

<https://doi.org/10.7251/EMC2402408S>

Datum prijema rada: 30. maj 2024.

Submission Date: May 30, 2024

Datum prihvatanja rada: 15. decembar 2024.

Acceptance Date: December 15, 2024

UDK: 347.253:349.418(497.6RS)

Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije

Economy and Market Communication Review

Godina/Vol. **XIV** • Br./No. **II**

str./pp. 408-423

**ORIGINALNI NAUČNI RAD / ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER**

## **PRIMJENA CAMA ALGORITMA U MASOVNOJ PROCJENI VRIJEDNOSTI NEPOKRETNOSTI U REPUBLICI SRPSKOJ**

**Dragan Stanković** | Doktorand, Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove Republike  
Srpske, dragan.stankovic@rgurs.org; ORCID:0000-0002-5977-0371

**Sažetak:** Tržište nepokretnosti predstavlja sastavni dio ekonomskog razvoja svake države i doprinosi promovisanju investicija, proizvodnje, povećanju prihoda kao i socio-ekonomsku stabilnost. Svaka država teži da ostvari stabilnost tržišta nepokretnosti. Najvažniji faktor stabilnosti tržišta nepokretnosti su cijene nepokretnosti. Cijene nepokretnosti određuju opšte blagostanje građana. One utiču i na poslovanje banaka (preko hipoteka, kupoprodaja itd.). Izuzetno je značajno stabilizovati cijene nepokretnosti. Samo na taj način je moguće implementirati politike i makroekonomske mjere koje će tržište nepokretnosti učiniti efikasnim segmentom ukupnog društveno-ekonomskog sistema. Zbog svega navedenog, veoma je važno tačno procijeniti cijene nepokretnosti. Proces formiranja cijene nepokretnosti počinje u Registru cijena nepokretnosti a završava kontrolom kvaliteta i kalibracijom modela i predstavlja iterativan proces. Masovna procjena vrijednosti nepokretnosti omogućava transparentnost i objektivnost u procjeni vrijednosti nepokretnosti i omogućava pravednije oporezivanje nepokretnosti. Cilj ovog istraživanja je da se procjeni vrijednost nepokretnosti primjenom metode masovne procjene vrijednosti nepokretnosti - CAMA (eng. Computer Assisted Mass Appraisal) algoritma. Rezultati istraživanja pokazuju da odstupanja cijena iz notarskih ugovora i procijenjenih vrijednosti odgovaraju standardima koji se primjenjuju u masovnoj procjeni vrijednosti nepokretnosti u svim zemljama svijeta koji ih primjenjuju.

**Ključne riječi:** CAMA algoritam, masovna procjena vrijednosti nepokretnosti, vrijednosne zone, relacione tabele.

**JEL klasifikacija:** C44, C51, C61, H31.

### **UVOD**

Tržište nepokretnosti je važno područje djelatnosti u tržišno orijentisanim ekonomijama. Za tržišta nepokretnosti vrijede iste zakonomjernosti kao i za ostala tržišta (roba, usluga, kapitala). Veći poremećaji tražnje ili veća ponuda nepokretnosti automatski dovodi do pada cijena i obrnuto. Problemi i krizne situacije se promptno reflektuju na tržište nepokretnosti; krize najviše utiču na cijene nepokretnosti. Važan je

i fiskalni momenat, jer od prometa na tržištu nepokretnosti zavise nacionalni i lokalni fiskalni prihodi. Najvažniji pokazatelj stabilnosti tržišta nepokretnosti su cijene nepokretnosti. Cjenovna politika na tom složenom tržištu je osjetljiva čak i na manje promjene ponude ili tražnje. Ona utiče na poslovanje banaka (preko hipoteka, kupoprodaja itd.), pa je zbog svega izuzetno značajno stabilizovati cijene nepokretnosti i doći do njihovih realnih vrijednosti. Tržišna vrijednost nepokretnosti se može smatrati jednom od četiri karakteristike nepokretnosti na kojima se zasniva osnovna paradigma geodetsko-katastarskog informacionog sistema i katastra nepokretnosti (Miladinović, 2013), pored položaja nepokretnosti (broj parcele i njen položaj), prava (i imaoci prava) na nepokretnostima i načinu korišćenja. Tržište nepokretnosti neopravdano je već duži niz godina (deceniju) ostalo izvan akademskog bavljenja ovim pitanjem. Hipotekarna kriza u SAD potakla je mnoge istraživače da se ozbiljnije bave tržištem nepokretnosti<sup>1</sup>. Za razliku od finansijske krize tog perioda, tržište nepokretnosti se drugačije ponaša u doba pandemije COVID 19. Finansijski sistem savremenih država je mjerama ekonomske politike (smanjenje kamatnih stopa, subvencijama,...) uspio da neutrališe početne šokove i tržište je reagovalo tako da je tržište nepokretnosti i dalje raslo. Tome je doprinijela i činjenica da stanovništvo nije bilo kreditno zaduženo kao u doba finansijske krize (Duca, J., Muelbauer, J., Murphy, M., 2021).

Proces formiranja cijene nepokretnosti počinje u Registru cijena nepokretnosti a završava kontrolom kvaliteta i kalibracijom modela i predstavlja iterativan proces. Proces formiranja cijene nepokretnosti se može prikazati u nekoliko koraka (ne moraju biti uslovljeni navedenim redom):

1. preuzimanje podataka o tržištu, analiza tržišta nepokretnosti i izdvajanje kvalitetnih transakcija (Registar cijena nepokretnosti),
2. vremensko prilagođavanje cijena transakcija,
3. preuzimanje podataka o nepokretnostima (katastarske evidencije) i analiza podataka,
4. određivanje ambicije modela (definisane vrijednosnih nivoa),
5. kreiranje vrijednosnih zona i dodjeljivanje vrijednosnih nivoa svakoj zoni,
6. izrada relacionih tabela,
7. izrada vrijednosnih tabela,
8. određivanje (modelovanje) uticaja drugih faktora,
9. kontrole kvaliteta (zona, nivoa, uniformnosti procjene) - kalibracija modela (prva iteracija)
10. druga, treća... n-ta iteracija (ponavljanje prethodnog postupka).

## **PREGLED KORIŠTENE LITERATURE**

U novije vrijeme, pitanje masovne procjene vrijednosti nepokretnosti izazvalo je veliku pažnju i interes istraživača i kreatora ekonomskih politika u svijetu. Navedimo neke autore i istraživanja koja su se bavila pitanjem uticaja faktora na cijene nepokretnosti.

Analizirajući koje su to metode masovne procjene vrijednosti nepokretnosti u

<sup>1</sup> Padom tržišta finansijskih derivata vezanim za hipoteke (počela 2007. godine i može se porediti sa velikom depresijom iz 1929. godine), cijeli svijet je usmjeren na recesiju čije posljedice osjećamo i danas.

Grčkoj i poređenje primjene GIS CAMA metoda i MRA metoda u procjeni nekretnina, autori (Dimopoulos, T., Moulas, A., 2016) zaključuju da je GIS CAMA metod bolji u masovnoj procjeni vrijednosti nepokretnosti.

Napredne informaciono-komunikacione tehnologije, kao što je statističko modeliranje i pretraživanje velikog broja podataka (rudarenje podataka, Data Mining) izuzetno je važno za određivanje uticaja faktora na cijene nepokretnosti. Tako autori (Ersoz, F., Ersoz, T., Soydan, M., 2018) primjenom tehnika Data Mining-a (CHAID i C&RT algoritmi) smatraju da najveći uticaj na cijenu nepokretnosti imaju veličina nepokretnosti, udaljenost od centra grada, popularnost sredine u kojoj se nepokretnost nalazi i godina izgradnje.

Analizirajući uticaj faktora na cijene nepokretnosti autori (Račić, 2022) postavljaju pitanje u kojoj mjeri najčešće korišteni indikatori daju dovoljno dobru informaciju o analiziranoj pojavi i da li možda postoje i neki drugi faktori koji su bili nepoznati ili zapostavljeni. Izbor faktora je ipak subjektivna stvar i zavisi od cilja istraživanja.

Brojni su primjeri korištenja informacionih tehnologija i regresione analize na rješavanju problema izbora optimalnih investicionih rješenja (Landika, M., Bojić, J., 2016).

Korištenje statističkih metoda u procjeni vrijednosti nepokretnosti zahtijevaju kompleksna izračunavanja koja podrazumijevaju nekoliko iteracija i mnogo vremena za procjenu, kao i snažnu računarsku podršku (Babić, R., Ozmeć-Ban, M., Bajić, J., 2019).

Pristup rješavanju problema temeljen na rezultatima modela matematičkog programiranja oslobađa donosioca odluke od subjektivizma u procesu odlučivanja (Landika, M., Račić, Ž., 2021).

CAMA sistem se koristi u masovnoj procjeni vrijednosti nepokretnosti zbog objektivnosti u procjeni nepokretnosti. Prema (McCluskey, 2013) CAMA sistem koriste mnoge zemlje u svijetu. Navedimo neke: SAD, Velika Britanija, Kanada, Brazil, Rusija, Danska, Finska, Švedska.

U svom istraživanju (Wittowsky, D., Hoekveld, J., Welsch, J., 2020), navode da se klasična fraza agenta za nekretnine „lokacija, lokacija, lokacija“ ponovno pokazala kao ključni faktor koji objašnjava cijene stambenih nekretnina. Njihovo istraživanje pokazalo je da „lokacija“ ne obuhvata samo okruženje stana u klasičnom smislu, već i stanare pored kojih se živi (bogatstvo i nacionalna pripadnost, primjedba autora ovog rada), prisutnost i dostupnost sadržaja kao što je javni prijevoz (tramvaj, metro, autobus...) i dostupnost autoputa. Osim toga, važnu ulogu igra i cijena stanova u okruženju u hedonističkom modeliranju cijena.

Iako na cijene nepokretnosti utiču krizne situacije (ratna dešavanja, pandemija korona virusa), postoji visok stepen pouzdanosti i povjerenja u predložena rješenja (Aleksić, J., Landika, M., Barjaktarević, M., 2021).

Rezultati istraživanja (Trung, P.D., Quan, N.T.G., 2019) uticaja faktora na procjenu vrijednosti nepokretnosti, kao što su: prirodni, ekonomski (profitabilnost sa stanovišta iznajmljivanja ili prodaje), pravni, politički, tržišni (ponuda-tražnja, tržište rada, finansijsko tržište), makroekonomski faktori, na bazi višestruke regresione analize, pokazuju pozitivan, ali ne i statistički značajan, uticaj izabranih varijabli. Najveći uticaj na cijenu nepokretnosti imaju makroekonomski faktori, nakon njih pravni faktori zatim tržišni, politički, ekonomski i na kraju prirodni faktori.

Brojne poslovne odluke donose se na bazi intuicije a ne korištenjem naučnih metoda. Naučni pristup je neophodan, posebno u situacijama kada su pojave uslovljene brojim faktorima (nekada i nemjerljivim) koji nisu korišteni u procjeni a bitno utiču na nju (Laketa, M., Aničić, J., Laketa, L., 2016).

## METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Masovna procjena ili masovna procjena pomoću računara (eng. Computer Assisted Mass Appraisal-CAMA) su termini koji se obično primjenjuju za procjenu vrijednosti nepokretnosti u svrhu oporezivanja nepokretnosti. Razvoj računskih tehnologija omogućava računarski podržane metode procjene vrijednosti svih nepokretnosti. CAMA predstavlja računarski algoritam za masovno i pojedinačno izračunavanje vrijednosti nepokretnosti. Upotreba izraza Tehnike procjene vrijednosti svih nepokretnosti uz pomoć računara definišu se kao sistemska procjena vrijednosti svih nepokretnosti na određeni dan primjenom standardizovanih procedura i statističkih testiranja.

CAMA algoritam se sastoji od nekoliko komponenti:

- (1) Specifikacija modela (matematički oblik modela ili modela vrednovanja),
- (2) Prodajne cijene i opisni podaci o nepokretnosti,
- (3) Podaci o prihodima i rashodima i opisni podaci o nepokretnosti,
- (4) Softver za kalibraciju modela (obično multivarijantna statistička metoda),
- (5) Kalibrisani modeli (određena funkcija ulaznih podataka sa utvrđenim koeficijentima modela; matematički izraz za izračunavanje procjene vrijednosti),
- (6) Atributi (osobine) koja se vrednuju (karakteristike potrebne modelu procjene u računarski čitljivom obliku),
- (7) Softver za vrednovanje (softver za primjenu kalibrisanog modela na karakteristike ulaznih atributa, tako da se izrađuje procjena vrijednosti, kreira datoteka procjena i izrađuju definisani izveštaji ili se mogu proizvesti) i
- (8) Procjene vrijednosti (datoteka ili baza podataka procjena vrijednosti).

CAMA sistemi se koriste u mnogim dijelovima svijeta od 1970-ih (Ujedinjeno kraljevstvo, Sjeverna Amerika). Slovenija se pridružila listi zemalja koje koriste sisteme procjene vrijednosti nepokretnosti potpomognute CAMA algoritmom. Treba naglasiti da se evropski model organizacije CAMA razlikuje od onog u Sjevernoj Americi. Dokazano je da CAMA algoritmu treba manje vremena za procjenu nepokretnosti i prilagođena je korisniku. U stanju je da izvrši složene proračune koje računar lako izvodi u poređenju sa tradicionalnim sistemom.

Aktivnosti i rezultati istraživanja u vidu funkcionisanja CAMA algoritma na analiziranom području predstavljeni su kroz teorijske osnove modela i primjeni modela. Iz Registra cijena nepokretnosti je izdvojeno je 525 kvalitetnih (obrađenih) transakcija (bez uočenih „outlayer-a“), za period od prvog kvartala 2018. god. do trećeg kvartala 2021. godine, što predstavlja oko 4,5% od Fonda stanova.

Model je zasnovan na metodi poređenja tržišta. Model se sastoji od slojeva vrijednosnih zona (lokacijski parametar) i vrijednosnih nivoa, vrijednosnih tabela, bodova, bodovnih razreda i faktora (faktor obnove i dr.), osobina dijelova zgrada, položaja stana u zgradi, ukupne površine dodatnih prostorija stana (kao što su teresa, lođa i/ili balkon) kao i udaljenost od objekata privredne infrastrukture. Vrijednosti u tabeli vrijednosnih nivoa su izražene za referentnu jedinicu za vrednovanje (procjenu vrijednosti). Referentna jedinica vrednovanja modela za stan ima slijedeće osobine: stvarna

upotreba (korišćenje, namjena), površina, period izgradnje, obnova ili ne krova, fasade, prozora, instalacija, postojanje lifta, položaj u zgradi, spratnost, blizina infrastrukturnih objekata. Svakoj vrijednosnoj zoni se dodjeljuje vrijednosni nivo. Vrijednost nivoa predstavlja vrijednost referentne jedinice unutar posmatrane vrijednosne zone, vrijednost stana i vrijednost garaže ili parking mjesta, ako postoji. Formula za izračunavanje procijenjene vrijednosti data je slijedećim izrazom:

$$V = VT \times F_{obn} \times F_{svoj} \times F_{dp} \times F_{pol} \times F_{ud}, \quad (1)$$

gdje je:

$V$  = procijenjena vrijednost nepokretnosti,

$VT$  = vrijednost iz tabele vrijednosti stana,

$F_{obn}$  = faktor obnove,

$F_{svoj}$  = faktor svojstva,

$F_{dp}$  = faktor dodatog prostora,

$F_{pol}$  = faktor položaja u zgradi,

$F_{ud}$  = faktor uticaja oblasti – udaljenost.

Izračunavanje procijenjene vrijednosti nepokretnosti je iterativni proces. Sastoji se od 8 iteracija (koraka).

*Prvi korak:* Određivanje lokacije-vrijednosne zone i nivoa.

U zavisnosti od položaja zgrade u kojoj se nalazi posmatrani stan, određuje se odgovarajuća zona vrijednosti i dodijeljeni nivo vrijednosti. Vrijednosne zone i dodijeljeni nivoi modela vrednovanja za stan predstavljeni su lokacijom.

*Drugi korak:* Određivanje vrijednosti iz vrijednosne tabele za dio zgrade sa pripadajućim zemljištem na osnovu godine izgradnje i površine.

Bira se vrijednosna tabela koja odgovara vrijednosnom nivou (određena u prvoj iteraciji). Ulazni podaci za određivanje vrijednosti iz vrijednosne tabele su godina izgradnje i površina. Na osnovu godine izgradnje i površine iz vrijednosne tabele određuje se vrijednost osnove i vrijednost za svaki dodatni m<sup>2</sup>, koji se u množi sa površinom koja prelazi površinu osnove (razlika površina). Vrijednost iz vrijednosne tabele dobija se sabiranjem vrijednosti za osnovu i vrijednosti za dodatni m<sup>2</sup>.

*Treći korak:* Određivanje faktora obnove. Za definisanje veličine faktora obnove određuje se prosječna godina obnove dijela zgrade. Prosječna godina obnove računa se na osnovu slijedećeg izraza:

$$L_{obn} = U_{fasade} \times L_{fasade} \times U_{krova} \times L_{krova} \times U_{prozora} \times L_{prozora} \times U_{instalacije} \times L_{instalacije}, \quad (2)$$

gdje je:

$L_{obn}$  = prosječna godina obnove,

$U_{fasade}$  = težina za obnovu fasade,

$L_{fasade}$  = godina obnove fasade,

$U_{krova}$  = težina za obnovu krova,

$L_{krova}$  = godina obnove krova,

$U_{prozora}$  = težina za obnovu prozora,

$L_{prozora}$  = godina obnove prozora,

$U_{instalacije}$  = težina za obnovu instalacija,

$L_{instalacije}$  = godina obnove instalacija.

Na osnovu broja vrijednosnih nivoa, godine izgradnje i prosječne obnove, faktor obnove se određuje iz odgovarajuće tabele obnove.

*Četvrti korak:* Određivanje faktora svojstva. Na osnovu podataka o pojedinačnom dijelu zgrade, vrijednost boda faktora svojstva se određuje na osnovu odgovarajuće tabele svojstava. Tabela svojstva je određena na osnovu stvarnog korišćenja dijela zgrade i broja stanova. Na osnovu postignutog boda, faktor svojstva se određuje u odgovarajućim klasama.

*Peti korak:* Određivanje faktora dodatnog prostora. Faktor dodatnog prostora se određuje prema stvarnom korištenju dijela zgrade, površini stambenog prostora i površini dodatnog prostora. Površina dodatnog prostora predstavlja zbir površina prostora otkrivene/otvorene terase, balkona, lođe i natkrivene/zatvorene terase, balkona, lođe.

*Šesti korak:* Određivanje faktora položaja stana u zgradi. Faktor položaja stana u zgradi se određuje kombinacijom položaja stana u zgradi i prisustva lifta.

*Sedmi korak:* Određivanje faktora uticaja oblasti – udaljenost. Faktor uticaja oblasti zavisi od područja uticaja objekata javne privredne infrastrukture (putevi, željeznice, dalekovodi). Ako postoji nekoliko uticaja na istu nepokretnost, tada se faktor udaljenosti određuje množenjem faktora uticaja pojedinih faktora, pri čemu se određuje najveći mogući uticaj ili najmanji mogući ukupni faktor.

*Osmi korak:* Izračunavanje procjenjene vrijednosti stana.

Korelacionom analizom su određeni najuticajni parametri (faktori) a to su, pored lokacije, površina stana, godina izgradnje objekta, sprat stana i postojanje lifta (tabela 1).

**Tabela 1:** Korelacija analiziranih faktora

Korelacija	Površina	Cijena	Godina izgradnje	Sprat	Lift
Površina	1	-0.30	-0.03	0.08	-0.06
Cijena	-0.30	1	0.53	-0.18	0.21
Godina izgradnje	-0.03	0.53	1	-0.08	0.32
Sprat	0.08	-0.18	-0.08	1	0.34
Lift	-0.06	0.21	0.32	0.34	1

**Izvor:** Kalkulacija autora, 2024.

Navedeni parametri su korišćeni u modelu za formiranje cijene nepokretnosti. Mogu se modelovati i koristiti i drugi parametri (varijable, korektivni faktori): udaljenost od značajnih infrastrukturnih objekata, ukupan broj stanova u zgradi, renoviranje, kvalitet objekta i sl. Uticaj lokacije na vrijednost nepokretnosti može da varira, od 40 % u ruralnim područjima do 80 % u urbanim područjima. U ruralnim područjima kvalitet može da ima najveći uticaj.

Krenimo od definisanja analitičkih područja. Analitička područja su prostorne (geografske) zone izrađene na osnovu prostorne (tržišne) analize određene nepokretnosti i najčešće su zajednička za nepokretnosti slične namjene ili korišćenja kao što su stanovi, kuće i stambena (građevinska) zemljišta. Vrijednosne zone su vezane za model dok se analitička područja odnose na tržište. Za izdvojene transakcije (525) se



vrši vremensko-komparativno prilagođavanje na izabrani datum (30.09.2021. godine). Vremenskim prilagođavanjem se cijene transakcija tržišta prilagođavaju na datum 30.09.2021. godine, u odnosu na površinu i datum transakcije. Vremenski prilagođena ( $C_{VP}$ ) cijena se dobija množenjem indeksa cijena ( $I$ ) i cijene transakcije ( $C$ ).

$$C_{VP} = C \cdot I \quad (3)$$

Indeks cijena se određuje iz linearne regresije u zavisnosti od površinske klase. Kreirane su četiri površinske klase (tabela 2) i svakoj transakciji je dodijeljena oznaka površinske klase.

Tabela 2: Površinske klase

Oznaka površinske klase	Površina [m <sup>2</sup> ]	Broj transakcija
P1	< 44	131
P2	45 - 60	180
P3	61 - 75	118
P4	> 75	95

Izvor: Kalkulacija autora

Kreiranje vrijednosnih zona. Zona je geografsko područje gdje predmetne (slične) nepokretnosti imaju približno istu tržištu vrijednost. Predstavlja lokacijski parametar u modelu. Kod modeliranja u fazi vremenskog prilagođavanja transakcija uvijek se počinje sa preliminarnim zonama koje se kreiraju na osnovu poznavanja tržišta, fonda, geografskih granica. Prilikom određivanja („crtanja“) zona nastojalo se pridržavati principa: poznavanja tržišta i visine prosječnih vrijednosti stanova, lokacije (udaljenosti od centra), sličnosti strukture fonda objekata i geografskih (fizičkih) granica. Kontrolama zona i nivoa se može odrediti koje transakcije ne pripadaju određenoj zoni (vrijednost kontrole izvan dozvoljenog intervala, više u nastavku), isključiti ih ili pridružiti drugoj zoni, ili promijeniti granicu zone (iterativni postupci). Grafikon 1 daje prikaz prijedloga zona i vrijednosnih nivoa.

Izrada vrijednosnih tabela (vrijednosni nivoi i relacione tabele). Definišimo prvo vrijednosne nivoe i relacione tabele. Osnovna jedinica za formiranje cijene nepokretnosti je referentna nepokretnost. Referentna nepokretnost je najčešća nepokretnost određenih karakteristika u katastarskoj evidenciji ili na tržištu (najčešće se podudara ju). Na primjer, za stanove, osnovne karakteristike su površina i godina izgradnje, dok za kuće površina objekta i površina i stepen izgrađenosti pratećeg zemljišta. U našem primjeru, referentni stan je stan površine 57 m<sup>2</sup> izgrađen u periodu od 1970-1980. godine. Na osnovu cijena referentnog stana, razlike najviše i najniže cijene određuje se broj vrijednosnih nivoa a time i najmanji broj zona. Svaka zona ima svoj vrijednosni nivo. Nivo za svaku zonu odražava vrijednost referentnog stana u toj zoni.

Najniža cijena referentnog stana iznosi 75.000 KM dok najviša iznosi 130.000 KM (razlika iznosi 55.000 KM). Ukupno je određeno sedam (7) vrijednosnih nivoa. U nižim vrijednosnim nivoima su niže cijene stanova dok su u višim vrijednosnim nivoima više cijene stanova. Tabela 3 daje prikaz vrijednosnih nivoa.



**Grafikon 1:** Prikaz zona (poligoni) i vrijednosnih nivoa (brojevi, oznake)

**Izvor:** Registar cijena nepokretnosti, autor, 2024.

**Tabela 3:** Prikaz vrijednosnih nivoa

Oznaka vrijednosnog nivoa	Cijena referentnog stana [KM]	Razlika između nivoa [%]
1	75.000	
2	82.500	10,0
3	90.750	10,0
4	99.800	10,0
5	109.500	9,7
6	120.000	9,6
7	130.000	8,3

**Izvor:** Kalkulacija autora, 2024.

Izrada relacione tabele. Relaciona tabela (RT) definiše uticaj (odnos) površine i godine izgradnje na cijenu (C) ili vrijednost (V) nepokretnosti. Za izradu relacione tabele koristi se teorija uticaja, podaci tržišta i funkcije uticaja na osnovu analize prodaja i teorije uticaja. Relacione tabele se određuju za pojedinačne vrijednosne nivoe. Predstavlja 2D matricu (tabelu) definisanu površinskim klasama (redovi) i vremenskim periodima (kolone). Krajnji cilj je određivanje vrijednosnih tabela (Basic RT) koje su dio modela za formiranje cijene nepokretnosti. Do vrijednosnih tabela se može doći u četiri koraka: određivanje relacionih tabela po vrijednosnim nivoima, normalizacija relacionih tabela po vrijednosnim nivoima, 3. agregacija normalizovanih relacionih tabela svih vrijednosnih nivoa u jednu relacionu tabelu (Basic RT) i normalizacija koeficijena relacione tabele, za potrebe izrade vrijednosnih tabela. Svakoј transakciji se dodjeljuje oznaka površinske klase i oznaka perioda izgradnje kome pripada. Korišće-



no je šest detaljnijih površinskih klasa (označenih<sup>2</sup> od 1-6) i devet (9) perioda izgradnje (označenih od 10-19). Prvi korak je određivanje broja transakcija (N), prosječne cijene (AVG\_PRICE [KM]) i prosječne površine stana (AVG\_SIZE [m<sup>2</sup>]) po definisanim površinskim klasama i periodima izgradnje. Grafikon 2 daje prikaz relacione tabele za prvi vrijednosni nivo.

	KOLONE =>	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Površinske klase /	-	1945	1955	1965	1975	1985	1995	2005	2010	2015
REDOKI	Period izgradnje	1944	1954	1964	1974	1984	1994	2004	2009	2014	*
N 1	0-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N 2	30-49	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	52734	0	74438	82342	58234	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	39	0	45	45	46	0	0	0
N 3	50-74	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	0	0	114418	12229	0	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	0	0	65	67	0	0	0	0
N 4	75-99	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	0	0	155363	0	17083	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	0	0	78	0	92	0	0	0
N 5	100-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N 6	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(PRICE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVG(SIZE)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Grafikon 2:** Prikaz relacione tabele za prvi vrijednosni nivo /VN = 1, V = 75 000 KM

**Izvor:** Kalkulacija autora, 2024.

Drugi korak je normalizacija vrijednosne tabele. Normalizacija vrijednosne tabele podrazumijeva da se prosječna cijena u relacionoj tabeli podijeli sa vrijednosti vrijednosnog nivoa. Na primjer (tabela iznad) prosječna cijena 74 438 KM za pet (5) transakcija u površinskoj klasi od 30 m<sup>2</sup> do 49 m<sup>2</sup> i perioda izgradnje od 1975-1984. godine se podijeli sa 75.000 KM i dobije se normalizovana vrijednost polja tabele 0,99 (Tabela 4).

**Tabela 4:** Prikaz normalizovane relacione tabele za prvi vrijednosni nivo

KOLONE =>	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Površinske klase /	-	1945	1955	1965	1975	1985	1995	2005	2010	2015
Period izgradnje -	1944	1954	1964	1974	1984	1994	2004	2009	2014	*
F RT_11	0	29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F RT_12	30	49	0,00	0,00	0,70	0,00	0,99	1,10	0,78	0,00
F RT_13	50	74	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	1,63	0,00	0,00
F RT_14	75	99	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	2,28	0,00
F RT_15	100	129	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F RT_16	130	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Izvor:** Kalkulacija autora, 2024.

<sup>2</sup> Proizvoljne oznake, površinske klase i periodi izgradnje.

Nakon određivanja relacione tabele određuje se vrijednosna tabela po nivoima. Koeficijenti relacione tabele se normalizuju za referentni stan (npr. ako je koeficijent u ćeliji različit od 1). S obzirom da je u modelu osnova referentni stan čiji je koeficijent naglašen, vrši se normalizacija koeficijenata tako da se svi koeficijenti podijele sa vrijednošću koeficijenta za referentni stan (0,9) i dobije tabela (tabela 5) normalizovanih koeficijenata za uticaj površine i godine izgradnje na cijenu nepokretnosti.

**Tabela 5:** Normalizovana tabela koeficijenata

Osnova površinske klase [m <sup>2</sup> ] / period izgradnje	30	50	75	100	130
do 1944. god.	0,50	0,91	1,45	2,02	2,74
1945-1954	0,57	0,96	1,45	1,96	2,57
1955-1964	0,70	1,06	1,47	1,85	2,29
1965-1974	0,64	1,00	1,42	1,81	2,27
1975-1984	0,71	1,10	1,54	1,97	2,45
1985-1994	0,63	1,09	1,67	2,27	2,99
1995-2004	0,70	1,11	1,61	2,09	2,66
2005-2009	0,77	1,20	1,71	2,19	2,75
2010-2014	0,68	1,20	1,87	2,57	3,43
nakon 2015. god.	0,78	1,20	1,70	2,17	2,72

Izvor: kalkulacija autora, 2024

Vrijednosti u vrijednosnoj tabeli (tabela 6) se računaju tako što se normalizovani koeficijenti iz prethodne tabele množe sa vrijednošću referentnog stana u vrijednosnom nivou po površinskim klasama i periodima izgradnje. Referentni stan se nalazi u površinskoj klasi od 50 m<sup>2</sup> – 74 m<sup>2</sup> i periodu izgradnje od 1965-1974. godine i za prvi vrijednosni nivo (75.000 KM) se množi sa koeficijentom 1,0.

**Tabela 6:** Vrijednosna tabela sa osnovama

Površina [m <sup>2</sup> ]		Period izgradnje	-	1945	1955	1965	1975	1985	1995	2005	2010	2015
od	do		1944	1954	1964	1974	1984	1994	2004	2009	2014	-
-	20	osnova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dodatni m <sup>2</sup>										
30	40	osnova	37624	42394	52526	481	53620	47485	52510	57777	93000	58308
		dodatni m <sup>2</sup>										
50	74	osnova	67950	714	75000	82382	81572	83572	90029	89638	90178	
		dodatni m <sup>2</sup>										
75	90	osnova	108634	109098	110051	106244	115844	125331	120851	128022	140242	127471
		dodatni m <sup>2</sup>										
100	120	osnova	151546	146798	138817	136024	147540	169978	157002	164350	192663	162952
		dodatni m <sup>2</sup>										
130	-	osnova	205305	192419	171561	170405	183951	224430	199324	206398	257383	203855
		dodatni m <sup>2</sup>										

Izvor: Kalkulacija autora, 2024.

Na primjer, za osnovu od 30 m<sup>2</sup> u prvom vrijednosnom nivou za objekat izgrađen nakon 2015. godine koristi se koeficijent 0,78 (Tabela 4) i množi sa vrijednošću referentnog stana od 75.000 KM. Na taj način se dobija vrijednost osnove od 58.308 KM (prethodna tabela). Na koji način se određuje vrijednost za stan od 35 m<sup>2</sup>? Određuje se tako što se odredi vrijednost dodatnog kvadratnog metra u posmatranoj površinskoj klasi. Vrijednost pomnožena sa koeficijentom iz relacione tabele za dodatne kvadratne metre se linearizuje kako ne bi došlo do „probijanja“ cijena između površinskih klasa. Vrijednost dodatnog kvadratnog metra se određuje tako što se razlika vrijednosti osnova dvije susjedne površinske klase podijeli sa razlikom površina osnova susjednih klasa. Na primjer, ako se računa dodatni kvadratni metar za prethodni navedeni primjer, oduzme se vrijednost osnove 30 m<sup>2</sup> od vrijednosti osnove 50 m<sup>2</sup> (90.178 KM – 58.308 KM = 31.870 KM) i podijeli sa razlikom površina osnova (50 m<sup>2</sup> – 30 m<sup>2</sup> = 20 m<sup>2</sup>). Dobije se vrijednost od 1.593 KM za dodatni kvadratni metar u drugoj površinskoj klasi za period nakon 2015. god. Ostale vrijednosti za dodatni kvadratni metar su prikazane u slijedećoj tabeli.

**Tabela 7:** Vrijednosna tabela sa osnovama i dodatnim kvadratnim metrima

Površina [m <sup>2</sup> ]		Period izgradnje	-	1944	1945	1955	1965	1975	1985	1995	2005	2010	2015
od	do			1944	1954	1964	1974	1984	1994	2004	2009	2014	-
-	29	osnova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		dodatni m <sup>2</sup>	1254	1413	1751	1612	1787	1583	1750	1926	1700	1944	
30	49	osnova	37624	42394	52526	48363	53620	47485	52510	57777	51003	58308	
		dodatni m <sup>2</sup>	1516	1471	1340	1332	1438	1704	1553	1613	1932	1593	
30	74	osnova	67950	71806	79333	75000	82382	81572	83572	90629	89638	90178	
		dodatni m <sup>2</sup>	1627	1492	1229	1250	1338	1750	1491	1520	2024	1492	
75	99	osnova	108634	109098	110051	106244	115844	125331	120851	128022	140242	127471	
		dodatni m <sup>2</sup>	1716	1508	1151	1191	1268	1786	1446	1453	2097	1419	
100	129	osnova	151546	146793	138817	136024	147540	169978	157002	164350	192663	162952	
		dodatni m <sup>2</sup>	1792	1521	1091	1146	1214	1815	1411	1402	2157	1363	
130	-	osnova	205305	192419	171561	170495	183951	224430	199324	206398	257383	203855	
		dodatni m <sup>2</sup>											

Izvor: Kalkulacija autora, 2024.

Modelovanje uticaja drugih faktora. Dodatni faktori djeluju korektivno na cijenu nepokretnosti i množe (ili dodaju) se sa procijenjenom cijenom transakcije, tako što se faktor najvećeg uticaja prvi množi (ili dodaje) a zatim ostali faktori manjeg uticaja. Dodatni uticajni parametri koji su korišćeni u formiranju cijene nepokretnosti su sprat stana i postojanje lifta u zgradi. Navedeni parametri su objedinjeni u jedan faktor – faktor položaja stana u zgradi, a mogu se koristiti i odvojeno. Takođe, može se pridružiti i neki drugi faktor (npr. ukupan broj stanova u zgradi, orijentacija stana, renovirano stubište kod starijih zgrada, postojanje parkinga/podruma u zgradi i sl.). Vrijednost faktora položaja stana u zgradi se određuje na osnovu bodovne tabele po razredima, na osnovu definisanih kriterijuma (bodovnika). Ove vrijednosti se određuju empirijski.

**Tabela 8:** Bodovnik kriterijuma

Opis	Bodovi
Nije u podrumu i ima lift	
Stan se nalazi u prizemlju, na prvom, drugom ili trećem spratu i ima lift	10
Stan se nalazi na 4. i višim spratovima a nije u potkrovlju i ima lift	8
Stan se nalazi u potkrovlju i ima lift	7
Na donjim spratovima i bez lifta	
Stan je u prizemlju do četvrtog sprata i nema lifta ili nema podataka o liftu	9
Viši spratovi i bez lifta	
Stan se nalazi na 4. i višim spratovima a nije u potkrovlju i nema lift	6
Stan se nalazi u potkrovlju i nema lift	4
Podrumski stan ili u suterenu	
Stan je u podrumu ili suterenu	2

**Izvor:** autor, 2024.

Na osnovu bodovnika, određujemo faktore za svaki bodovni razred (tabela 9).

**Tabela 9:** Određivanje faktora

Razred	Bodovi		Vrijednost faktora
	od	do	
1	0	3	0,9
2	4	7	0,95
3	8	10	1

**Izvor:** autor, 2024.

Iz navedene tabele se vidi da su za stanove od prizemlja do potkrovlja (ne uključujući potkrovlje) u zgradi sa liftom i stanovi koji se nalaze do četvrtog sprata (ne uključujući potkrovlje) u zgradi bez lifta ili bez podataka o liftu dodjeljuje faktor 1 i ne utiče na prethodno određenu procijenjenu cijenu (vrijednost) stana iz vrijednosne tabele. Za stanove koji se nalaze u suterenu ili podrumu, dodijeljen je najniži faktor (0,9) koji umanjuje procijenjenu cijenu (vrijednost) stana iz vrijednosne tabele za 10%. Za ostale stanove ostalih karakteristika je dodijeljen faktor 0,95. S obzirom da se faktori određuju empirijski, u skladu sa znanjima o uticaju na cijenu stana, moguće su i druge podjele (razredi i bodovi). Npr., može se koristiti veći faktor od 1 za prvu grupu stanova, na primjer 1,05 (dodatnih 5 % na procijenjenu cijenu stana).

Na osnovu vrijednosne tabele (uticaj lokacije, površine i godine izgradnje) i faktora položaja stana (sprat i postojanje lifta) se ponovo računa tržišna cijena stana koristeći jednačinu:

$$V_p = V_T \cdot F_{\text{položaja stana u zgradi}} \quad (4)$$

gdje su:

$V$  – tržišna cijena stana,

$V_T$  – cijena (vrijednost) stana iz vrijednosne tabele i

$F$  – faktor uticaja položaja stana u zgradu.

Koristeći prethodnu formulu možemo izračunati procijenjenu tržišnu cijenu analiziranih stanova. Od 525 analiziranih stanova izdvojili smo 29 i njihova procijenjena vrijednost je data u tabeli 10.

**Tabela 10:** Procijenjena vrijednost nepokretnosti

Stanovi	Cijena iz notarskog ugovora (A)	Procijenjena vrijednost CAMA algoritam (B)	Koeficijent (A/ B)	Odstupanje
3.	100000	114878	0.87049	+
24.	80000	81081	0.98667	+
76.	70000	78801	0.88831	+
83.	80000	83850	0.95408	+
88.	70000	77091	0.90801	+
98.	70000	70723	0.98978	+
102.	80000	86683	0.92290	+
124.	70000	76383	0.98978	+
145.	80000	87592	0.91332	+
169.	110000	139280	0.78977	-
188.	88000	86472	1.01767	+
199.	50000	60865	0.82149	+
209.	70000	76246	0.91808	+
217.	85000	98141	0.86610	+
266.	125000	130825	0.95547	+
277.	92000	95023	0.96818	+
289.	92000	85622	1.07449	+
297.	97000	92078	1.05345	+
300.	69350	82078	0.84493	+
311.	71500	74989	0.95348	+
323.	111300	115794	0.96119	+
344.	41000	52222	0.78511	-
355.	72500	80541	0.90016	+
368.	64000	72021	0.88863	+
389.	77000	92400	0.83333	+
453.	82900	90167	0.91940	+
487.	90000	103405	0.87036	+
511.	72000	80541	0.89395	+
524.	85000	86472	0.98298	+

**Izvor:** kalkulacija autora, 2024

## DISKUSIJA

Rezultati istraživanja pokazuju da primjenom CAMA algoritma dolazimo do fer procjenjene vrijednosti. Odstupanja koja su dozvoljena standardima u Europskoj uniji

i svim zemljama koji promjenjuju ovaj algoritam iznose +/- 20 % od cijene u notarski ugovorima. Na uzorku od 525 analiziranih stanova u Republici Srpskoj, predstavljeno je (slučajnim izborom) 29 stambenih jedinica. U tabeli 9 vidimo da samo 2 procijenjene vrijednosti negativno odstupaju od cijene iz notarskog ugovora, što je izvrstan rezultat.

Problem u ovom, kao i u sličnim istraživanjima, je u kvaliteti podataka i varijablama čiji uticaj određuje cijene nepokretnosti. Ovaj problem je riješen tako da su korišteni podaci u istraživanju testirani tzv. modelom A i Modelom B. Na ovaj način su sve vrijednosti tzv outlajeri, eliminisani iz analize.

## ZAKLJUČAK

Održivo i transparentno tržište i upravljanje nepokretnostima, u skladu sa standardima EU, vode do bržeg ekonomskog razvoja i povećanja investicija. Masovna procjena vrijednosti nepokretnostima sve više postaje nacionalna potreba bez koje se ne može postići efikasno upravljanje nepokretnostima. Prisutan je subjektivizam istraživača kod procjene vrijednosti nepokretnostima. Zbog toga sve više se koriste računarski podržani algoritmi koji doprinosi objektivnim procjenama. CAMA algoritam se primjenjuje u svim razvijenim zemljama. Zbog svoje interkapatibilnosti na različitim platformama omogućava laku primjenu i razne modifikacije.

Specifičnost formiranja procjenjene vrijednosti nepokretnosti ogleda se u definisanju tržišne vrijednosti nepokretnosti ako su poznate cijene iz kupoprodajnih ugovora koji se upisuju u Registar cijena nepokretnosti (formirane na osnovu ponude i tražnje za stanovima), formiranja vrijednosnih zona (lokacijski faktor), vrijednosnih tabela (relacione tabelle i vrijednosni nivoi), dodatnim faktorima uticaja (faktor položaja stana u zgradi) i jednačine za procjenu vrijednosti nepokretnosti.

Rezultati ovog istraživanja mogu biti korisni Republičkoj upravi za geodetske i imovinsko-pravne poslove Republike Srpske da akterima na tržištu nepokretnosti pruži relevantne i pouzdane informacije radi pravednijeg oporezivanja imovine ili prava na nepokretnostima, što će biti preduslov za Bosnu i Hercegovinu tokom pristupanju EU.

## LITERATURA

- Aleksić, J., landika, M., Barjaktarević, M. (2021). Statističko modeliranje profila potrošača u funkciji adaptacije marketing strategije u uslovima pandemije COVID 19. *EMC Review*, 189-200.
- Babić, R., Ozmec-Ban, M., Bajić, J. (2019). Evaluation of unconstraining methods in airlines revenue management system. *EMC Review*, 368-383.
- Dimopoulos, T., Moulas, A., (2016). A proposal of a Mass Appraisal System in Greece with CAMA system: Evaluating GWR and MRA techniques in Thessaloniki Municipality. *Open Geosciences, Vol. 8, No. 1*, 675-693.
- Duca, J., Muelbauer, J., Murphy, M. (2021). What drives house prices Cycles? *International Experience and Policy Issues*, 773-864.
- Ersoz, F., Ersoz, T., Soydan, M. (2018). Research on Factors Affecting Real Estate values by Data Mining. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, 34-45.
- Laketa, M., Aničić, J., Laketa, L. (2016). Razvojna politika i ocjena investicionih projekata.



*EMC Review*, 130-142.

- Landika, M., Bojić, J. (2016). Modeliranje poslovno – ekonomskih strategija kao platforme investicione politike u uslovima rizika. *EMC Review*, 249-263.
- Landika, M., Račić, Ž. (2021). *Operaciona istraživanja: Modeliranje poslovnih sistema*. Banja Luka: Panevropski Univerzitet Apeiron.
- McCluskey, W. (2013). CAMA: What's it all about? *Conference Mass Appraisal* (pp. 231-243). Manila: Manila conference Publisher.
- Miladinović, M. (2013). *Katastar nepokretnosti*. Banja Luka: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banja Luci.
- Račić, Ž. K. (2022). Primjena faktorske analize i I- odstojanja u rangiranju zemalja prema stepenu razvijenosti. *Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije (Economy and Market Communication Review) EMC Review*, 408-420.
- Trung, P.D., Quan, N.T.G. (2019). Factors Affecting The Price of the Real Estate: a Case of Ho Chi Minh City. *British Journal of Marketing Studies (BJMS)*, 211-234.
- Wittowsky, D., Hoekveld, J., Welsch, J. (2020). Residential housing prices: impact of housing characteristics, accessibility and neighbouring apartments – a case study of Dortmund. *Urban, Planing and Transport Research, ILS*, 323-401.

---

## APPLICATION OF THE CAMA ALGORITHM IN MASS PROPERTY VALUATION IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

**Dragan Stanković**

Doctoral candidate, Republic Administration for Geodetic and Property Affairs of the Republika Srpska, dragan.stankovic@rgurs.org;  
ORCID:0000-0002-5977-0371

**Summary:** *The real estate market is an integral part of the economic development of every country and contributes to promoting investments, production, increasing income, as well as socio-economic stability. Every country strives to achieve stability in the real estate market. The most important factor in the stability of the real estate market is real estate prices. Real estate prices determine the general well-being of citizens. They also affect the operations of banks (through mortgages, sales, etc.). It is extremely important to stabilize real estate prices. Only in this way is it possible to implement policies and macroeconomic measures that will make the real estate market an efficient segment of the overall socio-economic system. For all these reasons, it is very important to accurately assess real estate prices. Mass appraisal or Computer-Assisted Mass Appraisal (CAMA) are terms usually applied for the valuation of real estate for property taxation purposes. The development of computational technologies enables computer-supported methods for valuing all properties. CAMA represents a computer algorithm for the mass and individual calculation of real estate values. The use of the term Computer-Assisted Mass Appraisal techniques is defined as the systematic assessment of the value of all properties on a given date using standardized procedures and statistical testing. The CAMA algorithm consists of several components: Model specification (mathematical form of the model or valuation model); Sales prices and*

*descriptive property data; Income and expense data and descriptive property data; Model calibration software (usually multivariate statistical methods); Calibrated models (a function of input data with established model coefficients; a mathematical expression for calculating the estimated value); Attributes (characteristics required by the appraisal model in a computer-readable form); Valuation software (software for applying the calibrated model to the characteristics of input attributes to create value estimates; creating an estimate file and generating defined reports or producible); Value estimates (file or database of value estimates). The goal of this research is to estimate the value of real estate using the mass appraisal method - the CAMA algorithm. The specificity of forming the estimated value of real estate lies in defining the market value of real estate if the prices from sales contracts entered into the Real Estate Price Register (formed based on supply and demand for apartments) are known, forming value zones (location factor), value tables (relational tables and value levels), additional influence factors (apartment location factor within a building), and an equation for estimating real estate value. The research results show that deviations between notarial contract prices and estimated values correspond to the standards applied in mass real estate value appraisal in all countries that implement them.*

**Keywords:** *CAMA algorithm, mass property valuation, value zones, relational tables.*

**JEL classification:** *C44, C51, C61, H31.*

