

UDK 528.4:528.02:515.122

Izvorni znanstveni članak / Original scientific paper

Analiza ažurnosti OSM podataka o zgradama u Republici Hrvatskoj

Krešimir ZOVKIĆ – Zagreb¹, Alen BERIĆ – Poreč²,
Hrvoje MATIJEVIĆ, Vlado CETL – Varaždin³

SAŽETAK. U radu je analizirana ažurnost podataka o zgradama u Republici Hrvatskoj unutar baze OpenStreetMap (OSM), s ciljem procjene njihove prikladnosti za prostorne analize i operativnu primjenu. OSM je otvorena, volonter-ski održavana baza geografskih podataka koja se sve češće koristi u različitim stručnim i znanstvenim kontekstima. S obzirom na neformalnu prirodu prikupljanja podataka, važno je razumjeti razinu njihove potpunosti i točnosti u usporedbi sa službenim izvorima. U radu se opisuje metodologija usporedbe OSM podataka sa službenom Temeljnom topografskom bazom (TTB), pri čemu se koriste dva kriterija – broj zgrada i ukupna površina tlocrta – na razini županija i jedinica lokalne samouprave (JLS). Također se razmatraju prostorne razlike u pokrivenosti, s posebnim naglaskom na utjecaj urbanizacije i turističke atraktivnosti na kvalitetu podataka. Rad donosi pregled korištenih tehnologija, izvora podataka i pristupa analizi, te predlaže neke smjernice za buduće korištenje OSM-a u kontekstu prostornog planiranja i upravljanja.

Ključne riječi: OpenStreetMap (OSM), Temeljna topografska baza (TTB), prostorna analiza, JLS, županije, geoprostorne baze, prostorni podaci, ažurnost podataka.

¹ Krešimir Zovkić, univ. bacc. ing. geod. et geomat., Usus Fructus d.o.o., Alberta Fortisa 25, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: kresimirzovkic11@gmail.com

² Alen Berić, univ. bacc. ing. geod. et geomat., G.E.O.T.I.M. d.o.o., Alekse Šantića 30, HR-52440 Poreč, Hrvatska, e-mail: alen.impr960@gmail.com

³ doc. dr. sc. Hrvoje Matijević, Sveučilište Sjever, Ul. 104. brigade 3, HR-42000 Varaždin, Hrvatska, e-mail: hmatijevic@unin.hr
prof. dr. sc. Vlado Cetl, Sveučilište Sjever, Ul. 104. brigade 3, HR-42000 Varaždin, Hrvatska, e-mail: vcetl@unin.hr

1. Uvod

OpenStreetMap (OSM) je otvorena baza podataka koja je s radom započela 2004. godine i koju održavaju i ažuriraju volonteri kroz dobrovoljno prikupljanje geoinformacija. Podaci OSM-a prikupljeni su metodom crowdsourcinga, u kojoj velika skupina ljudi proizvodi i dostavlja podatke. U engleskoj literaturi navodi se i izraz Volunteered Geographic Information (VGI). Baza je djelomično organizirana, ažurira se neplanski, a podaci se mogu prikupiti na nekoliko načina iz primarnih ili sekundarnih izvora (URL 1). Osnovna komponenta u modelu podataka OSM-a su elementi koji se dijele na čvorove, puteve i relacije (URL 2), a za pripremu podataka u taj oblik se može koristiti uređivačem JOSM (Java OpenStreetMap Editor) (URL 3).

Pristup kod kojeg svatko može sudjelovati u ažuriranju skupa podataka može omogućiti vrlo visoki stupanj ažurnosti, što ga može učiniti privlačnim za različite namjene. No isto tako, upravo zbog dobrovoljne prirode ažuriranja, podaci OSM mogu i značajnije i na nesustavne načine odstupati od stanja u stvarnom svijetu. Poznavanje stanja ažurnosti skupa podataka posebno je važno prilikom odlučivanja o njegovoj prikladnosti za neki slučaj korištenja. Jedna od metoda ispitivanja stanja ažurnosti je usporedba s drugim, istim ili sličnim skupom podataka.

Stanje ažurnosti odnosno pokrivenosti OSM-a podacima je zanimljiva tema. Globalno promatrano, Prema Herfortu i dr. (2022) prosječna pokrivenost OSM podacima iznosi 21% i najviše je koncentrirana u Europi gdje iznosi 67%. Druga inicijativa (URL 4) prepoznala je na primjer globalnu pokrivenost OSM podataka od 41,53%. Postoji i nekoliko istraživanja na manjim područjima koja su usporedila ažurnost podataka OSM-a u odnosu na službene baze podataka. Metodama strojnog učenja, odnosno korištenjem pred-obrade podataka analize su proveli Brovelli i dr. (2016) na području grada Milana u Italiji, i to usporedbom sa službenom Bazom vektorske kartografije grada Milana. Slično su radili Brovelli i Zamboni (2018) na području regije Lombardije u Italiji, usporedbom sa službenom bazom DBT (Regionalna topografska baza Lombardije). GIS metode su upotrijebili Küçük i Anbaroğlu (2019) na području grada Ankare u Turskoj, usporedbom sa službenom bazom TOPOVT (Vektorska topografska baza Turske), Salvucci i Salvati (2021) za sve regije Italije, usporedbom sa službenom bazom BODA (Otvorena arhiva podataka o zgradama), te Orden i dr. (2020) na području Filipina i Madagaskara, usporedbom s neslužbenim slojem High Resolution Settlement Layer od Facebooka.

Prethodna istraživanja su prepoznala i opće trendove razine pokrivenosti OSM-a koji se pojavljuju na svim lokacijama. Pokrivenost zgradama smanjuje se udaljavanjem od urbanih centara i naseljenih mjesta, što potvrđuju istraživanja Brovelli i dr. (2016) za grad Milano u Italiji i Nowak Da Costa (2016) za distrikt Siedlce u Poljskoj. Törnros i dr. (2015) ustanovili su kako metode automatske analize često podcjenjuju količinu pokrivenosti, a kao rješenje predlažu spajanje zgrada koje se dodiruju čime se poboljšava točnost procjene.

Kako analiza stanja pokrivenosti OSM podataka općenito, pa time niti onih o zgradama, nije provedena za područje Republike Hrvatske (RH), cilj ovog

rada je utvrditi ažurnost OSM podataka o zgradama u RH općenito. Također, namjera je bila i utvrditi postoje li sustavne razlike u ažurnosti ovisno o regiji i razini urbanizacije.

Ostatak rada organiziran je u tri poglavlja. U poglavlju 2 opisujemo podatke korištene za usporedbu te način usporedbe. U poglavlju 3 prikazani su rezultati te dato njihovo tumačenje. U poglavlju 4 daje se zaključak.

2. Materijali i metode

2.1. Korišteni podaci

Trenutno je najažurniji skup podataka o zgradama u RH nastao projektom „Multisenzorsko zračno snimanje Republike Hrvatske za potrebe procjene smanjenja rizika od katastrofa – KK.05.2.1.10.0001“ (URL 5). Podaci iz navedenog projekta su izvorno dostupni u obliku neklasificiranog digitalnog ortofota i klasificiranih LiDAR podataka. Iz oba izvorna skupa podataka moguće izdvojiti podatke o tlocrtima zgrada. Međutim obzirom da bi za to bilo potrebno osigurati hardverske i softverske platforme prikladne za obradu vrlo velikih količina podataka, ovdje smo se odlučili za jednostavniju alternativnu metodu.

U ovom radu, kao osnova za usporedbu je korištena službena topografska baza podataka (TTB), koja sadrži i zgrade. TTB je uspostavljena 2008. godine i organizirana sukladno modelu podataka CROTIS (Topografski informacijski sustav RH). CROTIS je model organizacije topografskih podataka kojim je propisana njihova klasifikacija pri njihovu prikupljanju, obradi, točnosti, načinu prikazivanja i prijenosu. Kao primarni digitalni model podataka čini jednu od dvije osnovne sastavnice sveobuhvatnog sustava STOKIS (Službeni topografsko-kartografski informacijski sustav). Na temelju TTB-a izrađuju se svi ostali proizvodi STOKIS-a. Definirana je Pravilnikom o topografskoj izmjeri i izradbi državnih karata (URL 6), a nastala je većinom iz podataka aerofotogrametrijskih snimanja u mjerilu 1 : 15 000 (Racetin 2013). Objekti su podijeljeni na tri skupine koji se ažuriraju u različitim intervalima. Od toga, zgrade iznad 5000 m² spadaju u prvu skupinu koja se ažurira godišnje, a sve ostale zgrade spadaju u drugu skupinu koje se ažuriraju svake 4 godine. Podaci TTB-a prikupljeni su organizirano, planirano i sustavno u skladu s posebno izrađenim tehničkim specifikacijama. Prikupljaju ih ovlaštene geodetske izvoditelje, a za potrebe projekta financirani su državnim proračunom. Strukturirani su po objektnim cjelinama: geografska imena, reljef, promet, pokrov i korištenje zemljišta, građevine, hidrografija i vodovi (Racetin 2013). Zbog relativno dugačkih intervala ažuriranja pojedinog područja, podatke TTB-a ne možemo smatrati idealno ažurnim te je moguće kako neke od zgrada u TTB-u u naravi ne postoje (Matijević i dr., 2025). Ipak, smatramo kako ih sustavan pristup njihovu ažuriranju čini prikladnim kao osnova za ovu usporedbu.

Za prostornu podjelu teritorija RH na kojem se provodila analiza korišten je Registar prostornih jedinica (RPJ). Prema definiciji Državne geodetske uprave (DGU), to je službena baza koja sadrži podatke o vrsti i imenu, identifikatoru,

prikazu granica i izvoru podatka o granicama prostornih jedinica, podatke o prostornim jedinicama s kojima se povezuju, posebne podatke (status, sjedište i dr.) te vrstu, izvor i datum primjene (URL 7). Postoji više podjela prostornih jedinica za različite namjene, a u ovome radu korištene su upravne prostorne jedinice za županije i Grad Zagreb, te prostorne jedinice lokalne samouprave (JLS) za gradove, općine i naselja. RPJ se dijeli na popise prostornih jedinica, grafički dio te zbirku isprava. U grafičkom dijelu, granice prostornih jedinica vode se kao topološki obrađeni zatvoreni poligon te zajedno prekrivaju područje cijele države (Budimir i dr. 2015).

2.2. Tehnologija

Usporedbu smo proveli određivanjem dviju mjera. Prva mjera je ukupni broj zgrada u jednom i drugom skupu, na promatranom području. Druga mjera je ukupna površina tlocrta svih zgrada u jednom i drugom skupu, na promatranom području.

Metode navedene u uvodu ovog rada, a kojima su se koristile prethodne studije zahtijevaju veliku procesorsku moć, uglavnom zbog velike količine podataka koju treba analizirati. S obzirom na raspoloživost hardvera slabijih performansi, ovdje smo se za provedbu odlučili koristiti tehnologiju geoprostornih baza podataka uz optimizacije izvedbe upita. Umjesto klasičnih GIS funkcionalnosti korišteno je neposredno izvršavanje SQL upita, uz kombinaciju geoprostornih indeksa i dodatnih metoda optimizacije. Ključna tehnika optimizacije bila je atributno označavanje objekata prema administrativnim jedinicama, čime se prostorni upiti ograničavaju na manji podskup podataka i značajno skraćuje vrijeme izvršavanja. Na taj se način dobiva mehanizam za identifikaciju podudarnosti, odstupanja i graničnih slučajeva između službenog skupa podataka TTB-a i OSM-a s mogućnošću ograničavanja upita na jednu ili više prostornih jedinica umjesto da se upiti provode na cijelim skupovima podataka.

Zgrade koje su u `ST_within` (OGC 2010) odnosu s poligonima granica županije odnosno JLS smo brojali kao pripadajuće toj jedinici. Posebno je trebalo obraditi objekte na granicama koji se ne nalaze u cijelosti u jednoj prostornoj jedinici. Takvi objekti su prepoznavani prostornim predikatom `ST_Overlaps` (OGC 2010) u odnosu na poligon tražene granice prostorne jedinice. U tim situacijama zgrada nije pripisana niti jednoj županiji ili JLS-u, već je bilježena zasebno.

Za potrebe analiza nismo ažurirali tablice s postojećim podacima nego smo putem `CREATE TABLE AS SELECT` izradili novu tablicu u kojoj je svakoj zgradi unaprijed dodijeljena oznaka pripadajuće jedinice lokalne samouprave (JLS). Konkretno upit je izgledao ovako:

```
INSERT INTO osm_zgrade_jls(osm_id, jls, geom)
WITH per_unit AS(
  SELECT
    b.osm_id AS osm_id
    a.text AS jls
    b.geom AS geom
  FROM jls a
  JOIN osm_zgrade b
  ON b.ROWID IN(
    SELECT ROWID
    FROM SpatialIndex
    WHERE f_table='osm_zgrade'
    AND search_frame=a.geom
  )
  WHERE ST_Within(b.geom, a.geom) or st_overlaps
  (b.geom, a.geom)
)
SELECT osm_id, jls, geom
FROM per_unit
```

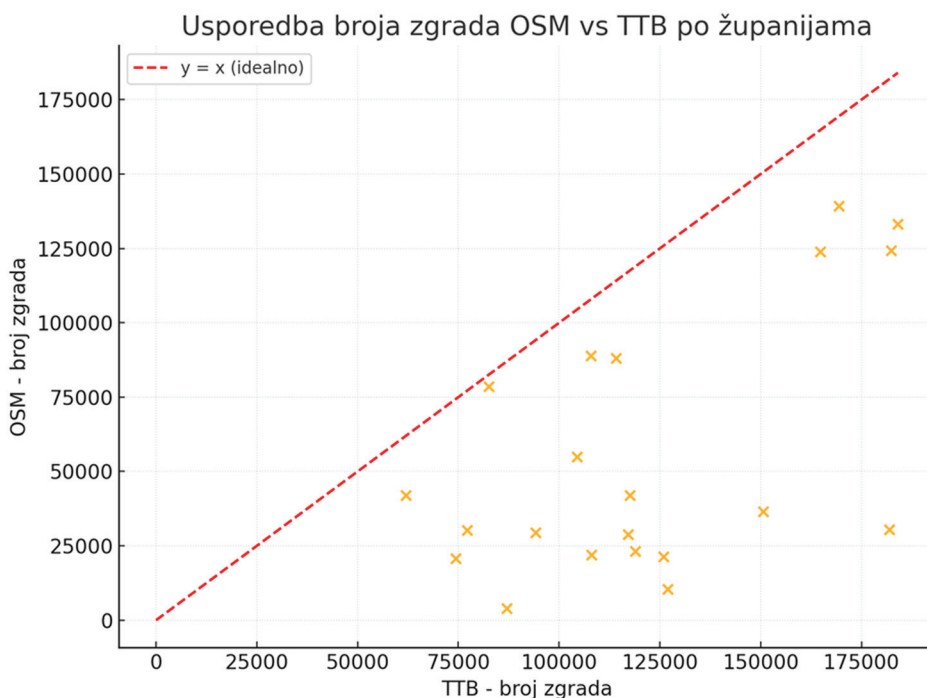
Njegovo izvršavanje je trajalo nekoliko minuta na prosječnom uredskom stolnom računalu.

Ukupno je analizirano 2 551 186 zgrada iz službene baze TTB-a i 1 172 426 zgrada iz OSM-a, a što već nagovještava i njihov odnos između promatranih skupova. Za usporedbu, u Italiji se radilo s desecima milijuna zgrada (Brovelli i dr. 2016) dok je u Maleziji službena baza sadržavala svega 5047 zgrada, a u OSM-u tek 84 (Husen i dr. 2018).

3. Analiza rezultata

3.1. Analiza po županijama

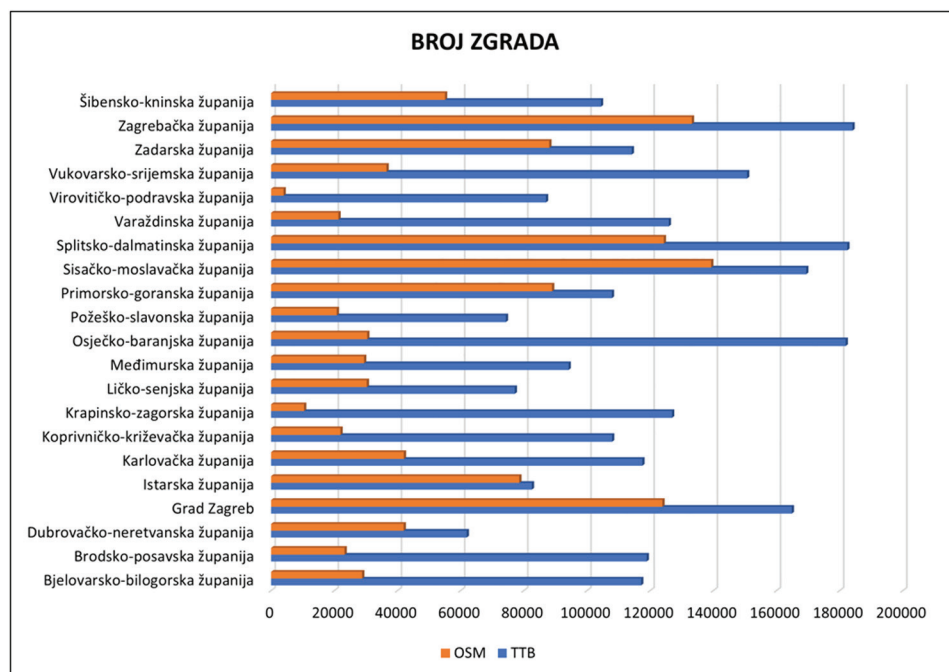
Analiza i usporedba službenih TTB podataka i OSM baze po županijama provedena je u završnom radu (Zovkić 2025) gdje su prepoznate znatne razlike u broju zgrada. Na slici 1 prikazan je dijagram raspršenja koji vizualizira općeniti odnos broja zgrada po županijama.



Slika 1. Usporedba OSM i TTB zgrada.

Svaka točka predstavlja jednu županiju, pri čemu je na osi x prikazan broj zgrada prema TTB-u, a na osi y broj zgrada prema OSM-u. Crvena isprekidana linija označava idealnu situaciju ($y=x$), odnosno slučaj kada je broj zgrada u oba izvora podataka jednak. Jasno je vidljivo da je u svim slučajevima broj zgrada u TTB-u veći nego u OSM-u.

Na slici 2 dijagramom je vizualizirana detaljna usporedba po županijama. Može se primijetiti da je veća podzastupljenost OSM podataka u kontinentalnim i ruralnim područjima, a bolja usklađenost u urbanim i turistički orijentiranim regijama.

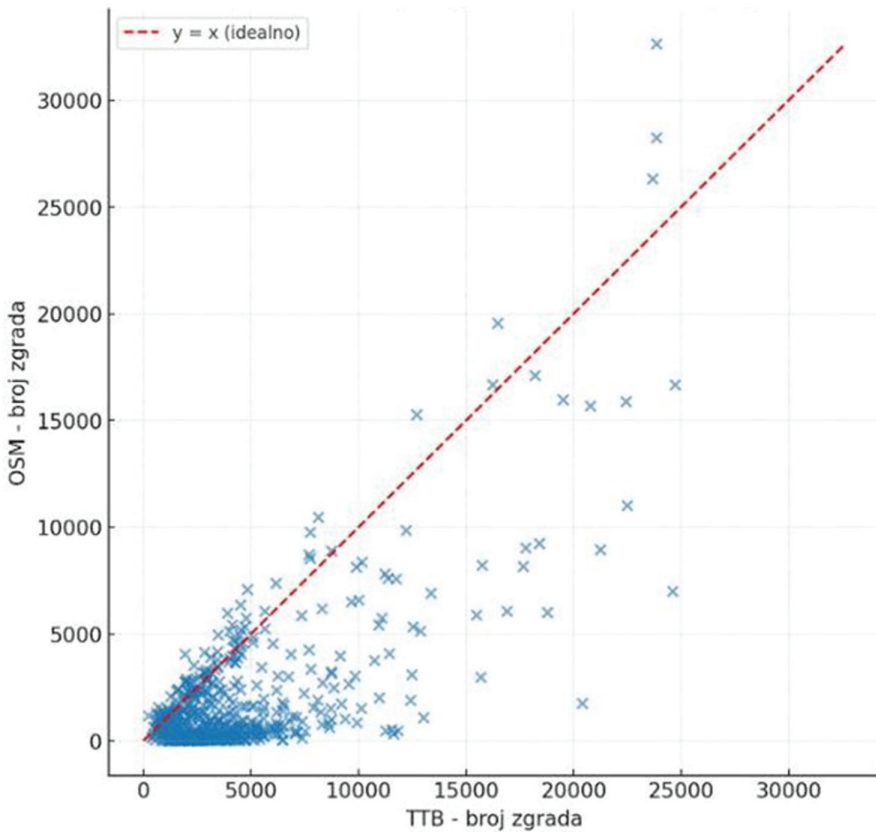


Slika 2. Usporedba OSM i DGU zgrada po županijama.

Primjerice, ako brojeve iz dijagrama sagledamo u postotnim iznosima (kao postotak udjela OSM zgrada u broju TTB zgrada kojeg smatramo istinitim) u Virovitičko-podravskoj županiji OSM obuhvaća tek 4,5% zgrada iz TTB-a, dok u Istarskoj obuhvaća čak 95,2%. U prosjeku OSM sadrži 45,9% zgrada TTB-a, pri čemu su razlike uvjetovane prostornim, demografskim i digitalnim čimbenicima – slabijom aktivnošću zajednice u ruralnim i slabo naseljenim područjima te jačom u urbanim i turističkim regijama. Analiza po regijama pokazuje najmanju pokrivenost u Slavoniji (18,6%), srednju u kontinentalnoj Hrvatskoj (40,8%), a najveću u Dalmaciji (73,9%).

3.2. Razlike u pokrivenosti zgrada na razini JLS-ova

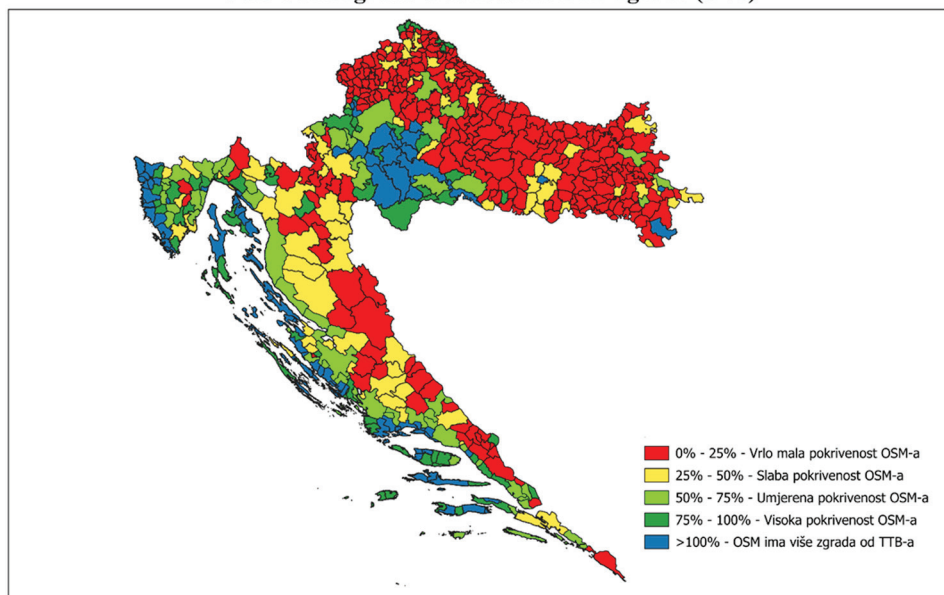
Nastavno na prethodno provedenu usporedbu visoke razine (po županijama) proveli smo i analizu na lokalnoj razini (JLS). Prvo dajemo rezultate usporedbe po broju zgrada. Analizom rezultata uočene su još značajnije razlike u pokrivenosti zgrada između OSM-a i TTB-a na razini JLS-ova. Kako bi se dobila općenita vizualizacija rezultata analize, izrađen je dijagram raspršenja na razini JLS-ova (slika 3).



Slika 3. Usporedba OSM i TTB broja zgrada po JLS-u.

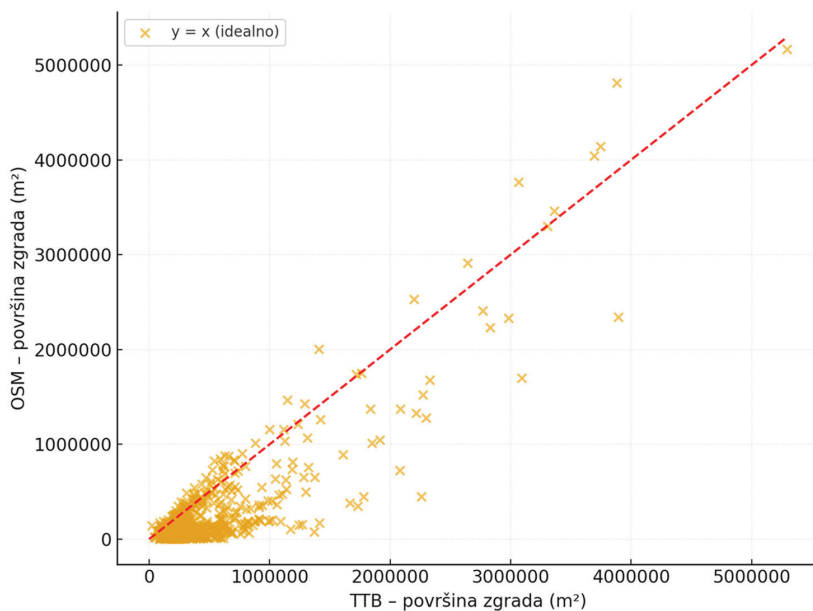
Iz dijagrama je vidljivo kako se većina točaka nalazi ispod idealne linije, što znači da OSM u pravilu sadrži manji broj zgrada od TTB-a. Ipak, u pojedinim slučajevima točke se nalaze iznad linije, što ukazuje na JLS-ove u kojima je u OSM-u više zgrada nego u TTB. Rezultati su također prikazani kartografski, putem tematske karte koja omogućuje prostorni uvid u razlike između izvora, gdje je za svaku JLS izračunata i vizualizirana relativna razlika u broju zgrada, a razlike su izražene u postotcima (slika 4). Postotci su izračunati na temelju usporedbe broja zgrada iz OSM-a i TTB-a za svaku JLS prema formuli: $\text{Udio pokrivenosti (\%)} = (\text{Broj zgrada OSM} / \text{Broj zgrada TTB}) \times 100$. Primjerice, ako je u nekoj JLS u TTB-u zabilježeno 1000 zgrada, a u OSM-u 250, udio pokrivenosti iznosi 25%. Na temelju tih vrijednosti sve JLS jedinice raspoređene su u pet kategorija – od vrlo niske pokrivenosti (0–25%) do slučajeva gdje OSM sadrži više zgrada od službenog izvora (>100%). To je zatim prikazano kartografski, bojama, radi preglednijeg uvida u prostornu raspodjelu razlika između izvora. Na karti (slika 4) ističe se sjeverna i istočna Hrvatska gdje je većina JLS-ova u crvenoj boji što pokazuje vrlo nisku pokrivenost OSM-a u odnosu na TTB.

Udio OSM zgrada u odnosu na TTB zgrade (u %)



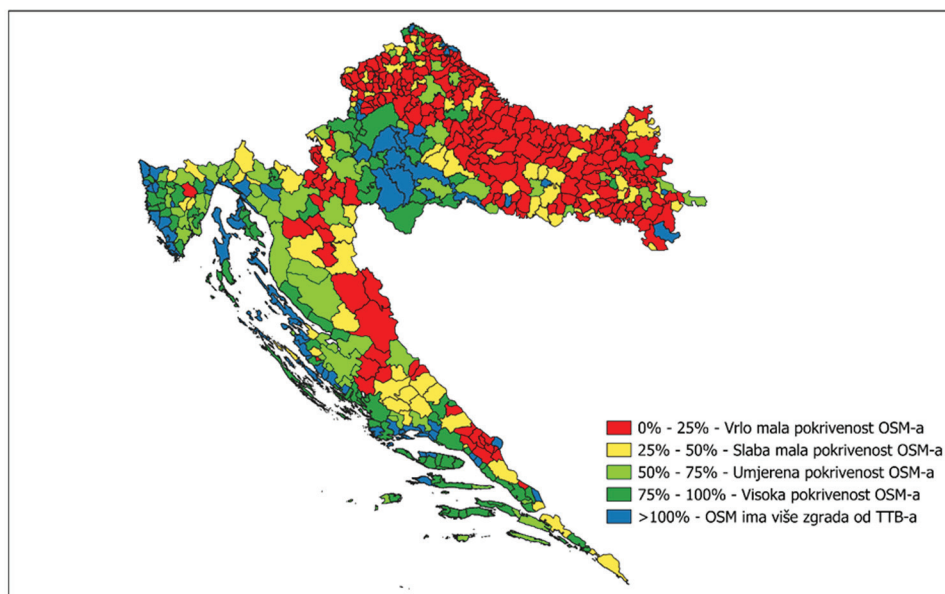
Slika 4. Omjer OSM i TTB broja zgrada po JLS-u.

Ako promatramo cijelu Hrvatsku, čak polovica svih JLS-ova nalazi se u kategoriji 0–25% (crvena boja), što znači da OSM na tim područjima sadrži manje od četvrtine zgrada u odnosu na službene TTB podatke. Slabu pokrivenost (25–50%, žuta boja) ima 13% JLS-ova, dok umjerenu pokrivenost (50–75%, svijetlo zelena boja) ima 10% JLS-ova, što znači da je u tim područjima u OSM-u evidentirano otprilike trećina do tri četvrtine stvarnog broja zgrada. U kategoriji visoke pokrivenosti (75–100%, zelena boja i >100%, plava boja) se nalazi ukupno 28% JLS-ova. Posebno se izdvajaju pojedina urbana središta (plava boja) gdje broj zgrada u OSM-u premašuje službene podatke (>100%), što se može povezati s aktivnom zajednicom kartografa-volontera i bržim ažuriranjem baze. Čak 87 (16%) JLS-ova spada u tu kategoriju, a na karti se jasno vidi da su to područja Dalmacije i obalne Hrvatske te središte Hrvatske. U nastavku opisujemo rezultate usporedbe po ukupnoj površini zgrada (slike 5 i 6).



Slika 5. Usporedba OSM i TTB površina zgrada po JLS-u.

Udio površina OSM zgrada u odnosu na TTB zgrade (u %)



Slika 6. Omjer OSM i TTB površina zgrada po JLS-u.

Usporedba površina zgrada pokazuje ravnomjerniju raspodjelu u odnosu na broj zgrada. Detaljnijom analizom dijagrama može se primijetiti da su točke nešto ravnomjernije raspoređene oko idealne linije ($y = x$) i da veći broj njih prelazi liniju u odnosu na dijagram broja zgrada. Najveći udio JLS-ova (42%) ima pokrivenost između 0 i 25% (crvena boja), što znači da je u OSM-u zabilježena tek manje od četvrtine stvarne površine zgrada prema TTB-u. U kategoriji slabe pokrivenosti (25–50%, žuta boja) nalazi se 15% JLS-ova, a u višim kategorijama udjeli su značajniji nego kod broja zgrada: 16% JLS-ova bilježi visoku pokrivenost (75–100%, zelena boja), dok je kod 15% JLS-ova površina zgrada u OSM-u čak i veća u odnosu na TTB (>100%, plava boja). Promatrajući rezultate usporedbe, uočljivo je da se razlike između TTB-a i OSM-a ne očituju jednako kada analiziramo broj zgrada i kada analiziramo njihovu ukupnu površinu. Usporedba broja zgrada pokazuje znatna odstupanja, pri čemu OSM u mnogim JLS-ovima sadrži manji broj objekata od TTB-a. Međutim, kada se promatra ukupna površina zgrada, razlike su nešto uravnoteženije, što upućuje na to da su u OSM-u možda češće kartirani veći ili značajniji objekti. Usporedbom ove dvije mjere dobiva se potpuniji uvid u razinu pokrivenosti, jer broj zgrada ne odražava uvijek stvarni prostorni značaj izgrađenosti kao što to čini površina.

3.3. Urbane i turističke JLS u odnosu na ruralna područja

Rezultati istraživanja potvrđuju snažan kontrast u pokrivenosti između urbanih i turističkih područja s jedne strane te ruralnih područja s druge. Najveći gradovi poput Zagreba, Splita i Rijeke odlikuju se visokom razinom pokrivenosti – u pojedinim slučajevima čak i većom od referentnog skupa podataka (TTB). Sličan obrazac može se prepoznati i u većim turističkim središtima na obali, gdje aktivna zajednica OSM volontera i učestalo korištenje prostornih podataka za potrebe turizma rezultiraju detaljno kartiranim zgradama. Suprotno tome, ruralne općine u Slavoniji i Lici bilježe izrazito nisku razinu pokrivenosti, najčešće u kategorijama ispod 25% u odnosu na TTB. U tim područjima velik broj zgrada iz službene evidencije uopće nije prisutan u OSM-u, što potvrđuje slab interes i manji broj aktivnih volontera. Time se stvara velika razlika između urbanih/turističkih i ruralnih krajeva. Analiza po županijama dodatno naglašava ove razlike. U Primorsko-goranskoj županiji, gradsko središte Rijeka i obalna turistička naselja imaju vrlo visoku pokrivenost, dok su unutrašnje goranske općine u najnižim kategorijama. U Splitsko-dalmatinskoj županiji Split, Makarska i otoci imaju iznadprosječnu razinu pokrivenosti, dok manja zagorska i dalmatinska sela znatno zaostaju. U Osječko-baranjskoj županiji grad Osijek i veća naselja stoje relativno dobro, ali većina manjih slavonskih općina pokazuje izrazitu podzastupljenost. Kontrast je možda najizraženiji u Ličko-senjskoj županiji, gdje turistički orijentirana obalna naselja poput Novalje imaju visoku pokrivenost, dok su ruralne ličke općine na začelju s minimalnim brojem ucrtanih zgrada (tablica 1).

Tablica 1. *Usporedba pokrivenosti zgrada po odabranim županijama (udio JLS u najnižoj i višoj kategoriji).*

Županija	JLS s <25% pokrivenosti	JLS s >75% pokrivenosti	Glavni obrazac
Splitsko-dalmatinska	24%	51%	Split i obala vrlo dobro, zaleđe slabo
Primorsko-goranska	9%	58%	Rijeka i obala dobra, Gorski kotar slab
Istarska	5%	63%	Visoka pokrivenost u turističkim JLS
Osječko-baranjska	98%	0%	Osijek bolji, sela vrlo niska pokrivenost
Ličko-senjska	42%	9%	Obala (Novalja) dobra, Lika izrazito slaba
Dubrovačko-neretvanska	19%	41%	Turistički gradovi i otoci izvrsni, unutrašnjost slabija
Vukovarsko-srijemska	70%	7%	Većina ruralnih općina u najnižoj kategoriji

Ovakva usporedba jasno pokazuje da potpunost OSM-a snažno ovisi o urbanizaciji i turističkoj privlačnosti prostora. Dok su veliki gradovi i turističke destinacije detaljno pokriveni, u ruralnim područjima – osobito u unutrašnjosti i rjeđe naseljenim regijama – i dalje postoje značajni nedostaci u odnosu na službene izvore. Zanimljivo, regija Banovina također bilježi solidnu razinu pokrivenosti OSM-om, što bi moglo biti djelomice objašnjeno povećanim aktivnostima kartiranja tijekom i nakon potresa u prosincu 2020. u središnjoj Hrvatskoj, kada je područje bilo žarište katastrofalne seizmičke štete. To je vjerojatno mobiliziralo volontere i potaknulo zajedničke inicijative za kartiranje štete i obnove. U nastavku je prikazano 10 JLS-ova s najvećim brojem OSM zgrada u odnosu na TTB i 10 JLS-ova s najmanjim brojem OSM zgrada u odnosu na TTB (tablica 2).

Tablica 2. *JLS s najvećim i najmanjim odstupanjima od TTB-a u OSM-u.*

JLS	Postotak	JLS	Postotak
Mrkopalj	+439% više od TTB-a	Bošnjaci	-100% (OSM praktički nema zgrada)
Bale – Valle	+134% više	Bukovlje	-100%
Funtana – Fontane	+119% više	Garčin	-100%
Hvar	+111% više	Andrijaševci	-99%
Tkon	+83% više	Belica	-99%
Kali	+71% više	Brestovac	-99%
Vrsar – Orsera	+67% više	Brodski Stupnik	-99%
Baška	+65% više	Čačinci	-99%
Medulin	+53% više	Čaglin	-99%
Omišalj	+53% više	Donja Motičina	-99%

Vidljivo je da JLS-ovi s višim vrijednostima uglavnom pripadaju obalnim i otočnim područjima, gdje je kartiranje intenzivnije zbog turističke važnosti i većeg interesa lokalne zajednice. Suprotno tome, JLS-ovi s vrlo niskim vrijednostima pretežno se nalaze u istočnoj Hrvatskoj, gdje je aktivnost u OSM-u manja, pa je broj zgrada u odnosu na TTB značajno niži.

4. Zaključak

Rezultati istraživanja pokazali su kako je pokrivenost OSM-a u Hrvatskoj uglavnom ispod pokrivenosti službenih podataka te je razina pokrivenosti heterogena, u skladu sa zaključcima prethodnih istraživanja (Brovelli i dr. 2016, Nowak da Costa 2016). Rezultati pokazuju da OSM u Hrvatskoj sadrži ukupno 1 172 426 zgrada, dok TTB bilježi 2 551 186 zgrada, što znači kako OSM pokriva približno 45,9% ukupnog broja zgrada iz službenog izvora. Usporedimo li ove podatke s rezultatima iz drugih studija, vidimo da je razina pokrivenosti u Hrvatskoj usporediva s nekim europskim zemljama, ali niža od najrazvijenijih regija. Na primjer, Brovelli i Zamboni (2018) analizirali su Lombardiju, gdje je OSM sadržavao oko 940 000 zgrada u odnosu na 2,8 milijuna u službenoj bazi, što daje pokrivenost od približno 33,6%. U studiji Salvucci i Salvati (2021) za cijelu Italiju, OSM je sadržavao 14,1 milijuna zgrada u odnosu na 26 milijuna u BODA bazi, što odgovara pokrivenosti od oko 54%. Sličan omjer zabilježen je i u Turskoj, gdje je Küçük i Anbaroğlu (2019) utvrdio da OSM u Ankari sadrži 6404 zgrade naspram 1123 u službenoj bazi TOPOVT, što ukazuje na lokalne razlike i visoku pokrivenost u urbanim sredinama. Usporedba s Filipinima (Orden i dr. 2020) pokazuje znatno nižu pokrivenost – samo 32,75% – dok je u Madagaskaru iznosila tek 10,89%. U tom kontekstu, Hrvatska se nalazi u srednjem rasponu pokrivenosti, s izraženim razlikama između urbanih i ruralnih područja, što je također potvrđeno u navedenim međunarodnim istraživanjima. Na lokalnoj razini, pojedini JLS-ovi u Hrvatskoj bilježe pokrivenost veću od 100%, što je također u skladu s nalazima iz Milana i Rima, gdje je OSM u nekim urbanim zonama bio ažurniji od službenih izvora. S obzirom da se krenulo od pretpostavke da je TTB potpuno ažurna, slučajevi pokrivenosti veće od 100% mogli bi na općenitoj razini indicirati da je na predmetnom području ažurnost TTB slabija nego što je uobičajeno. No i ovo treba uzeti s rezervom, jer nije provedena analiza strukturalne razine usklađenosti (jedna TTB zgrada može odgovarati više OSM zgrada, i obrnuto).

Urbanizirana i turistički atraktivna područja, poput većih gradova i obale, često bilježe visoku ili čak veću pokrivenost u OSM-u nego u službenoj bazi TTB, dok su ruralna i slabije naseljena područja, posebice u istočnoj Hrvatskoj i Lici, znatno podzastupljena. Dodatno se pokazalo kako poseban utjecaj na razinu pokrivenosti ima atraktivnost područja, jer je uočeno kako turistička i visoko urbanizirana područja imaju veću razinu pokrivenosti. Takva heterogenost potvrđuje važnost aktivne zajednice volontera za kvalitetu i ažurnost OSM-a.

Kod tehnologija se pokazalo kako je korištenje SQL upita s optimizacijama na slabijem hardveru prihvatljiva alternativa u usporedbi s procesorski inten-

zivnijim metodama kojima su se koristila ostala istraživanja.

U današnje vrijeme većina službenih podataka je javno dostupna, ali njihovo uključivanje u OSM nije trivijalan proces. Također, službeni topografski podaci se ne ažuriraju često, a katastarski podliježu strogim formalnim pravilima koja su preduvjet za ažuriranje. Suprotno tome, OSM se može ažurirati odmah i neformalno, što znači da u situacijama kada su službeni i otvoreni podaci usklađeni, OSM može poslužiti kao indikator ažurnosti. Usporedba dvaju izvora podataka stoga ima višestruku vrijednost; s jedne strane OSM može otkriti nedostatke i kašnjenja u službenim bazama, a s druge službeni podaci pružaju nužan referentni okvir za procjenu potpunosti i točnosti OSM-a. Budući razvoj trebao bi težiti kombiniranju oba sustava – formalne pouzdanosti i strukture službenih podataka te fleksibilnosti i brzog ažuriranja OSM-a – kako bi se dobila što kvalitetnija i ažurnija prostorna baza podataka.

Literatura

- Brovelli, M., Zamboni, G. (2018): A New Method for the Assessment of Spatial Accuracy and Completeness of OpenStreetMap Building Footprints, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 7, 289.
- Brovelli, M., Minghini, M., Molinari, M. E., Zamboni, G. (2016): Positional Accuracy Assessment of the Openstreetmap Buildings Layer through Automatic Homologous Pairs Detection: The Method and a Case Study, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLI-B2, 615–620.
- Budimir, I., Grgić, I., Šustić, A. (2015): Evidencija naselja i katastarskih općina u Registru prostornih jedinica, *Geodetski list*, 3, 207–220.
- Küçük, K., Anbaroğlu, B. (2019): Spatial Accuracy Assessment of Buildings in OpenStreetMap, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 7 (2), 205–212.
- Nowak Da Costa, J. (2016): Novel Tool for Examination of Data Completeness Based on a Comparative Study of VGI Data and Official Building Datasets, *Geodetski vestnik*, 60 (3), 495–508.
- OGC (2010): OpenGIS Implementation Standard for Geographic information – Simple feature access – Part 1: Common architecture.
- Orden, A., Flores, R. A., Faustino, P., Samson, M. S. (2020): Measuring OpenStreetMap building footprint completeness using human settlement layers, *Proceedings of the Academic Track, State of the Map 2020*, 7–8.
- Racetin, I. (2013): Temeljna topografska baza podataka STOKIS-a, *Geodetski list*, 3, 191–200.
- Salvucci, G., Salvati, L. (2021): Official Statistics, Building Censuses, and OpenStreetMap Completeness in Italy, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 11, 29.

Törnros, T., Dom, H., Hahmann, S., Zipf, A. (2015): Uncertainties of Completeness Measures in Openstreetmap – A Case Study for Buildings in a Medium-Sized German City, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3/W5, 353–357.

Zovkić, K. (2025): Usporedba dvaju skupova podataka o zgradama u Republici Hrvatskoj, završni rad, Sveučilište Sjever, Varaždin.

Mrežne adrese

URL 1: Wiki – Pick your mapping technique,
https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pick_your_mapping_technique,
(3. 10. 2025.).

URL 2: Wiki – Elements,
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements>, (14. 8. 2025.).

URL 3: Wiki – JOSM,
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/JOSM>, (9. 10. 2025.).

URL 4: Is OSM Complete?
<https://wvanderp.github.io/isOsmComplete/>, (20. 9. 2025.).

URL 5: Državna geodetska uprava,
<https://dgu.gov.hr/istaknute-teme/multisenzorsko-zracno-snimanje-republike-hrvatske/5700>, (14. 10. 2025.).

URL 6: Narodne novine,
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_02_15_315.html,
(15. 10. 2025.).

URL 7: Državna geodetska uprava,
<https://dgu.gov.hr/geodetsko-informaticki-rjecnik/163>, (28. 8. 2025.).

Analysis of the up-to-datedness of OSM Data on Buildings in the Republic of Croatia

ABSTRACT. This paper analyzes the up-to-datedness of OpenStreetMap (OSM) buildings data in the Republic of Croatia, with the aim of assessing their suitability for spatial analysis and operational usage. OSM is an open, volunteer-maintained geographic database that is increasingly used in various professional and scientific contexts. Given the informal nature of OSM data collection, it is important to understand the level of their completeness and accuracy, for instance as compared to official data sources. The paper describes the methodology for comparing OSM data with the official Basic Topographic Database (TTB). It employs two criteria – the number of buildings and the total floor area, this at the national and at the local government unit (LGU) levels. Differences in coverage are also considered, with a special emphasis on the impact of urbanization and tourist attractiveness on data quality. The paper provides an overview of the technologies, data sources and analytical approaches used. It also provides some guidelines for the future use of OSM data in the context of spatial planning and management.

Keywords: OpenStreetMap (OSM), Topographical Database (TTB), spatial analysis, local governments, counties, geospatial databases, spatial data, data up-to-datedness.

Primljeno / Received: 2025-11-20

Prihvaćeno / Accepted: 2026-02-02