z välillä on jatkuva. Toinen yksinkertaistus on se oletus, että hyödykkeet kuvaavat puhdasta kulutusta. Tämä oletus eristää mallista pääoman teorian aiheuttaman epäselvyyden. Lisäksi teorian oletuksena on, että jos kaksi hyödykettä tarjoaa täsmälleen saman ominaisuuskorin mutta eri hinnalla, kuluttaja valitsee halvemman eikä myyjän identiteetillä ole merkitystä kulutuspäätöksen kannalta. Teorian rajoitteena on luonnollinen taipumus markkinasegmentaatioon, sillä kuluttajat, joilla on

samankaltaiset hyötyfunktiot, kuluttavat samankaltaisia hyödykekoreja. Tämä on tunnistettu esimerkiksi asuntomarkkinoilla sijaintisidonnaisten ominaisuuksien osalta, mitä kutsutaan spatiaaliseksi vaihteluksi. (Rosen, 1974, 40)

Artikkelissaan Rosen (1974, 45) esittää hedonisen hintafunktion ja johtaa kuluttajien tarjousfunktioiden sekä tuottajien tarjontaa kuvaavien ehtojen avulla lyhyen aikavälin markkinatasapainon, jossa ominaisuuksille muodostuu implisiittiset hinnat. Tämä tutkielma perustuu vain energialuokan implisiittisten hintojen tunnistukseen hedonisen hinnoittelufunktion perusteella, joten tutkielmassa ei käydä markkinatasapainon muodostumista läpi tarkemmin. Teoriapohjaa voidaan hyödyntää lineaarisen regressiomallin estimoinnissa, mutta myös konseptuaalisena pohjana kompleksisemmille estimointimenetelmille. Usein kuluttajan arvokuvaajasta havaitaan vain yksi optimaalinen ominaisuusvalinta, jolloin pelkän hintafunktion perusteella ei voida identifioida kuluttajien preferenssejä tai kysyntäfunktiota ominaisuuksien suhteen (Rosen, 1974, 54).

Asunnot koostuvat useista havaittavista ja eriteltävistä ominaisuuksista, kuten sijainnillisista ja laadullisista ominaisuuksista. Nämä ominaisuudet esitetään tyypillisesti asuntojen myynti-ilmoituksissa, jolloin asunnonostajat voivat arvioida niiden merkitystä ostopäätöksessään. Hedonisen hinnoittelun teoria olettaa lähtökohtaisesti täydelliset markkinat ja rationaaliset osapuolet. Käytännössä asuntomarkkinat ovat kuitenkin epätäydelliset, ja niihin voi liittyä esimerkiksi transaktiokustannuksia sekä informaatioepäsymmetriaa ostajien ja myyjien välillä. Hedonisen hinnoitteluteorian näkökulmasta energialuokkaa voidaan tarkastella yhtenä asunnon ominaisuutena, jonka implisiittinen hinta voidaan estimoida asuntomyyntien hintatiedon avulla.

3.2 Miksi energiatehokkuus heijastuu asuntojen hintoihin?

Asunnon energiatehokkuuden vaikutusta hintoihin voidaan tarkastella energiatehokkuusvajeen, informaatioepäsymmetrian ja energiatodistuksen kautta. Hedonisen hinnoitteluteorian näkökulmasta energialuokka on yksi asunnon ominaisuuksista, jonka implisiittinen hinta muodostuu markkinoilla. Energialuokan mahdollinen vaikutus hintoihin voi syntyä sekä pienemmistä energiakustannuksista että energialuokan sisältämästä informaatiosta.

Tutkielman taustaosion mukaan asumisen osuus energiankäytöstä on suuri, mikä motivoi tarkastelemaan taloustieteen näkökulmaa energiatehokkuuteen asuntomarkkinoilla. Käyn

seuraavaksi läpi lyhyesti taloustieteellistä teoriaa energiatehokkuusvajeesta ja ilmiötä kiinteistömarkkinoilla. Energiatehokkuus sisältää luottamushyödykkeen (*credence good*) ominaisuuksia, jolloin sen arvo ei ole täysin kuluttajan tiedossa edes kulutuspäätöksen jälkeen. Näitä ominaisuuksia ovat kuluttajien preferenssien heterogeenisuus, laadun tunnistamisen vaikeus ja se, ettei ole selvää kuka on vastuussa investoinnin tuotosta. Nämä ominaisuudet yhdessä voivat aiheuttaa informaatioperusteisia ilmiöitä markkinoilla. (Giraudet, 2020, 1) Yhtenä asunnon monista ominaisuuksista energiatehokkuutta voidaan kuvata luottamusominaisuudeksi (*credence attribute*). Eroa markkinoilla tapahtuneiden ja optimaalisten energiatehokkuusinvestointien välillä kutsutaan energiatehokkuusvajeeksi (Allcott & Greenstone, 2012, 13). Energiatehokkuusvaje voi viitata markkinahäiriöön, jolloin energiatehokkuuden optimaalinen taso ei toteudu. Allcott ja Greenstone (2012) erottavat energiatehokkuusvajeen selityksinä markkinahäiriöt ja käyttäytymiseen liittyvät tekijät. Markkinahäiriöihin kuuluvat esimerkiksi energian käytön ulkoisvaikutukset ja käyttäytymistekijöihin epätehokkuus investoinneissa.

Allcott ja Greenstone (2012) tunnistavat kaksi syytä, jotka aiheuttavat epätehokkaita investointeja: epätäydellisen informaation ja tarkkaamattomuuden (*inattention*). Epätäydellisellä informaatiolla tarkoitetaan energiatehokkuuden kontekstissa sitä, ettei kotitalous ole tietoinen potentiaalisista energiatehokkuusinvestoinneista ja mahdollisuuksista vähentää tulevia energiakustannuksia. Tarkkaamattomuus ilmenee, kun kuluttaja on asunnon ostohetkellä tietoinen asunnon energiatehokkuuden vaikutuksesta tuleviin asumiskustannuksiin, mutta ei huomioi tätä päätöksentekotilanteessa. (Allcott & Greenstone, 2012, 19) Molemmat tekijät ovat mahdollisia syitä asuntomarkkinoiden energiatehokkuusvajeeseen, ja sääntelynä energiatodistus toimii epätäydellistä informaatiota korjaavana työkaluna. Asuntomarkkinoiden energiatehokkuusvajetta voivat olla aiheuttamassa myös päämies-agenttiongelmat ja erityisesti epäsymmetrinen informaatio (Aydin, Brounen & Kok, 2020, 1; Gillingham & Palmer, 2009). Tällöin asunnon ostaja ei havaitse täydellisesti kaikkia energiatehokkuuteen vaikuttavia asunnon ominaisuuksia. Asunnon myyjällä on informaatio asunnon energiatehokkuudesta, mutta hän ei investoi optimaaliseen tasoon, koska tietää, ettei asunnon ostaja havaitse päätöstä tehdessään asunnon energiatehokkuuden vaikutuksia tuleviin asumiskustannuksiin.

Energiatehokkuusvajeen tilanteessa on mahdollisuus korjata markkinahäiriötä sääntelyn avulla. Allcott ja Greenstone (2012) kertovat, että sopiva sääntelyn keino riippuu tilanteesta. Asuntomarkkinoiden tilanteessa epäsymmetrinen informaatio on tunnistettu merkittäväksi syyksi energiatehokkuusvajeeseen, mikä on johtanut informaatio sääntelyyn eli energiatodistuksen

käyttöönottoon. Informaatioepäsymmetriaan vaikuttavan sääntelyn tavoitteena on asunnon energiatehokkuustiedon läpinäkyvyys, joka voi kasvattaa energiatehokkaampien asuntojen kysyntää ja lisätä investointeja energiatehokkuuteen. Sääntelyn tehokkuuden taso riippuu siitä, paljonko kotitaloudet haluavat maksaa kasvaneesta energiatehokkuudesta. (Aydin ym., 2020, 2)

Taloudellisesta näkökulmasta energiatehokkaampi asunto saattaa pienentää asumisen kokonaiskustannuksia, koska energian käytön kustannukset ovat pienemmät. Kuluttajan valinta asunnon energiatehokkuuden suhteen voidaan tällöin tulkita pyrkimykseksi minimoida elinkaarikustannukset, joiden nykyarvo kapitalisoituu asuntojen hintoihin (Eichholtz, Kok & Quigley, 2010, 2493). Tällöin oletetaan täydelliset markkinat ja rationaaliset markkinaosapuolet, jolloin myös energian käytön kustannukset on optimoitu asumisessa. Säästöt tulevissa energian käytön kustannuksissa on huomioitu aikaisemmassa kirjallisuudessa selvästi yhdeksi energiatehokkaamman asunnon hyötyä tuottavaksi ja hintojen muodostukseen vaikuttavaksi ajuriksi (esim. Eichholtz ym., 2010, 2493; Fuerst ym., 2016, 562). Energiatehokkuuden tarkastelu tuo esiin toisen kysymyksen: onko elinkaarikustannusten minimointi ainoa mahdollinen ajuri energiatehokkuuden hintojen muodostumisessa markkinoilla, kun tarkastellaan energialuokkien mukaista sääntelyä? Aikaisemmassa kirjallisuudessa on tunnistettu mahdollisia muita mekanismeja, joilla energiatehokkuus ja energialuokat vaikuttavat asuntojen hintojen muodostumiseen.

Asunnon energiatehokkuuteen liittyvän sääntelyn voidaan olettaa toimivan tehokkaasti. Tällöin implisiittiset hintapainot seuraavat energian käytön kustannuksia, jos oletetaan myös rationaalisesti toimivat markkinaosapuolet. Fuerst ynnä muut (2016, 562) kuvaavat asunnonostajan valintaa asunnosta saatavan hyödyn perusteella. He esittävät, etteivät energiatehokkaiden asuntojen hintapreemiot välttämättä selity pelkästään pienemmillä energiakustannuksilla. Energialuokka voi toimia myös vihreänä signaalina, joka välittää informaatiota esimerkiksi vastuullisuudesta tai laadusta. Tällöin erityisesti kaikkein energiatehokkaimmille asunnoille voi muodostua kustannussäästöistä riippumatonta lisäarvoa (Fuerst ym., 2016).

Liikekiinteistöjen osalta mahdollisiksi ajureiksi energiatehokkaampien asuntojen hintapreemiossa on tunnistettu säästöjen lisäksi työntekijöiden parempi tehokkuus ja yrityksen vastuullisemman brändin mahdolliset strategiset hyödyt (Eichholtz ym., 2010, 2494). Ideoita ei voi täysin yleistää asuntoihin, mutta mahdollinen vihreä lisäarvo asuntomarkkinoilla voi heijastaa myös vastuullisuuspreferenssejä esimerkiksi vihreänä signaalivaikutuksena. Tämän lisäksi epärationaalinen toiminta sekä

energiatodistuksen informaatiovaikutus saattavat tehostaa energiatehokkuuden kapitalisoitumista asuntomarkkinoilla.

Asunnon energiatehokkuus on vaikeasti havaittava ominaisuus, joka tuottaa asunnon omistajalle hyötyä pienempien energiakustannusten ja mahdollisen itsenäisen vihreän lisäarvon kautta (Giraudet, 2020, 1; Fuerst ym., 2016, 562). Epätäydellisen informaation korjaamiseksi ja asuntojen energiatehokkuuden havainnoinnin helpottamiseksi on kehitetty ympäristömerkintä, energiatodistus (Allcott & Greenstone, 2012, 19). Tutkielman tavoitteena on havainnoida energialuokan arvostusta markkinoilla ja erottaa tässä osiossa käsitelty merkinnän itsenäinen lisäarvo kustannuskanavasta.

3.3 Tutkielman hypoteesit teoreettisen viitekehyksen pohjalta

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, liittyykö parempaan energialuokkaan yhteys korkeampiin myyntihintoihin, joita energian käytön kustannukset eivät täysin selitä. Asunnon hinta muodostuu sen useista laadullisista hyötyä tuottavista ominaisuuksista, joita voidaan mitata empiirisesti ja tulkita implisiittisinä hintapainoina kuvaamaan niiden arvostusta asuntomarkkinoilla (Rosen, 1974, 35). Näistä ominaisuuksista yksi on asunnon energiatehokkuus, jota tutkielmassa mitataan laskennallisena ostoenergian kulutuksena ja kuvataan kategorisella energialuokalla. Parempi energiatehokkuus on yhteydessä korkeampaan myyntihintaan, koska kotitaloudet huomioivat asunnon ostopäätöksessä tulevat energian käytön kustannukset. Käyttökustannukset toimivat yhtenä mekanismina eroihin energiatehokkuuksien kapitalisoitumisessa asuntomarkkinoilla.

Energialuokka itsessään voi luoda lisäarvoa, mikä näkyy asunnon myyntihinnan ja energialuokan välisessä yhteydessä. Kun eristetään yhtälöstä käyttökustannukset, toista mekanismia voidaan tulkita energialuokan vihreänä signaalivaikutuksena, jos yhteys on positiivinen ja merkitsevä vain kaikkein energiatehokkaimmille asunnoille. (Fuerst ym., 2016, 562) Vihreä signaalivaikutus on yksi mahdollinen aikaisemmasta kirjallisuudesta tunnistettu ajuri selittämättömälle erolle hintojen muodostumisessa. Jos energialuokka toimii informaation tai vihreän signaalin välittäjänä, lähes identtisten asuntojen välillä voidaan havaita hinnallisia eroja energialuokkien rajojen läheisyydessä. Tällöin lähes identtiset asunnot energialuokkien rajan eri puolilla voivat saada erilaisen markkina-arvon.

Hypoteesi 1

Asuntojen energialuokka kuvaa yhtä laadullista ominaisuutta, ja sen kuvaamalla energiatehokkuudella on positiivinen yhteys asunnon myyntihintaan.

Hypoteesi 2

Energiatehokkaiden asuntojen hintapremio pienenee, kun kontrolloidaan energiakustannuksiin liittyviä tekijöitä.

Hypoteesi 3

Energialuokka sisältää kustannuksista riippumatonta informaatioarvoa.

4 KIRJALLISUUSKATSAUS

4.1 Yhteys energiatehokkuuden ja asuntojen hintojen välillä

Aikaisempi tutkimus asuntojen energiatehokkuuden ja asuntojen hintojen yhteydestä on kattavaa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, aiheuttavatko pakolliset energiatodistusluokitukset etuja, jotka ovat suuremmat kuin energiansäästöt. Suuri osa aikaisemmasta tutkimuksesta perustuu hedonisten hintojen teoriaan ja analysoi aihetta empiirisesti hedoniseen hinnoitteluteoriaan perustuvalla lineaarisella regressiolla. Tulokset hintapreemiosta ovat suuruudeltaan vaihtelevia, mutta positiivisia. Suurin osa tutkimuksista raportoi kaikista energiatehokkaimpien asuntojen eli A- ja B-luokkien tai yhdistelmissä ABC-luokan myyntihinnoissa tai listaushinnoissa hintapreemiota. On huomioitava, että energialuokituksen käyttäminen energiatehokkuuden kuvaajana tarkoittaa usein laskennallisen energiatehokkuuden ja hintojen yhteyttä, sillä toteutunutta energian käyttöä ei ole usein raportoitu.

Asuntojen hinnanmuodostusta koskevassa tutkimuskirjallisuudessa energiatehokkuuden ja hinnan yhteyttä on tyypillisesti tarkasteltu hedonisen hinnoittelumallin avulla. Tavanomainen hedoninen regressio ei mahdollista vahvoja kausaalisia tulkintoja, koska energiatehokkuus voi korreloida muiden hintaan vaikuttavien ominaisuuksien kanssa. Regressioanalyysiin perustuvien mallien selitystasetta on parannettu lisäämällä niihin muuttujia, jotka kuvaavat asunnon sijainnillisia ja rakenteellisia ominaisuuksia. Tyypillisesti hyödynnetyt aineistot ovat poikkileikkausaineistoja tietyltä ajanjaksolta, joten estimointi perustuu energialuokkaa lukuun ottamatta muilta ominaisuuksiltaan samankaltaisten asuntojen eroihin hinnanmuodostuksessa. Mallin kontrollointi myös aikaa kuvaavilla muuttujilla on tärkeää, sillä asuntomarkkinoilla on yhteys korkotasoon ja muuhun makrotaloudelliseen vaihteluun ajassa. Seuraavaksi pyrin kuvaamaan tulosten lisäksi sitä, miten hedonista hinnoittelumallia on hyödynnetty energiatehokkuuden ja asuntojen hintojen välistä yhteyttä käsittelevissä tutkimuksissa ja millaisia mallispesifikaatioita kirjallisuudessa on käytetty.

Vaikka oma analyysini keskittyy asuinrakennusten energiatehokkuuden ja myyntihinnan välisen yhteyden tarkasteluun, merkittävää kirjallisuutta on myös energiatehokkaammista liikekiinteistöistä. Eichholtz, Kok ja Quigley (2010) analysoivat Yhdysvalloissa hintapreemiota vihreiksi arvioitujen liikekiinteistöjen välillä. Yhdysvalloissa on käytössä Energy Star -luokitus sekä erillinen yksityinen

vihreiden rakennusten merkintä LEED. Yhdysvaltojen Energy Star -luokitus eroaa Euroopan unionin energiatodistuksesta, sillä luokitus voidaan myöntää myös muille hyödykkeille kuin rakennuksille, esimerkiksi tietokoneille. Lisäksi liikekiinteistöjen osalta merkintä myönnetään rakennuksille, jotka ovat vertailukelpoisten rakennusten energiatehokkuuden ylimmässä kvartaalissa. Eichholtz ynnä muut (2010) hyödynsivät tutkimuksessaan aineistoja kiinteistöjen Energy Star- ja LEED-merkinnöistä vastaavilta sivustoilta ja yhdistivät ne laajaan aineistoon Yhdysvaltojen liikekiinteistöistä.

Eichholtz ynnä muut (2010, 2497) analysoivat liikekiinteistön vihreän merkinnän hintapreemiota hedonisella hinnoittelumallilla. Mallissa kiinteistön sijaintia kuvaavia ominaisuuksia kontrolloitiin läheisten kiinteistöjen klustereilla sekä rakenteellisia ominaisuuksia ja alueellista liiketilan kysyntää nämä ominaisuudet sisältävällä vektorilla. Merkinnän hintapreemion estimaatti liikekiinteistöjen neliövuokrahintaan oli 2,8–3,5 prosenttia ja käyttöasteella korjattuun vuokrahintaan (*effective rent*) 7,9–10 prosenttia. Preemio liikekiinteistön myyntihinnassa oli 15,8–16,8 prosenttia. (Eichholtz ym., 2010, 2501–2502) Tulosten mukaan preemio on suurempi alueilla, joilla kiinteistömarkkinat ovat pienemmät ja kiinteistöt sijaitsevat suurten kaupunkialueiden syrjäisemmillä osilla. Jos energiatehokkaamman liiketilan käyttökustannukset ovat pienemmät kuin muilta hedonisilta ominaisuuksiltaan samanlaisten liiketilojen, tulokset ovat linjassa taloustieteellisen teorian kanssa. Liiketilan vuokraavat yritykset diskonttaavat tulevia energian kustannuksia, jolloin matalammat käyttökustannukset näkyvät liiketilan alkuinvestoinnissa.

Suuri osa aikaisemmasta tutkimuskirjallisuudesta kuvaa EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiiviin perustuvien energialuokkien (EPC) hintapainojen estimointia. Erityisesti ensimmäisissä tutkimuksissa aiheesta on dataan liittyviä rajoitteita, esimerkiksi osasta asuntoilmoituksista on puuttunut tieto asunnon energialuokasta (esim. Brounen & Kok, 2011). Osa tutkimuksista hyödyntää toistuvia myyntitilanteita, jolloin asunnon aikaisempi myynti on tapahtunut ennen kuin energialuokkatieto on ollut saatavilla ja toinen myynti energialuokkatiedon näkyessä myynti-ilmoituksessa (esim. Fuerst, McAllister, Nanda & Wyatt, 2015; Aydin ym., 2020). Toistuvien myyntitilanteiden hyödyntäminen vähentää asuntojen muiden ominaisuuksien eroista syntyvää harhaa, mutta vaatii oletuksen siitä, että asunto on pysynyt ominaisuuksiltaan samana myyntien välisenä aikana.

Ensimmäisiä EPC-luokkien hintapreemiota kuvaavia tutkimuksia tekivät Brounen ja Kok (2011). He osoittivat ”vihreiksi” merkittyjen eli A-, B- ja C-energiatehokkuusluokkiin kuuluvien asuntojen

hintapreemion olevan noin 3,7 prosenttia. Kun tarkasteltiin yksittäisten luokkien estimaatteja, A- ja G-luokkien välinen ero hintapainossa oli noin 15 prosenttia. Malleja kontrolloitiin ajan (kuukausi) ja sijainnin (provinssi) kiinteillä vaikutuksilla sekä naapurustoa ja asunnon rakenteellisia ominaisuuksia kuvaavilla kontrollimuuttujilla. Kun malliin lisättiin lämmitystapaa ja laatua kuvaavat kontrollimuuttujat, joiden yhteys logaritmoituun asunnon myyntihintaan oli positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä, vaikutus ”vihreän” merkinnän ja energialuokkien estimaatteihin oli pieni. Kuten aiemmin mainittiin, aineistoon liittyi se rajoite, että energialuokan käyttöönottoaste oli pieni. Käyttöönottoasteessa oli alueellisia eroja, ja keskimäärin vain 18 prosenttia asunnoista oli energialuokiteltuja, minkä takia energialuokkien jakautuminen asunnoille ei todennäköisesti ollut satunnaista. Tämän rajoitteen vuoksi Brounen ja Kok (2011, 174) hyödynsivät estimointimenetelmässään Heckmanin kaksivaiheista menetelmää valikoitumisharhan korjaamiseksi.

Suomessa energiatehokkaampien asuntojen hintapreemiota ovat tutkineet Fuerst, Harjunen ja Oikarinen (2016). He raportoivat noin 1,5 prosenttia hintapreemiota ABC-luokkiin kuuluvissa asunnoissa, kun kontrolloitiin asunnon rakenteellisilla sekä sijainnillisilla ominaisuuksilla ja aikaan liittyvällä vaihtelulla. He tutkivat myös asuntojen myyntinopeutta ja totesivat, ettei asunnon energialuokalla ole yhteyttä asunnon myyntiin menneeseen aikaan. Kiinnostavaa on, että suomalaisella datalla aiheesta tehdyssä tutkimuksessa raportoitiin pienempi hintapremio energiatehokkaammissa asunnoissa kuin muissa tutkimuksissa. Tämä tekee Suomen kontekstista kiinnostavan myös energialuokan informaatioarvon näkökulmasta. Kylmässä ilmastossa asunnon energiankulutuksella voi olla merkittävämpi rooli asumisen kustannuksissa, mutta kuluttajat saattavat olla tietoisempia myös yksittäisten energiatehokkaampien rakenteellisten ominaisuuksien vaikutuksista asumiskustannuksissa. Tällöin energiatodistuksen tuoman lisäinformaation merkitys asuntomarkkinoilla saattaa olla pienempi kuin muualla, jossa energiankäytön kustannukset asumisessa ovat pienemmät. Evangelista, Ramalho ja Andrade e Silva (2020, 9) esittävät artikkelissaan mahdollisia syitä maiden väliselle erolle paremman energialuokan perusteella määritetyssä hintapreemiossa. Syitä voivat olla energiatodistuksen vahvempi edistäminen, näkyvyys ja käyttöönotto sekä korkeammat kotitalousenergian hinnat.

Hedoniseen hinnoittelumalliin asuntomarkkinatutkimuksessa liittyy spatiaalisen vaihtelun aiheuttama rajoite. Aikaisemmassa energiatehokkuuskirjallisuudessa on hyödynnetty ainakin kolmea eri keinoa spatiaalisen vaihtelun vaikutuksen huomioimiseen. Osa tutkimuksista käyttää spatiaalisia malleja, jotka huomioivat sijaintiin liittyvien huomaamattomien ominaisuuksien aiheuttaman spatiaalisen autokorrelaation (Bisello ym., 2020). Lähellä sijaitsevat, esimerkiksi samassa

naapurustossa olevat, asunnot vaikuttavat ominaisuuksiltaan myös läheisten asuntojen hintoihin, jolloin spatiaalisten mallien hyödyntäminen tutkimuksessa voi olla perusteltua. Läheisten asuntojen hintavaikutusta voidaan kontrolloida myös naapurustoa ja sijaintia kuvaavilla muuttujilla. Esimerkiksi Fuerst ynnä muut (2016) hyödynsivät empiirisessä mallissaan etäisyyttä keskustaan sekä laajasti naapuruston ominaisuuksia kuvaavia kontrolleja. Etäisyyden määrittämisessä hyödynnettiin paikkatietojärjestelmää, jonka avulla asunnon etäisyys ydinkeskustaan määritettiin osoitteen perusteella. Eichholtz ynnä muut (2010, 2498) klusteroivat aineistoa maantieteellisesti ja analysoivat näitä klustereita erillisinä. Eräs keino spatiaalisen vaihtelun erottamiseen analyysistä on rajata analyysi pieneen maantieteelliseen alueeseen (esim. Eichholtz ym., 2010; Rosen, 1984).

Aydin ynnä muut (2020) ovat tehneet yhden merkittävimmistä aihetta koskevista tutkimuksista, koska he erottivat energiatehokkuuden arvostuksen energialuokan tuoman lisäinformaation arvostuksesta. He vahvistivat identifikaatiota energiatehokkuuden ja asuntojen myyntihintojen välillä lisäämällä analyysiin instrumentaalisen muuttujan. Instrumentaalinen muuttuja korreloi asunnon energiatehokkuuden tason kanssa, mutta ei virhetermin ja muiden asunnon myyntihintaan vaikuttavien havaittujen ominaisuuksien kanssa. He havaitsivat vuoden 1974 öljykriisin aiheuttaneen epäjatkuvuuden investoinneissa asuntojen energiatehokkuuteen. Kun oletetaan ominaisuuksien muuttuvan jatkuvassa suhteessa rakennusvuoden kanssa, energiatehokkuusinvestointien epäjatkuvuus kuvaa kausaalista vaikutusta öljykriisin ja asuntojen energiatehokkuuden välillä. Epäjatkuvuutta hyödynnetään instrumenttina energiatehokkuusindeksille, jolloin eristetään todellinen vaihtelu energiatehokkuudessa. Instrumentaalimuuttujan menetelmän tuloksia voidaan vertailla hedonisen pienimmän neliösumman menetelmän tulosten kanssa. Aydin ynnä muut (2020) raportoivat, että OLS-menetelmän estimaatit saattavat olla alaspäin harhaisia, jolloin raportoidut kapitalisoitumisvaikutukset voivat olla todellisuudessa suurempia. Havainto voi vaikuttaa tämä tutkielman empiirisen analyysin tulosten tulkintaan, sillä se osoittaa että tulokset voivat olla alaspäin harhaisia.

Aiheen tutkimuksessa on huomioitu myös mahdollisia rajoitteita. Metodologinen ongelma asuntojen energiatehokkuuden hintavaikutusten tutkimuksessa on mahdollinen harha, joka aiheutuu siitä, että energiatehokkuuden mittarit korreloivat havaitsemattomien asunnon ominaisuuksien kanssa (Evangelista ym., 2020, 13). Tätä harhaa voidaan minimoida asunnon ominaisuuksia kuvaavien kontrollimuuttujien avulla, mutta havaitsemattomien ominaisuuksien olemassaoloa ei voida täysin sulkea pois (Aydin ym., 2020, 3.1). Toinen havaittu metodologinen rajoite aiheen tutkimuskirjallisuudessa on multikollineaarisuus havaittujen ominaisuuksien joukossa.

Multikollinearisuus voi olla ongelma tutkittaessa energiatehokkuutta regressioanalyysillä, esimerkiksi jos multikollinearisuus ilmenee rakennusvuoden ja energiatehokkuusmittarin välillä (Aydin ym., 2020, 3.1). Empiirisessä analyysissä tämä voi vahvistaa harhaa estimaateissa (Atkinson & Halvorsen, 1984, 418).

Eichholtz ynnä muut (2010) ja Fuerst ynnä muut (2016) ovat jatkaneet analyysiään mahdollisten ei-mitattavien ominaisuuksien luomaan hintapreemioon. Empiirisessä analyysissä selittämätön hintapreemio on mahdollista tunnistaa mitattujen energian käytön kustannuksien erottamisen avulla. Kirjallisuudessa tunnistettua mahdollista energiamerkinnän hintapreemiota on selitetty yritysvastuulla tai vihreiden arvojen signaloinnilla (Eichholtz ym., 2010; Fuerst ym., 2016). Tunnistetut mekanismit liiketilojen ja asuntojen osalta ovat erilaiset, sillä yritykset ja kotitaloudet ovat erilaisia kuluttajaprofiileja, mutta molemmissa tapauksissa mekanismit liittyvät vastuullisuuteen.

Energiamerkinnän hintapreemion lisäksi Eichholtz ynnä muut (2010, 2497) laskivat toisessa analyysin osassa rakennuskohtaiset toteutuneen energiankäytön kustannukset ja lisäsivät tämän funktion kontrolliksi regressiomalliin energiatehokkaampien asuntojen preemion tunnistamiseksi. Tässä analyysin osassa pyrittiin erottamaan luokituksen energiansäästönäkökohdan vaikutukset itse merkinnän aineettomista vaikutuksista. Jälkimmäiset vaikutukset voivat johtua energiamerkityn rakennuksen maine- tai markkinointieduista tai muusta ei-mitattavasta hyödyistä energiatehokkaiksi luokitelluissa kiinteistöissä. Tulokset viittaavat energiankustannussäästöjen kapitalisoitumiseen noin 6 prosentilla, jolloin muiden ei-mitattavien ominaisuuksien osuus kapitalisoitumisesta on noin 8 prosenttia. Empiirisen analyysin perusteella vihreän liiketilan hintapreemio voi muodostua kustannuskanavan lisäksi myös muiden ei-mitattavien kanavien vaikutuksesta (Eichholtz ym., 2010, 2057).

Eichholtz ynnä muut (2010) kertovat energiatehokkuusmerkinnän mahdollisten ei-mitattavien etujen selittyvän mahdollisesti yritysten yhteiskuntavastuulla. He tunnistavat neljä mahdollista tapaa, joilla energiatehokkuus voi tuottaa ei-mitattavaa taloudellista etua. Energiatehokkaampien asuntojen tulevat käyttökustannukset ovat pienempiä, ja lisäksi nämä asunnot voivat toimia vakuutena kasvavia energiakustannuksia vastaan. Vihreä liikerakennus voi tuoda myös esimerkiksi työntekijöiden tuottavuuteen tai yrityksen maineeseen liittyviä etuja. Eichholtz ynnä muut (2010, 2494) mainitsevat, että työntekijöiden tuottavuuden taloudellisen arvon mittaaminen on haastavaa, mutta he perustelevat

väitettä aikaisemmalla keskustelulla. Lisäksi energiatehokkaamman liiketilan vuokraaminen voi signaloida yrityksen vastuullisuutta, joka parantaa yrityksen mainetta. Yrityksen vastuullisuus voi vaikuttaa houkuttelevuuteen työntekijöiden ja sijoittajien näkökulmasta sekä mahdollistaa hintapreemion hyödykkeiden hinnoittelussa (Eichholtz ym., 2010, 2494). Voi olla, että asuinkiinteistöjen energiatehokkuudella on samaan aikaan useammanlaisia ei-mitattavia etuja. Energiatehokkaampi asunto voi olla riskittömämpi vaihtoehto mahdollisesti muuttuvien energian hintojen suhteen sekä myös sääntelyn muutoksien suhteen.

Asuntomarkkinoiden energiatodistuksen vihreää arvoa ovat aiemmin tutkineet Fuerst ynnä muut (2016). Tutkimuksessaan he kontrolloivat hedonista hinnoittelufunktiota hoitovastikkeella, joka toimii kontrollina energian käytön kustannuksille. Hoitovastikkeelle suoritettiin ylimääräinen regressioanalyysi, joka varmisti energian käytön kustannusten olevan sitä pienemmät, mitä korkeampi energialuokka asunnolla on. Hoitovastike ei ole täydellinen muuttuja kuvaamaan energian käyttökustannuksia, sillä hoitovastike saattaa kuvata myös muita rakenteellisia eroja rakennuksen ominaisuuksissa. Fuerst ynnä muut (2016) pyrkivät analysoimaan energiatodistuksen itsenäistä hintainformaatiota. Havainto siitä, että mallissa, johon sisältyy ylläpitokustannuksia, energialuokittelu tarjoaa hinnoittelutietoa, mikä viittaisi siihen, että luokituksissa on energian kustannuksista itsenäistä arvoa ja informaatiota.

Fuerstin ynnä muiden (2016, 567) tutkimuksessa energiatehokkaampien asuntojen hintapreemio käyttökustannuksilla kontrolloituna oli 1,3 prosenttia. Estimaatit E- ja FG-luokkien asunnoille eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, ja ne olivat arvoltaan hyvin pieniä. Itsenäisen hintapreemion osuus ABC-luokkien energian käytön kustannuksista oli merkittävä, koska energian käytön kustannusten osuus oli mallissa vain 0,2 prosenttia, joten vaikuttaa siltä, etteivät energiakustannukset kapitalisoidu myyntihintaan. Tämä voidaan selittää sillä, että kiinteistön lämmityskustannukset ovat asunto-osakeyhtiön vastuulla. Yksittäisellä kotitaloudella on pieni kannustin seurata lämmityskustannuksia, sillä kustannukset ovat yksityisten kustannusten sijaan sosiaalisia kustannuksia, jotka jaetaan asunto-osakkeille neliömäärän mukaan. Koska kustannuksiin ei voi vaikuttaa suoraan, syntyy behavioraalinen harha, jolloin kotitalous ei täysin huomioi energian käyttökustannuksia asunnon ostopäätöstä tehdessään. (Fuerst ym., 2016, 568)

Fuerst ynnä muut (2016) listaavat muutamia mahdollisia selityksiä korkeamman energialuokan tuomalle lisäarvolle, jolla ei ole yhteyttä energian käyttökustannuksiin. Heidän mukaansa tärkein tekijä on se, että ekologiset kuluttajat kasvattavat energiatehokkaampien asuntojen kysyntää. Tämä

on linjassa vihreän signaloinnin teorian kanssa. Toinen mahdollinen selitys itsenäiselle hintapreemiolle liittyy kotitalouksien odotuksiin energian hintojen noususta. Tämä muistuttaa Eichholtzin ynnä muiden (2010) oletusta siitä, että energiatehokkaammat kiinteistöt ovat riskittömämpi vaihtoehto mahdollisen energian hintojen nousun aikana. Kolmas Fuerstin ynnä muiden (2016) esittämä argumentti on se, että energiatehokkaammissa asunnoissa energiatehokkuussääntelyn mahdolliset muutokset tulevaisuudessa aiheuttavat vähemmän ongelmia.

4.2 Energiatodistuksen informaatiovaikutus asuntomarkkinoilla

Suuri osa aikaisemmasta kirjallisuudesta liittyy energiatodistusluokan ja asunnon myynti- tai listaushinnan väliseen yhteyteen, mutta uudempi kirjallisuus keskittyy energialuokan informaatiovaikutuksiin. Yhteyden kuvaaminen tuo lisätietoa energiatehokkuuden arvostuksesta ja luokkamerkinnän aiheuttamasta hintapreemiosta asuntomarkkinoilla, mutta ei tunnista rakennusten energiatehokkuusinformaation kausaalista vaikutusta.

Myös energiatehokkuustiedon julkistamisen kausaalisia vaikutuksia asuntomarkkinoilla on tutkittu eri näkökulmista. Esimerkiksi Myers ynnä muut (2022) tutkivat pakollisen energiatehokkuustarkastuksen vaikutusta energiatehokkuuden kapitalisoitumiseen ja energiatehokkuusinvestointeihin asuntomarkkinoilla Austinissa Yhdysvalloissa. Energiatehokkuustarkastus ”Energy Conservation Audit and Disclosure” (ECAD) otettiin käyttöön vuonna 2009, ja siihen sisältyy esimerkiksi eri lämmitys- ja viilennysjärjestelmien sekä eristyksen arviointi. Myers ynnä muut raportoivat positiivisen vaikutuksen investointipäätöksiin ja energiatehokkuuden kapitalisoitumiseen.

Myös Cassidy (2023) raportoi Austinin energiatehokkuustarkastuksen vaikutuksista, ja hän oli ensimmäinen, joka raportoi energiatehokkuuden heterogeenisestä kapitalisoitumisesta asuntomarkkinoilla. Hän tarkasteli helposti ja vaikeasti havaittavien energiatehokkuusominaisuuksien kapitalisoitumisen eroja informaation julkaisun jälkeen. Hän raportoi, että informaatio vaikeammin havaittavista ominaisuuksista lisäsi niiden kapitalisoitumista myyntihintoihin, kun taas informaatio helpommin havaittavista ominaisuuksista ei lisännyt niiden kapitalisoitumista myyntihintoihin. Esimerkiksi Suomessa kylmä ilmasto kasvattaa lämmityskustannuksia ja kotitaloudet saattavat olla jo hyvin tietoisia asuntojen energiatehokkaiden

ominaisuuksien vaikutuksista asumisen kustannuksiin ilman erillistä lisäinformaatiota. Vaikeasti havaittavien tekijöiden kapitalisoitumisen muutos mallissa voi johtua epäsymmetrisestä informaatiosta tai salienssista, jolloin ostajan huomio keskittyy yhteen tekijään, joka saa suhteettoman huomion päätöksissä (Cassidy, 2023, 679).

Damen ja van Kempen (2025) tutkivat, miten energiatehokkuusluvun esittämisen tekeminen pakolliseksi ja jatkuvan luvun muuttaminen kategoriseksi energialuokaksi vaikutti hintoihin. Belgiassa. He hyödynsivät analyysissään näitä kahta Flanderissa tehtyä politiikkamuutosta ja vahvistivat identifikaatiota toisen Belgian hallinnollisen alueen erilaisen energiatodistussääntelyn avulla. He raportoivat, että energialuvun esittämisen tekeminen pakolliseksi vuonna 2008 ei vaikuttanut yhteyteen energiatehokkuuden ja asunnon myyntihinnan välillä, mutta jatkuvan energialuvun muuttaminen energialuokaksi energiatodistuksessa vaikutti negatiivisesti D- ja F-merkittyjen asuntojen myyntihintaan. Tulosten perusteella energiatodistuksen esitystavalla on vaikutusta siihen, miten informaatio energiankulutuksesta vaikuttaa eri markkinaosapuolien käyttäytymiseen.

Energialuokkien määräytyminen jatkuvan pisteytyksen mukaan mahdollistaa regression epäjatkuvuusmenetelmän (RD) hyödyntämisen tutkimusasetelmana. Menetelmä perustuu siihen, että aivan energialuokkien rajalla asunnot ovat samankaltaisia, jolloin voidaan tarkastella energialuokan muutoksen kausaalista vaikutusta. Aikaisemmassa kirjallisuudessa RD-menetelmällä on tutkittu hintaepäjatkuvuuksia sekä epäjatkuvuutta energiatehokkuusinvestoinneissa energialuokkien rajoilla (Aydin ym., 2020; Sejas-Portillo ym., 2025).

Sejas-Portillo ynnä muut (2025) tutkivat hintaepäjatkuvuutta sekä epäjatkuvuutta energiatehokkuusinvestoinneissa energialuokkien rajoilla. Analyysissa jatkuva muuttuja oli ominaisuuksiltaan diskreetti SAP-pisteytys, jonka perusteella energialuokat määritellään. Muuttujan diskreettiys ei johtanut heidän mukaansa rajoitteisiin analyysissa, vaikka muuttuja oli klusteroitunut, ja iso osa havainnoista sisältyi samoihin klustereihin. Tämän takia he klusteroivat analyysissa keskivirheitä jatkuvan SAP-pisteytyksen mukaan, mitä on myös kritisoitu aikaisemmassa kirjallisuudessa. He dokumentoivat korkeammassa energialuokassa hintapreemioita, vaikka asuntojen energiatehokkuus ei olisi ollut aidosti parempi, koska muutos pisteytyksessä oli hyvin pieni.

Sejas-Portillon ynnä muiden (2025) tutkimuksen aineistona oli laaja asuntomyyntiaineisto Isosta-Britanniasta vuosilta 2012–2022. Aineistoon oli raportoitu myös tieto energialuokkaa muuttavista

energiatehokkuusinvestoinneista. Aineistossa havaittiin havaintojen kasautumista paremman energialuokan puolelle, mikä voi aiheuttaa identifikaatorajoitteen analyysissä, jos kasautumisen syy on manipulaatio aineistossa. Sejas-Portillon ynnä muiden (2025, 51) mukaan manipulaatio ja raportointivirhe ovat epätodennäköisiä syitä kasautumiselle ja ainoa tapa vaikuttaa asunnon energiapisteytykseen ovat energiatehokkuusinvestoinnit, joten kasautuminen on näiden investointien tulos. RD-analyysin luotettavuuden tueksi he raportoivat tulokset myös ”donut hole” -menetelmällä, jossa identifikaatiolle haitallinen kasautuminen luokkien rajoilla poistetaan analyysistä, sekä rajaamalla pois analyysistä asunnot, joihin oli tehty energiatehokkuusinvestointeja. Tulokset olivat luotettavia kaikilla spesifikaatioilla, mutta hintaepäjatkuvuutta ei havaittu A–B- ja B–C-luokkien rajoilla.

Sejas-Portillo ynnä muut (2025) raportoivat epäjatkuvuutta energiatehokkuusinvestoinneissa F–E-, E–D- ja D–C-luokkien rajoilla. Luokissa A ja B havaintojen määrä oli pieni ja myyntihintojen jakauma sisälsi liikaa vaihtelua, jotta tulokset olisivat luotettavia. Energialuokkainformaatio voi osittain motivoida asunnon myyjää investoimaan asunnon energiatehokkuusluokan parantamiseen ennen asunnon myyntiä, jolloin myyntitilanteessa asunto ylittää juuri paremman energialuokan rajan. Sejas-Portillo ynnä muut (2025, 74) esittävät, että hintaepäjatkuvuudet luokitusasteikon raja-arvoissa merkitsevät sitä, että ostajat maksavat korkeamman energialuokan asunnoista kohtuuttomia hintapreemioita, vaikka energiatehokkuus ei todellisuudessa ole parempi. He tulkitsevat behavioraalisen taloustieteen tunnistaman mekanismin, tarkkaamattomuuden, vaikuttavan siihen, että ostajien huomio siirtyy jatkuvasta energiatehokkuuspisteytyksestä asteikollisiin luokkiin. Jatkuva energiatehokkuuspisteytyks antaa enemmän tietoa kuin asteikolliset luokat, mutta sen prosessoiminen voi olla vaikeampaa. Energiatehokkuustiedon esitystapa voi vaikuttaa asuntomarkkinoilla sekä asunnon myyjän energiatehokkuusinvestointien ajoitukseen että energiatehokkuuden kapitalisoitumiseen asuntomarkkinoilla.

Myös Aydin ynnä muut (2020) ovat tutkineet asuntomarkkinoiden hintaepäjatkuvuutta energialuokkien rajoilla RD-menetelmällä. Visuaalisessa tarkastelussa he havaitsivat epäjatkuvuuden vain A–B- energialuokkien rajoilla, toisin kuin Sejas-Portillo ynnä muut (2025), jotka havaitsivat epäjatkuvuuden neljän heikoimman energialuokan rajoilla. Aydin ynnä muut (2020) eivät kuitenkaan havainneet merkitsevää hintaepäjatkuvuutta formaalilla RD-mallilla, johon oli sisällytetty kontrollimuuttujina asunnon sijainnilliset ja rakenteelliset ominaisuudet sekä myyntivuosi- ja myyntipäivämuuttujat. Analyysin näyttö ei riittänyt todistamaan, että informaatiolla energialuokasta oli merkittävää vaikutusta myyntihintaan otoksessa. Asunnonostaja saattaa reagoida energialuokan sijaan jatkuvaan

energiapisteytykseen tai energiatehokkuuteen eri rakenteellisia ominaisuuksia havaitsemalla. Mallin keskivirheet oli klusteroitu asuinalueen ja myyntivuoden mukaan. Aydinin ynnä muiden (2020) aineisto sisälsi omakotitaloasuntojen myyntitapahtumia Alankomaista vuosina 2008–2015. Aineiston rajaamista omakotitaloihin perusteltiin eri asuntotyyppien välisillä eroilla ominaisuuksien arvostuksessa (Aydin ym., 2020, 2.1).

Asuntojen energiatodistuksen sisältämän informaation muutosten vaikutusta ei ole tutkittu suomalaisessa kontekstissa. Koska energiatehokkuuslainsäädännön piirteet ovat kansallisia ja asuntomarkkinoiden ominaisuudet paikallisia, aikaisemman kirjallisuuden johtopäätöksiä ei voi täysin tarkastella suomalaisessa kontekstissa. Kirjallisuuden perusteella energiatehokkuusinformaatio voi kuitenkin vaikuttaa energiatehokkuuden kapitalisoitumiseen asuntomarkkinoilla sekä päätöksiin investoida energiatehokkuuteen (Myers ym., 2022). Myös informaation esitystavalla on merkitystä. Asteikollinen luokittelu on aikaisemman kirjallisuuden perusteella helpommin prosessoitavaa tietoa kuin jatkuva luku, mikä näkyy asuntojen hinnoissa. Suomessa hyödynnetään energialuokkatietoa, johon liitetään myös tieto jatkuvasta E-luvusta, ja lisäksi energiatodistus sisältää informaatiota suositelluista energiatehokkuutta parantavista toiminnoista.

5 AINEISTO JA MENETELMÄT

5.1 Aineisto

Tutkielman empiirisen osion aineisto muodostuu kolmesta eri aineistolähteestä yhdistetyistä aineistoista. Keskeisin aineistolähde on Kiinteistönvälitysalan Keskusliiton (KVKL) Hintaseurantapalvelun aineisto, joka kuvaa asuntojen myyntitapahtumia ja tarjoaa kattavasti tietoa asuntojen rakenteellisista, sijainnisista sekä hinnoittelu- ja tonttiominaisuuksista. Palvelu perustuu tietokantaan, joka kattaa kiinteistönvälityksen kautta tapahtuneet asuntomyynnit vuodesta 1999 alkaen ja noin 70–80 prosenttia vanhojen asuntojen myynneistä (KVKL Hintaseurantapalvelu, ei pvm.). Aineistossa tutkielman kannalta merkittävimmät tiedot ovat asunnon energiatehokkuutta kuvaava tieto A–G-asteikollisesta energialuokasta ja asunnon myyntihinta. Tietoja asuntojen muista ominaisuuksista hyödynnetään analyysissa kontrollimuuttujina. Energialuokkatiedot on raportoitu hintaseurantapalveluun vuodesta 2016 lähtien, mikä rajoittaa pidemmän aikavälin tarkastelua tutkielmassa. Tutkielmassa aineisto on rajattu pääkaupunkiseudun kaupunkien Helsingin, Vantaan ja Espoon asuntomyynnteihin vuosina 2018–2024. Lisäksi myynnit eivät sisällä uudisasuntoja, jotka on määritelty hintaseurantapalvelussa erikseen. Uudisasuntojen rajaaminen analyysin ulkopuolelle perustuu siihen, että vaihtelu energialuokissa uudisasuntojen välillä on pientä ja uudisasunnot saattavat edustaa asunnon ostajalle erityistä asuntokantaa, jolla on omanlainen arvostuksensa markkinoilla.

Analyysissa hyödynnetään KVKL:n aineiston energialuokkamuuttujien lisäksi Energiatodistusrekisterin julkisesti ladattavaa aineistoa rakennusten energiatodistustiedoista, erityisesti energialuokan määräävää E-lukua. Hintaseurantapalvelun aineistoon yhdistetään Energiatodistusrekisteristä saatu tieto vuoden 2018 lainsäädännön mukaisesta energiatodistuksesta niiden havaintojen osalta, jotka voidaan yhdistää raportoitujen osoitteiden perusteella tietyn rakennuksen energiatodistustietoihin. Energiatodistusrekisterin aineisto on avoin aineisto, joka ei sisällä henkilötietoja. Tämä vahvistaa tutkielman rajausta kerrostaloasuntoihin, koska energiatodistukset ovat avoimia niiden rakennusten osalta, joissa on vähintään kolme asuntoa.

Lisäksi analyysissä hyödynnetään asuntojen sijainnin ja naapuruston ominaisuuksien kontrollointiin avoimia paikkatietoaineistoja. Niiden avulla muodostetaan muuttuja kuvaamaan etäisyyttä keskustaan. Analyysissä myös yhdistetään määritellyt havainnot raportoidun osoitteen perusteella 250 m x 250 m ruudukkoon ja hyödynnetään Helsingin seudun ympäristöpalvelujen avoimien väestötieto- ja rakennustietoruudukon tietoja keskimääräisestä rakennusten lukumäärästä ja asukkaiden lukumäärästä näillä alueilla (HSY, 2025a; HSY, 2025b). On huomioitava, etteivät KVKL:n hintaseurantapalvelussa raportoidut osoitteet määrittele havaintoja rakennuskohtaisesti, joten sijainnin määrittely perustuu karkeaan osoitteeseen ilman kiinteistökohtaista tunnusta. Tämän vuoksi myös luotettava yhdistäminen Energiatodistusrekisterin aineistoon voidaan tehdä vain osalle alkuperäisistä havainnoista.

Analyysia varten aineistoista muodostetaan kaksi otosta. Ensimmäinen otos muodostetaan hintaseurantapalvelun aineistosta, ja toiseen otokseen yhdistetään Energiatodistusrekisterin aineistosta saatu tieto E-luvusta. Tutkielman aineisto on rajattu asuntoihin, joilla on vuoden 2018 lainsäädännön mukainen energialuokka, sillä luokkarajat ovat muuttuneet lakimuutosten myötä eivätkä eri määräysten mukaan tehdyt energiatodistukset ole vertailukelpoisia keskenään (Energiatodistusrekisteri, ei pvm.). Vuoden 2018 lainsäädännön mukaisiin energialuokkatietoihin rajaaminen mahdollistaa analyysin nykyisten luokkarajojen perusteella sekä varmistaa todistuksen voimassaolon myyntihetkellä vuosina 2018–2024. Energiatodistuksen voimassaoloaika on 10 vuotta, joten vuoden 2013 lainsäädännön mukaan myönnettyt energiatodistukset saattavat olla olleet vanhentuneita vuoden 2024 asuntomyyneissä.

Kiinteistönvälityksen kautta raportoitujen havaintojen analyysissä on yleistä jättää poikkeamat analyysin ulkopuolelle aineiston mahdollisten raportointivirheiden vuoksi. Poikkeamien tunnistukseen ei ole vakiintunut yleisesti hyväksyttäviä raja-arvoja, joten rajat määritellään aineiston asuinalan ja neliöhinnan arvoltaan pienimpien havaintojen perusteella (Bishop, Kuminoff, Banzhaf, Boyle, von Gravenitz, Pope, Smith, & Timmins, 2020, 8). Mahdollisiksi raportointivirheiksi aineistossa määritellään asunnot, joiden asuinala on alle 13 neliömetriä tai enemmän kuin 500 neliömetriä tai joiden neliöhinta on alle 500 euroa. Havainnot, joista puuttuu arvoja analyysissä käytettyjen muuttujien osalta, jätetään analyysin ulkopuolelle. Uudisasuntojen määrä on tarkastettu rakennuksen iän mukaan, ja havainnot, joiden arvo on negatiivinen, jätetään analyysin ulkopuolelle.

5.1.1 Muuttujien kuvaukset

Analyysiin valitut muuttujat ovat yleisiä hedoniseen hinnoitteluteoriaan perustuvassa asuntomarkkina-analyysissä ja kuvaavat asunnon rakenteellisia ja sijainnillisia ominaisuuksia (Bishop ym., 2020, 5). Muuttujien valinta perustuu myös niiden raportoinnin määrään ja laatuun aineistossa. Osa rakenteellisista muuttujista on valittu aineiston kohdetyypin rajauksen perusteella. On esimerkiksi todennäköistä, että rakennuksen kerrosmäärä sekä asunto-osakkeen kerros vaikuttavat kerrostaloasunnon hinnanmuodostukseen. Taulukossa 2 esitetään kaikki analyysissä hyödynnettävät muuttujat.

Taulukko 2 Lista analyysin muuttujista kategorioittain.

Kategoria	Muuttujat
Sijainti ja naapurusto	Postinumero, etäisyys keskustaan, asukkaiden lukumäärä, rakennusten lukumäärä
Rakenteelliset ominaisuudet	Asuinala, rakennusvuosi, kerrosnumero, kerrokset, kunto, sauna, hissi
Hinnoittelu ja taloudelliset tiedot	Neliöhinta, hoitovastike
Tontin ominaisuudet	Tontin omistajuus
Energiaominaisuudet	Energialuokka, E-luku
Myyntitiedot	Myyntipäivä

Alueellista sijaintia kuvataan hintaseurantapalvelussa asunnon kuntatiedolla, postinumerolla, katuosoitteella ja kaupunginosalla. Aineistossa kaupunginosa perustuu ilmoitettuun alueeseen, joka voi edustaa kiinteistönvälittäjän tai asunnon omistajan näkemystä asuinalueesta. Osa asuntomyynteistä on raportoitu usean kaupunginosan alueelle, ja joissain havainnoissa tieto kaupunginosasta puuttuu. Tämän vuoksi tutkielmassa kontrolloidaan sijaintia ensisijaisesti postinumeroaluekohtaisilla kiinteillä vaikutuksilla, jotka perustuvat rakennuksen osoitetiedon

perusteella raportoituun postinumeroon. Asunnon sijaintia kuvaavien muuttujien lisääminen analyysiin on merkittävää, sillä asunnon sijainnilliset ominaisuudet on todettu merkittäviksi tekijöiksi asunnon hintojen muodostumisessa hedonisen hinnoittelun menetelmässä. Postinumeroalueittaisia kiinteitä vaikutuksia kuvaavat kontrollimuuttujat vähentävät alueellista vaihtelua analyysissa. Tämän lisäksi aineisto on rajattu sisältämään pääkaupunkiseudun asuntomyynnit, joten aineisto on jo maantieteellisesti rajattua ja rajausta mahdollisesti eristää jo osittain spatiaalisen vaihtelun vaikutusta analyysissa. Sijainnillisen vaihtelun lisäksi on tärkeää kontrolloida ajallista asuntomarkkinavaihtelua. Tähän analyysissa hyödynnetään kvartaalisia myyntipäivämäärän perusteella muodostettuja kiinteitä vaikutuksia, jotka eristävät ajassa muuttuvan vaihtelun asuntomarkkinoilla analyysissa.

Hintaa kuvaavana muuttujana analyysissa hyödynnetään asunnon logaritmoitua neliöhintaa. Neliöhinta on raportoitu hintaseurantapalvelussa, ja se kuvaa velatonta hintaa jaettuna asunnon neliömäärälle. Velaton hinta kuvaa asunto-osakkeen kokonaishintaa, johon sisältyy myyntihetkellä maksettu osuus sekä asunto-osakkeeseen kohdistuva velka. Analyysissa neliöhinta on logaritmoitu, koska neliöhinnan jakauman huomattiin olevan oikealle vino ja logaritmoituna neliöhinnan jakauma on lähempänä normaalijakaumaa. Neliöhinta poistaa lisäksi ison osan asunnon koon tuomasta vaihtelusta myyntihinnassa. Neliöhinnan tai myyntihinnan logaritointi on yleinen käytäntö empiirisessä asuntomarkkinatutkimuksessa, ja aiheen kirjallisuudessa sitä ovat hyödyntäneet muun muassa Sejas-Portillo ynnä muut (2025).

Asuinala kuvaa asunnon pinta-alaa neliömetrein mitattuna, kerrosnumero kuvaa asunnon kerroslukua ja kerrokset kuvaavat koko rakennuksen kerrosmäärää. Rakennusvuosi-muuttuja kuvaa rakennuksen valmistumisvuotta, mutta se voi kuvata täysin peruskorjatuissa rakennuksissa myös käyttöönottovuotta. Rakennusvuosi-muuttujaa ei hyödynnetä analyysissa sellaisenaan, vaan asunnon hinnan ja rakennusvuoden epälineaarisen suhteen vuoksi muodostetaan rakennusvuosiryhmiä kuvaavat indikaattorimuuttujat. Asunnon kunto määritellään aineistossa järjestysasteikolla uusi, erinomainen, hyvä, tyydyttävä ja välttävä. Koska aineistosta on rajattu pois uudisasunnot, kuntoluokituksen uusi asunnot on myös rajattu pois aineistosta. Toinen järjestysasteikollinen muuttuja aineistossa on tontin omistajuus, joka kuvaa asunto-osakkeen tonttiosuuden hallintamuotoa. Tontin omistajuutta voidaan kuvata asteikolla oma, vuokratontti tai valinnainen vuokratontti, joista valinnaisen vuokratontin asunnossa asukas voi valita tonttiosuuden lunastuksen ja kuukausittaisen vuokravastikkeen välillä. Aineiston muuttujat sauna ja hissi ovat dummy-muuttujia. Hissin arvo on yksi, jos asuntoon voidaan kulkea hissillä, ja saunan arvo on yksi, jos asunnossa on sauna.

Analyysissa merkittävin aineiston tieto on tieto energialuokasta. Se on hintaseurantapalvelun aineistossa raportoitu yleisimmin lainsäädäntövuoden ja luokkakirjaimen perusteella. Energialuokkatiedoissa on myös oma kategoriansa asunnoille, joiden energialuokka puuttuu, sekä asunnoille, joiden energialuokka on raportoitu mainitsematta, minkä vuoden lainsäädännön mukaan energialuokka on määriteltä. Havainnot, joiden energialuokkatietoa ei voida yhdistää mihinkään näistä kategorioista, sekä energiatodistuksesta vapautetut suojellut rakennukset jätetään analyysin ulkopuolelle. Mahdollinen rajoite aineistossa analyysin suhteen ovat asuntomyyntien tiedoista puuttuvat energialuokkatiedot. Syynä voi olla tiedon puuttuminen rakennukselta sen pakollisuudesta huolimatta tai tiedon jättäminen raportoimatta. Tämä voi johtaa analyysin otoksen muodostamisessa valikoitumisharhaan, jolloin otoksen havainnot muodostavat ominaisuuksiltaan systemaattisesti erilaisen ryhmän, kun verrataan kaikkiin havaintoihin. Kun tarkastellaan hintaseurantapalvelun kaikkia alueella vuonna 2018–2024 tapahtuneita myyntejä, energialuokkatieto puuttuu noin 17 prosentilta myydyistä kerrostaloasunnoista. Vaikka luokittelemattomat havainnot ovat keskimäärin hieman vanhempia, niiden ominaisuudet eivät viittaa merkittävään systemaattiseen eroon verrattuna niihin havaintoihin, jotka sisältyvät analyysiin.

Aikaisemmassa kirjallisuudessa on hyödynnetty energian käyttökustannuksia erottamaan kustannuskanava ja itsenäinen informaatiomerkinnän kanava hintapainoissa. Fuerst ynnä muut (2016) hyödynsivät tutkimuksessaan hoitovastiketta energian käytön kustannuksia kontrolloivana muuttujana. He tarkistivat regressioanalyysin avulla, että matalammalla hoitovastikkeella on yhteys korkeampaan energiatehokkuuteen, kun kontrolloidaan muilla asunnon ominaisuuksilla, jotka vaikuttavat hoitovastikkeeseen. Hoitovastike kuvaa kustannusta, jonka asunto-osakeyhtiö laskuttaa kuukausittain jokaiselta asunnonomistajalta. Hoitovastike energian käytön kustannuksia kuvaavana muuttujana ei ole täydellinen, sillä se koostuu monesta eri kiinteistön ylläpitoon liittyvästä osasta. Hoitovastikkeeseen kuuluvat lämmityskustannuksen sekä sähkön ja kaasun lisäksi esimerkiksi ylläpitokustannukset, siivouskustannukset ja veden käytön kustannukset (TK, 2025a). Tässä tutkielmassa hoitovastikkeen sisällyttäminen osaksi hedonisen hinnoittelumallin analyysia mahdollistaa energialuokan hintavaikutuksen tulkinnan osittain kustannuskanavasta erillisenä vaikutuksena.

Taulukoissa 3 ja 4 esitetään otosten tunnuslukuja. Hedonisen regression otos on alkuperäinen hintaseurantapalveluaineistoon perustuva otos, kun taas RD-otokseen on yhdistetty Energiatodistusrekisterin tieto E-luvusta, joka määrittää energialuokan. Hedonisen regression otoksessa havaintojen määrä on 9 361 ja RD-otoksessa 4 396. Otokset ovat ominaisuuksiltaan melko

samankaltaisia, mutta energialuokkien osuuksissa on hieman eroja. Yleisimpien energialuokkien osuudet ovat hieman suuremmat RD-otoksessa kuin hedonisen regression otoksessa. Lisäksi erikseen energialuokittain raportoiduista neliöhinnoista nähdään, että E-, F- ja G-luokkien neliöhinnan keskiarvossa on suurempi ero otosten välillä kuin muiden luokkien neliöhinnan keskiarvossa.

Tutkielman analyysissa hyödynnetään kahta estimointimenetelmää. Hedonista pienimmän neliösumman regressioanalyysia käytetään määrittämään energialuokkien hinnoittelu otoksessa. Analyysin syventämiseksi käytetään lisäksi kausaalipäätelmät mahdollistavana menetelmänä regression epäjatkuvuusmenetelmää. Koska regression epäjatkuvuusmenetelmä vaatii käsittelyn määräävän muuttujan, eli tässä tapauksessa E-luvun, molemmissa menetelmissä hyödynnetään niiden mukaan jaettuja otoksia.

Taulukko 3 Aineiston kategoristen muuttujien tunnuslukuja.

	Hedonisen regression otos		RD-otos	
	Havaintojen määrä	%	Havaintojen määrä	%
Kunto				
Erinomainen	87	(0,9%)	48	(1,1%)
Hyvä	6 220	(66,4%)	2 879	(65,5%)
Tyydyttävä	2 593	(27,7%)	1 247	(28,4%)
Välttävä	342	(3,7%)	169	(3,8%)
Tuntematon	119	(1,3%)	53	(1,2%)
Tontin omistajuus				
Oma	6 960	(74,4%)	3 378	(77,3%)
Valinnainen vuokratontti	180	(1,9%)	61	(1,4%)
Vuokrattu	2 221	(23,7%)	932	(21,3%)
Hissi	6 213	(66,4%)	3 015	(68,6%)
Sauna	2 268	(24,2%)	925	(21,0%)
Rakennusvuosi				
–1940	1 390	(14,8%)	817	(18,6%)
1941–1960	1 542	(16,5%)	870	(19,8%)
1961–1980	2 861	(30,6%)	1 315	(29,9%)
1981–2000	1 164	(12,4%)	442	(10,1%)
2000–2024	2 404	(25,7%)	952	(21,7%)
Energialuokka				
A	112	(1,2%)	63	(1,4%)
B	1 143	(12,2%)	480	(10,9%)
C	1 425	(15,2%)	555	(12,6%)
D	2 735	(29,2%)	1 320	(30,0%)
E	2 834	(30,3%)	1 471	(33,5%)
F	967	(10,3%)	457	(10,4%)
G	145	(1,5%)	50	(1,1%)
N	9 361		4,396	

Taulukko 4 Aineiston jatkuvien muuttujien tunnuslukuja.

	Hedonisen regression otos		RD-otos	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Neliöhinta (€/m ²)	4 934,538	(1 923,944)	5 246,073	(1 965,484)
Neliöhinta energialuokittain (€/m ²):				
A	6 009,053	(1 691,191)	6 177,872	(1 881,314)
B	5 535,745	(1 549,290)	5 838,001	(1 801,894)
C	4 877,735	(1 909,234)	4 905,725	(2 029,344)
D	4 647,752	(1 951,832)	4 889,977	(1 936,356)
E	4 899,379	(1 948,751)	5 308,739	(1 984,862)
F	5 022,036	(1 980,863)	5 620,469	(1 774,874)
G	5 436,646	(2 063,450)	6 302,674	(1 855,512)
Hoitovastike (€/m ²)	4,868	(1,215)	4,933	(1,292)
Asuinala	58,007	(22,910)	57,383	(24,542)
Kerrosnumero	3,170	(1,975)	3,209	(1,906)
Kerrokset	5,272	(2,492)	5,383	(2,328)
Asukkaiden määrä	702,480	(460,826)	779,474	(483,036)
Rakennusten määrä	21,068	(11,978)	20,944	(11,565)
Etäisyys keskustasta	11,565	(8,320)	9,748	(7,895)
E-luku			153,074	(38,391)
N	9 361		4 396	

5.2 Estimointimenetelmät

5.2.1 Hedoninen pienimmän neliösumman menetelmä

Hedoninen pienimmän neliösumman (OLS) regressiomalli perustuu Rosenin (1974) hedonisten hintojen teoriaan. Teorian mukaan tuotteen hinta määräytyy sen hyötyä tuottavien ominaisuuksien perusteella. Suurin osa aiheen kirjallisuudesta tutkii energialuokkien hinnoittelua asuntomarkkinoilla, ja tutkimus perustuu samankaltaiseen asetelmaan (esim. Bisello ym., 2020; Brounen ym., 2011). Tässä tutkielmassa asuntojen hinta muodostuu niiden rakenteellisista, sijainnillisista ja energiatehokkuuteen liittyvistä ominaisuuksista, joista energialuokka tulkitaan yhdeksi hinnan muodostumiseen vaikuttavaksi ominaisuudeksi. Käyn tässä osiossa läpi myös malliin liittyvät oletukset ja rajoitteet.

Tulososiossa esitetyt mallin 4 tulokset vastaavat esitettyä spesifikaatiota

$$\ln(P_{ilt}) = \alpha + \beta_1 EL_i + \beta_2 Vast_i + \beta_3 X_{il} + n_{il} + q_{it} + \varepsilon_{ilt}, \quad (5)$$

joka seuraa Fuerstin ynnä muiden (2016, 566) esittämää mallia ja estimoii energialuokan ja asunnon neliöhinnan välistä yhteyttä. Mallissa selitettävä muuttuja on logaritmoitu asuntohavainnon i neliöhinta postinumeroalueella l ja kvartaaleittain määritellyllä ajan hetkellä t . Kiinnostuksen kohteena oleva muuttuja on ryhmiteltyjä energialuokkia kuvaava EL_i . Mallissa α kuvaa vakiotermiä ja β_1 on vektori estimaateista energialuokan ja asunnon logaritmoidun neliöhinnan väliselle yhteydelle. Hoitovastiketta mallissa kuvaa $Vast_i$, jonka estimaatti on β_2 . Malliin lisätään asunnon muita ominaisuuksia kuvaava vektori X_{il} , jonka estimaatti on β_3 . Vektori sisältää asunnon rakenteellisia ja sijainnillisia ominaisuuksia kuvaavat muuttujat: asuinala, sauna, hissi, rakennusvuosi, kerrokset, kerrosnumero, tontin omistajuus, kunto, asukkaiden ja rakennusten määrä.

Asunnon ominaisuuksien hintavaikutusten estimoinnissa on tärkeää huomioida sijainnin ja ajan vaikutukset (esim. Bisello ym., 2020, 6–11). Tämä on mahdollista tehdä regressiomallissa lisäämällä sijaintiin liittyviä kontrollimuuttujia, esimerkiksi etäisyys kaupungin keskusta tai naapurustoon liittyviä ominaisuuksia. Muut malliin lisätyt kontrollimuuttujat ovat postinumeron kiinteät vaikutukset n_{il} ja kvartaaliset ajan kiinteät vaikutukset q_{it} . Ajan kiinteät vaikutukset kontrolloivat

ajassa muuttuvaa asuntojen hintatason kehitystä. Mallissa ε_{ilt} kuvaa virhetermiä. Estimaatteja mallissa voidaan tulkita implisiittisinä hintapainoina näille ominaisuuksille (Rosen, 1974). Selitettävä muuttuja on mallissa logaritmoidussa muodossa, joten estimaatteja tulkitaan prosentuaalisena muutoksena.

Estimointimenetelmään ja esiteltyyn malliin liittyy rajoitteita, jotka saattavat vaikuttaa mallin sisältämään harhaan tai tulosten tulkintaan. OLS-menetelmässä oletuksena on, että virhetermi on itsenäisesti ja identtisesti jakautunut. Kuitenkin hedonisessa hinnoittelumallissa oletus usein rikkoutuu, jos aineistossa havainnoidaan useita eri asuntoja eri ajan hetkellä samoissa sijainneissa, mikä johtaa läheisten havaintojen virhetermien korrelaatioon (esim. Fuerst ym., 2016, 567). Klusteroidut virhetermit korjaavat korrelaation virhetermissä klusterien tasolla, kun mallissa hyväksytään korrelaatio havaitsemattomien tekijöiden suhteen klusterien tasolla (Abadie, Athey, Imbens & Woolridge, 2023, 1–2). Yleisesti hedonisen OLS-menetelmän tapauksessa oletetaan klusteroidut otoskeskivirheet, jolloin asuntomarkkinoiden osalta havainnot, joilla on sama sijainnillinen ominaisuus, korreloivat havaitsemattomalla tavalla, mutta havainnot eri sijainneissa eivät (Bishop ym., 2020, 12). Oma analyysini sisältää klusteroidut otoskeskivirheet postinumeroalueetasolla, jolloin oletetaan, että asuntomyynnit aineistossa eivät korreloi eri postinumeroalueilla tavalla, jota ei ole huomioitu mallin kontrollimuuttujissa, mutta korrelaatio voi olla postinumeroalueen sisäistä.

Hedonisen hinnoittelumallin analyysiin liittyy myös puuttuvien muuttujien harhan riski, sillä kaikkia asuntojen hintaan vaikuttavia ominaisuuksia ei voida havaita tai mitata täydellisesti. Tällöin estimoidut implisiittiset hintapainot voivat heijastaa myös havaitsemattomien ominaisuuksien vaikutuksia (Bartik, 1987, 82). Puuttuvan muuttujan harha tekee estimaateista ja otoskeskivirheistä jollain tasolla harhaisia. Tätä harhaa voidaan vähentää lisäämällä malliin eri ominaisuuksia kuvaavia kontrollimuuttujia. Aydin ynnä muut (2020) raportoivat mahdollisesta harhasta energiatehokkuuden estimaateissa, koska havaitsemattomat myyntihintaan vaikuttavat muuttujat voivat korreloida energiatehokkuuden kanssa. Lisäksi multikollinearisuus rakennusvuoden ja energiatehokkuuden välillä voi kasvattaa tulosten mahdollista harhaisuutta (Aydin ym., 2020, 3.1). Mallin selitysastetta R^2 voidaan tulkita mittarina siitä, kuinka hyvin malli selittää asuntojen hinnoittelua otoksessa.

Vaihtoehtoinen menetelmä energiatehokkuuden ja hintojen välisen yhteyden tutkimuksessa on toistuvien myyntien menetelmä (esim. Aydin ym., 2020; Fuerst ym., 2015). Menetelmässä samalle asunnolle havaitaan useampi myyntitilanne, joiden välillä asunnon energiatehokkuus on muuttunut.

Tämä mahdollistaa luotettavan kontrollin asunnon ajassa muuttumattomille ominaisuuksille, jotka korreloivat energiatehokkuuden kanssa. Käyttämäni aineisto ei sisällä identifikaatiota yksittäiselle asunnolle, joten en hyödynnä menetelmää analyysissä, vaikka se voisi vahvistaa identifikaatiota. Empiirisessä analyysissä hyödyntämäni pienimmän neliösumman menetelmä ei täysin mahdollista kausaalipäätelmiä, mutta on laajasti hyödynnetty asuntojen hinnoittelun empiirisessä tutkimuksessa. Tässä tutkielmassa menetelmä antaa tietoa energialuokkien ja myyntihinnan välisestä yhteydestä, ja yhteyden havaitseminen alustaa analyysin syventämistä kausaalisiin menetelmiin.

5.2.2 Regression epäjatkuvuusmenetelmä

Tutkielman analyysin toinen menetelmä on regression epäjatkuvuusmenetelmä (RD). Regression epäjatkuvuusmenetelmää hyödynnetään asuntojen energialuokkien sisältämän informaation hintavaikutusten tarkastelussa. Menetelmässä valintamuuttuja määrää käsittelyn havainnoille sen mukaan, kummalle puolelle raja-arvoa valintamuuttujan arvo sijoittuu (Lee & Lemieux, 2010, 286). Menetelmän avulla tarkastellaan sitä, vaikuttaako energialuokkatieto asunnon myyntihintaan paikallisesti energialuokkien raja-arvojen kohdalla. Otoksessa käsittelyn määräävä valintamuuttuja on energialuokkien määrittelyssä käytetty E-luku, ja käsittely tutkielman asetelmassa määritellään niin, että havainto kuuluu yhden heikompaan energialuokkaan.

Tutkielman asetelmassa kyseessä on terävä RD-menetelmä, jolloin käsittely eli tässä tapauksessa tietty energialuokka määräytyy deterministisesti ja epäjatkovasti käsittelyn määräävän valintamuuttujan X suhteen. Energialuokkien raja-arvot E-luvun perusteella tutkielman aineistossa on esitetty taustaosion taulukossa 1 edellä. E-luku määrittelee havainnon määräytymistä käsittelyyn, jolloin jokaisen luokan rajalla epäjatkuvuutta tarkastellaan paikallisesti. Käsittelyn määräytymistä voidaan havainnollistaa kaavalla

$$D = \begin{cases} 1 & \text{jos } X \geq c \\ 0 & \text{jos } X < c \end{cases}, \quad (6)$$

jossa c kuvaa energialuokan raja-arvoa ja dummy-muuttuja D valintamuuttujan X perusteella

määräytyvää käsittelyä eli asunnon kuulumista heikompaan energialuokkaan. Menetelmän oletuksena on, että muut muuttujan Y tekijät määräytyvät jatkuvasti muuttujan X suhteen eivätkä osapuolet manipuloi valintamuuttujan arvoa ja näin käsittelyn määräytymistä. (Lee & Lemieux, 2010, 283–287) Yksinkertaisin tapa kuvata käsittelyn vaikutusta on kaikki havainnot sisältävä lineaarinen regressiomalli. Kuitenkin lähempänä raja-arvoa sijaitsevat havainnot toteuttavat todennäköisemmin mallin oletukset, jolloin RD-mallin estimoinnissa käytetään raja-arvon lähellä sijaitsevia havaintoja. RD-menetelmä sisältää valinnan havaintovälistä (*bandwidth*) eli siitä, kuinka lähellä olevia raja-arvoja estimointiin käytetään, sillä luotettava estimointi vaatii riittävän määrän havaintoja tilastolliseen päättelyyn.

Analyysissa hyödynnetään Calonicon, Cattaneon ja Titiunikin (2014a, 2303–2301) esittämää lokaalista lineaarisen regression mallia datan määrittämällä optimaalisilla havaintoväleillä (MSERD). Mallin havaintoväli määritetään jokaisen energialuokan raja-arvoille keskineliövirheoptimaalisesti, ja estimointi perustuu ennalta valittuun havaintoväliin ja triangulaariseen kernel-funktioon. Tarkemmin analyysi seuraa Sejas-Portillon ynnä muiden (2025, 52) esittämää RD-menetelmän mallia, jonka spesifikaatio on kuvattuna

$$\ln(P_{it}) = \alpha + \tau D_i + \beta_+ E_i + \beta_- D_i E_i + \varepsilon_i. \quad (7)$$

Kuten hedonisen regression mallissa, tässä mallissa selitettävä muuttuja on logaritmoitu asuntohavainnon i neliöhinta ajan hetkellä t . Mallissa α kuvaa vakiotermiä ja käsittelyä kuvaava termi D_i kuvaa dummy-muuttujaa, joka saa arvon yksi, kun asunto kuuluu alempaan energialuokkaan. Tämän muuttujan estimaatti τ on analyysissa tulkittava parametri. Mallissa $\beta_- D_i E_i$ ja $\beta_+ D_i$ kuvaavat muutosta kulmakertoimessa molemmilla puolilla raja-arvoa. Menetelmässä oletuksena on, että havaitsemattomat asunnon neliöhintaan vaikuttavat ominaisuudet vaihtelevat mallissa jatkuvana energiatehokkuutta kuvaavan E -luvun suhteen (Sejas-Portillo ym., 2025, 53). Analyysissa tarkastellaan oletusta estimoimalla malli ilman kontrollimuuttujia sekä tulosten tueksi malli kontrollimuuttujilla (Calonico, Cattaneo, Farrell & Titiunik, 2019). Kontrollimuuttujilla täydennetyn mallin spesifikaatiossa asunnon ominaisuuksia kuvaavat muuttujat ovat asuinala, rakennusvuosi, kerrosnumero, myyntivuosi ja etäisyys keskustaan. Lisäksi analyysin tukena toteutetaan erillisiä luotettavuustarkasteluita. Mallin luotettavuutta tarkastellaan kontrollimuuttujien epäjatkuvuuden

tarkastelulla, epäjatkuvuuden testauksella plaseborajoilla ja käsittelyn määräävän muuttujan E-luvun tiheyden jatkuvuuden tarkastelulla (Imbens & Lemieux, 2008, 631–633).

Tutkielman analyysissä estimoitu RD-malli on epäparametrinen malli. Epäparametrinen malli käyttää estimointiin rajan läheisiä havaintoja, jotka oletetaan ominaisuuksiltaan samankaltaisiksi, minkä takia epäparametrinen malli valittiin analyysiin parametrisen mallin sijaan. Estimointi toteutetaan robustilla harhakorjatulla (RBC) menetelmällä, joka korjaa paikalliseen polynomiregressioon liittyvää harhaa ja tuottaa harhakorjatut luottamusvälit (Calonico, Cattaneo & Titiunik, 2014b, 921–923). Tässä menetelmässä arvioidaan ensin mallin sisältämä harha, minkä jälkeen estimaattia korjataan arvioidulla harhalla ja keskivirhettä muutetaan huomioimaan harhan estimoinnin aiheuttama epävarmuus. Lisäksi keskivirheet muodostetaan lähinaapureihin perustuvalla klusterointimenetelmällä (*nearest-neighbour cluster*) postinumeroalueittain, millä huomioidaan mahdollinen saman alueen havaintojen välinen riippuvuus.

Analyysissä käsittelyn määräävä ja taulukossa 4 jatkuvana muuttujana käsitelty E-luku on todellisuudessa diskreetti, koska se määritellään kokonaislukuna ja luvut esiintyvät tietyllä välillä. Koska epäjatkuvuutta tarkastellaan paikallisesti kunkin luokkarajan ympärillä, analyysissä E-luku sijoittuu kahden luokan väliin. Tämä johtaa havaintojen kasautumiseen tietyille arvoille. Aiemmassa aiheen empiirisessä tutkimuskirjallisuudessa energiatodistuksen pisteytyksen diskreetti luonne on huomioitu klusteroimalla keskivirheet valintamuuttujan eli energiapisteytyksen mukaan (Sejas-Portillo ym., 2025, 54). Tässä tutkielmassa ei kuitenkaan hyödynnetä keskivirheiden klusterointia valintamuuttujan suhteen, koska kirjallisuudessa tämän lähestymistavan on kerrottu lisäävän mallin harhaa (Kolesár & Rothe, 2018).

6 TULOKSET

6.1. Energialuokkien hinnoittelu

Tutkielmassa energialuokkien hinnoittelua on tutkittu hedonisella hinnoittelumallilla, ja mallin tulokset esitetään taulukossa 6. Logaritmoidun neliöhinnan selittämiseen on käytetty tutkielmassa neljää mallia, joiden spesifikaatiot eroavat kontrollimuuttujien suhteen. Eri mallispesifikaatioiden avulla voidaan vertailla piste-estimaattien muutoksia mallien välillä, mikä tukee tulosten robustiuden arviointia. Mallien estimaatioissa yleisin energialuokka E toimii vertailuryhmänä, jolloin regressiokertoimet kuvaavat hintapreemiota tai hinnanalennusta verrattuna tähän luokkaan.

Malli 1 sisältää selittävinä muuttujina energialuokkien dummy-muuttujat sekä kvartaalittaiset ja postinumeroalueittaiset kiinteät vaikutukset. Tässä mallissa energialuokan A piste-estimaatti on 36 prosenttia, mikä viittaa siihen, että keskimäärin A-luokan asunnon neliöhinta on 36 prosenttia korkeampi kuin E-luokan asunnon. Vastaava kerroin B-luokan asunnolle on 32 prosenttia ja C-luokan asunnolle 17 prosenttia. Energialuokkien D, F ja G kertoimet eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Lisäksi E-luokkaan verrattuna heikompien energialuokkien F ja G piste-estimaattien positiivisuus viittaa siihen, ettei energiatehottomuus johda hinnanalennukseen otoksessa. Energialuokkien tilastollisesti merkitsevät piste-estimaatit ovat huomattavasti korkeampia kuin muissa mallispesifikaatioissa, mikä viittaa siihen, että osa mallissa 1 havaituista hintaeroista voi selittyä mallista puuttuvilla asuntojen ominaisuuksilla.

Malli 2 noudattaa menetelmäkuvauksen mallin spesifikaatiota ilman etäisyyttä keskustaan ja naapuruston ominaisuuksia kuvaavia kontrollimuuttujia. Odotetusti energialuokkien A, B ja C estimaatit ovat huomattavasti pienempiä kuin mallissa 1, kun malliin lisätään rakenteellisia ominaisuuksia kuvaavat kontrollimuuttujat. Tämä viittaa siihen, että osa mallissa 1 havaituista hintaeroista selittyy asuntojen rakenteellisilla ominaisuuksilla. Piste-estimaatit osoittavat, että neliöhinta on luokassa A keskimäärin 10,6 prosenttia korkeampi, luokassa B keskimäärin 8,8 prosenttia korkeampi ja luokassa C keskimäärin 5,8 prosenttia korkeampi kuin keskimääräinen E-luokan asunnon neliöhinta. Luokan A estimaatin tilastollinen merkitsevyys on heikko, mikä voi olla seurausta havaintojen pienemmästä määrästä tässä luokassa. Luokkien D, F ja G estimaatit ovat edelleen positiivisia eivätkä tilastollisesti merkitseviä mallin spesifikaatiosta riippumatta.

Taulukko 5 Hedonisen hinnoittelumallin tulokset: energialuokkien ja logaritmoidun neliöhinnan yhteys.

	log(Neliöhinta)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Energialuokka				
(Vertailuryhmä E):				
A	0,360*** (0,063)	0,106* (0,045)	0,099* (0,043)	0,096* (0,043)
B	0,320*** (0,023)	0,088*** (0,015)	0,092*** (0,015)	0,091*** (0,015)
C	0,172*** (0,020)	0,058*** (0,011)	0,059*** (0,010)	0,057*** (0,011)
D	0,018 (0,012)	0,002 (0,009)	0,004 (0,009)	0,003 (0,009)
F	0,014 (0,014)	0,014 (0,010)	0,015 (0,010)	0,016 (0,010)
G	0,005 (0,024)	0,013 (0,019)	0,008 (0,018)	0,010 (0,017)
log(Hoitovastike/m ²)				-0,024 (0,019)
Myyntikvartaalin kiinteät vaikutukset	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Postinumeroalueen kiinteät vaikutukset	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Rakenteelliset ominaisuudet	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Sijainnilliset ominaisuudet	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
R ²	0,774	0,864	0,867	0,867
Korjattu R ²	0,770	0,862	0,864	0,864
N	9361	9361	9361	9361

Keskvirheet on klusteroitu postinumeroalueittain. Merkitsevyystasot * p < 0,1, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Malli 3 sisältää rakenteellisten asunnon ominaisuuksien kontrollimuuttujien lisäksi etäisyyden keskustaan ja naapuruston ominaisuuksia kuvaavat muuttujat, rakennusten sekä asukkaiden määrän. Verrattuna malliin 2 tässä mallissa B- ja C-energialuokkien asuntojen estimaatit kasvavat hieman kun taas A-luokan asuntojen estimaatti pienenee. Kertoimien piste-estimaatit ovat A-luokalle 9,9 prosenttia, B-luokalle 9,2 prosenttia ja C-luokalle 5,9 prosenttia. Malliin 4 on lisätty kontrollimuuttujaksi logaritmoitu neliöittäinen hoitovastike, jolloin energialuokkien estimaatit pienenevät hieman malliin 3 verrattuna. Tällöin B-luokan estimaatti on 9,1 prosenttia, joka on korkeampi kuin mallissa 2. C-luokan estimaatti pienenee 5,7 prosenttiin. Mallin selitysaste kasvaa lisättäessä kontrollimuuttujia asteittain, mikä viittaa siihen, että asuntojen rakenteelliset ja sijainnilliset ominaisuudet selittävät merkittävän osan neliöhinnan vaihtelusta aineistossa. Tulos on linjassa hedonisen hinnoitteluteorian kanssa, jonka mukaan asunnon hinta muodostuu sen eri ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta.

Hedonisen regression tulokset tukevat osittain tutkielman teoreettisen viitekehyksen pohjalta luotuja hypoteeseja sekä aikaisempaa empiiristä tutkimuskirjallisuutta. Ensimmäisen hypoteesin mukaan energiatehokkuuden ja asunnon myyntihinnan välinen yhteys on positiivinen, sillä energialuokka kuvaa yhtä asunnon laadullista ominaisuutta eli energiatehokkuutta. Lisäksi vihreästä signaloinnista voi viestiä, jos asuntoja, joiden energialuokka on korkeampi, myydään kalliimmalla, mutta heikomman energiatehokkuuden asuntoja ei myydä hinnanalennuksella. Tulokset viittaavat siihen, ettei energiatehottomimpien asuntojen kohdalla havaita systemaattista hinnanalennusta aineistossa, mutta kaikista energiatehokkaimmat asunnot myydään hintapreemiolla.

Tulosten mukaan otoksessa keskimääräistä E-luokan energiatehokkuutta parempien A-, B- ja C-luokkien asuntojen ja myyntihinnan välinen yhteys on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Toisaalta myös energiatehokkaampaa asuntoa vertailuryhmään verrattuna kuvaavan D-luokan estimaatti ei ole tilastollisesti merkitsevä, ja sen osalta ero on kontrollimuuttujat sisältävissä malleissa vain 0,02–0,04 prosenttia. Myös energiatehokkuudeltaan heikompien F- ja G-luokkien estimaatit ovat positiivisia, mutta eivät tilastollisesti merkitseviä vertailuryhmään verrattuna. Mallin perusteella ensimmäinen hypoteesi täyttyy osittain, sillä mallin tulokset viittaavat siihen, että energiatehokkailla A-, B- ja C-luokkien asunnoilla on positiivinen yhteys hintaan, mutta energiatehottomilla F- ja G-luokan asunnoilla ei ole negatiivista yhteyttä hintaan. Tämän perusteella voidaan päätellä, että kaikkein energiatehokkaimpia asuntoja myydään hintapreemiolla, mutta energiatehottomista asunnoista ei anneta hinnanalennusta. Analyysi siis perustelee vihreää signaalointia, ja tulokset ovat linjassa Fuerstin ynnä muiden (2016, 567) tutkimuksen tulosten kanssa.

Hypoteesin 2 mukaan energialuokan ja asunnon myyntihinnan välinen yhteys pienenee, kun kontrolloidaan energian käytön kustannuksia hoitovastikkeella. Regressioanalyysissä energialuokkien A, B ja C piste-estimaattien arvot laskivat, kun malliin lisättiin käyttökustannuksia kuvaava kontrollimuuttuja. On mahdollista, että muutos johtuu mallin spesifikaation muutoksesta eikä siitä, että energian kustannukset muuttavat asunnon energialuokan hintapainoa. Logaritmoidun neliöittäisen hoitovastikkeen piste-estimaatti on -0,02 prosenttia, ja se ei ole tilastollisesti merkitsevä. On myös mahdollista, ettei hoitovastike toimi mallissa energian käytön kustannuksia kuvaavana kontrollina, koska se sisältää myös muita asunto-osakeyhtiön kustannuksia ja lämmitysenergia sisältyy hoitovastikkeeseen vain yhtenä kustannustekijänä. Toinen selittävä tekijä kustannuskanavan heikkoudelle analyysissä voi olla asunto-osakkeen kustannusrakenne lämmitysenergian suhteen. Energiakustannuksia ei välttämättä oteta huomioon asunto-osakkeen hankintapäätöksessä, koska osakkeenomistaja maksaa lämmityksestä välillisesti, maksamalla hoitovastikkeessa neliöiden mukaisen osuuden rakennuksen lämmitysenergian kokonaiskustannuksista.

6.2. Energialuokkien informaatiovaikutus

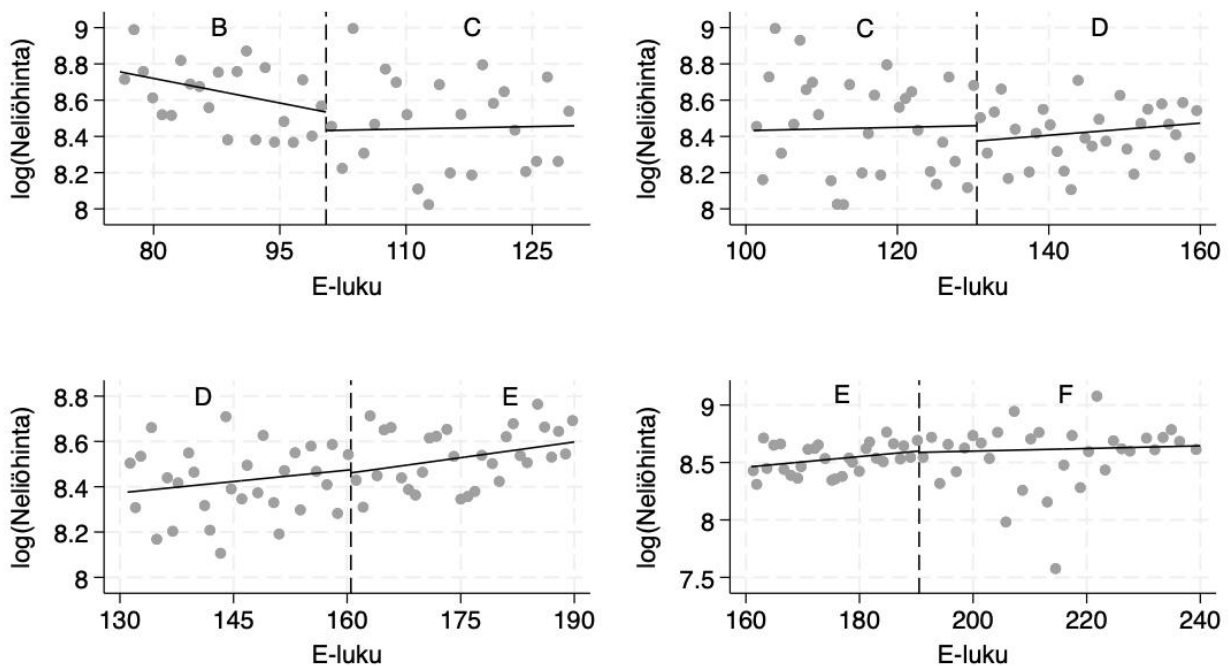
6.2.1 Tulokset

Seuraavaksi analysoidaan regression epäjatkuvuusmenetelmällä hintojen ja jatkuvan E-luvun yhteyden jatkuvuutta energialuokkien rajalla. Jos RD-oletukset toteutuvat, RD-mallin käsittelyn määräävän dummy-muuttujan estimaattia voidaan tulkita kausaaliseksi vaikutukseksi siitä, että asunnon energialuokituksella on suurempi merkitys kuin sen todellisella energiatehokkuudella. Piste-estimaatti kuvaa ominaisuuden hinnan eroa luokituksen kynnyksarvolla ja energiatehokkuudeltaan saman asunnon ennustettua kontrafaktuaalista hintaa ilman korkeampaa energialuokkaa.

Luotettava RD-asetelma vaatii suurta havaintojen määrää käsittelyn määräävän rajan läheisyydessä. Tämä on rajoite tämän tutkielman RD-analyysin tulosten kausaalisessa tulkinnassa, sillä tehokkaiden eli rajan lähistöllä olevien havaintojen määrä on pieni. Pieni otoskoko lisää havainnoissa vaihtelua eri ominaisuuksien suhteen, mikä heikentää estimaattien luotettavuutta. Havaintojen pienen määrän vuoksi energiatehokkuuden ääripäitä kuvaavat A- ja G-luokat jätetään analyysin ulkopuolelle ja rajahyppäyksiä tarkastellaan lokaalisti vain neljällä energialuokan rajalla, B–C, C–D, D–E ja E–F.

Aikaisemmin esitetyn hedonisen hinnoittelumallin perusteella B–C- ja C–D-rajoilla voidaan odottaa mahdollisia hintaepäjatkuvuuksia, sillä näillä luokilla on hedonisen regression perusteella hintapremio, kun taas hedonisen hinnoittelun analyysi ei anna näyttöä energiatehokkuudeltaan heikompien asuntojen hinnanalennuksesta.

Analyysin aluksi voimme luoda RD-menetelmällä tyypilliset visuaaliset kuvaukset mahdollisista hyppäyksistä energialuokkien rajoilla logaritmoidun neliöhinnan ja E-luvun suhteen. Havainnollistukset hyppäyksistä rajoilla esitetään kuvassa 1. Visuaalisesti tarkasteltuna rajoilla ei näy selkeää ja yhdenmukaista hintaepäjatkuvuutta. Energialuokkien B–C ja C–D rajoilla voidaan havaita pieni epäjatkuvuus, mutta tulosten vahvistamiseksi teemme formaalin analyysin, jonka luotettavuutta myös tarkastelemme. Kuvioissa ei ole kontrolloitu muilla asunnon hintatekijöillä, jotka eivät välttämättä muutu jatkuvasti luokkarajojen läheisyydessä.



Kuva 1 Logaritmoitu neliöhinta ja E-luku. Pystysuuntaiset viivat kuvaavat energialuokkien E-lukuun perustuvia raja-arvoja.

Aikaisemman osion hedonisen hinnoittelumallin tulokset osoittivat hintapreemion vain kaikkein energiatehokkaimmille asunnoille, jolloin on todennäköistä havaita hintaepäjatkuvuutta vain näiden luokkien rajalla. Visuaalisen tarkastelun tulokset ovat yhtenäisiä eri otoksella tehdyn hedonisen hinnoittelumallin kanssa siinä suhteessa, että epäjatkuvuus havaitaan vain B–C ja C–D luokkien rajoilla. Kuvan 1 perusteella hintaepäjatkuvuus on negatiivinen ja pieni luokkien B–C ja C–D rajoilla eikä hintaepäjatkuvuudesta ole näyttöä luokkien D–E ja E–F rajoilla visuaalisen tarkastelun perusteella.

Taulukossa 6 esitetään terävän RD-mallin estimoinnin tulokset kahdella eri mallispesifikaatiolla. Malli 1 ei sisällä kontrollimuuttujia, ja malliin 2 on lisätty asunnon rakenteellisia ominaisuuksia kuvaavia kontrollimuuttujia: asuinala, kerrosnumero ja rakennusvuosi ryhmiteltynä sekä myyntivuosi ja etäisyys keskustaan. Kontrollimuuttujat valittiin RD-analyysiin hedonisen hinnoitteluanalyysin perusteella. Kontrollimuuttujiksi valittiin ne muuttujat, joiden yhteys myyntihintaan oli mallin perusteella merkitsevä, sekä ne muuttujat, jotka kuvasivat hinnanmuodostukseen vaikuttavia eri kategorioita. RD-menetelmä perustuu oletukseen, että havainnot ovat muilta ominaisuuksiltaan jatkuvasti muuttuvia. Tämän vuoksi kontrollimuuttujien määrä RD-analyysissä pidetään maltillisena ja mallin 2 on tarkoitus testata mallin 1 luotettavuutta.

Taulukon 6 tuloksista nähdään, että otoksessa havaitaan tilastollisesti merkitsevää näyttöä hintaepäjatkuvuudesta vain yhdellä energialuokkien rajalla. B–C-, D–E- ja E–F-luokkien rajojen estimaattien merkki ja suuruus vaihtelevat eri mallispesifikaatioiden välillä. Nämä estimaatit eivät lisäksi ole tilastollisesti merkitseviä. Tulosten luotettavuudessa merkittävä rajoite on tehokkaiden havaintojen pieni määrä. Estimaatit eivät ole luotettavia erityisesti luokkien B–C rajalla, jossa regressiossa käytettyjen havaintojen määrä on vain noin 100. Hedonisen regression ja RD-kuvaajien perusteella oletettiin, ettei luokkien D–E ja E–F rajoilla havaita hintaepäjatkuvuutta. Tämä toteutuu mallissa, sillä piste-estimaatit ovat pieniä, $-0,05$ – $0,03$, eivätkä ne eroa nollasta tilastollisesti merkitsevästi. Luokkien C–D rajalla havaitaan tilastollisesti heikosti merkitsevä estimaatti $-0,36$ ilman kontrollimuuttujia estimoidulla mallilla ja $-0,18$ kontrollimuuttujat sisältävällä mallilla. Lisäksi C–D-ajan estimaatit ovat kaikissa malleissa merkittävästi yhtenäisiä, negatiivisia.

Taulukko 6 Regression hintaepäjatkuvuusestimaatit MSERD-optimaalisella kaistanleveydellä.

	Malli ilman kontrollimuuttujia	Malli kontrollimuuttujilla
B–C	-0,057	-0,043
Keskivirhe	(0,133)	(0,183)
Efektiivinen N	57 59	55 42
C–D	-0,362*	-0,175**
Keskivirhe	(0,208)	(0,087)
Efektiivinen N	148 205	191 272
D–E	0,028	-0,012
Keskivirhe	(0,171)	(0,075)
Efektiivinen N	626 610	522 442
E–F	-0,028	-0,005
Keskivirhe	(0,153)	(0,096)
Efektiivinen N	408 192	297 138

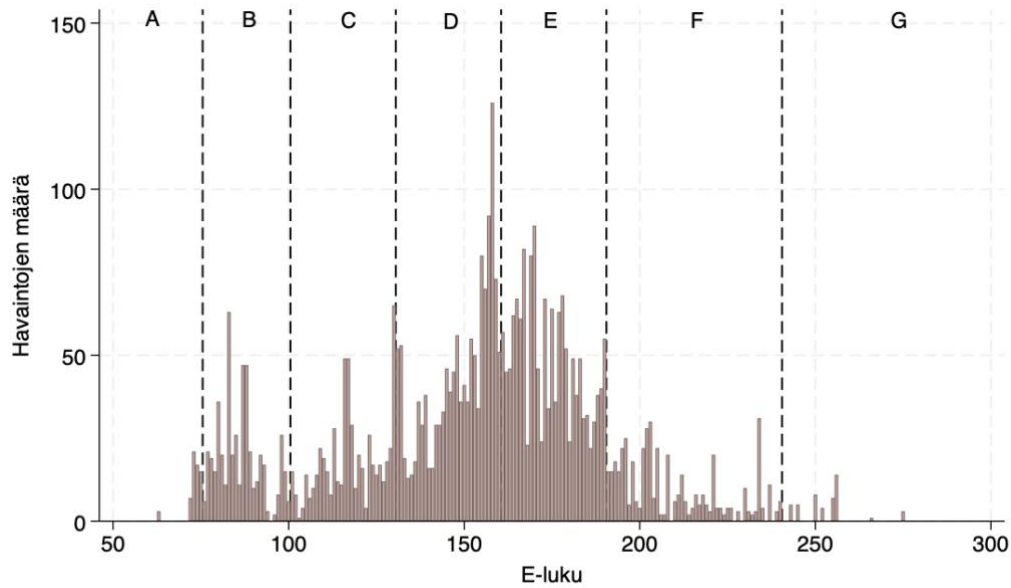
Keskivirheet ovat robusteja, ja ne on klusteroitu postinumeroalueittain. Mallin 2 kontrollimuuttujat ovat asuinala, kerrosnumero, myyntivuosi, rakennusvuosiryhmät ja etäisyys keskustaan. Rajan läheisiä havaintoja on painotettu kolmiomuotoisella kernel-funktiolla. Merkitsevyystasot * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Tulokset viittaavat siihen, että D-luokan puolelle siirtymiseen liittyy negatiivinen hintaepäjatkuvuus suhteessa lähes identtisiin C-luokan asuntoihin. Asunnon, jonka energialuokka on heikompi eli D, neliö hinnassa on 14–25 prosentin pudotus verrattuna energiatehokkuudeltaan lähes samantasoisin C-luokan asuntoihin. Tulokset viittaavat siihen, että energialuokalla voi olla itsenäistä hinnanmuodostukseen vaikuttavaa informaatioarvoa otoksessa vain energiatehokkaiden asuntojen osalta. Tuloksia tarkasteltaessa tulee kuitenkin huomioida niiden heikko tilastollinen merkitsevyys ja estimoinnissa käytettyjen havaintojen pieni määrä. Tämän vuoksi tulosten luotettavuutta arvioidaan erikseen seuraavassa osiossa.

6.2.2 Luotettavuus ja robustisuus

Regression epäjatkuvuusmenetelmä ei tuota luotettavia tuloksia, jos yksilöt voivat manipuloida valintamuuttujan tuloksia (Lee & Lemieux, 2010, 292). Tutkielman asetelmassa tämä tarkoittaa tilannetta, jossa asunnonmyyjät voivat vaikuttaa E-lukuun ja sen avulla käsittelyyn eli asunnon energialuokan määräytymiseen. Koska E-luku perustuu asiantuntijalaskelmiin, asunnonomistajan ainoa keino vaikuttaa siihen ovat energiatehokkuusinvestoinnit. Hedonisen hinnoittelumenetelmän tulokset osoittivat keskimääräistä energiatehokkaampien asuntojen myyvän hintapreemiolla, joka voi toimia kannustimena energiatehokkuusinvestointeihin ja E-lukuun vaikuttamiseen. Tämä on kuitenkin otoksessa epätodennäköistä, sillä kerrostaloasunnoissa energiatehokkuusinvestoinnit ovat usein rakennuskohtaisia eikä yksittäinen asunnonomistaja voi vaikuttaa asunnon E-lukuun. Aikaisemmassa kirjallisuudessa on havaittu epäjatkuvuutta energiatehokkuusinvestoinneissa, mutta saman tutkimuksen otoksella rapotoitiin myös selkeämpää hintaepäjatkuvuutta energiapisteytyksen suhteen (Sejas-Portillo ym., 2025, 65). RD-asetelman luotettavuutta arvioidaan ensin tarkastelemalla valintamuuttujan mahdollista manipulaatiota.

Tarkastellaan E-luvun jakaumaa energialuokkien rajoilla otoksessa histogrammin avulla. Kuvassa 2 esitetty histogrammi viittaa siihen, että E-luvun jakauma ei ole täysin tasainen otoksessa ja luokkarajoilla havainnot jakautuvat epätasaisesti. Erityisesti D–E-luokkien rajalla iso osa havainnoista on E-luvultaan juuri luokkarajan vasemmalla puolella. Kuvaan on lisätty myös luokkien A ja G havainnot, vaikka niiden rajoilla hintaepäjatkuvuuden analyysia ei suoriteta havaintojen pienen määrän takia. Kuva kuitenkin havainnollistaa myös näiden luokkien havaintojen E-luvun jakaumaa ja havaintojen määrää otoksessa. Kuvan perusteella energialuokkien rajoilla voi tapahtua kasaantumista (*bunching*), koska havainnot näyttävät kasaantuvan luokkien rajoilla paremman energialuokan puolelle. Toisaalta otoksen pieni koko voi vaikuttaa jakauman epätasaisuuteen ja havaintojen kasaantuminen rajoille on sattumanvaraista. Lisäksi E-luvun jakauma voi olla laskennallisista syistä sellainen, että tietyt arvot ovat yleisempiä. Jos nämä arvot esiintyvät rajojen läheisyydessä, se saattaa näyttäytyä manipulaationa.



Kuva 2 E-luvun jakauma otoksessa. Pystysuuntaiset katkoviivat kuvaavat energialuokkien rajoja.

E-luvun arvoissa suuri kasauma luokkarajoilla voi viitata tarkoituksenmukaiseen käyttäytymiseen. Tällöin rakennuksen energiatehokkuus määriteltäisiin taktisesti juuri paremman energialuokan puolelle. Taloudellinen motiivi taktikoinnille voi olla tutkielmassa aiemmin havaittu hintapreemio A-, B- ja C-luokan asunnoille. Kuvan 2 perusteella kasaantumista havaitaan kuitenkin erityisesti D–E- ja E–F-luokkien rajoilla, joilla ei hedonisen hinnoitteluanalyysin perusteella ole tilastollisesti merkitsevää yhteyttä myyntihintaan.

Yleinen tapa testata manipulaatiota on McCraryn (2008) tiheystestin avulla (Imbens & Lemieux, 2008, 632). Testin avulla estimoidaan epäjatkuvuutta valintamuuttujan tiheydessä energialuokkien rajoilla. Tulokset kertovat mahdollisesta manipulaatiosta, jos rajalla havaitaan epäjatkuvuutta. Tiheystesti toteutetaan tässä tutkimuksessa Cattaneon, Janssonin ja Man (2020) menetelmin, joissa tiheyden epäjatkuvuutta estimoidaan paikallisesti kernel-painotuksen avulla rajojen läheisyydessä. Testin tulokset esitetään taulukossa 7. Energialuokan rajoilla D–E ja E–F havaitaan epäjatkuvuutta E-luvun tiheydessä. Tiheystesti viittaa mahdolliseen manipulaatioon tai muuhun havaintojen kasaantumiseen energialuokkien rajojen läheisyydessä. Tulokset voivat kuitenkin heijastaa myös E-luvun laskentatapaa tai otoksen pientä kokoa. Myös C–D-luokkien rajalla estimaatti on heikosti merkitsevä, mikä kertoo, että rajalla havaitaan mahdollista epäjatkuvuutta E-luvun tiheydessä.

Taulukko 7 Tiheystesti E-luvulle energialuokkien rajoilla.

Tiheystesti	
B–C	0,009
Efektiivinen N	474 421
C–D	-1,912*
Efektiivinen N	496 831
D–E	-5,537***
Efektiivinen N	1115 1254
E–F	-2,409**
Efektiivinen N	1052 311
Merkitsevyystasot * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.	

Manipulaatiota voidaan tarkastella myös tutkimalla taustamuuttujien jatkuvuutta energialuokkien rajoilla (Imbens & Lemieux, 2008, 631–632). Tarkastellut taustamuuttujat ovat asuinala, kerrosnumero, rakennusvuosi, myyntivuosi ja etäisyys keskustaan. Taustamuuttujien ja neliöhinnan yhteyden jatkuvuutta tarkastellaan regression epäjatkuvuusmenetelmällä samalla tavalla kuin hintaepäjatkuvuuksia. Jos mallissa havaitaan taustamuuttujien epäjatkuvuutta, on mahdollista, että havainnot eri puolilla luokkien rajoja ovat systemaattisesti erilaisia. Tämä rikkoo oletuksen siitä, että asunnot olisivat samankaltaisia muilta ominaisuuksiltaan luokkarajojen eri puolilla näiden rajojen läheisyydessä.

Tarkastelluista taustamuuttujista kerrosnumeron, rakennusvuoden ja myyntivuoden piste-estimaateissa havaitaan epäjatkuvuutta luokkarajoilla B–C ja D–E. Nämä estimaatit ovat vahvasti tilastollisesti merkitseviä 1 prosentin tasolla luokkarajalla B–C ja 5 prosentin tasolla luokkarajalla D–E. Rakennuksen ikä on yksi E-lukuun vaikuttavista tekijöistä, minkä vuoksi rakennusvuoden yhteys energiatehokkuuteen on odotettavissa. RD-asetelmassa rakennusvuoden tulisi kuitenkin muuttua jatkuvasti energialuokkien rajojen läheisyydessä. Taulukossa 8 esitettyjen estimaattien mukaan tilastollisesti merkitsevää epäjatkuvuutta rakennusvuodessa havaitaan luokkien B–C rajalla. Epäjatkuvuuden havaitsemiseen voi vaikuttaa tehokkaiden havaintojen pieni määrä tämän rajan läheisyydessä. Kerrosnumero ei ole selvästi asunnon energiatehokkuuteen viittaava tekijä, mutta

havaittu epäjatkuvuus kertoo eroista asuntojen ominaisuuksissa rajojen läheisyydessä olevissa havainnoissa.

Taustamuuttujien jatkuvuuden tarkastelun tuloksia voidaan tulkita niin, ettei epäjatkuvuutta taustamuuttujissa havaittu kuin B–C- ja D–E-luokkien rajalla. Pieni havaintojen määrä voi vaikuttaa B–C-ajan piste-estimaatteihin. Muiden luokkarajojen tulokset tukevat menetelmän oletusta taustamuuttujien jatkuvuudesta rajoilla, ja alkuperäisen regression hintaepäjatkuvuusanalyysin tuloksia voidaan tulkita luotettavina. Tulokset antavat viitteitä siitä, että B–C-, D–E- ja E–F-rajoilla saattaa esiintyä manipulaatiota tai muista aiemmin mainituista syistä johtuvaa havaintojen kasaantumista.

Taulukko 8 Taustamuuttujien jatkuvuus energialuokkien rajoilla.

	B–C	C–D	D–E	E–F
Asuinala	1,484 (5,858)	13,62 (12,05)	-0,385 (5,916)	-6,219 (9,182)
Kerrosnumero	-2,756*** (0,385)	0,585 (0,644)	0,876** (0,368)	-0,317 (0,530)
Rakennusvuosi	-11,76*** (3,709)	10,72 (11,95)	8,653 (11,98)	7,312 (8,846)
Myyntivuosi	3,481*** (0,467)	0,233 (0,913)	-1,360** (0,635)	0,422 (0,777)
Etäisyys keskustaan	0,0223 (2,904)	4,038 (3,375)	-0,593 (2,405)	0,603 (2,123)

Keskivirheet ovat robusteja, ja ne on klusteroitu postinumeroalueittain, Rajan läheisiä havaintoja on painotettu kolmiomuotoisella kernel-funktiolla. Merkitsevyystasot * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Analyysin herkkyyttä rajan läheisille havainnoille voidaan tarkastella, kun poistetaan havaintoja RD-mallista rajan läheisyydestä määritellyltä etäisyydeltä. Tällöin mallissa todennäköisimmin manipulaatiolle alttiit havainnot rajan läheisyydestä jätetään analyysin ulkopuolelle. Tätä menetelmää on kirjallisuudessa aiemmin kutsuttu donitsiregression epäjatkuvuusmenetelmäksi (*donut-hole*

regression discontinuity). (Barreca, Guldi, Lindo & Waddell, 2011, 2119–2120) Tutkielman RD-asetelmassa havaintojen pieni määrä aiheuttaa ongelman estimaattien luotettavuuden kannalta, jolloin havaintojen poistaminen rajojen läheisyydestä vahvistaa mahdollista valikoitumisharhaa. Testaamme kuitenkin mallin herkkyyttä rajan läheisille havainnoille poistamalla havainnot yhden ja kahden yksikön alueelta rajan molemmin puolin. Tulokset esitetään taulukossa 9. Tulosten mukaan estimaatit eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi nolasta, mikä eroaa pääestimoinnin tuloksista vain C–D-ajan osalta. Pääestimoinnin heikosti merkitsevä negatiivinen estimaatti vaikuttaa perustuvan rajan läheisiin havaintoihin.

Taulukko 9 Herkkyys rajan läheisille havainnoille RD-menetelmässä.

	Poistetaan havainnot 1 yksikön arvolla molemmin puolin rajaa	Poistetaan havainnot 2 yksikön arvolla molemmin puolin rajaa
B–C	-0,029	-0,566
Keskivirhe	(0,504)	(0,473)
Efektiiivinen N	51 34	56 72
C–D	0,229	0,641
Keskivirhe	(0,263)	(0,529)
Efektiiivinen N	130 236	47 64
D–E	0,180	0,139
Keskivirhe	(0,314)	(0,401)
Efektiiivinen N	438 362	448 419
E–F	0,266	0,058
Keskivirhe	(0,277)	(0,357)
Efektiiivinen N	193 117	153 102

Keskivirheet ovat robusteja, ja ne on klusteroitu postinumeroalueittain. Rajan läheisiä havaintoja on painotettu kolmiomuotoisella kernel-funktiolla. Merkitsevyystasot * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

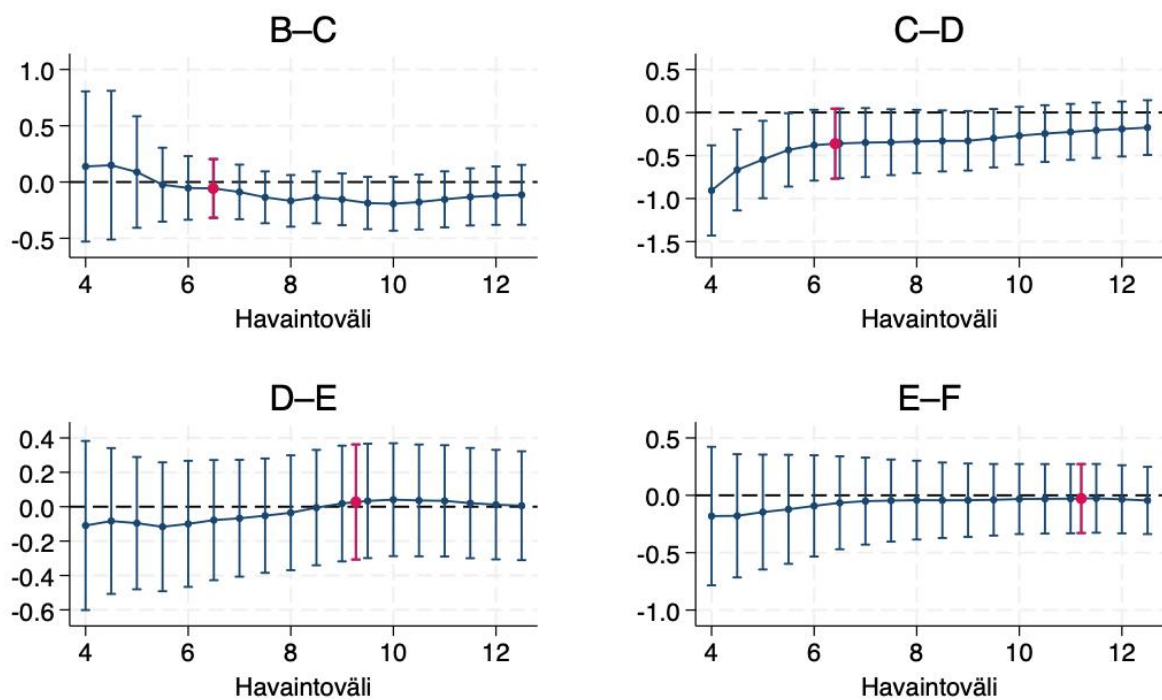
Tarkastellaan seuraavaksi hintaepäjatkuvuutta plaseborajoilla. RD-asetelman luotettavuutta voidaan arvioida testaamalla epäjatkuvuutta sellaisilla rajoilla, joilla epäjatkuvuutta ei pitäisi havaita. Nämä rajat voidaan määritellä valintamuuttujan mediaaniarvoihin kummallakin puolella rajaa (Imbens & Lemieux, 2008, 632). Otoksessa E-luvun mediaaniarvot ovat B-luokalle 86, C-luokalle 117, D-luokalle 151, E-luokalle 173 ja F-luokalle 204. Tulokset asunnon hinnan ja E-luvun epäjatkuvuudesta plasebo-rajoilla raportoidaan taulukossa 10. Otoksessa havaitaan yksi tilastollisesti merkitsevä epäjatkuvuus energialuokkien E-luvun mediaaniarvojen rajoilla. Vasemman puolen mediaanissa havaittu epäjatkuvuus heikentää B–C-ajan pääestimoinnin tuloksia, mutta epäjatkuvuus voi olla myös satunnaisvaihtelua. Kokonaisuudessaan hintaepäjatkuvuuden tarkastelun tulokset plaseborajoilla tukevat pääestimoinnin luotettavuutta.

Taulukko 10 Logaritmoidun neliöhinnan ja E-luvun suhteen jatkuvuus plasebo-rajoilla.

	Vasemman puolen mediaani	Oikean puolen mediaani
B–C	0,344**	-0,079
Keskivirhe	(0,154)	(0,376)
Efektiivinen N	174 168	122 154
C–D	-0,136	-0,095
Keskivirhe	(0,330)	(0,279)
Efektiivinen N	122 154	165 234
D–E	-0,062	-0,194
Keskivirhe	(0,238)	(0,208)
Efektiivinen N	263 413	238 263
E–F	-0,233	0,174
Keskivirhe	(0,204)	(0,212)
Efektiivinen N	261 331	174 89

Keskivirheet ovat robusteja, ja ne on klusteroitu postinumeroalueittain. Rajan läheisiä havaintoja on painotettu kolmiomuotoisella kernel-funktiolla. Merkitsevyystasot * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Havaintovälin valinta on RD-asetelmassa keskeistä, sillä se määrittää, kuinka samankaltaisia luokkarajan läheisyydessä olevat havainnot ovat. Tutkielman asetelmassa havaintoväli on valittu MSERD-menetelmällä. Jos tulokset riippuvat voimakkaasti valitusta havaintovälistä, asetelman luotettavuus voi heikentyä (Imbens & Lemieux, 2008, 633). Tämän vuoksi tutkielmassa tarkastellaan RD-asetelman robustisuutta erilaisilla havaintoväleillä. Estimaattien herkkyyttä havaintovälin valinnalle raportoidaan kuvassa 3. Huomataan, että suurin osa kuvassa esitetyistä estimaateista ei ole tilastollisesti merkitseviä, sillä arvo nolla sisältyy luottamusväliin. Rajoilla B–C, D–E ja E–F havaintovälin valinta ei vaikuta estimaatteihin, sillä kaikkein pienimmän havaintovälin jälkeen estimaatit eivät poikkea nolasta tilastollisesti merkitsevästi. Kuvasta nähdään, että RD-malli on herkkä havaintovälin valinnalle rajalla C–D. C–D-rajalla havaitaan tilastollisesti merkitsevä hintaepäjatkuvuus ainoastaan pienillä havaintoväleillä. Tällä rajalla esitetyt estimaatit ovat kuitenkin yhtenäisesti negatiivisia riippumatta havaintovälistä.



Kuva 3 Logaritmoidun neliöhinnan estimaattien herkkyyys havaintovälin valinnalle RD-mallissa. Kuvassa estimaattien arvo ja 95 %:n havaintoväli. Tutkielmassa käytetty optimaalinen MSERD-menetelmällä määritetty havaintoväli on esitetty kuvassa punaisena.

Analyysin luotettavuuden arvioimiseksi tutkielmassa testattiin RD-menetelmää myös niin, että selitettävänä muuttujana oli logaritmoitu myyntihinta neliöhinnan sijaan. Lisäksi menetelmää testattiin erilaisella funktiomuodolla, toisen ja kolmannen asteen polynomilla. Näillä muutoksilla ei ollut merkittävää vaikutusta tuloksiin.

6.3. Tulosten pohdinta

Tutkielmassa tarkasteltiin aluksi energiatodistuksen hinnoittelua asuntomarkkinoilla hedonisen hinnoittelumallin avulla. Tulosten mukaan A-, B- ja C-luokkien asunnot myydään merkittäväällä hintapreemiolla E-luokan asuntoihin verrattuna, mutta energiatehottomia asuntoja ei myydä hinnanalenuksella. Menetelmää tarkasteltiin neljällä eri mallispesifikaatiolla, joihin lisättiin asteittain kontrollimuuttujia. Ensimmäisessä mallissa selitettäviä muuttujia energialuokkien lisäksi olivat kiinteät myyntiajan (kvartaali) ja postinumeroalueiden vaikutukset. Seuraaviin malleihin lisättiin asteittain rakenteellisten ominaisuuksien kontrollimuuttujat, asuinalueiden ominaisuuksia ja sijaintia kuvaavat muuttujat sekä hoitovastike. Näiden mallien selitysaste kasvoi kontrollimuuttujia lisättäessä, ja energialuokan estimaatti pysyi kolmen viimeisen mallin spesifikaatioissa hyvin samankaltaisena, mikä lisää tulosten luotettavuutta. Hedonisen hinnoittelumallin tulokset seuraavat aikaisemman Suomessa toteutetun tutkimuksen Fuerst ynnä muut (2016) tuloksia.

Energiatodistuksen informaatioarvoa tarkasteltiin tutkielmassa kvasikokeellisella menetelmällä, regression epäjatkuvuusmenetelmällä. Menetelmän avulla voidaan paikallisesti estimoida epäjatkuvuuksia kahden muuttujan yhteydessä käsittelyn erottavilla raja-arvoilla. Informaatioarvo tutkielmassa on määritelty myyntihinnan perusteella siihen osaan hinnasta, joka menetelmän avulla voidaan erottaa energialuokan vaikutukseksi. Tutkielman RD-asetelmassa käsittelyn määräävä valintamuuttuja oli asunnon E-luku, ja käsittely määriteltiin paikallisesti jokaisen energialuokan rajalla heikompaan energialuokkaan kuulumisena. Tulokset osoittavat, ettei energialuokkien rajoilla havaittu systemaattista hintaepäjatkuvuutta. Toisin sanoen parempaan energialuokkaan kuulumisen ei ollut yhteydessä korkeampaan myyntihintaan raja-arvon läheisyydessä. Tulosten luotettavuutta tarkasteltiin yksinkertaisen RD-mallin lisäksi kontrollimuuttujia sisältävällä spesifikaatiolla sekä valintamuuttujan manipulaation tarkastelulla. Otoksessa todettiin epäjatkuvuutta valintamuuttujan tiheydessä sekä epäjatkuvuutta kontrollimuuttujissa B–C-, D–E- ja E–F-luokkien rajoilla, mikä voi viitata siihen, etteivät näiden luokkien rajojen läheisyydessä olevat havainnot toteuta menetelmän oletusta samankaltaisista havainnoista rajojen läheisyydessä.

Regression epäjatkuvuusmenetelmän tuloksissa ei havaittu selkeää hintaepäjatkuvuutta energialuokkien rajoilla. Vain C–D-rajalla on mahdollisesti hintaepäjatkuvuutta. RD-asetelmassa tosin havaintojen pieni määrä on suurin rajoite, joka todennäköisesti vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi kattavilla luotettavuus- ja robustisuustarkasteluilla nähdään, että asetelma on epäluotettava myös niiden osalta. Valintamuuttujan tiheystestissä havaitaan epäjatkuvuutta tiheydessä, mikä kertoo pääestimoinnin tulosten olevan epäluotettavia ja voi viitata manipulaatioon aineistossa.

Koska asetelmassa havaittiin havaintojen kasaantumista toiselle puolelle rajaa, mallin herkkyyttä rajan läheisille havainnoille testattiin niin kutsutulla donitsi RD -menetelmällä. Tällä estimoinnilla kaikki tulokset olivat tilastollisesti eroamattomia nolasta, joten analyysi on robusti kaikkien rajojen paitsi C–D-ajan osalta. Tämä viittaa siihen, että vaikka rajan läheisyydestä poistettaisiin havaintoja, tulokset pysyisivät edelleen samoina useimmilla energialuokkien rajoilla. Tällöin tässä otoksessa ei havaita systemaattisia hintaepäjatkuvuuksia energialuokkien rajoilla. Tulokset ovat robusteja plasebo-rajoilla testatuille hintaepäjatkuvuuksille, joista vain yksi estimaatti oli tilastollisesti merkitsevä. Havaintovälin valinnalla ei ole suurta vaikutusta estimaatteihin, sillä havaintoväli vaikutti estimaatin tilastolliseen merkitsevyyteen vain C–D-rajalla. Tämä vahvistaa myös donitsi RD -asetelman havaintoa siitä, että pääestimoinnissa havaittu hintaepäjatkuvuus on riippuvainen rajan läheisimmistä havainnoista, mihin todennäköisesti vaikuttaa myös otoksen pieni koko.

Aikaisemman kirjallisuuden perusteella energiatehokkuutta arvostetaan asuntomarkkinoilla, mutta energiatodistuksen luoma informaatioarvo riippuu tutkimuksen asetelmasta eikä aiheesta ole yhtenäistä konsensusta. Esimerkiksi kaikki asuntotyypit sisältävissä tutkimuksissa on raportoitu RD-menetelmällä hintaepäjatkuvuuksia, jotka viittaavat energiatodistuksen itsenäiseen informaatioarvoon Isossa-Britanniassa, mutta ei Alankomaissa (Sejas-Portillo ym., 2025; Aydin ym., 2020). Energiatodistuslainsäädäntö Euroopan unionissa perustuu EPBD-direktiiviin, jonka toteutus perustuu paikalliseen lainsäädäntöön, joten energiatodistuslainsäädännön erot saattavat aiheuttaa eroja tuloksissa. Tämän vuoksi tutkielmani tulokset eivät ole yleistettävissä sellaisille alueille, joilla energiatodistus määritellään eri tavalla. Lisäksi erilaiset sääolosuhteet vaikuttavat myös asuntojen energiatehokkuuden tasoon, joten tuloksia ei voi yleistää myöskään sääolosuhteiltaan eroaville alueille (Fuerst ym., 2016, 569).

Aikaisemmassa kirjallisuudessa Sejas-Portillo ynnä muut (2025) ovat havainneet jatkuvan energiapisteytyksen tiheydessä kasautumista energialuokkien rajoille. He ovat tutkimuksessaan

havainneet kasautumisen johtuvan ennen myyntitilannetta tehdyistä energiatehokkuutta parantavista investoinneista. Tämän tutkielman aineistot eivät sisällä tietoja mahdollisista energialuokkaa muuttavista investoinneista ennen myyntitilannetta, joten analyysi ei mahdollista kasautumisen syiden tunnistamista empiirisesti. Yksittäisellä asunto-osakkeenomistajalla ei ole kuitenkaan yleensä mahdollisuutta vaikuttaa energiatehokkuusinvestointiin ennen asunnon myyntiä, koska investointipäätökset ovat usein rakennuskohtaisia. Tämän johdosta on epätodennäköistä, että havaintojen kasautuminen energiatehokkuudeltaan paremman luokan puolelle johtuisi juuri ennen myyntitilanteita tehdyistä energiaremonteista, erityisesti kun uudisasunnot on jätetty analyysin ulkopuolelle. Vaikka RD-analyysin perusteella energialuokkien informaatioarvoa ei havaita, energiatodistus voi tuoda tietoa energiainvestointien tarpeesta. Hedonisella hinnoittelumallilla havaittiin hintapremio energiatehokkaammissa asunnoissa, joten energiainvestoinnit ja energiatehokkaampien rakennusten rakennuttaminen voivat tuoda asuntomarkkinoilla taloudellisen edun, jos asunnon energiatehokkuus on keskimääräistä parempi.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin energiatodistuksen hinnoittelua ja sen informaatioarvoa asuntomarkkinoilla. Tutkielma oli empiirinen, ja analyysissa hyödynnettiin Kiinteistönvälitysalan Keskusliiton myyntiaineistoa vuosilta 2018–2024 sekä Energiatodistusrekisterin aineistoa asuntojen energiatodistustiedoista. Tutkielmassa tarkasteltavat asuntomarkkinat rajattiin pääkaupunkiseudun kerrostaloasuntoihin, sillä pääkaupunkiseudulla maantieteellinen jakautuminen on vähäisempää ja kerrostaloasunnoilla on julkisesti saatavilla olevat energiatodistukset. Tutkielmassa tarkasteltiin vuoden 2018 lain mukaista energiatodistusta, joka oli pakollinen kaikille asunnonomistajille otoksessa. Tutkielman empiirisen osion menetelminä hyödynnettiin hedonista hinnoittelumallia ja regression epäjatkuvuusmenetelmää. Tulokset osoittavat, että energiatehokkaammat asunnot myydään hintapreemiolla, mutta tätä hintapreemiota ei täysin voida yhdistää energialuokkien itsenäiseen informaatioarvoon. On todennäköistä, että osa energiatehokkaiden asuntojen hintapreemiosta on asunnon yleisen energiatehokkuuden tai useamman energiatehokkaan ominaisuuden luomaa arvoa.

Tutkielman tavoitteena oli vastata kahteen tutkimuskysymykseen: miten energiatehokkuus hinnoitellaan asuntomarkkinoilla ja sisältääkö energiatodistus itsenäistä informaatioarvoa. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastattiin hedonisen hinnoittelumallin avulla ja toiseen kysymykseen regression epäjatkuvuusmenetelmän avulla. Tutkielman teoreettisen viitekehyksen pohjalta muodostetut hypoteesit täyttyivät osittain, mutta tulokset seuraavat aikaisempaa tutkimuskirjallisuutta. Tutkielmassa käytetyssä hedonisessa hinnoittelumallissa energialuokkaa hyödynnettiin energiatehokkuutta kuvaavana tekijänä asunnon hinnan muodostumisessa. Hedonisen hinnoittelumallin tulokset osoittavat, että kaikkein energiatehokkaimmat asunnot myydään hintapreemiolla, mutta mallissa ei ole hintapreemiota D-energialuokan asunnoille, joiden energialuokka on vain hieman otoksen keskimääräistä energialuokkaa parempi. Toisaalta D-energialuokka saattaakin todellisuudessa edustaa markkinoilla keskimääräistä energiatehokkuutta, koska erot energiatehokkuudessa saattavat olla hyvin pieniä. Lisäksi tutkielman hedonisen hinnoittelumallin mukaan energiatehottomia asuntoja ei myydä halvemmalla kuin asuntoja, joiden energiatehokkuus on keskimääräinen. Tämä tukee mahdollista selitystä siitä, ettei energialuokka sisällä itsenäistä informaatioarvoa otoksessa.

Tutkielman empiirisessä osiossa ei havaittu selvää energialuokkien itsenäisestä informaatioarvosta kertovaa hintaepäjatkuvuutta energialuokkien rajoilla. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei energiatodistuksen tarjoamaan informaatioon reagoitaisi asuntomarkkinoilla. Tulokset saattavat johtua reagoinnista E-lukuun energialuokan sijaan (Aydin ym., 2020, 3.4). Tutkielman mukaan energiatehokkaammat asunnot myydään hintapreemiolla, mikä kertoo siitä, että yksittäisiä energiatehokkaita ominaisuuksia arvostetaan markkinoilla. Tämä on todennäköisin selitys, sillä tutkielman otos on rajattu kerrostaloasuntoihin, joissa lämmitysenergian kustannukset jakautuvat asunto-osakkeenomistajille asunnon neliömäärän mukaisena hoitovastikkeena. Aihetta olisi kiinnostavaa tutkia Suomessa erilaiset asuntotyypit käsittävällä otoksella, sillä omakotitaloasunnoissa energiankäytön kustannukset saattavat olla merkittävämpi tekijä asunnon hinnanmuodostuksessa kuin muissa asuntotyypeissä. Lisäksi tutkielmassa ei tarkasteltu energiakustannusten muutosten vaikutusta energiatehokkuuden arvostukseen asuntomarkkinoilla. Tämä voisi olla kiinnostava jatkotutkimuskohde, sillä viimeaikaiset energiakriisit ovat aiheuttaneet muutoksia energian kustannuksissa.

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus:

Abadie, A., Athey, S., Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2023). When should you adjust standard errors for clustering? *The Quarterly Journal of Economics*, 138(1), 1–35.

<https://doi.org/10.1093/qje/qjac038>

Allcott, H., & Greenstone, M. (2012). Is there an energy efficiency gap? *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.26.1.3>

Atkinson, S. E., & Halvorsen, R. (1984). A new hedonic technique for estimating attribute demand: An application to the demand for automobile fuel efficiency. *The Review of Economics and Statistics*, 66(3), 417. <https://doi.org/10.2307/1924997>

Aydin, E., Brounen, D., & Kok, N. (2020). The capitalization of energy efficiency: Evidence from the housing market. *Journal of Urban Economics*, 117, 103243.

<https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103243>

Barreca, A. I., Guldi, M., Lindo, J. M., & Waddell, G. R. (2011). Saving babies? Revisiting the effect of very low birth weight classification. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(4), 2117–2123. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr042>

Bartik, T. J. (1987). The estimation of demand parameters in hedonic price models. *Journal of Political Economy*, 95(1), 81–88. <https://doi.org/10.1086/261442>

Bisello, A., Antonucci, V., & Marella, G. (2020). Measuring the price premium of energy efficiency: A two-step analysis in the Italian housing market. *Energy and Buildings*, 208, 109670.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109670>

Bishop, K. C., Kuminoff, N. V., Banzhaf, H. S., Boyle, K. J., von Gravenitz, K., Pope, J. C., Smith, V. K., & Timmins, C. D. (2020). Best practices for using hedonic property value models to measure willingness to pay for environmental quality. *Review of Environmental Economics and Policy*, 14(2), 260–281. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa001>

Brounen, D., & Kok, N. (2011). On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), 166–179. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.11.006>

Calonico, S., Cattaneo, M. D., Farrell, M. H., & Titiunik, R. (2019). Regression discontinuity designs using covariates. *The Review of Economics and Statistics*, 101(3), 442–451. https://doi.org/10.1162/rest_a_00760

Calonico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2014a). Robust nonparametric confidence intervals for regression-discontinuity designs. *Econometrica*, 82(6), 2295–2326. <https://doi.org/10.3982/ECTA11757>

Calonico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2014b). Robust data-driven inference in the regression-discontinuity design. *The Stata Journal*, 14(4), 909–946. <https://doi.org/10.1177/1536867X1401400413>

Cassidy, A. (2023). How does mandatory energy efficiency disclosure affect housing prices? *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 10(3), 655–686. <https://doi.org/10.1086/722262>

Cattaneo, M. D., Jansson, M., & Ma, X. (2020). Simple local polynomial density estimators. *Journal of the American Statistical Association*, 115(531), 1449–1455. <https://doi.org/10.1080/01621459.2019.1635480>

Damen, S., & van Kempen, T. (2025). Mandatory energy efficiency disclosure policies and house prices. *Journal of Housing Economics*, 67, 102043. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2025.102043>

Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2010). Doing well by doing good? Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492–2509. <https://doi.org/10.1257/aer.100.5.2492>

Evangelista, R., Ramalho, E. A., & Andrade e Silva, J. (2020). On the use of hedonic regression models to measure the effect of energy efficiency on residential property transaction prices: Evidence for Portugal and selected data issues. *Energy Economics*, 86, 104699. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104699>

Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., & Wyatt, P. (2015). Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics*, 48, 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.012>

Fuerst, F., Oikarinen, E., & Harjunen, O. (2016). Green signalling effects in the market for energy-efficient residential buildings. *Applied Energy*, 180, 560–571. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.076>

Gillingham, K., & Palmer, K. (2014). Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(1), 18–38. <https://doi.org/10.1093/reep/ret021>

Giraudet, L.-G. (2020). Energy efficiency as a credence good: A review of informational barriers to energy savings in the building sector. *Energy Economics*, 87, Article 104698. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104698>

Heinonen, J., & Junnila, S. (2014). Residential energy consumption patterns and the overall housing energy requirements of urban and rural households in Finland. *Energy and Buildings*, 76, 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.079>

- Imbens, G. W., & Lemieux, T. (2008). Regression discontinuity designs: A guide to practice. *Journal of econometrics*, 142(2), 615–635. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.001>
- Kolesár, M., & Rothe, C. (2018). Inference in regression discontinuity designs with a discrete running variable. *The American Economic Review*, 108(8), 2277–2304. <https://doi.org/10.1257/aer.20160945>
- Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.
- Lee, D. S., & Lemieux, T. (2010). Regression discontinuity designs in economics. *Journal of Economic Literature*, 48(2), 281–355. <https://doi.org/10.1257/jel.48.2.281>
- McCrary, J. (2008). Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test. *Journal of Econometrics*, 142(2), 698–714. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.005>
- Myers, E., Puller, S. L., & West, J. (2022). Mandatory energy efficiency disclosure in housing markets. *American Economic Journal: Economic Policy*, 14(4), 453–487. <https://doi.org/10.1257/pol.20200539>
- 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>
- Sejas-Portillo, R., Moro, M., & Stowasser, T. (2025). The simpler the better? Threshold effects of energy labels on property prices and energy efficiency investments. *American Economic Journal: Applied Economics*, 17(1), 41–89. <https://doi.org/10.1257/app.20220329>

Muut lähteet:

Tilastokeskus. (ei pvm.-a). Asunnot ja asuinolot 2021: Asunnot talotyyppin, käytössäolon ja rakennusvuoden mukaan. Noudettu 4.2.2026 osoitteesta <https://stat.fi/fi/julkaisu/cl3cyffw6qn6k0cuj5uncaank>

Tilastokeskus. (ei pvm.-b). Asunto-osakeyhtiöiden talous. Noudettu 12.3.2026 osoitteesta <https://stat.fi/fi/tilasto/asyta#reference>

Tilastokeskus. (2025, 4. joulukuuta a). Asumisen energiankulutus. Noudettu 4.2.2026 osoitteesta <https://stat.fi/fi/tilasto/asen>

Tilastokeskus. (2025, 12. maaliskuuta b). Asuntovarallisuus vaikutti keskeisesti varallisuuden tasoon ja jakautumiseen vuonna 2023. Noudettu 17.2.2026 osoitteesta <https://stat.fi/julkaisu/cm7wwd3ud5dft07vzlx2g4xua>

Finlex. (2013). Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013. Suomen säädöskokoelma: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2013/50>

Energiateollisuus ry. (2026, 21. tammikuuta). Kaukolämpötilasto 2024. Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet. <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

Energiatodistusrekisteri. (ei pvm.). Tilastot. Noudettu 7.3.2026 osoitteesta <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot>

European Commission. (ei pvm.). Energy performance of buildings directive 2002/91/EC. Noudettu 21.10.2025 osoitteesta https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto ry, KVKL Hintaseurantapalvelu. (ei pvm.). Noudettu 28.12.2026 osoitteesta <https://kiinteistonvalitysala.fi/hintaseurantapalvelu/>

Ympäristöministeriö. (2017a). Asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017.

Ympäristöministeriö. (2017b). Asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017.

Ympäristöministeriö. (2017, 20. joulukuuta c). Uudistunut energiatodistusasetus voimaan vuoden alussa. Noudettu 8.12.2025 osoitteesta <https://ym.fi/-/uudistunut-energiatodistusasetus-voimaan-vuoden-alussa>

Ympäristöministeriö. Rakennusten energiatehokkuus. (ei pvm.-a). Noudettu 5.11.2025 osoitteesta <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuus>

Ympäristöministeriö. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistus. (ei pvm.-b). Noudettu 8.12.2025 osoitteesta <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-uudistus>

Ympäristöministeriö. (2026, 12. maaliskuuta). Energiatodistukset: Vuosiraportti 2025. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-080-4>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2025, 26. kesäkuuta a). Pääkaupunkiseudun rakennustietoruudukko 2024. Noudettu 19.3.2026 osoitteesta <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/avoindata/avoin-data---sivut/paakaupunkiseudun-rakennustietoruudukko/>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2025, 3. heinäkuuta b). Pääkaupunkiseudun väestötietoruudukko 2024. Noudettu 19.3.2026 osoitteesta <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/avoindata/avoin-data---sivut/paakaupunkiseudun-vaestotietoruudukko/>