

Tamara Slišković, univ. spec. oec.

Asistentica
Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Katedra za makroekonomiju i gospodarski razvoj
E-mail: tamara.sliskovic@efzg.hr

Dr. sc. Josip Tica

Izvanredni profesor
Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Katedra za makroekonomiju i gospodarski razvoj
E-mail: jtica@efzg.hr

PROSTORNA ELASTIČNOST TRAZENIH CIJENA STANOVA NA STAMBENOM TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA*

UDK / UDC: 332.85(497.521.1)

JEL klasifikacija / JEL classification: R 21, R31

Izvorni znanstveni rad / Original scientific paper

Primljeno / Received: 29. ožujka 2016. / March 29, 2016

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 24. svibnja 2016. / May 24, 2016

Sažetak

Cilj ovoga rada je procjena utjecaja udaljenosti na cijene stambenih objekata u Gradu Zagrebu. Procijenjeni hedonički ekonometrijski model potvrđuje teoretska predviđanja mehanizma bid-rent krivulje o negativnom utjecaju prostorne udaljenosti od centra grada na cijenu nekretnina. Nagib bid-rent krivulje je negativan i značajno različit od nule i kada se u obzir uzmu cjenovni efekti različitih gradskih četvrti, vremena, veličine nekretnine i prosječne brzine prometovanja između nekretnine i centra grada. Rezultat je od posebnog značaja imamo li na umu da su svi dosadašnji znanstveni radovi aproksimirali udaljenost gradskim četvrtima, te kako je u stručnoj praksi i dalje ustaljen običaj računanja prosjeka cijena nekretnina po gradskim četvrtima. Istraživanje ima posebnu težinu u kontekstu masovne procjene nekretnina za potrebe definiranja porezne osnove prilikom uvođenja poreza na nekretnine, kao i u kontekstu

* Ovaj rad je temeljen na istraživanju provedenom za specijalistički poslijediplomski rad pod nazivom "Prostorna elastičnost rente" pristupnice Tamare Boras*, univ. spec.oec pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. J. Tica

implementacije "fer" računovodstvene vrijednosti nekretnina financijskog sektora u skladu s zahtjevima Basela III.

Ključne riječi: bid-rent, hedonička procjena, cijene stanova, tržište nekretnina

1. UVOD

Prema teoriji ponuđene rente (*bid-rent* krivulje), renta je negativna funkcija udaljenosti nekretnine od središnjeg mjesta, centra grada, koncentracije radnih mjesta ili neke druge točke od interesa. Negativan nagib krivulje ponuđene rente je, uz *ceterus paribus* pretpostavku, izravna posljedica rasta troškova dnevnih migracija (transporta) s udaljavanjem od središta grada (Von Thünen 1826; Alonso 1964).¹

Iako je krivulja ponuđene rente fundamentalni analitički alat u prostornoj (urbanoj) ekonomiji na kojem počiva cjelokupna teorija razmještaja poslovne aktivnosti i kućanstva u prostoru, efekt udaljenosti na cijenu nekretnina je uglavnom bio ignoriran u znanstvenoj, ali i stručnoj literaturi i praksi Hrvatske.

Dosadašnji hedonički² modeli procijenjeni na podacima za Hrvatsku ili Grad Zagreb su se uglavnom koncentrirali na kvalitativna obilježja stanova, a udaljenost su samo aproksimirali gradskim četvrtima (Kunovac et al. 2008), odnosno regijama (Botrić i Kordej de Villa 2005). Kada govorimo o stručnoj praksi, npr. "Indeks cijena nekretnina" (Centar nekretnina 2013) objavljuje kretanje prosječnih cijena nekretnina po regijama, gradskim četvrtima i/ili zonama aproksimirajući spomenutim prosjecima udaljenosti i lokacije.³

Problem s aproksimiranjem varijable udaljenosti s administrativnim jedinicama proizlazi iz činjenice što je time aproksimiran efekt administrativnih barijera i kvalitete komunalne infrastrukture i lokalne vlasti na cijene nekretnina, a ne efekt udaljenosti. Doduše, spomenuta aproksimacija može djelomično obuhvatiti efekte udaljenosti, ali procjena bazirana na administrativnim jedinicama⁴ tretira sve opservacije unutar jedne administrativne jedinice kao jednako udaljene od centra ekonomskog interesa.

Osnovna ideja ovoga istraživanja se upravo bazira na spomenutoj divergenciji između teoretskih očekivanja *bid-rent* krivulje i istraživačke i stručne prakse u Hrvatskoj. Osnovni motiv istraživanja je identificirati je li utjecaj varijable udaljenosti signifikantan čimbenik u objašnjavanju razlika u cijenama stambenog prostora u Gradu Zagrebu. Ekonometrijska procjena napravljena je na

¹ Promatramo li vrijednost nekretnina u kontekstu sadašnje vrijednosti svih budućih renti, tada će, prema *bid-rent* krivulji i vrijednost nekretnina opadati sa udaljenošću od centra Grada.

² Engleska riječ "hedonistic" je pridjev koja označava pripadanje doktrini prema kojoj su užitak i zadovoljstvo cilj života, a riječ "hedonic" je pridjev koji označava nešto što je karakterizirano, odnosno označeno zadovoljstvom, odnosno hedonizmom. U skladu s tim, logično je prevesti *hedonic* kao hedonički, a ne hedonistički kao što je prevedeno u radu Kunovac et al. (2008).

³ Slična je praksa i prilikom razreza poreza na promet nekretnina.

⁴ Zone grada, četvrti, kvartovi ili regije.

3446 opservacija iz baze podataka Centra Nekretnina za koje je uz pomoć GPS navigacijskog sustava procijenjena varijabla udaljenosti od centra grada u kilometrima, minutama hoda i minutama vožnje automobilom. Spomenuti podaci su iskorišteni kao eksplanatorne varijable udaljenosti i kvalitete prometnica u objašnjavanju cijena nekretnina.

Relevantnost ovoga istraživanja prvenstveno se može iščitati iz stožerne uloge masovne procjene nekretnina u kontekstu definiranja porezne osnovice prilikom uvođenja poreza na nekretnine. Od iznimne je važnosti ukazati na nedostatke iskazivanja ili procjene cijena nekretnina na temelju prosječnih cijena po administrativnim jedinicama. Ekonometrijski pristup koji uključuje varijablu udaljenosti, ali i kvalitativna obilježja nekretnina je neusporedivo precizniji pristup masovnoj procjeni cijena nekretnina.

Povrh toga, važnost hedoničke ekonometrijske procjene nekretnina ima iznimnu važnost i u procjenjivanju vrijednosti nekretninskih portfelja financijskih institucija u kontekstu regulacije Basel III, ali jednako tako i procjene državne imovine i ekonomske racionalnosti njezine uporabe u kontekstu Agencije za upravljanje državnom imovinom.

Rad je podijeljen u pet dijelova. U drugom dijelu je predstavljena i elaborirana teorija ponuđene rente (*bid-rent*) i hedonički pristup u ekonometrijskom procjenjivanju. U trećem dijelu su opisani podaci i metode korištene u istraživanju. Rezultati istraživanja su prezentirani u četvrtom, a zaključak u posljednjem poglavlju.

2. MEHANIZMI POVEZANOSTI CIJENA STAMBENOG PROSTORA I LOKACIJE

Faktor lokacije nekretnine je nezaobilazan u analizama stambenog tržišta, a u velikom broju njih pokazao se kao značajan čimbenik koji oblikuje cijenu stambenog prostora. Preteča teorije povezanosti cijene stambenog prostora s njegovom lokacijom jesu funkcije ponuđene rente (engl. *bid-rent functions*) koje datiraju još iz 19. stoljeća, a koje su razlike u cijenama zemljišta objašnjavale različitom udaljenošću od središta potražnje. Kada je, naknadno, umjesto zemljišta objekt interesa postalo stanovanje, razlike u cijenama su se nastojale objasniti lokacijom stambene jedinice, ali i njezinim unutarnjim karakteristikama. Takvi modeli nazivaju se hedoničkim modelima određivanja cijena te su vrlo često primjenjivani kao alat za opisivanje cijena stambenog prostora u literaturi urbane ekonomike.

2.1. Funkcija ponuđene rente

Ocem teorije povezanosti cijene zemljišta i njegove lokacije smatra se Von Thünen (1826). On u svojem radu o izoliranoj državi razlike u cijenama

poljoprivrednog zemljišta objašnjava razlikama u transportnim troškovima, koji su funkcija udaljenosti od središta potražnje za poljoprivrednim proizvodima. Korak dalje predstavljao je prelazak na teoriju određivanja cijena i raspodjele gradskog zemljišta koju je predstavio Alonso (1964). Ideju opadanja cijena s povećanjem udaljenosti od središnjeg područja gradske zaposlenosti ilustrirao je konceptom krivulja ponuđenih renti za pojedine ekonomske sektore. Ovdje se također visina transportnih troškova smatra ključnim čimbenikom koji određuje spremnost pojedinca za plaćanjem jedinice zemljišta. Ponuđena renta kućanstava se, prema Fujiti (1989), definira kao maksimalan iznos koji je kućanstvo spremno platiti za jedinicu zemljišta namijenjenog stanovanju, koje se nalazi na udaljenosti d od središnjeg poslovnog područja pod pretpostavkom nepromijenjene razine korisnosti kućanstva. Ključni troškovi kućanstva su troškovi dnevnih migracija $T(d)$. Oni su rastuća funkcija udaljenosti od središta grada te se, uz razinu dohotka Y , košaricu ostalih dobara Z te količinu zemljišta S ponuđena renta matematički iskazuje kao:

$$\Psi(r, u) = \max_{z,s} \left\{ \frac{Y - T(d) - z}{s} \mid U(z, s) = u \right\} \quad (1)$$

Ekvivalentno se povezanost cijena stambenog prostora i udaljenosti od centra grada prikazuje funkcijom cijena stanovanja. Njezini su začetnici Muth (1969) i Mills (1972) koji kao izvor korisnosti kućanstva promatraju stambenu jedinicu umjesto zemljišta za stanovanje. Njihovo „stanovanje“ kao dobro obuhvaća zemljište, ali i sve ostale fizičke karakteristike nekretnine poput njezine veličine. Također, temeljna pretpostavka modela je postojanje jednog središta zaposlenosti te opadanje cijene stambenog prostora s povećanjem udaljenosti od središta grada zbog rasta troškova dnevnih migracija. Iz tog razloga funkcija cijena stanovanja negativnog je nagiba (McMillen, 2006; O'Sullivan, 2007):

$$\frac{\partial P(d)}{\partial d} = - \frac{t}{H(d)} \quad (2)$$

$P(d)$ predstavlja cijenu stambene jedinice, H veličinu stana na udaljenosti od središta grada d , a t predstavlja trošak dnevnih migracija po kilometru. Problem mjerenja troškova dnevnih migracija proizlazi iz nužnosti obuhvata financijskog i vremenskog (oportunitetnog) troška. Kako je oportunitetni trošak vremena provedenog u dnevnim migracijama funkcija dohotka, a financijska komponenta ovisi o vrsti prijevoza (Fina, 2000), teško je precizno izračunati vrijednost ukupnih troškova dnevnih migracija. Zbog toga se u analizama vrijeme putovanja (odnosno vremenska udaljenost) često koristi kao proxy varijabla za trošak dnevnih migracija, što se opravdava njihovom visokom koreliranošću. Neki od autora koji su koristili vrijeme putovanja umjesto troška putovanja su Dubin (1991), Giuliano i Small (1991), Small i Song (1992), Fina (2000), Yiu i Tam (2004) te Ottensmann, Payton, i Man (2008).

U empirijskoj raščlambi, funkcija cijena stanovanja se procjenjuje primjenom regresijskih modela. Prema McMillenu (2006), najčešće se za procjenu koristi negativna eksponencijalna funkcija:

$$\ln P_i = \alpha - \beta x_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

gdje je zavisna varijabla jedinična cijena stambenog prostora, a nezavisna varijabla udaljenost od centra grada u fizičkom ili vremenskom obliku. Ovaj model općenito dobro opisuje prostorne odnose u gradovima monocentrične prirode, no zbog raznolikosti jedinica na stambenom tržištu poželjno je uključiti i druge varijable koje bi mogle biti značajne u oblikovanju cijena. Na taj način se realnije može utvrditi važnost udaljenosti i ostalih lokacijskih varijabli s jedne strane te unutarnjih karakteristika nekretnina s druge strane.

2.2. Hedonički model određivanja cijena

Velika raznolikost stambenih jedinica je jedna od glavnih karakteristika stambenog tržišta. Važan čimbenik koji zasigurno utječe na tržišnu cijenu je lokacija nekretnine. Lokacijske karakteristike mogu podrazumijevati položaj nekretnine u odnosu prema centru grada i/ili centrima zaposlenosti, ali i karakteristikama okruženja koje obuhvaćaju prisutnost različitih ustanova (npr. obrazovnih), parkova, kvalitetu okoliša, stupanj mira u susjedstvu te ostale karakteristike susjedstva. Osim lokacijskih, postoje i druge karakteristike koje u određenoj mjeri sudjeluju u oblikovanju cijene. Tako se stambene jedinice međusobno razlikuju i brojnim unutarnjim karakteristikama, poput veličine, kata, ukupnog broja katova, vanjskog izgleda, kvalitete i stila izgradnje, opremljenosti, dizajna interijera i mnogim drugim kvalitativnim obilježjima. Utvrđivanje mjere u kojoj svaka od karakteristika nekretnine pridonosi njezinoj cijeni provodi se primjenom hedoničkih modela određivanja cijena. Temeljna ideja takvih modela je kako svaka posebna karakteristika donosi određeni stupanj zadovoljstva subjektima koji djeluju na stambenom tržištu i da svaka od tih karakteristika ima svoju, tzv. implicitnu cijenu. Zbroj tržišnih cijena zasebnih komponenti stambene jedinice tada predstavlja njezinu ukupnu tržišnu cijenu (McDonald i McMillen, 2007).

Hedonički modeli se, osim za određivanje cijena i konstruiranje cjenovnih indeksa stambenih jedinica, mogu koristiti i za određivanje cijena bilo kojeg složenog dobra. Tako su prvi hedonički modeli korišteni za izradu indeksa cijena automobila od strane Courta (1939), te potom i Grilichesa (1961). Općeniti princip određivanja implicitnih cijena pojedinih karakteristika je regresiranje cijene na veći broj karakteristika, pri čemu se u većini istraživanja cijena stambenih prostora koristi eksponencijalna funkcija, odnosno semilogaritamski model

$$\ln P = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (4)$$

gdje je P vektor cijena, a X_n vektori karakteristika koje mogu biti grupirane po različitim kriterijima, npr. lokacijskim, kvalitativnim, socio-ekonomskim itd. Prema McDonaldu i McMillenu (2007), ovakav oblik modela općenito bolje opisuje stvarne podatke od linearnog modela, a primjenjivan je u brojnim analizama (Yiu i Tam, 2004; Zietz, Zietz, i Sirmans, 2008; Ottensmann, Payton, i Man, 2008; Keskin, 2008).

Metodu hedoničkih regresija u Hrvatskoj su koristili Kunovac et al. (2008) u svrhu izračunavanja indeksa cijena nekretnina u Hrvatskoj te Botrić i Kordej de Villa (2005) za utvrđivanje regionalnih čimbenika na hrvatskom stambenom tržištu. Kako bi uzele u obzir regionalne razlike, autorice su u modelu koristile binarne (engl. *dummy*) varijable za pojedine regije. Uvrštavanje dodatnih prostornih varijabli (uz udaljenost) često može poboljšati eskplanatornu i predviđačku moć hedoničkog modela, a upravo jedan od načina je uključivanje lokacijskih *dummy* varijabli koje predstavljaju pojedine, prostorno uže segmente tržišta (Keskin, 2008).

U praksi se u analizama zagrebačkog stambenog tržišta često koriste *dummy* varijable za pojedina naselja i gradske četvrti pri izračunavanju prosječnih cijena u pojedinim prostornim segmentima. Prema ranije opisanoj ekonomskoj teoriji ponuđene rente, potrebno je primarno promatrati povezanost prostorne i/ili vremenske udaljenosti s cijenama stanovanja, pošto ista aproksimira troškove dnevnih migracija koji su prema teoriji ključni za određivanje cijena. Kvantificiranje utjecaja udaljenosti od centra grada od visoke je značajnosti za vrednovanje stambenog prostora te može imati implikacije na procjene istih prilikom oporezivanja, ali i prilikom procjene kolaterala po stambenim kreditima u sklopu primjene Basel III regulatornog okvira. S druge strane, uključivanjem lokacijskih *dummy* varijabli procjenjuje se efekt administrativnih barijera te komunalne i društvene infrastrukture na cijene stanova. Zato će u nastavku rada biti procijenjena povezanost varijable udaljenosti, ali i ostalih prostornih varijabli s cijenama stanova na tržištu grada Zagreba.

3. PODACI I METODOLOGIJA

3.1. Podaci

Temelj za dobivanje podataka potrebnih za analizu prostorne elastičnosti cijena stanovanja u gradu Zagrebu predstavlja interna baza Centra nekretnina, koja je autorima isporučena u svrhu izrade istraživanja. Dio potrebnih varijabli preuzet je iz baze, dok je drugi dio varijabli generiran od strane autora primjenom navigacijskog sustava. Kako je inicijalna baza obuhvaćala više od 50000 podataka o nekretninama ponuđenima na zagrebačkom tržištu tijekom 33 mjeseca, za provođenje analize odabrana su promatranja za koji je bio dostupan podatak o adresi na kojoj je nekretnina locirana, a koja se odnose na mjesec studeni 2007., 2008. i 2009. godine. U dostupnoj bazi podaci za studeni 2009. godine predstavljaju najnovije podatke, a isti mjesec u dvije prethodne godine

odabran je kako bi se izbjegao mogući utjecaj sezone na cijene nekretnina. Produženje baze na sljedeće godine nije bilo moguće, što s jedne strane može predstavljati ograničenje istraživanja. S druge strane, ranija istraživanja (Boras, 2012) ukazuju na činjenicu da u svakoj pojedinačnoj godini smjer povezanosti cijena stanova i udaljenosti ostaje nepromijenjen. Također je realno očekivati da se smjer nije promijenio niti u narednim godinama te se dostupnom bazom može koristiti za složenije analize povezanosti cijena i lokacijskih i prostornih varijabli. S obzirom da baza sadrži podatke o traženim cijenama nekretnina koje su ponuđene na tržištu, u ovom istraživanju analizira se prostorna elastičnost traženih cijena stanova na zagrebačkom tržištu stanovanja.

Tražena cijena kvadratnog metra stana predstavlja zavisnu varijablu u istraživanju i preuzeta je iz dostupne baze. Iz istog izvora preuzeti su podaci o površini nekretnine, a od lokacijskih varijabli podaci o gradskoj zoni kojoj nekretnina pripada i informacije o ulici u kojoj je nekretnina locirana, što je bio preduvjet za izračunavanje udaljenosti od centra grada. Varijable prostorne i vremenske udaljenosti predstavljaju primarne podatke, a izračunate su kao najmanje udaljenosti nekretnina od centra grada koji je definiran kao pojas u čijem se središtu nalazi Trg bana Josipa Jelačića, a rubne točke su Trg maršala Tita, Britanski trg, Trg Josipa Langa, Trg hrvatskih velikana te Trg kralja Tomislava (glavni kolodvor).

Prostorna udaljenost izračunata je kao najkraća kilometarska udaljenost do najbliže rubne točke. Vremenska udaljenost izračunata je u dva modaliteta: najkraće vrijeme putovanja automobilom te najkraće vrijeme potrebno za pješaćenje do najbliže rubne točke koja predstavlja centar grada. Još jedna varijabla korištena u ovom istraživanju je strana svijeta, gdje je Zagreb podijeljen na osam strana svijeta⁵ te je za svaku opservaciju identificirana pripadajuća strana svijeta. Konačan uzorak na kojem je provedena analiza obuhvaća 3446 stanova sa svim spomenutim obilježjima. Tablica 1 prikazuje popis korištenih varijabli s izvorima, oznakom i opisom, a Grafikon 1 prikazuje podatke za udaljenost, udaljenost prema osam strana svijeta, brzinu prometovanja pješke i automobilom i veličinu stana u odnosu prema traženoj cijeni nekretnina.

Iznimno je važno istaknuti kako neki nazivi pet zona grada prema službenoj klasifikaciji Centra nekretnina (2013) imaju ista imena kao i strane svijeta.⁶ Spomenutih pet strana svijeta neće biti moguće aproksimirati sa spomenutih pet zona jer se granice strana svijeta i istoimenih zona ne preklapaju. Zbog toga ćemo koristiti obje varijable, iako na prvi pogled može djelovati da dva puta koristimo istu eksplanatornu varijablu.

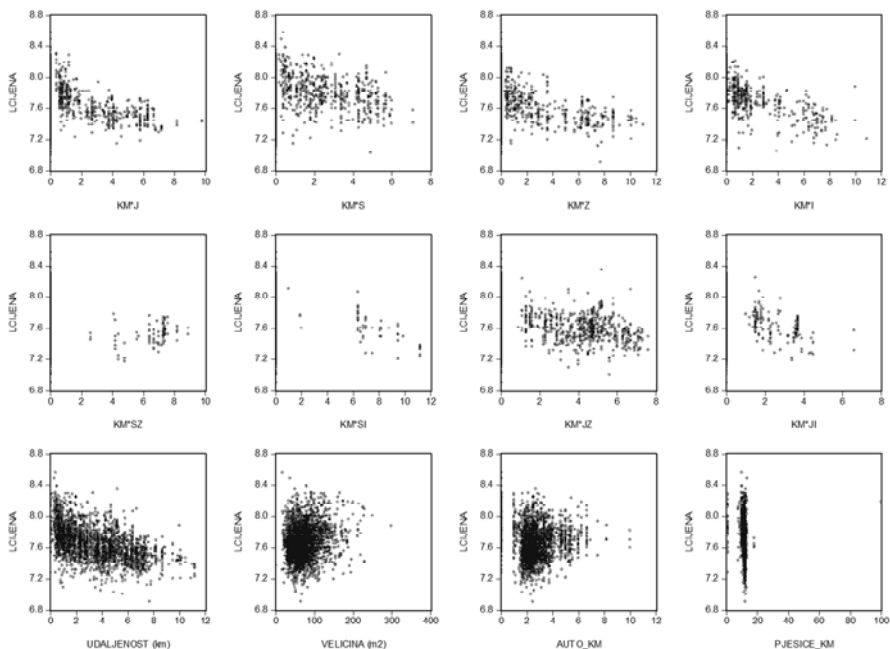
⁵ Četiri osnovne i četiri sporedne strane svijeta

⁶ Radi se o zonama Sjever, Istok, Zapad, Jugozapad i Jugoistok

Tablica 1.

Opis korištenih varijabli

Varijabla	Opis varijable	Oznaka varijable	Izvor
Cijena (€) po m ²	Tražena cijena kvadratnog metra stambenog prostora; zavisna varijabla modela	CIJENA_M2	Centar nekretnina
Površina	Površina stambenog prostora u kvadratnim metrima	M2	Centar nekretnina
Godina	Godina u kojoj je nekretnina ponuđena na tržištu. Obuhvaća 3 modaliteta koji su u analizu uključeni kao <i>dummy</i> varijable: 1. 2009 2. 2008 3. 2007	1. D09 2. D08 3. D07	Centar nekretnina
Zona	Zona Grada Zagreba, obuhvaća 10 modaliteta koji su u analizu uključeni kao <i>dummy</i> varijable: 1. Centar 2. Donji grad 3. Dubrava 4. Istok 5. Jugoistok 6. Jugozapad 7. Novi Zagreb 8. Sjever 9. Trešnjevka 10. Zapad	1. Z_CENTAR 2. Z_DONJI_GRAD 3. Z_DUBRAVA 4. Z_ISTOK 5. Z_JUGOISTOK 6. Z_JUGOZAPAD 7. Z_NOVI_ZG 8. Z_SJEVER 9. Z_TRESNJEVKA 10. Z_ZAPAD	Centar nekretnina
Udaljenost od centra grada	Minimalna prostorna udaljenost izražena u kilometrima	KM	Autori; Google Maps
Udaljenost od centra grada autom	Minimalna vremenska udaljenost izražena u minutama vožnje automobilom	AUTO	Autori; Google Maps
Udaljenost od centra grada pješice	Minimalna vremenska udaljenost izražena u minutama hoda	PJESICE	Autori; Google Maps
Strana svijeta	Strana svijeta na kojoj je nekretnina locirana, obuhvaća 8 modaliteta koji su u analizu uključeni kao <i>dummy</i> varijable: 1. Sjever 2. Istok 3. Zapad 4. Jug 5. Sjeveroistok 6. Sjeverozapad 7. Jugoistok 8. Jugozapad	1. S 2. I 3. Z 4. J 5. SI 6. SZ 7. JI 8. JZ	Autori



Grafikon 1. Odnos tražene cijene stana i kilometarske udaljenosti po osam strana svijeta i agregatno za Grad Zagreb

Kako su varijable prostorne i vremenske udaljenosti visoko korelirane iz očitih razloga, ne mogu se koristiti unutar istog ekonometrijskog modela bez narušavanja osnovnih uvjeta efikasnosti procjene najmanjim kvadratima. Kako bi se izbjegao problem i sa željom da se sve dostupne informacije koriste unutar istog modela, varijable vremenske udaljenosti su podijeljene s varijablom kilometarske udaljenosti. Na taj način je korelacija između kilometarske udaljenosti i vremenske udaljenosti korigirana, a omjer vremena potrebnog za dolazak do centra i kilometarske udaljenosti do centra u biti u ekonomskom smislu predstavlja kvalitetu prometnica (brzinu prometovanja automobilom ili pješke⁷) između promatrane nekretnine i centra grada (Tablica 2).

⁷ Na prvi pogled razlika u brzini prometovanja pješke može zvučati kao apsurdna pretpostavka u kontekstu činjenice da se pješaci u prostoru kreću jednakom brzinom neovisno o kvaliteti prometnica. Međutim, udaljenosti između brojnih nekretnina i centra grada su znatno veće od kilometarske prvenstveno zbog nedostatka mostova (u slučaju rijeka) i pružnih prijelaza.

Tablica 2.

Opis varijabli kvalitete prometne infrastrukture

Varijabla	Opis varijable	Oznaka varijable	Izvor
Automobilska infrastruktura	Omjer vremena potrebnog za putovanje do centra grada automobilom i prostorne udaljenosti; predstavlja prosječnu brzinu prelaska jednog kilometra automobilom od/prema centru grada	AUTO_KM	Autori; Google Maps
Pješačka infrastruktura	Omjer vremena potrebnog za pješaćenje do centra grada i prostorne udaljenosti; predstavlja prosječnu brzinu pješaćenja jednog kilometra od/prema centru grada	PJESICE_KM	Autori; Google Maps

3.2. Metodologija

Polazni model za procjenu prostorne elastičnosti traženih cijena stanovanja obuhvaća 26 lokacijskih varijabli te dodatne tri varijable koje se odnose na veličinu stana i godine u kojima su stanovi ponuđeni na tržištu. Model je formiran kao standardni hedonički model u kojem je zavisna varijabla prirodni logaritam cijene kvadratnog metra, dok su nezavisne varijable izražene u razinama te ima sljedeći oblik:

$$\begin{aligned} \ln CIJENA_M2 = & \beta_0 + \beta_1 KM + \beta_2 S + \beta_3 I + \beta_4 Z + \beta_5 J + \beta_6 SI + \beta_7 JI + \beta_8 JZ \\ & + \beta_9 S * KM + \beta_{10} I * KM + \beta_{11} Z * KM + \beta_{12} J * KM + \beta_{13} SI \\ & * KM + \beta_{14} JI * KM + \beta_{15} JZ * KM + \beta_{16} AUTO_KM \\ & + \beta_{17} PJESICE_KM + \beta_{18} Z_DONJI_GRAD + \beta_{19} Z_DUBRAVA \\ & + \beta_{20} Z_ISTOK + \beta_{21} Z_JUGOISTOK + \beta_{22} Z_JUGOZAPAD \\ & + \beta_{23} Z_NOVI_ZG + \beta_{24} Z_SJEVER + \beta_{25} Z_TRESNJEVKA \\ & + \beta_{26} Z_ZAPAD + \beta_{27} M2 + \beta_{28} D07 + \beta_{29} D08 + \varepsilon \end{aligned}$$

Spomenuti oblik modela predstavlja najširi model te će se F-testom uspoređivati s njegovim užim oblicima, gdje će se testirati jesu li koeficijenti pojedinih grupa varijabli združeno signifikantno različiti od nule. Drugim riječima, u suženim modelima bit će uvedena ograničenja u obliku izjednačavanja parametara uz pojedine varijable s nulom u svrhu utvrđivanja mjere u kojoj su dotične varijable značajne za utvrđivanje traženih cijena. S obzirom da su suženi modeli posebni oblici polaznog (engl. *nested models*), F-test je prikladna mjera za njihovu međusobnu usporedbu.

3.2.1. Konstruiranje polaznog modela

Polazni model obuhvaća tri kvantitativne lokacijske varijable koje odražavaju udaljenost od središta grada, 16 lokacijskih *dummy* varijabli koje se odnose na pripadnost nekretnine pojedinoj gradskoj zoni i strani svijeta, sedam

interakcijskih *dummy* varijabli kojima je predstavljen efekt udaljavanja od centra grada s obzirom na smjer udaljavanja, kvantitativnu varijablu površine stana te dvije *dummy* varijable za godine. Ovako širok model konstruiran je u skladu s polaznim pretpostavkama autora te ga je potrebno detaljnije obrazložiti.

Varijabla kilometarske udaljenosti od centra grada najvažniji je lokacijski faktor te kao takav neizostavan u analizi. S obzirom na prirodu podataka vremenske udaljenosti, izvjesno je da će vremenska udaljenost pješke i automobilom biti visoko korelirana s kilometarskom udaljenošću. Kako bi multikolinearnost narušila efikasnost procjene metode najmanjih kvadrata, odlučili smo transformirati varijablu vremenske udaljenosti pješke i automobilom na način da smo ih podijelili s varijablom kilometarske udaljenosti. Posljedica transformacije je da smo riješili problem multikolinearnosti s jedne strane, ali smo s druge strane dobili prosječnu brzinu po kilometru za pješaćenje ili vožnju automobilom od svake pojedine nekretnine do centra grada. Odnosno, dobili smo kroz spomenutu transformaciju svojevrsni pokazatelj kvalitete, odnosno prosječne brzine prometne povezanosti s centrom grada (Tablica 2).

Varijable strana svijeta, zona grada i godina u model su uključene kao *dummy* varijable. Razlog za njihovo korištenje je pretpostavka kako postoje razlike u prosječnim cijenama s obzirom na stranu svijeta i zonu kojoj nekretnina pripada (razlike u konstantnom članu regresije), ali i razlike u brzini promjene cijena s obzirom na smjer udaljavanja od centra grada (razlike u nagibima regresijskih modela).

U ekonometrijskoj literaturi se često naglašava kako pri uključivanju velikog broja *dummy* varijabli u model treba izbjeći zamku *dummy* varijabli koja nastupa ukoliko se, uz konstantni član cjelokupne regresije, u jednadžbu uključe svi modaliteti varijable. Iz tog razloga, ukoliko varijabla ima k modaliteta, broj modaliteta koji je moguće uključiti u jednadžbu je $k-1$, ako regresijska jednadžba sadrži konstantni član (Bahovec i Erjavec, 2009).

Izostavljeni modalitet tada predstavlja baznu, odnosno referentnu grupu. U skladu s tim, posebnu pažnju treba posvetiti interpretaciji regresijskih parametara. Odnosno, u tom slučaju, odsječak na os cjelokupne regresije predstavlja bazni modalitet, a parametri uz *dummy* varijable predstavljaju razlike svih ostalih modaliteta u odnosu prema baznom modalitetu (Wooldridge, 2013). Ukoliko analiza pokaže da je parametar uz *dummy* varijablu signifikantan, to **ne** znači da je isti značajan u modelu pri određenoj razini signifikantnosti, već da je za iznos koeficijenta **značajno različit** od koeficijenta baznog modaliteta (Wooldridge, 2013; str. 244-245).

Model je konstruiran na način da konstantni član regresije β_0 predstavlja nekretnine koje su locirane u Centru, pripadaju strani svijeta sjeverozapad te su na tržištu ponuđene u 2009. godini. Promjena godine i zone kojoj nekretnine pripadaju rezultira promjenom konstantnog člana regresije, dok promjena strane svijeta rezultira u promjenama konstantnog člana, ali i nagiba regresijskih pravaca.

Kako je opisano u tablici 1, varijabla strana svijeta ima osam modaliteta. U polazni model (jednadžba 5) uključeno je sedam modaliteta, dok smjer sjeverozapad predstavlja bazni modalitet. Razlog za postavljanje sjeverozapada kao baze jest činjenica da se pri inicijalnom testiranju razlika u brzini opadanja cijena prema različitim stranama svijeta pokazao specifičnim. Naime, pokazalo se da tražene cijene padaju s povećanjem udaljenosti u svim smjerovima osim prema sjeverozapadu, gdje je prostorna elastičnost cijena pozitivna, odnosno suprotna teoretskom predviđanju (Boras, 2012).

Stoga se, na temelju prethodnih istraživanja, apriori pretpostavlja kako će ostalih sedam strana svijeta imati signifikantno različite konstantne članove (parametri β_2 do β_8 u jednadžbi 5), ali i signifikantno različite nagibe regresijskih pravaca (parametri β_9 do β_{15}) od sjeverozapada, odnosno baznog modaliteta. Konkretno, za nekretnine locirane na sjeverozapadu, konstantni član će iznositi β_0 , dok će postotno smanjenje cijena povezano s povećanjem od jednog kilometra iznositi β_1 . Za sve nekretnine locirane na sjeveru, konstantni član regresije iznositi će $\beta_0 + \beta_2$, dok će promjena cijena biti jednaka $\beta_1 + \beta_9$.⁸ Dakle, nekretnine locirane na različitim stranama svijeta razlikovat će se i prema konstantnim članovima regresija, ali i prema nagibu krivulje ponuđene rente.

Nadalje, pripadnost nekretnina jednoj od definiranih gradskih zona dovodi do promjena u konstantnom članu regresije. Varijabla zona ima deset modaliteta. U model je uključeno devet modaliteta, dok je zona Centar odabrana za bazni modalitet. Budući da je u središtu pozornosti razlika u cijenama nekretnina, s obzirom na njihovu lokaciju u odnosu prema centru grada, pretpostavlja se da će sve *dummy* varijable koje opisuju zonu biti signifikantno različite od zone Centar. Naprimjer, tražene cijene nekretnina lociranih u zoni Novi Zagreb razlikovat će se od traženih cijena u zoni Centar za $\beta_{23} * 100\%$.

Ista logika primjenjuje se na varijablu godina, gdje je kao referentna kategorija uzeta 2009. godina, kada su se efekti krize već manifestirali na stambenom tržištu te se očekuje kako će model pokazati kako su prosječne cijene u prethodne dvije godine bile signifikantno veće u odnosu prema cijenama iz 2009. godine.

Grafikon 2 prikazuje grafički prikaz procijenjenog pravca za nekretnine u zoni Novi Zagreb u 2009. godini. Nagib pravca je određen zbrojem nagiba za kilometarsku udaljenost (bazni modalitet nagiba za stranu svijeta sjeverozapad) i jug s obzirom da je nagib za jug signifikantno različit od nagiba za sjeverozapad (baznog modaliteta). Istom logikom i odsječak na os je zbroj odsječka na os (bazni modalitet, odnosno sjeverozapad) i procijenjenog odsječka na os za jug uvećan za *dummy* varijablu za zonu grada pod nazivom Novi Zagreb. Kako se radi o 2009. godini, koja je referentna godina, odsječak na os nije potrebno korigirati *dummy* varijablom za godinu.

⁸ Naravno, uz pretpostavku da su procijenjeni parametri signifikantni.



Grafikon 2. Objasnjenje interpretacije osječka na os po gradskim zonama

Važno je također istaknuti kako je odsječak na os procjena vrijednosti nekretnine na nultom kilometru od centra grada koji prema administrativnoj podjeli ne spada u Novi Zagreb. U skladu s tim, želimo li procijeniti prosječnu cijenu na nultom kilometru Novog Zagreba (npr. Bundek), potrebno je uvrstiti udaljenost granice Novog Zagreba od Centra u jednadžbu procijenjenog pravca.

3.2.2. Nested i non-nested modeli

U ovom istraživanju uspoređivat će se polazni model (jednadžba 5) sa šest varijanti njegovih užih modela. Polazni model oblikovan je u skladu s pretpostavkama autora te sadrži sve potencijalno značajne nezavisne varijable. Za usporedbu s užim modelima koristit će se F-test, a primjenjivat će se pristup koji polazi od najšireg, općenitog modela prema specifičnim oblicima. Prema tom pristupu, prvo se procjenjuje općeniti, najširi model koji se potom reducira na način da se smanjuje broj nezavisnih varijabli te se testira vrijede li doista ograničenja u smislu izjednačavanja parametara uz pojedine nezavisne varijable s nulom (Verbeek, 2000). U tom slučaju, užii modeli su ugniježđeni (*nested*) u širi oblik, odnosno predstavljaju njegove posebne oblike. Verbeek (2000) definira *nested* modele kao dva modela oblika:

$$y_i = x_i' \beta + z_i' \gamma + \varepsilon_i \quad (6)$$

i

$$y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (7)$$

gdje je drugi, uži model, ugniježđen u početni te podrazumijeva kako je vektor varijabli z_i suvišan za objašnjavanje zavisne varijable, odnosno kako je $\gamma = 0$.

Uži modeli, koji će biti testirani u ovom istraživanju, pretpostavljaju da su određene grupe lokacijskih varijabli izjednačene s nulom (Tablica 3).⁹ Osnovna ideja ovog testa upravo proizlazi iz činjenice da je u praksi ustaljeno aproksimirati udaljenost administrativnim zonama grada. Imajući na umu da administrativne zone dobrim dijelom i aproksimiraju udaljenost od centra, F-test će nam odgovoriti na pitanje ima li uključivanje pokazatelja udaljenosti signifikantnu eksplanatornu moć ili njihovi koeficijenti utjecaja nisu signifikantno različiti od nule. Također, ispitat ćemo imaju li administrativne zone i kvaliteta prometnica grupno koeficijente signifikantno različite od nule.

Tablica 3.

Posebni oblici polaznog modela

Model 2	$\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$
Model 3	$\beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{14} = \beta_{15} = 0$
Model 4	$\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{14} = \beta_{15} = 0$
Model 5	$\beta_{16} = \beta_{17} = 0$
Model 6	$\beta_{18} = \beta_{19} = \beta_{20} = \beta_{21} = \beta_{22} = \beta_{23} = \beta_{24} = \beta_{25} = \beta_{26} = 0$
Model 7	$\beta_{17} = \beta_{22} = \beta_{24} = 0$

3.2.3. F-test

F-test, korišten u analizi, temelji se na usporedbi koeficijenata determinacije originalnog modela i njegovog posebnog oblika. S obzirom da originalni model sadrži više regresora od posebnih oblika modela, očekivano je kako će i koeficijent determinacije (R^2) šireg modela imati veću vrijednost. Upravo iz razloga što R^2 kao mjera ne kažnjava uvođenje novih nezavisnih varijabli u model (kao što je slučaj s korigiranim koeficijentom determinacije ili nekim od informacijskih kriterija), primjenjuje se F-test kojim se ispituje je li povećanje vrijednosti pokazatelja R^2 statistički značajno. Drugim riječima, ispituje se je li povećanje njegove vrijednosti rezultat većeg broja nezavisnih varijabli u modelu (koje su potencijalno suvišne), ili je pak rezultat bolje prilagođenosti modela podacima.

Prema Veerbeku (2000), test veličina se računa prema formuli:

⁹ Ukoliko bi bilo koji spomenuti model sadržavao neku od varijabli koja nije obuhvaćena najširim modelom, tada taj model ne bi predstavljao poseban oblik polaznog modela (*non-nested*) te bi se za njihovu međusobnu usporedbu primjenjivao PE test MacKinnona, Whitea i Davidsona (1983 prema Verbeek (2000))

$$f = \frac{(R_1^2 - R_0^2)/J}{(1 - R_1^2)/(N - K)} \quad (8)$$

gdje R_1^2 predstavlja koeficijent determinacije polaznog modela, a R_0^2 koeficijent determinacije njegovog posebnog oblika. Broj opservacija jednak je N , dok je broj regresora polaznog modela jednak K , a J predstavlja broj varijabli u vektoru z_i za koje se testira jesu li pripadajući parametri signifikantno različiti od nule.

Odluka se donosi uspoređivanjem test veličine s tabličnom F-vrijednošću za određene razine statističke značajnosti. Ukoliko F-test ukaže na odbacivanje nulte hipoteze, prema kojoj su parametri uz varijable vektora z_i jednaki nuli, tada se može zaključiti kako je povećanje koeficijenta determinacije statistički signifikantno. Drugim riječima, model koji sadrži grupu varijabli z_i bolje opisuje podatke te su procijenjeni parametri za dotičnu grupu varijabli signifikantno različiti od 0.

4. REZULTATI

Procjena polaznog modela (jednadžba 5) rezultirala je parametrima koji su u najvećem broju statistički značajni i očekivani prema teoriji i pretpostavkama autora. Također je procijenjeno i šest posebnih oblika polaznog modela (Tablica 4). Zavisna varijabla svih modela je prirodni logaritam cijene kvadratnog metra.

Kod interpretacije rezultata polaznog modela valja ponovno istaknuti kako se efekt strana svijeta promatra kroz sedam modaliteta dotične varijable, dok je efekt strane svijeta sjeverozapad obuhvaćen konstantnim članom regresije β_0 . Svih sedam modaliteta pokazuje statistički značajnu razliku u odnosu prema sjeverozapadu, i to na razini signifikantnosti od 1 %.

Ovim se potvrđuje pretpostavka kako je smjer sjeverozapad odabran za referentnu kategoriju zbog svoje različitosti od ostalih smjerova. Na svim preostalim stranama svijeta odsječak na os (cijena na nultom kilometru) je veći, što je vidljivo iz statistički signifikantnih i pozitivnih parametara uz varijable strana svijeta koje odražavaju razlike u konstantnom članu (β_2 do β_8). Tako najveća razlika u odsječku na os postoji kod nekretnina lociranih na strani svijeta sjever, gdje su tražene cijene kvadratnog metra u prosjeku veće za 50 % u odnosu prema baznom modalitetu, odnosno odsječak na os u smjeru sjeverozapada. Najmanja razlika je procijenjena za nekretnine locirane na istoku i zapadu, gdje je vidljivo kako je odsječak na os signifikantno veći od onih na sjeverozapadu za 35 %.

Tablica 4.
Rezultati procjene polaznog i posebnih oblika modela prostorne elastičnosti traženih cijena (zavisna varijabla je lnCIJENA_M2)

Varijabla	Parametar	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Odsječak na os KM	β_0	7,41***	7,86***	7,83***	7,85***	7,37***	7,39***	7,44***
	β_1	0,02	-0,04***	-0,04***	-0,04***	0,03***	0,01	0,02
Odsječak na os po stranama svijeta	β_2	0,50***	-	0,06***	-	0,53***	0,52***	0,49***
	β_3	0,35***	-	-0,03	-	0,38***	0,40***	0,35***
	β_4	0,35***	-	-0,04***	-	0,35***	0,35***	0,35***
	β_5	0,38***	-	-0,02	-	0,42***	0,40***	0,38***
	β_6	0,48***	-	0,10***	-	0,50***	0,62***	0,48***
	β_7	0,41***	-	-0,03	-	0,43***	0,44***	0,41***
	β_8	0,37***	-	-0,03*	-	0,37***	0,35***	0,36***
	β_9	-0,08***	0,00	-	-	-0,09***	-0,07***	-0,08***
Utjecaj udaljenosti po stranama svijeta	β_{10}	-0,05***	-0,01**	-	-	-0,06***	-0,07***	-0,05***
	β_{11}	-0,06***	-0,01***	-	-	-0,06***	-0,06***	-0,06***
	β_{12}	-0,06***	-0,01**	-	-	-0,07***	-0,08***	-0,06***
	β_{13}	-0,06***	0,00	-	-	-0,06***	-0,08***	-0,06***
	β_{14}	-0,08***	-0,02***	-	-	-0,08***	-0,09***	-0,08***
	β_{15}	-0,06***	-0,01**	-	-	-0,06***	-0,05***	-0,06***
	β_{16}	-0,02***	-0,02***	-0,02***	-0,02***	-	-0,02***	-0,02***
Brzina po kilometru	β_{17}	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-
	β_{18}	-0,06***	-0,07***	-0,06***	-0,08***	-0,08***	-	-0,06***
Dijelovi Grada Zagreba prema Centru Nekretnina	β_{19}	-0,15***	-0,11***	-0,12***	-0,13***	-0,15***	-	-0,15***
	β_{20}	-0,07***	-0,07***	-0,08***	-0,11***	-0,08***	-	-0,07***
	β_{21}	-0,13***	-0,14***	-0,13***	-0,16***	-0,14***	-	-0,13***
	β_{22}	-0,01	-0,02	-0,01	-0,05***	-0,03	-	-
	β_{23}	-0,13***	-0,13***	-0,13***	-0,16***	-0,14***	-	-0,12***
	β_{24}	0,00	0,01	-0,02	0,03***	0,00	-	-
	β_{25}	-0,07***	-0,08***	-0,06***	-0,10***	-0,08***	-	-0,06***
	β_{26}	-0,09***	-0,09***	-0,08***	-0,10***	-0,10***	-	-0,08***
	β_{27}	0,00***	0,00**	0,00**	0,00***	0,00**	0,00**	0,00**
	β_{28}	0,06***	0,06***	0,06***	0,06***	0,05***	0,06***	0,05***
Godine	β_{29}	0,06***	0,06***	0,06***	0,06***	0,06***	0,06***	0,05***
	R^2	0,46	0,43	0,45	0,43	0,45	0,43	0,46

Napomena: Zvijezdice uz parametre upućuju na odbacivanje nulte hipoteze o neznačajnosti varijable u modelu razini signifikantnosti od 1% (***), 5% (**) i 10% (*).
Izvor: Izračun autora.

Efekt udaljenosti od centra grada pozitivan je za bazni modalitet, odnosno smjer sjeverozapad (β_1), no efekti udaljavanja u preostalim sedam smjerova signifikantno su različiti od referentne kategorije. Procjena daje očekivano negativne parametre te pokazuje kako tražene cijene kvadratnog metra stanovanja najbrže opadaju ukoliko se od centra grada udaljavamo prema sjeveru i jugoistoku, gdje svaki dodatni kilometar u prosjeku smanjuje cijenu za 6 % (0,02 za bazni modalitet plus -0,08 za sjever ili jugoistok). Cijene s povećanjem udaljenosti u prosjeku najsporije opadaju ukoliko se radi o udaljavanju u smjeru istoka, i to u iznosu od 3 % za svaki dodatni kilometar.

Efekt automobilske infrastrukture je također u skladu s intuicijom, pa će lošija infrastruktura, odnosno povećanje prosječne brzine prometovanja autom biti povezano sa smanjenjem traženih cijena. S druge strane, procjena pokazuje kako je efekt kvalitete pješačke infrastrukture na tražene cijene pozitivan i zanemarivo malen, ali i statistički neznačajan.

Procijenjeni parametri uz devet gradskih zona ukazuju na prosječno niže tražene cijene u većini zona u odnosu prema zoni Centar. Prosječne cijene za zone Jugozapad i Sjever nisu signifikantno različite od cijena u zoni Centar, dok u preostalim sedam zona postoji statistički značajna razlika. Najveća negativna razlika u cijenama postoji kod nekretnina koje se nalaze u zoni Dubrava (15 % u prosjeku), dok su cijene u zoni Donji Grad prosječno niže za 6 % u usporedbi s Centrom.

Zanimljiv rezultat vezan je uz veličinu stambenog prostora. Iako je uvriježeno mišljenje kako veći stanovi imaju niže cijene kvadratnog metra, analiza pokazuje kako veličina ima zanemarivo mali, ali statistički signifikantan pozitivni utjecaj na promjenu traženih cijena. Procijenjeni parametri uz varijablu godine ukazuju na činjenicu kako su tražene cijene nekretnina tijekom 2007. i 2008. godine u prosjeku bile statistički značajno više u odnosu prema 2009. godini (u iznosu od 6 %), što jasno oslikava prelijevanje efekata krize na stambeno tržište te usporavanje aktivnosti nakon cjenovnog vrhunca koji je sektor stanogradnje iskusio tijekom 2008. godine.

Nakon procjene polaznog modela, procijenjeno je šest varijanti posebnog modela (Tablica 4) te je svaki od njih uspoređen s početnim modelom kako bi se utvrdilo jesu li određene varijable u polaznom modelu suvišne za objašnjavanje razlika u traženim cijenama, odnosno je li neki od užitih modela bolje prilagođen stvarnim podacima (Tablica 5).

Usporedbom prilagođenosti originalnog i posebnih modela F-testom dolazi se do zaključka kako su gotovo sve varijable uključene u polazni model značajne i potrebne za objašnjavanje razlika u traženim cijenama. Blago bolju prilagođenost modela stvarnim podacima u odnosu prema polaznom modelu pokazuje model 7 u kojem su samo izbačene varijable koje prema t statistici nisu bile značajne u početnom modelu. Na osnovu toga se zaključuje kako su tri varijable koje su se u polaznom modelu pokazale statistički nesigurnim te nesigurno različitim od referentne kategorije zapravo suvišne. Njihovim

isključivanjem iz modela postiže se bolja prilagođenost podacima i statistička značajnost procjene svih parametara u modelu. Predznaci povezanosti ostaju identični, a vrijednost procijenjenih parametara u modelu 7 gotovo nepromijenjena u odnosu prema polaznom modelu.

Tablica 5.

Rezultati F-testa

Posebni oblik polaznog modela	H_0	Empirijska vrijednost F-statistike (f)	Kritična vrijednost F-statistike ($\alpha = 0,05$)	Rezultat
Model 2	$\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$	21,61	2,01	H_1
Model 3	$\beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{14} = \beta_{15} = 0$	8,52	2,01	H_1
Model 4	$\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{14} = \beta_{15} = 0$	13,67	1,67	H_1
Model 5	$\beta_{16} = \beta_{17} = 0$	24,27	3,00	H_1
Model 6	$\beta_{18} = \beta_{19} = \beta_{20} = \beta_{21} = \beta_{22} = \beta_{23} = \beta_{24} = \beta_{25} = \beta_{26} = 0$	16,22	1,88	H_1
Model 7	$\beta_{17} = \beta_{22} = \beta_{24} = 0$	0,93	2,6	H_0

Izvor: izračun autora.

Time se potvrđuje kako su prosječne tražene cijene stanovanja na sedam strana svijeta signifikantno veće u odnosu prema sjeverozapadu, te kako za svaku od njih vrijedi signifikantno negativan efekt povećanja udaljenosti od centra grada. Efekt lošije automobilske infrastrukture na tražene cijene je negativan. Efekt zona je signifikantan u smislu značajno nižih cijena u svim gradskim zonama u usporedbi sa zonom Centar. Veličina stana pokazuje zanemarivo malu, ali signifikantnu povezanost s traženim cijenama dok efekt godina, kao i u polaznom modelu, ukazuje na signifikantno više prosječne tražene cijene nekretnina ponuđenih u ranijim godinama.

5. ZAKLJUČAK

U ovome radu je na primjeru Grada Zagreba procijenjen hedonički ekonometrijski model u kojem su po prvi put korištene varijable udaljenosti s varijablama lokacije. Rezultati testa pokazali su kako su obje grupacije varijable signifikantne u objašnjavanju razlika u traženim cijenama stanova u Zagrebu.

Činjenica kako je efekt udaljenosti na tražene cijene stanova signifikantno različit od nule, čak i u modelu u kojem su uračunati efekti administrativnih barijera ima snažne implikacije na postojeću praksu izračunavanja i procjenjivanja cijena na temelju prosjeka kvartova ili četvrti.

Iz rezultata je razvidno kako je udaljenost, odnosno trošak dnevnih migracija, važna stavka u objašnjavanju cijena stanova. Povrh toga, elastičnost cijene na trošak dnevnih migracija je osjetljiva na smjer kretanja od centra grada,

tako da se udaljenost različito penalizira u različitim smjerovima kretanja. U sedam od promatranih osam zemljopisnih strana svijeta, udaljenost je imala negativan efekt na kretanje traženih cijena stanova, a u smjeru sjeverozapada je efekt udaljenosti bio pozitivan, ali i znatno manje signifikantan.

Signifikantnima su se pokazale i varijable prosječne brzine prometovanja automobilom, veličine stana i vremena. Prosječna brzina putovanja automobilom od nekretnine do centra grada se pokazala signifikantnom i negativnom u skladu s teoretskim očekivanjima. Sporije prometovanje (više minuta po kilometru) implicira i manju cijenu nekretnina.

Veličina stana je također rezultirala efektom koji je donekle suprotan uvriježenim stavovima na tržištu stanova. Naime, efekt veličine stanova na prosječnu traženu cijenu kvadratnog metra stana je pozitivan, signifikantno različit od nule, ali i zanemarivo malen. Ovakav rezultat je predznakom i signifikantnošću suprotan od nečega što bi moglo nazvati standardnim iskustvenim rezultatom ili uvriježenim stavom dionika na tržištu. U ovome trenutku je teško kazati radi li se o statističkoj anomaliji ili posljedici ispravnog modeliranja, ali u svakom slučaju s obzirom na broj opservacija, signifikantnost varijabli i činjenicu da se u praksi uzorak ne korigira za udaljenost, možemo ustvrditi da rezultate treba uzeti u obzir i na njih obratiti pažnju i u istraživanjima koje će slijediti.

Kada govorimo o nedostacima istraživanja, više je nego očito kako spomenute varijable objašnjavaju manje od polovice devijacija u traženim cijenama stanova i kako postoji potreba za modelom koji će to više objasniti. U tom kontekstu, kao što su pokazala i druga istraživanja, bilo bi jako interesantno u analizu uključiti varijable starosti nekretnina, kata na kojem se nalazi nekretnina, katnosti objekta u kojem se nalazi nekretnina, vrste grijanja/hlađenja, energetskog certifikata, broja kupaonica i slično, a koje su se u dosadašnjim studijama pokazale signifikantnima u objašnjavanju cijena. Nažalost, s obzirom na prirodu baze podataka koju smo koristili, u ovome istraživanju spomenute varijable s izuzetkom kata za neke nekretnine, nisu bile dostupne.

U kontekstu implikacija ovoga istraživanja, više je nego očigledno kako rezultati ovoga istraživanja ukazuju na činjenicu kako je potrebno unaprijediti dosadašnju praksu računanja prosjeka s ekonometrijskim pristupom u procjeni vrijednosti nekretnina, neovisno o tome radilo se o poreznoj osnovici ili kolateralu financijske institucije. Ustaljena praksa računanja prosjeka po kvartovima ili po godinama jednostavno nudi jednodimenzijalnu analizu stanja na tržištu i permanentno analitičare i donositelje odluka uskraćuje za važan dio informacije, nudeći im konstantno parcijalno korisne informacije izvađene iz zajedničkog konteksta, koji se može ekonometrijski procijeniti.

LITERATURA

Alonso, W., 1964. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Bahovec, V., i Erjavec, N., 2009. *Uvod u ekonometrijsku analizu*. Zagreb: Element d.o.o.

Boras, T., 2012. *Prostorna elastičnost rente*. Specijalistički poslijediplomski rad. Zagreb: Ekonomski fakultet-Zagreb.

Botrić, V. i Kordej De Villa, Ž., 2005. "Determinants of regional housing market in Croatia". 45th Congress of the European Regional Science Association. Amsterdam. Dostupno na [<http://www.sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa05/papers/289.pdf>]

Centar nekretnina, 2013. Dostupno na [<http://www.centarnekretnina.net>]

Court, A. T., 1939. Hedonic price indexes with automotive examples. U *The Dynamics of Automobile Demand* (str. 98-119). New York: General Motors.

Dubin, R., 1991. "Commuting Patterns and Firm Decentralization". *Land Economics*, 67(1), str. 15-29.

Fina, M. H., 2000. *Urban Spatial Structure and Household Travel Time*. Virginia Polytechnic Institute and State University.

Fujita, M., 1989. *Urban Economic Theory: Land Use and City size*. Cambridge: Cambridge University Press.

Giuliano, G., i Small, K. A., 1991. "Subcenters in the Los Angeles Region". *Regional Science and Urban Economics* (21), str. 163-182.

Griliches, Z., 1961. "Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric of Quality Change". U *The Price Statistics of the Federal Government*, (73) (str. 173-196).

Keskin, B., 2008. "Hedonic Analysis of Price in the Istanbul Housing Market". *International Journal of Strategic Property Management* (12), str. 125-138.

Kunovac, D. et al., 2008. "Primjena hedonističke metode za izračunavanje indeksa cijena nekretnina u Hrvatskoj". *Istraživanja (I-20)*. Zagreb: Hrvatska narodna banka.

McDonald, J. F., i McMillen, D. P., 2007. *Urban Economics and Real Estate: Theory and Policy*. Oxford: Blackwell Publishing.

McMillen, D. P., 2006. "Testing for Monocentricity" u R. J. Arnott i D. P. McMillen, ur. *A Companion to Urban Economics*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 128-140

Mills, E. S., 1972. *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Muth, R., 1969. *Cities and Housing*. Chicago: University of Chicago Press.

O'Sullivan, A., 2007. *Urban Economics* (6 izd.). New York: McGraw-Hill/Irwin.

Ottensmann, J. R., Payton, S., i Man, J., 2008. "Urban Location and Housing Prices within a Hedonic Model". *The Journal of Regional Analysis and Policy*, 38(1), str. 19-35.

Small, K. A., i Song, S., 1992. "Wasteful' Commuting: A Resolution" . *Journal of Political Economy*, 100(4), str. 888-898.

Verbeek, M., 2000. *A Guide to Modern Econometrics*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Von Thünen, J. H., 1826. *The Isolated State* (Pretiskano 1966. izd.). New York: Pergamon Press.

Wooldridge, J. M., 2013. *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (5th Edition). South-Western, Cengage Learning.

Yiu, C. Y. i Tam, C. S., 2004. The estimation of housing price gradients: A comparison of different approaches applied in Hong Kong, prezentiran na International Conference: Adequate&Affordable Housing for all, 24.-27.6.2004., Toronto: Centre for Urban and Community Studies, University of Toronto. Dostupno na: [HYPERLINK "http://www.urbancentre.utoronto.ca/pdfs/housingconference/Yiu_Tam_Housing_Price_Gradi.pdf"]

Zietz, J., Zietz, E. N., i Sirmans, G. S., 2008. "Determinants of House Prices: A Quantile Regression Approach." *Journal of Real Estate Finance and Economics* 37(4), str. 317-333.

Tamara Slišković, univ. spec. oec.

Asistant
University of Zagreb
Faculty of Economics & Business
Department of Macroeconomics and Economic Development
E-mail: tamara.sliskovic@efzg.hr

Josip Tica, PhD

Associate Professor
University of Zagreb
Faculty of Economics & Business
Department of Macroeconomics and Economic Development
E-mail: jtica@efzg.hr

SPATIAL ELASTICITY OF ASKED PRICE IN THE ZAGREB HOUSING MARKET***Abstract***

The goal of this paper is to estimate effect of distance on prices on the housing market in the City of Zagreb. Estimated hedonic econometric model confirms the theoretical expectation of the negatively sloped bid-rent curve – negative effect of distance on real estate prices. The results are robust even after effects of neighborhoods, time, size and average speed of commuting between dwellings and downtown are accounted for. The results of this study have strong implications due to the fact that most of the scientific papers on Croatian real estate market and almost all professionals on the market use neighborhood/regional averages as proxies for distance. The topic of the research is important in the framework of: (i) mass estimation of the real estate properties in the context of the real estate tax introduction; (2) estimation of the fair value of real estate properties within the Basel III rules in the financial sector.

Key words: bid-rent, hedonic estimation, housing prices, real estate market

JEL classification: R 21, R31