



Sveučilište u Zagrebu

Sveučilište u Zagrebu

Geodetski fakultet

Samanta Bačić

**RAZVOJ MODELA VRJEDNOVANJA
URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE U
UPRAVLJANJU ZEMLJIŠTEM**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

Sveučilište u Zagrebu

Geodetski fakultet

Samanta Bačić

RAZVOJ MODELA VRJEDNOVANJA URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE U UPRAVLJANJU ZEMLJIŠTEM

DOKTORSKI RAD

Mentori:

izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić

izv. prof. dr. sc. Goran Andlar

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

University of Zagreb

Faculty of Geodesy

Samanta Bačić

DEVELOPMENT OF VALUATION MODEL OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE IN LAND MANAGEMENT

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisors:

Hrvoje Tomić, PhD, Associate professor

Goran Andlar, PhD, Associate professor

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEODETSKI FAKULTET



Na temelju članka 19. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu i Odluke br.: 1_349_11 Fakultetskog vijeća Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od 26. 10. 2017. godine (klasa: 643-03/16-07/03), uređena je obaveza davanja „Izjave o izvornosti“ diplomskog / specijalističkog / doktorskog rada koji se vrednuju na diplomskom, specijalističkom studiju i poslijediplomskom doktorskome studiju geodezije i geoinformatike, a u svrhu potvrđivanja da je rad izvorni rezultat rada studenta te da taj rad ne sadržava druge izvore osim onih koji su u njima navedeni.

IZJAVLJUJEM

Izjavljujem da je moj doktorski rad izvorni rezultat mog rada te da se u izradi tog rada nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

Ime i prezime:

I. Autor	
Ime i prezime:	Samanta Bačić
Datum i mjesto rođenja:	09. srpnja 1993., Zadar
Sadašnje zaposlenje:	Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu, asistentica
II. Doktorska disertacija	
Naslov:	Razvoj modela vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem
Broj stranica:	142
Broj tablica:	36
Broj slika:	61
Broj bibliografskih podataka:	115 + 5 mrežnih adresa
Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen:	Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Geodezija
Znanstvena grana:	Primijenjena geodezija
Mentori:	izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić izv. prof. dr. sc. Goran Andlar
Oznaka i redni broj rada:	
III. Ocjena i obrana	
Datum prihvatanje teme Odlukom Senata Sveučilišta u Zagrebu:	21. ožujka 2023.
Datum sjednice Fakultetskog vijeća na kojoj je disertacija prihvaćena:	
Sastav povjerenstva koje je ocijenilo disertaciju:	
Datum obrane disertacije:	
Sastav povjerenstva pred kojim je branjena disertacija:	

Zahvala

Sažetak:

Većina svjetske populacije živi u urbanim područjima i taj broj svaki dan postaje sve veći. Ubrzana urbanizacija dovodi do prekomjerne izgradnje, zagađenja zraka i okoliša, sve većih klimatskih promjena te do povećane potrošnje energije i prirodnih resursa. Jedan od načina rješavanja ovih problema je planiranje zelene infrastrukture. Važnost zelene infrastrukture prepoznata je na svjetskoj razini, donesene su brojne zakonske regulative kojima se ističe kako je potrebno planski razvijati zelenu infrastrukturu. Prilikom provođenja zakonskih regulativa i razvoja zelene infrastrukture važno je pravilno upravljati zemljištem kako bi se postigla veća korist i vrijednost zemljišta na kojem se planira zelena infrastruktura. Razvoj zelene infrastrukture donosi niz koristi, a u ovom istraživanju naglasak je stavljen na ekonomske koristi, posebno na porast vrijednosti zemljišta u dobro planiranim urbanim područjima.

U sklopu ove doktorske disertacije razvijen je model vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem te je testiran na području Grada Zagreba. U svrhu vrjednovanja zelene infrastrukture definirane su matematičke formule na osnovu kojih su provedene analiza dostupnosti stabala, analiza dostupnosti rekreacijskih površina, analiza dostupnosti javnih zelenih površina, analiza dostupnosti vodenih površina, analiza površinske temperature tla te analiza brownfield površina. Navedene analize definirane su kao kriteriji pomoću kojih je primjenom višekriterijalnih metoda, AHP i TOPSIS, određen indeks zelene infrastrukture. Indeksom zelene infrastrukture određena je vrijednost zelene infrastrukture i što je on veći to je vrijednost zelene infrastrukture na tom području bolja u odnosu na ostala ispitivana područja. Razvijeni model upotpunjen je analizom vrijednosti zemljišta koja je uspoređena s indeksom zelene infrastrukture. Na osnovu usporedbe zaključeno je da su indeks zelene infrastrukture i vrijednost zemljišta često u korelaciji, ali s obzirom kako na vrijednost zemljišta najvećim dijelom utječe lokacija to nije uvijek slučaj. Svakako, implementacija zelene infrastrukture na nekim područjima može dodatno povećati vrijednost zemljišta. Glavni doprinos disertacije je mogućnost razvijenim modelom na osnovu postojećih prostornih podataka procijeniti isplativost implementacije zelene infrastrukture u urbanim područjima i na taj način pomoći donositeljima odluka da bolje isplaniraju zelenu infrastrukturu i odluče koja su područja prioritetnija za implementaciju.

Ključne riječi: zelena infrastruktura, upravljanje zemljištem, višekriterijalne metode, indeks zelene infrastrukture, vrijednost zemljišta

Extended abstract:

The majority of the world's population lives in urban areas, and that number is increasing every day, due to this accelerated urbanization, there is a decrease in green spaces. As a result, there is overbuilding, air and environmental pollution, increasing climate change, and increased consumption of energy and natural resources. One of the ways to solve these problems is the planning of green infrastructure. The development of green infrastructure brings a number of social, ecological, and economic benefits, and it is one of the ways to achieve sustainable development. The importance of green infrastructure is recognized at the world level, and numerous legal regulations have been adopted emphasizing that it is necessary to develop green infrastructure in a planned manner. In order to be able to implement these legal regulations and develop green infrastructure, it is necessary to manage land properly. Land management includes processes of determining, registering, and disseminating information about the rights, value, and use of land. Effective land management is crucial in planning green infrastructure to maximize the benefit and value derived from the land on which green infrastructure is planned. In this research, the emphasis is placed on the economic benefits of green infrastructure, especially on the increase in the value of land and real estate in well-planned urban areas.

In this doctoral dissertation, a valuation model for urban green infrastructure in land management was developed and tested in the City of Zagreb. For the purpose of evaluating green infrastructure, mathematical formulas were defined based on which using QGIS software, an analysis of the availability of trees within a radius of 300 meters, an analysis of the availability of recreational facilities within a radius of 300 meters, an analysis of the availability of public green areas larger than 0.5 hectares within a radius of 300 meters, an analysis of the availability of water surfaces within a radius of 300 meters, analysis of land surface temperature, and analysis of brownfield land were carried out. All analyses were carried out from the smallest to the largest spatial unit. This means that analyses were conducted for cadastral parcels, residential and mixed-use zones, local committees, and city districts. The previously mentioned analyses were defined as criteria by which the green infrastructure index was determined using multi-criteria methods, AHP, and TOPSIS. Specifically, the AHP method was used to determine the weights of the defined criteria, while the TOPSIS method was used to determine the green infrastructure index. The green infrastructure index determines the value of green infrastructure. Therefore, a higher green infrastructure index indicates the better value of green infrastructure in that area compared to other investigated areas.

The developed model was completed with an analysis of the land value, which was compared with the index of green infrastructure. Based on the comparison, it was concluded that the green infrastructure index and the value of the land are often correlated, but it should be noted that the value of land is mostly influenced by the location, and hence this may not always be the case. However, the implementation of green infrastructure in some areas can further increase the value of the land. The dissertation made a significant scientific contribution by developing a valuation model of urban green infrastructure based on spatial information. This model serves as a support for land management and has associated numerical algorithms and mathematical formulas for evaluating green infrastructure and determining the final green infrastructure index. The main contribution of the dissertation is that the developed model makes it possible, based on existing spatial data to assess the profitability of implementing green infrastructure in urban areas and thus help decision makers to better plan green infrastructure and decide which areas are more prioritized for implementation. The proposed valuation model of urban green infrastructure in land management within the scope of this doctoral dissertation was implemented in the City of Zagreb, but it is also applicable to other urban areas that have the necessary spatial data available.

Key words: *green infrastructure, land management, multi-criteria methods, green infrastructure index, land value*

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	3
1.2. Hipoteza i cilj istraživanja	6
1.3. Metodologija i plan istraživanja	7
1.4. Organizacija disertacije	8
2. UPRAVLJANJE ZEMLJIŠTEM.....	10
2.1. Upisnici.....	10
2.1.1. Katastar i zemljišna knjiga	11
2.2. Prostorno planiranje.....	12
2.3. Upravljanje zemljišnim informacijama	14
2.3.1. Model područja upravljanja zemljištem: LADM	15
3. URBANA ZELENA INFRASTRUKTURA	18
3.1. Načela uspostave zelene infrastrukture	18
3.2. Koristi zelene infrastrukture	20
3.2.1. Društvene koristi	20
3.2.2. Ekološke koristi	21
3.2.3. Ekonomske koristi	22
3.3. Elementi zelene infrastrukture.....	22
3.4. Uloga zelene infrastrukture u postizanju održivog razvoja	25
4. RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA MODELA VRJEDNOVANJA URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE U UPRAVLJANJU ZEMLJIŠTEM	27
4.1. Područje istraživanja i korišteni podaci.....	27
4.2. Elementi zelene infrastrukture.....	29
4.3. Priprema podataka za provedbu analiza	38
4.4. Analiza dostupnosti zelene infrastrukture	38
4.4.1. Analiza dostupnosti stabala	40

4.4.2.	Analiza dostupnosti rekreacijskih površina	49
4.4.3.	Analiza dostupnosti javnih zelenih površina	58
4.4.4.	Analiza dostupnosti vodenih površina.....	66
4.5.	Analiza površinske temperature tla	74
4.6.	Analiza brownfield površina	86
4.7.	Analiza vrijednosti zemljišta	88
4.8.	Određivanje konačne vrijednosti indeksa zelene infrastrukture	97
4.8.1.	AHP metoda	98
4.8.2.	TOPSIS metoda	99
4.8.3.	Indeks zelene infrastrukture	101
5.	DISKUSIJA	113
6.	ZAKLJUČAK	117
	Literatura	119
	Mrežne adrese	131
	Popis tablica	132
	Popis slika	135
	Popis korištenih kratica	139
	Životopis.....	141

1. UVOD

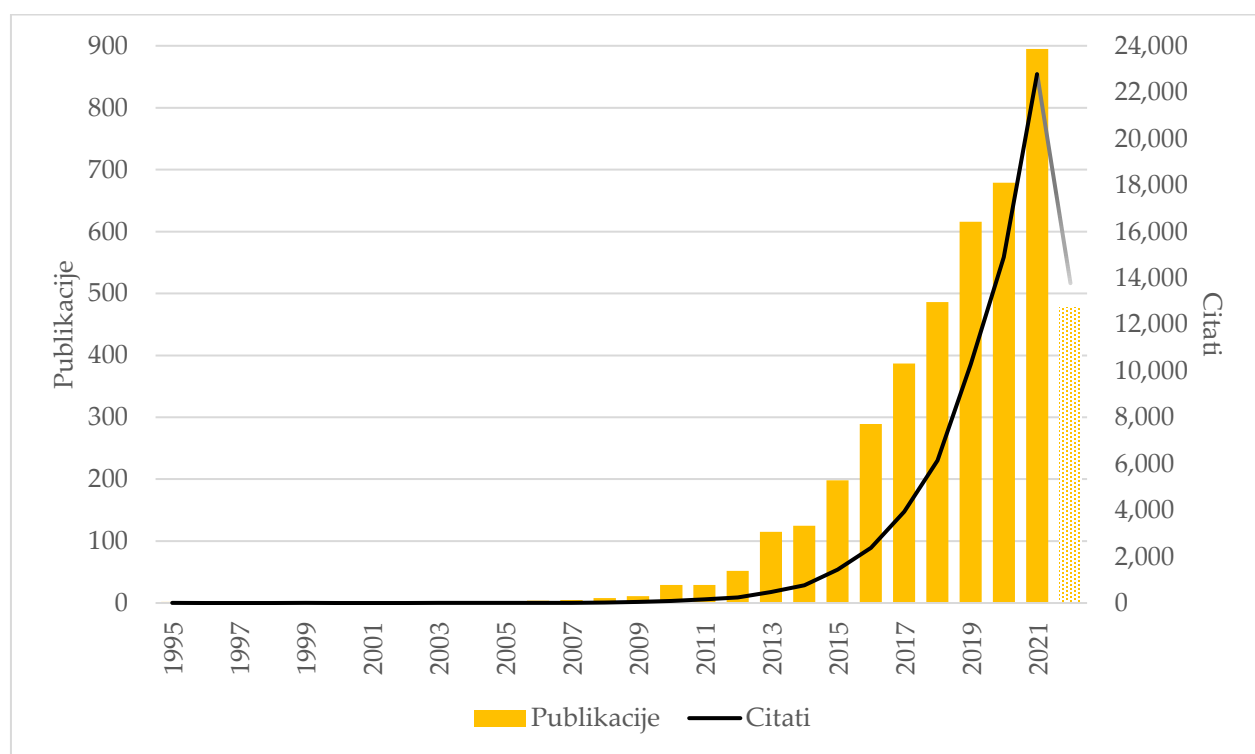
Danas 55% svjetske populacije živi u urbanim područjima, a procjenjuje se da će do 2050. godine ovaj broj povećati na 68% (United Nations i dr., 2019). Svake godine sve više stanovništva seli iz ruralnih u urbane sredine te gradovi postaju prenaseljeni i preizgrađeni, a samim time broj zelenih površina u njima se smanjuje (Kemarau i Eboy, 2021). Smanjenjem zelenih površina dolazi do zagađenja zraka i okoliša, do potrošnje prirodnih resursa i energije te do značajnih klimatskih promjena, na primjer povećanje temperature i sve veći broj poplava (Russo i Cirella, 2018). Istovremeno, postoji opći konsenzus kako planiranje zelene infrastrukture može značajno utjecati na smanjenje navedenih problema i stoga je potrebno planski razvijati zelenu infrastrukturu. To predstavlja veliki izazov, ali je iznimno važno, zato što zelena infrastruktura podržava prirodne i ekološke procese koji donose dobrobiti i ruralnoj i urbanoj sredini te kao takva je važna za zdrav razvoj čovjeka i društva u cjelini (Kondo i dr., 2018). Problem je prepoznat na svjetskoj razini, 2015. godine na Generalnoj skupštini Ujedinjenih naroda usvojen je Program za održivi razvoj do 2030. godine koji definira 17 globalnih ciljeva održivog razvoja. Zelena infrastruktura je pri tome značajna za ostvarivanje nekoliko ciljeva Programa 2030, posebno za cilj 11 koji je usmjeren na razvoj uključivih, sigurnih, prilagodljivih i održivih gradova i naselja te je jedan od prioriteta cilja osigurati pristup zelenim površinama. Značajna je i za ostvarivanje cilja 9 usmjerenog na razvoj otporne i prilagodljive infrastrukture te cilja 13 koji ističe borbu protiv klimatskih promjena i ublažavanje istih (UN General Assembly, 2015). U srpnju 2022. godine, temeljem Programa 2030, od strane Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) donesen je Regionalni akcijski plan 2030 koji integrira vodeća načela Programa 2030 i podržava integrirani i uravnoteženi pristup postizanju cilja 11 u regiji UNECE-a. Osnovni cilj je podržati istovremeno rješavanje izazova u postizanju održivog stanovanja i urbanog razvoja u svjetlu pandemije COVID-19, klimatskih promjena i hitnih stambenih situacija, a sve to kroz jasno postavljena načela, politike, ciljeve i akcije (UNECE, 2022). Dok je na razini Europske unije (EU), temeljem Programa 2030, donesen 2020. godine europski plan oporavka, NextGenerationEU, u okviru kojeg su osigurana sredstva za europski zeleni plan koji pruža smjernice za zelenu preobrazbu te ističe ostvarenje održive, klimatski neutralne i zelene Europe. Od strane Europske komisije donesen je i strateški dokument Zelena infrastruktura koji definira zelenu infrastrukturu kao strateški planiranu mrežu prirodnih i poluprirodnih površina koja je s drugim elementima okoliša projektirana i upravljana

tako da uspostavi široki raspon usluga ekosustava. Temeljem europskog plana oporavka Vlada Republike Hrvatske je u srpnju 2021. godine iznijela Nacionalni plan oporavka i otpornosti u kojem je kao jedan od ciljeva uvrštena strategija zelene urbane obnove i razvoja zelene infrastrukture (Vlada RH, 2021). Važnost zelene infrastrukture u Hrvatskoj posebno je istaknuta donošenjem Programa razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje od 2021. do 2030. godine (RH i MPGI, 2021) koji donosi Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine. U Programu se razrađuju ciljevi i mjere za razvoj zelene infrastrukture u urbanim područjima zbog uspostave održivih, otpornih i sigurnih gradova i naselja kroz povećanje energetske učinkovitosti zgrada i građevinskih područja, razvoj zelene infrastrukture te urbanu preobrazbu i sanaciju. Namjera programa je svim dionicima pružiti okvir za provedbu razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima kako bi se ostvario konačni cilj, povećanje zelene infrastrukture (RH i MPGI, 2021). Za provođenje bilo kakvih vrsta politika koje se odnose na urbane prostore i okoliš, kao što su i razvoj i implementacija zelene infrastrukture u prostor, koristimo mjere gospodarenja zemljištem kojima je cilj održivo korištenje zemljišta. Gospodarenje zemljištem provodi se pomoću sustava upravljanja zemljištem koji omogućava učinkovit razvoj korištenja i očuvanja zemljišta, ostvarivanje prihoda od zemljišta te rješavanje sporova oko zemljišta (Roić, 2012; UNECE, 1996). Stoga je uz brojne programe kojima se ističe važnost zelene infrastrukture bitno napomenuti međunarodne direktive i norme vezane za gospodarenje i upravljanje zemljištem koje reguliraju velike količine prostornih podataka koje je potrebno obraditi i podržavaju kreiranje politike vezane uz okoliš, a neke od njih su INSPIRE direktiva i ISO norma Model područja upravljanja zemljištem (LADM, engl. Land Administration Domain Model). INSPIRE direktiva pokrenuta je 2007. godine od strane Europske unije kako bi povezala nacionalne infrastrukture prostornih podataka te je glavni cilj prostorne podatke učiniti dostupnima među državama članicama Europske unije (URL 1). LADM je kao ISO norma prihvaćen 2012. godine te predstavlja konceptualni model čiji je cilj pružanje osnove za razvoj učinkovitih sustava upravljanja zemljištem uključujući njegov pravni i prostorni aspekt (Lemmen i dr., 2015). Iz svega navedenog može se zaključiti da je važnost zelene infrastrukture prepoznata na svjetskoj razini, dok je u Republici Hrvatskoj prepoznata tek na deklarativnoj razini. U Hrvatskoj još uvijek nema formalno definiranih alata za izradu planova razvoja zelene infrastrukture te se Program razvoja zelene infrastrukture u Hrvatskoj još uvijek nije počeo provoditi. Razvoj zelene infrastrukture donosi niz društvenih, ekoloških i ekonomskih beneficija,

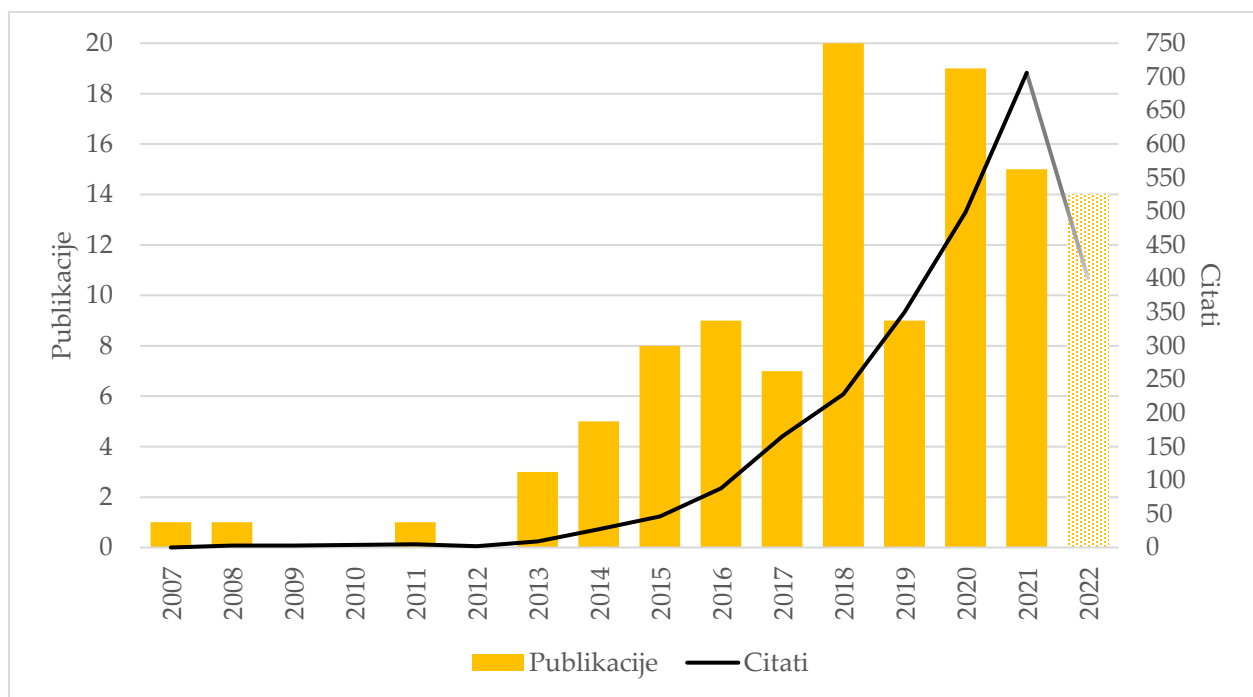
a u ovom istraživanju poseban naglasak stavit će se na ekonomske beneficije, posebno na porast vrijednosti zemljišta i nekretnina u urbanim područjima s adekvatno planiranom zelenom infrastrukturom.

1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Analizom dosadašnjih istraživanja utvrđeno je da postoji veliki broj istraživanja o zelenoj infrastrukturi te da je taj broj svakim danom u porastu (Slika 1), dok je broj istraživanja koja se bave vrjednovanjem zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem znatno manji (Slika 2) (Bačić i dr., 2022).



Slika 1.1. Broj publikacija i citata o zelenoj infrastrukturi (Bačić i dr., 2022)



Slika 1.2. Broj publikacija i citata o zelenoj infrastrukturi u upravljanju zemljištem (Bačić i dr., 2022)

Navedenom analizom pokazano je da je većina istraživanja više usmjerena na ekološke i društvene koristi zelene infrastrukture, a manje na ekonomske koristi. Do istog zaključka je došlo i nekoliko drugih autora u svojim sustavnim pregledima literature o zelenoj infrastrukturi (Ersoy Mirici, 2022; Van Oijstaeijen i dr., 2020; Ying i dr., 2022). Kao glavni izazov vrjednovanja zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem smatra se nedostatak odgovarajuće infrastrukture prostornih podataka.

Nagypal (2022) daje okvirni pregled prednosti koje pruža zelena infrastruktura i prikazuje metode vrjednovanja okoliša kao što su metode bazirane na troškovima, Hedonic Pricing (HP) metoda i hipotetske metode, koje se mogu koristiti za izračunavanje koristi u novčanim jedinicama naglašavajući potencijalne probleme. Ističe da su prednosti metoda zasnovanih na troškovima što su poznatije i bolje prihvaćene među donositeljima odluka (Nagypal, 2022). Hsu i Chao (2020, 2021) analiziraju troškove i koristi razvoja zelene infrastrukture na primjeru grada Taichunga. Istražen je vrijednosni model razvoja urbane zelene infrastrukture, uključujući troškove, vrijednosti i rizike koji proizlaze iz ulaganja u zelenu infrastrukturu te su predloženi posebni poticaji i katalizatori za promicanje ulaganja (Hsu i Chao, 2021, 2020). Ivancsics i dr. (2019) na primjeru planiranog javnog parka, u jednom od najprometnijih dijelova Budimpešte, analiziraju troškove i

koristi javnog parka koji je integriran u urbano područje (Iváncsics i dr., 2020). U radovima je zaključeno kako implementacija zelene infrastrukture u startu zahtjeva veće troškove, ali se u međuvremenu taj trošak isplati te je potvrđeno kako zelena infrastruktura pozitivno utječe na ekonomsku vrijednost cijelog područja i vrijednost korištenja zemljišta se povećava (Hsu i Chao, 2021, 2020; Iváncsics i dr., 2020). Kako bi procijenili vrijednost zelene infrastrukture i dobili informacije kako karakteristike okoliša utječu na cijenu nekretnina neki znanstvenici kao mjerodavnu metodu koriste HP metodu. Nazir i dr. (2015) na primjeru Labuana analiziraju komponente zelene infrastrukture koje utječu na tržišnu cijenu stanova na osnovu HP metode te je ispitana regresijska analiza i zaključeno je da zelena infrastruktura doprinosi većim cijenama nekretnina (Nazir i dr., 2015). Holt i Borsuk (2020) pomoću HP metode analiziraju preko 5000 četvrti koje su smještene u metropolitanskim područjima u 44 države kako bi identificirali graničnu vrijednost urbanih zelenih površina s obzirom na srednje cijene kuća u susjedstvu (Holt i Borsuk, 2020). Dell'Anna i dr. (2022) istražuju ekonomsku vrijednost zelene infrastrukture u Singapuru na osnovu tržišta privatnih etažnih stanova i stambenih jedinica pomoću HP metode integrirane s geografskim informacijskim sustavom (engl. Geographic Information System – GIS) za prostorno raspoređivanje stambenih jedinica, mjerenje udaljenosti različitih zelenih površina i razmatranje učinaka ovisnosti među promjenama stambenih jedinica (Dell'Anna i dr., 2022). Sohn i dr. (2020) razvili su HP i prostorno ekonometrijski model u svrhu ispitivanja učinaka kapitalizacije retencijskih bazena na razini susjedstva koristeći cijene stanova te je preporučeno da se objekti za oborinske vode pretvore u sadržaje nalik parku kako bi se poboljšala estetska vrijednost, ali i stvorila dugoročna ekonomska korist (Sohn i dr., 2020). Rezultati svih istraživanja HP metodom pokazuju pozitivan učinak zelene infrastrukture na vrijednosti nekretnina (Dell'Anna i dr., 2022; Holt i Borsuk, 2020; Nazir i dr., 2015; Sohn i dr., 2020). Jia i Zhang (2021) istražuju ekonomske prednosti zelene i plave infrastrukture u Wuhanu kombinacijom velikog broja podataka i metoda strojnog učenja te zaključuju da što je više vidljiva zelena infrastruktura da je to veća ekonomska korist (Jia i Zhang, 2021). Kod rješavanja problema zelene infrastrukture jednu od ključnih uloga imaju zeleni krovovi i zidovi. U projektu Sveučilišta u Lisabonu, GENESIS, fokus je stavljen upravo na te elemente zelene infrastrukture. Glavni cilj projekta je poboljšati postojeću analizu troškova i koristi zelenih krovova i zidova. Projekt sadrži model nesigurnosti za suočavanje s klimatskim promjenama i za netočno predviđene, modelirane troškove i koristi te se upotrebljava višekriterijalna analiza kako bi se uključile preferencije korisnika i investitora. Rezultati projekta

omogućit će donositeljima odluka da donesu čvrste i informirane odluke o stvarnoj ekonomskoj vrijednosti rješenja zelenih krovova i zidova (Manso i dr., 2021a, 2021b; Silva i dr., 2019; Teotonio i dr., 2020; Teotónio i dr., 2020). Meulen (2019) također istražuje koje troškove iziskuju određeni tipovi zelenih krovova i koje prednosti pružaju korisnicima (Meulen 2019). Za rješavanje problema zelene infrastrukture važno je dobro i kvalitetno gospodariti i upravljati zemljištem. Kod gospodarenja i upravljanja zemljištem značajnu ulogu ima prostorna informacija, a sustav koji obrađuje prostorne informacije je GIS te kao takav danas ima sve veću primjenu u upravljanju zemljištem (Maliene i dr., 2011; van Maarseveen i dr., 2019). Razvojem GIS-a stvaraju se povoljniji uvjeti za podršku u upravljanju zemljištem (Maliene i dr., 2011). Omogućene su bolje kvantitativne i kvalitativne analize prostornih podataka te se tako poboljšava baza podataka i znanja za podršku pri donošenju odluka (van Maarseveen i dr., 2019). Apud i dr. (2020) razvili su na temelju GIS-a alat za podršku planiranja urbane zelene infrastrukture. Glavna svrha istraživanja je bila razviti model za identificiranje prioriternih područja za zelenu infrastrukturu u Montevideu i to je postignuto kombinacijom metodologije analize prikladnosti zemljišta te višekriterijskog ocjenjivanja integriranog s GIS-om (Apud i dr., 2020). Kako bi riješili problem oborinskih voda u Ghentu Li i dr. (2020) također predlažu metodu višekriterijskog ocjenjivanja temeljenu na GIS-u za identifikaciju prioriternih područja za zelenu infrastrukturu (Li i dr., 2020). Početna istraživanja dostupne znanstvene i stručne literature pokazuju da se zelenim površinama u urbanim područjima sve više daje na važnosti te da se sve više ističu njihove prednosti. Zelena infrastruktura pozitivno utječe na različite čimbenike života te donosi niz ekonomskih beneficija, odnosno pozitivno utječe na vrijednost zemljišta i nekretnina te je potrebno planirati i ulagati u zelenu infrastrukturu. Na temelju pregledane literature zaključujemo da postoje određene metode za dokazivanje vrijednosti i isplativosti zelene infrastrukture, ali postoje neusklađenosti među tim metodama. Ne postoje unificirani i konkretni modeli vrjednovanja elemenata zelene infrastrukture unutar postupaka upravljanja zemljištem kojima bi se jasnije argumentirala isplativost ulaganja u zelenu infrastrukturu, stoga je takve modele potrebno definirati.

1.2. Hipoteza i cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je identifikacija i razumijevanje čimbenika vrjednovanja zelene infrastrukture, odnosno uspostava modela vrjednovanja zelene infrastrukture kao podrške u upravljanju zemljištem u svrhu dokazivanja ekonomske isplativosti implementacije zelene infrastrukture. Temeljem postojećih podataka primjenom funkcija za rad s prostornim podacima

izradit će se baza podataka i model temeljen na GIS-u te model vrjednovanja zelene infrastrukture za podršku u upravljanju zemljištem. Formirat će se i ispitati model vrjednovanja zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem te prikazati doprinos u upravljanju zemljištem koristeći podatke vrjednovanja zelene infrastrukture.

Postavljene hipoteze istraživanja tako su:

1. Moguće je uspostaviti model vrjednovanja zelene infrastrukture kao podršku u upravljanju zemljištem.
2. Modelom će se unaprijediti procesi vrjednovanja ekonomske isplativosti implementacije zelene infrastrukture u urbanim područjima.

Očekivani znanstveni doprinosi istraživanja su:

1. Izrada teorijskog modela vrjednovanja ekonomske isplativosti zelene infrastrukture zasnovanog na prostornim informacijama kao podršku upravljanju zemljištem.
2. Ispitana primjenjivost i učinkovitost definiranog teorijskog modela te pripadajućih numeričkih algoritama za vrjednovanje zelene infrastrukture.

1.3. Metodologija i plan istraživanja

Za potrebe istraživanja korištene su znanstvene metode za ostvarenje cilja istraživanja, odnosno razvoj modela vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem. Prvi korak je detaljan pregled znanstvene i stručne literature koja uključuje područja sustava upravljanja zemljištem i područja urbane zelene infrastrukture. Pregled literature obavljen je pretragom bibliografskih baza, za pregled stranih i domaćih znanstvenih, znanstveno stručnih i stručnih radova korišteni su Web of Science, Scopus, informacijski sustav znanosti Republike Hrvatske CroRIS i portal hrvatskih znanstvenih i stručnih časopisa Hrčak. Također, u pregled literature su uvršteni i radovi s relevantnih međunarodnih konferencija i radionica te su proučene relevantne zakonske regulative na svjetskoj i europskoj razini i na razini Republike Hrvatske.

Nakon pregleda i proučavanja literature iz dostupnih izvora prikupljeni su prostorni podaci potrebni za razvoj i implementaciju modela vrjednovanja zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem. Potom su na osnovu prikupljenih podataka definirani kriteriji vrjednovanja zelene infrastrukture. Odnosno, primjenom definiranih matematičkih formula i primjenom slobodnog softvera QGIS (engl. Quantum Geographic Information System) provedene su analize dostupnosti stabala,

rekreacijskih površina, javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara i vodenih površina u krugu od 300 metara od katastarskih čestica koje se nalaze unutar stambenih i mješovitih zona namjene te analiza površinske temperature tla i analiza brownfield površina. Uz to je provedena i analiza vrijednosti zemljišta. Sve analize su provedene za područja koja se nalaze unutar stambenih i mješovitih zona namjene i provedene su od najmanje do najveće prostorne jedinice, odnosno za svaku katastarsku česticu, stambenu i mješovitu zonu namjene, za svaki mjesni odbor i za svaku gradsku četvrt. Na osnovu provedenih analiza koje su definirane kao kriteriji vrjednovanja i primjenom višekriterijalnih metoda AHP (engl. Analytic Hierarchy Process) i TOPSIS (engl. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) određen je indeks zelene infrastrukture koji je na kraju uspoređen s vrijednostima zemljišta kako bi dokazali ekonomsku isplativost implementacije zelene infrastrukture.

1.4. Organizacija disertacije

Doktorska disertacija podijeljena je na šest poglavlja. U uvodnom poglavlju opisana je problematika koja se istražuje u doktorskoj disertaciji, analizirana su dosadašnja istraživanja te su prikazane hipoteze i ciljevi istraživanja, metodologija i plan istraživanja i organizacija disertacije.

U drugom poglavlju prikazane su temeljne teorijske odrednice upravljanja zemljištem. Obrazložena je definicija upravljanja zemljištem te su definirane i objašnjene statička i dinamička komponenta upravljanja zemljištem. Također, detaljnije je prikazano upravljanje zemljišnim informacijama i model područja upravljanja zemljištem.

Treće poglavlje odnosi se na urbanu zelenu infrastrukturu gdje je objašnjen pojam zelene infrastrukture te su prikazana načela uspostave zelene infrastrukture. Nadalje su objašnjene društvene, ekološke i ekonomske koristi zelene infrastrukture i njeni elementi. Također je istražena uloga zelene infrastrukture u postizanju održivog razvoja.

Četvrto poglavlje opisuje razvoj i implementaciju modela vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem. U ovom poglavlju je definirano područje istraživanja i prikazani su podaci istraživanja. Primjenom različitih analiza dostupnosti, analize površinske temperature tla i analize brownfield površina analizirani su elementi zelene infrastrukture na različite načine. Nadalje je temeljem provedenih analiza i primjenom višekriterijalnih metoda određen konačni indeks zelene infrastrukture. Također, kako bi mogli dokazati ekonomsku

isplativost implementacije zelene infrastrukture napravljena je i analiza vrijednosti zemljišta koju je potrebno usporediti s indeksom zelene infrastrukture.

U petom poglavlju prikazan je sumarni pregled postignutih rezultata i uspoređen je indeks zelene infrastrukture s vrijednostima zemljišta, odnosno prikazan je utjecaj zelene infrastrukture na vrijednosti zemljišta na nekom području.

U završnom poglavlju, odnosno u zaključku, dan je osvrt na hipoteze i znanstveni doprinos istraživanja te su izneseni zaključci i smjernice za buduća istraživanja.

Na kraju disertacije navedena je korištena literatura, popis tablica, popis slika, popis kratica te životopis.

2. UPRAVLJANJE ZEMLJIŠTEM

Za provođenje bilo kakvih vrsta politika koje se odnose na urbane prostore i okoliš, kao što su i razvoj i implementacija zelene infrastrukture u prostor, koriste se mjere zemljišne politike, odnosno mjere gospodarenja zemljištem. Kad se općenito govori o zemljištu najširi pojam s kojim se susrećemo je zemljišna politika, a ona se ostvaruje različitim mjerama gospodarenja zemljištem koje imaju različite oblike, ali im je cilj održivo korištenje zemljišta, kako poljoprivrednog tako i izgrađenog zemljišta (Roić, 2012). Najvažnije mjere gospodarenja zemljištem za provedbu zemljišne politike su osiguranje sigurnosti posjeda zemlje i sigurnosti kredita, reguliranje tržišta zemljišta, razvoj i održavanje urbanog i ruralnog planiranja te oporezivanje zemljišta (van der Molen, 2002). Gospodarenje zemljištem provodi se pomoću sustava upravljanja zemljištem koji omogućuje učinkovit razvoj korištenja i očuvanja zemljišta, ostvarivanje prihoda od zemljišta te rješavanje sporova oko zemljišta. Obuhvaća procese određivanja, upisa i širenja informacija o pravima te vrijednosti i korištenju zemljišta prilikom provođenja politike gospodarenja zemljištem (UNECE 1996).

Kod upravljanja zemljištem važno je uzeti u obzir statičku i dinamičku komponentu upravljanja zemljištem. Statička komponenta uključuje regulative i mjere o pravima na zemljištu, korištenju zemljišta i vrjednovanju zemljišta, a dinamička komponenta uključuje instrumente za razvoj i reformu zemljišta (GTZ, 1998). Znači da je statička komponenta postojana i nepromjenjiva, sadrži informacije o zemljištu te ju čine katastar i zemljišna knjiga jer se unutar njih upisuju podaci o stvarnom stanju zemljišta. S druge strane, dinamička komponenta mjerama zemljišne politike uzrokuje promjene koje će unaprijediti korištenje i zaštititi ograničene zemljišne resurse te je jedna takva komponenta prostorno planiranje (Marinović Uzelac, 2001). Sustav upravljanja zemljištem bi trebao biti takav da se nosi s dinamičnom prirodom zemljišnog posjeda (Paudyal, 2006).

2.1. Upisnici

Za potrebe upravljanja zemljištem i interesima na njemu osnivaju se upisnici, odnosno službeni zapisi podataka koji se uspostavljaju i vode na temelju propisa, a osobe ostvaruju prava ili imaju obveze na temelju zapisa u njima. Osnivaju se za upis osoba, stvari (nekretnina i pokretnina) i prava, a nadležnost nad njihovim održavanjem imaju tijela javne vlasti. Najvažniji upisnici zemljišta su katastar i zemljišna knjiga jer podržavaju sve zadaće učinkovitog upravljanja zemljištem (Roić, 2012).

2.1.1. Katastar i zemljišna knjiga

Sustav upisivanja nekretnina i prava na njima u Republici Hrvatskoj temelji se na dva upisnika, na katastru i na zemljišnim knjigama. Katastar je nadležan za opisivanje nekretnina, a zemljišna knjiga za prava na nekretninama (DGU, 2023). Zbog svoje postojanosti i nepromjenjivosti geometrije i prava katastar i zemljišna knjiga čine statičku komponentu upravljanja zemljištem.

Katastar je na česticama utemeljen, zemljišni informacijski sustav koji sadrži zapise o interesima na zemljištu (prava, obveze i ograničenja). U pravilu sadrži položaj zemljišnih čestica povezan s drugim zapisima koji opisuju prirodu interesa, vlasništvo ili upravljanje, i često vrijednost čestice te poboljšanja na njoj. Može biti uspostavljen za porezne potrebe (vrijednovanje i pravedno oporezivanje), pravne potrebe (kupoprodaja i zalog) te kao podrška upravljanju korištenja zemljišta (prostorno planiranje i druge upravne svrhe), a omogućava održivi razvoj i zaštitu okoliša (FIG, 1995).

Katastarski podaci su temelj za zemljišnu knjigu koja pokazuje stvarno stanje vlasništva nad nekretninama. Zemljišna knjiga je službena zabilježba pravno priznatih interesa na zemljištu. Unutar nje se upisuju podaci o nekretninama te stvarna prava nad nekretninama (pravo vlasništva, pravo građenja, založno pravo, te pravo služnosti) na temelju odgovarajućih dokumenata. Osim što podržavaju prijenos imovine i oporezivanje imovine sustavi registracije su i izvor državnih prihoda kroz naplatu naknada i poreza na prijenos imovine (FIG, 1995). Kod nas se zemljišna knjiga sastoji od glavne knjige i zbirke isprava te se vodi u zemljišnoknjižnim odjelima pri općinskim sudovima.

Diljem svijeta ulažu se napor da se poboljšaju sustavi zemljišnih knjiga i katastra kako bi se zadovoljili novi zahtjevi za informacijama, transakcijama zemljišta i smanjenjem troškova te se tako uvode novi sustavi koji bi zamijenili postojeće (FIG, 1995). Između podataka katastra i zemljišne knjige u Hrvatskoj postoje brojne razlike te je, zbog te neusklađenosti podataka, u suradnji s Državnom geodetskom upravom (DGU) i Ministarstvom pravosuđa uspostavljen Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra (ZIS). ZIS je jedinstvena baza podataka katastra i zemljišne knjige te jedinstvene aplikacije za upravljanje i održavanje katastarskih i zemljišnoknjižnih podataka. To je centralizirani sustav i baza podataka s kojom su svi sudovi i katastarski uredi u sustavu Državne geodetske uprave povezani na razini države. Od 2016. godine ZIS je u punom radu u svih 108 zemljišnoknjižnih odjela i 112 katastarskih ureda u Hrvatskoj. Jedan dio ZIS-a je One-Stop-Shop (OSS) koji predstavlja vezu prema postojećem privatnom

zemljišnoknjižnom i katastarskom sustavu u cilju poboljšanja razine kvalitete i brzine pružanja usluga ključnim korisnicima i građanima u poslovima registriranja promjena stvarnih prava nad nekretninama. Sastoji se od dvije komponente: OSS public i OSS private. OSS public je dostupan svim korisnicima te omogućava pretragu i pregled osnovnih katastarskih analognih i grafičkih podataka. Dok je OSS private dostupan samo registriranim korisnicima, a uz pregled podataka omogućava i podnošenje zahtjeva za izdavanje javnih isprava i rješavanje u zemljišnoknjižnim i katastarskim uredima te zaprimanje izrađenih službenih dokumenata. OSS kao podsustav za ZIS je pušten u produkciju 2016. godine (URL 2).

2.2. Prostorno planiranje

Prostorno planiranje postaje problem s kojim se danas susreće sve više gradova. Brz razvoj donosi probleme i posljedice u svim regijama i djelokrugu organizacije okoliša u cjelini. Stoga je prostorno planiranje važno i svaka država ili grad treba imati propise koji služe kao smjernice u prostornom planiranju, ali i kao referenca u provedbi razvoja (Niravita i Wahanisa, 2019).

Prostornim uređenjem osiguravaju se uvjeti za korištenje (gospodarenje), zaštitu i upravljanje prostorom kao osobito vrijednim i ograničenim nacionalnim dobrom, te se time ostvaruju pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, zaštitu okoliša i prirode, vrsnoću gradnje i racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara (RH, 2013). Prostorno uređenje obuhvaća područja prostornog planiranja i urbanizma. Prostorno planiranje bavi se prostornim uređenjem ukupnog prostora, a urbanizam je usmjeren na unutarnje prostorno uređenje naselja i gradova (Marinović Uzelac, 2001).

Prostorno planiranje bavi se problemima koordinacije ili integracije prostorne dimenzije kroz teritorijalno utemeljenu strategiju. Ključna uloga prostornog planiranja je promicanje racionalnijeg rasporeda aktivnosti i pomirenje konkurentskih političkih ciljeva. Opseg prostornog planiranja razlikuje se od države do države, ali u gotovo svim državama prostorno planiranje bavi se utvrđivanjem dugoročnih i srednjoročnih ciljeva i strategija za teritorije, baveći se korištenjem zemljišta i fizičkim razvojem kao posebnim sektorom vladinih aktivnosti te koordinacijom sektorskih politika kao što su promet, poljoprivreda i okoliš (UNECE, 2008). Prema Zakonu o prostornom uređenju u Republici Hrvatskoj prostorno planiranje je definirano kao stalni proces koji obuhvaća poznavanje, provjeru i procjenu mogućnosti korištenja, zaštite i razvoja prostora, izradu i donošenje prostornih planova te praćenje provedbe prostornih planova i stanja u prostoru

(RH, 2013). Prostorno planiranje uglavnom se prepoznaje kao funkcija javnog sektora sa svrhom utjecaja na buduću prostornu raspodjelu aktivnosti. Cilj je stvoriti racionalniju teritorijalnu organizaciju korištenja zemljišta i njihove povezanosti, uravnotežiti zahtjeve za razvojem s potrebom zaštite okoliša te postići društvene i gospodarske ciljeve. Prostorno planiranje pokušava koordinirati i poboljšati utjecaje drugih sektorskih politika na korištenje zemljišta kako bi se postigla ravnomjernija raspodjela gospodarskog razvoja unutar određenog teritorija nego što bi inače bila stvorena tržišnim silama. Stoga je kao takvo važna funkcija za promicanje održivog razvoja i poboljšanje kvalitete života (Yoshida i dr., 2020). To se sve više prepoznaje u dokumentima međunarodne politike, a ta sve veća predanost održivom razvoju i sve veći interes za sustave i politike prostornog planiranja znači da trenutno postoji značajna prilika za preoblikovanje i jačanje sustava prostornog planiranja (UNECE, 2008).

Prilikom planiranja prostornog uređenja izrađuju se planovi za uređenje prostora koji se mogu podijeliti na (Marinović Uzelac, 2001; RH, 2013):

- 1) Prostorni planovi
 - a) Državni prostorni plan
 - b) Regionalni prostorni plan
 - c) Lokalni ili mikroregionalni prostorni plan
 - i) Prostorni plan urbane regije
 - ii) Prostorni plan općine
 - d) Prostorni plan za područje posebnih obilježja
- 2) Urbanistički planovi
 - a) Generalni urbanistički plan
 - b) Detaljni urbanistički plan
 - c) Urbanistički projekt

Razlike između planova su u predmetu planiranja, ciljevima planova, metodama rada i sastavnim dijelovima tih planova. Prostornim planovima se uređuje svrhovita organizacija, korištenje i namjena prostora te uvjeti za uređenje, unaprjeđenje i zaštitu prostora države, županija, gradova i općina i sve u svrhu ostvarivanja ciljeva prostornog uređenja (RH, 2013). Bave se prostornim uređenjem ukupnog prostora, odnosno teritorija. Taj teritorij može sadržavati naselja i gradove, ali promatrane kao točke bez dimenzija, ili, ovisno o mjerilu u ciljevima plana, kao ukupne površine

s dimenzijama i oblicima, bez ulaženja u njihovu unutarnju strukturu. No, prostorni plan se može baviti i teritorijem na kojem nema postojećih naselja (Marinović Uzelac, 2001). Urbanistički plan uređenja donosi se obavezno za neuređene dijelove građevinskog područja i za izgrađene dijelove tih područja planiranih za urbanu preobrazbu ili urbanu sanaciju (RH, 2013). Bavi se unutarnjim prostornim uređenjem naselja i gradova, a načinom i metodom koji ovise o vrsti urbanističkog plana (Marinović Uzelac, 2001).

2.3. Upravljanje zemljišnim informacijama

Upravljanje zemljišnim informacijama temelji se na jasnim i jednoznačno određenim prostornim jedinicama katastra. Temeljna prostorna jedinica unutar katastra je katastarska čestica koja predstavlja omeđeni prostor zemljišta na kojem su interesi (prava, obveze i ograničenja) homogeni (UNECE 2004).

Zemljišne informacije imaju središnju ulogu u mnogim upravnim i gospodarskim djelatnostima. Važne su za donošenje prostornih odluka, upravljanje zemljištem ta za ukupni održivi razvoj države (Wubie i dr., 2021). Razlikujemo informacije o korištenju zemljišta, interesima na zemljištu te informacije o vrijednosti samog zemljišta. Podaci o korištenju zemljišta potrebni su za održivo planiranje razvoja urbanih i ruralnih područja i samim tim su zanimljivi tijelima javne vlasti nadležnima za okoliš i planiranje. Za interese na zemljištu nadležna je sudska vlast i predmet su zanimanja pravnih stručnjaka. Zemljišta su izvor prihoda i nužni su za djelovanje financijskih institucija i stručnjaka. Vrijednost zemljišta određuje se posebnim procesima vrjednovanja ili se prikuplja iz isprava kojima se predlaže upis promjene na zemljištu (Enemark, 2004; Roić, 2012).

Zemljišne informacije važan su dio opće informacijske infrastrukture, a u sebi uvijek sadržavaju položaj i zbog toga ih se svrstava pod geoinformacijsku infrastrukturu. Geoinformacijsku infrastrukturu čine podaci (osnovni i ostali podaci, metapodaci, katalozi), usluge te norme i standardi, a u širem smislu dio geoinformacijske infrastrukture su i korisnici. Njen poseban dio čine nacionalne infrastrukture prostornih podataka. Postoji nekoliko inicijativa na globalnoj i europskoj razini koje se bave uspostavom infrastrukture prostornih podataka. INSPIRE direktiva pokrenuta je 2007. godine od strane Europske unije kako bi povezala nacionalne infrastrukture prostornih podataka te je glavni cilj prostorne podatke učiniti dostupnima među državama članicama Europske unije (INSPIRE, 2007).

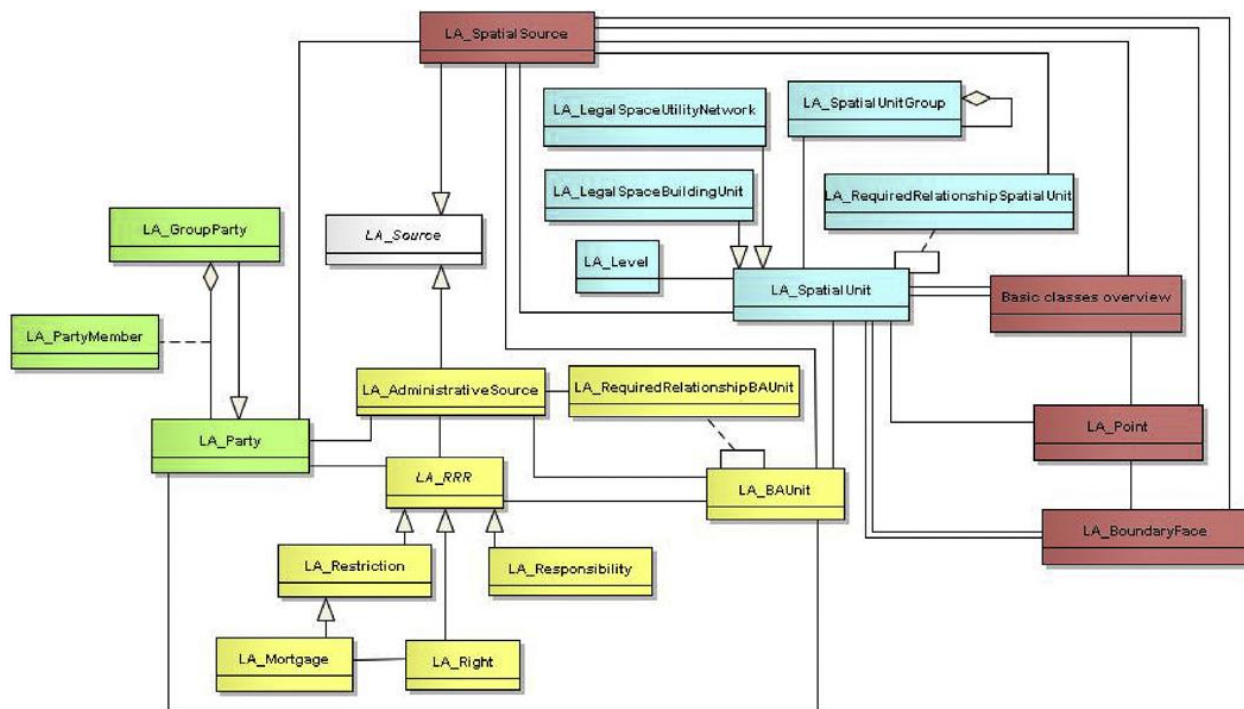
Glavna načela INSPIRE direktive su (INSPIRE, 2007):

- prostorni podaci su pohranjeni, dostupni i održavani na najprikladnijoj razini,
- omogućiti dosljedno kombiniranje prostornih podataka iz različitih izvora diljem Europske unije i njihovo zajedničko korištenje između različitih korisnika i aplikacija,
- neovisno o tome od strane koga su prikupljeni prostorni podaci trebaju se moći dijeliti među različitim razinama vlasti,
- prostorni podaci trebaju biti dostupni pod uvjetima koji ne ograničavaju njihovu širu uporabu bez razloga,
- omogućiti jednostavno otkrivanje dostupnih prostornih podataka, procijeniti njihovu prikladnost za postizanje cilja i saznati uvjete pod kojima se koriste.

INSPIRE direktiva temelji se na postojećim infrastrukturama prostornih podataka država članica i ne zahtjeva novo prikupljanje podataka, već usklađivanje postojećih podataka. Pri integraciji nacionalnih infrastruktura u INSPIRE države članice moraju omogućiti pristup svojim infrastrukturama putem geoportala kojim upravlja Europska Komisija (INSPIRE, 2007).

2.3.1. Model područja upravljanja zemljištem: LADM

Kako bi se ostvarili ciljevi održivog upravljanja zemljištem i zemljišnim informacijama potrebno je razviti standarde i norme. Jedna od normi koja definira područje upravljanja zemljištem je ISO norma Model područja upravljanja zemljištem (engl. Land Administration Domain Model – LADM). LADM je kao ISO norma prihvaćen 2012. godine te predstavlja konceptualni model čiji je cilj pružanje osnove za razvoj učinkovitih sustava upravljanja zemljištem uključujući njegov pravni i prostorni aspekt (Lemmen i dr., 2015). Pruža zajedničku ontologiju, definirajući terminologiju za upravljanje zemljištem te pruža fleksibilni konceptijski model s tri osnovna paketa: stranke, upravni (prava i ograničenja/odgovornosti) i prostorne jedinice (Slika 2.1). LADM podržava razvoj softvera za upravljanje zemljištem i olakšava razmjenu podataka sa i iz distribuiranih sustava upravljanja zemljištem (Van Oosterom i Lemmen, 2015).

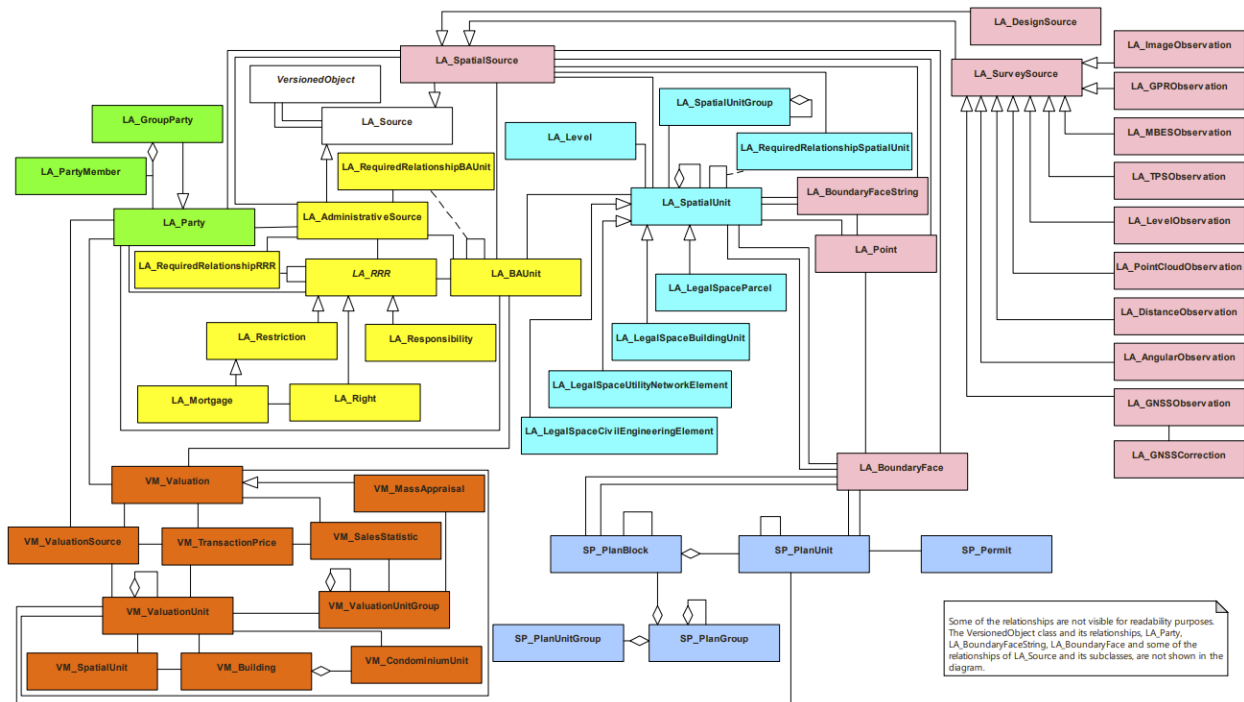


Slika 2.1. LADM – UML dijagram osnovnih klasa (Lemmen i dr., 2015)

Na slici 2.1 prikazan je dijagram klasa LADM-a. Paket za stranke prikazan je zelenom bojom, upravni paket žutom i paket za prostorne jedinice tirkiznom sa svojim podpaketom za izmjeru i prikaz prostornih podataka u crvenoj boji. Paket za stranke sastoji se od klasa za opis fizičkih i pravnih osoba koje imaju neki interes na upravnim jedinicama koje se vode u nekom sustavu upravljanja zemljištem. Glavna klasa paketa za stranke je LA Party klasa sa svojom specijalizacijom LA GroupParty. Upravni paket odnosi se na apstraktnu klasu LA RRR koja ima svoje tri konkretne podklase: LA Right (prava), LA Restriction (ograničenja) i LA Responsibility (odgovornost). Pravo je klasa radnji koje sudionik sustava može izvesti na pridruženom resursu ili koristeći ga. Ograničenje je državno ili nedržavno pravo da se nešto suzdrži ili da se ograniči pravo vlasništva. Odgovornost je formalna ili neformalna obveza da se nešto učini. Paket za prostorne jedinice sastoji se od klasa za opis prostornih jedinica, a osnovna klasa je LA SpatialUnit. Paket za prostorne jedinice ima i podpaket za izmjeru i prikaz tih prostornih jedinica (Lemmen i dr., 2015).

U posljednje vrijeme radi se na drugom izdanju LADM-a. LADM II uz osnovni model izravno u model uključuje i proširenja te se sastoji od generičkog konceptualnog modela, zemljišne knjige, upravljanja morskim područjima, informacija o vrjednovanju zemljišta, informacija o prostornom planu te su šesti dio aspekti provedbe. LADM I je više usredotočen na zemljišni posjed, dok se

LADM II temelji na uključivanju prava, ograničenja i odgovornosti u vezi s upravljanjem morskim područjem, informacijama o vrjednovanju, informacijama o prostornom planu, kao i provedbi LADM-a. Uz prošireni opseg LADM II može podržati razvoj interoperabilnih sustava u upravljanju zemljištem (Kara i dr., 2024).



Slika 2.2. LADM II - UML dijagram osnovnih klasa (Kara i dr., 2024)

Na slici 2.2 prikazan je dijagram klasa LADM-a II za dijelove 1, 2, 4 i 5, odnosno za generički konceptualni model, zemljišnu knjigu, informacije o vrjednovanju zemljištem i informacije o prostornom planu, te njihovi međudnosi. Neki od odnosa nisu vidljivi zbog čitljivosti dijagrama. U skladu s bojama odgovarajućih klasa LADM-a I i u LADM II izdanju paket za stranke prikazan je zelenom bojom, upravni paket žutom bojom i paket za prostorne jedinice tirkiznom bojom. Dok je podpaket za izmjeru i prikaz prostornih podataka prikazan u svijetlo ružičastoj boji. Dijelovi 4 i 5 koji su predstavljeni u LADM II izdanju prikazani su narančastom, odnosno svijetlo plavom bojom.

3. URBANA ZELENA INFRASTRUKTURA

Urbana zelena infrastruktura kao koncept je uvedena u okviru pristupa održivosti i otpornosti prvenstveno urbanih područja. Ulaganje u zelenu infrastrukturu ima razumnog ekonomskog smisla jer jedno područje može ponuditi višestruke koristi, pod uvjetom da su njegovi ekosustavi u zdravom stanju. Takvi zdravi ekosustavi osiguravaju društvu niz vrijednih, ekonomski važnih dobara i usluga kao što su čista voda i zrak, skladištenje ugljika, oprašivanje, i slično. Također, imaju značajnu ulogu u borbi protiv klimatskih promjena štiteći nas od poplava i drugih ekoloških katastrofa. Stoga, ako su te prirodne snage oštećene, ne trpi samo bioraznolikost već i društvo u cjelini (European Commission, 2014). U strateškom dokumentu o zelenoj infrastrukturi Europska Komisija definira zelenu infrastrukturu kao strateški planiranu mrežu prirodnih i poluprirodnih područja koja su osmišljena i kojima se upravlja u cilju ostvarenja velikog broja usluga ekosustava te očuvanja bioraznolikosti u urbanim i ruralnim područjima. Znači da zelena infrastruktura nije bilo koja zelena površina, nego ona zelena područja koja ostvaruju barem jednu od usluga ekosustava, bila to usluga podrške, opskrbe, regulacije ili neka kulturološka usluga (European Commission, 2013). Zelena infrastruktura može ublažiti rizike od klimatskih promjena, pomaže smanjenju učinka urbanih toplinskih otoka i smanjenju rizika od poplava (Garcia i dr., 2020; Hobbie i Grimm, 2020; Reynolds i dr., 2020; Shade i dr., 2020). Poboljšava kvalitetu zraka te postoje razne znanstvene studije koje dokazuju da na taj način utječe na veću kvalitetu života, bolje fizičko i mentalno zdravlje (Engemann i dr., 2019; Kim i Miller, 2019; Mansor i dr., 2012; Nawrath i dr., 2021; Sandifer i dr., 2015). Također, pomaže očuvanju biološke raznolikosti kroz očuvanje i obnovu prirodnih staništa (Brunbjerg i dr., 2018; Roggema i dr., 2021; Salomaa i dr., 2017). Za razliku od sive infrastrukture, koja najčešće ima samo jedan cilj, zelena infrastruktura je multifunkcionalna te donosi niz i društvenih, i ekoloških, i ekonomskih koristi (Hansen i Pauleit, 2014; Korkou i dr., 2023), i u ruralnoj i u urbanoj sredini, te ju je potrebno planski razvijati.

3.1. Načela uspostave zelene infrastrukture

Zelena infrastruktura planira se u građevinskim područjima gdje kroz integrirani pristup treba ostvariti koordinaciju urbane zelene infrastrukture s ostalom urbanom infrastrukturom, što uključuje planiranje, projektiranjem izgradnju i uređenje naselja u tehničkom, estetskom, ekonomskom, društvenom i pravnome smislu. Jedan od najučinkovitijih načina izgradnje zelene

infrastrukture je prostorno planiranje. Prostorno planiranje na strateškoj razini pomoći će (European Commission, 2014):

- locirati najbolja mjesta za projekte poboljšanja staništa kako bi se pomoglo ponovno povezivanje zdravih ekosustava, poboljšala propusnost krajolika ili poboljšala povezanost između zaštićenih područja,
- usmjeriti razvoj infrastrukture dalje od posebno osjetljivih prirodnih područja i umjesto toga prema robusnijim područjima gdje bi mogli dodatno doprinijeti obnovi ili ponovnom stvaranju značajki zelene infrastrukture kao dio razvojnog prijedloga,
- identificirati višenamjenske zone u kojima se preferira kompatibilna upotreba zemljišta koja podržava zdrave ekosustave u odnosu na druge destruktivnije projekte s jednim fokusom.

Korištenje strateškog pristupa izgradnji zelene infrastrukture osigurava postojanje jasnog fokusa za pojedinačne inicijative i projekte na lokalnoj razini kako bi se oni mogli povećati do točke u kojoj će napraviti konkretne promjene. To je također sredstvo okupljanja različitih sektora kako bi zajedno mogli odlučivati o lokalnim prioritetima korištenja zemljišta na transparentan, integriran i kooperativan način (European Commission, 2014).

U svrhu razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima u Hrvatskoj. Program razvoja zelene infrastrukture predlaže tri cilja (RH i MPGI, 2021):

- 1) Kvalitetno planiranje i upravljanje razvojem zelene infrastrukture,
- 2) Unaprijeđena, raširena, povezana i lako dostupna zelena infrastruktura u urbanim područjima,
- 3) Visoka razina znanja i društvene svijesti o održivom razvoju urbanih područja kroz razvoj zelene infrastrukture.

No, prije samog provođenja politike zelene urbane obnove i kod uvođenja zelene infrastrukture u već izgrađenim područjima potrebno je prethodno provesti urbanu preobrazbu i sanaciju. Urbana preobrazba je skup planskih mjera i uvjeta kojima se bitno mijenjaju obilježja izgrađenog dijela građevinskog područja promjenom urbane mreže javnih površina, namjene i oblikovanja građevina te rasporeda, oblika i veličine građevnih čestica. Dok je urbana sanacija skup planskih mjera i uvjeta kojima se poboljšava karakter izgrađenih područja unutar i izvan granica građevinskog područja devastiranog nezakonitim građenjem ili na druge načine (MPGI, 2023).

Važno je da se zelena infrastruktura prepozna kao javni interes, posebno prilikom izrade razvojnih i prostornih planova. Stoga je prilikom implementacije zelene infrastrukture važno uključiti što širi krug javnosti i dionika, senzibilirati ih, informirati i educirati o zelenoj infrastrukturi te im pomoći u sagledavanju vlastite uloge u ostvarivanju uključivih, sigurnih, otpornih i održivih urbanih područja budućnosti.

3.2. Koristi zelene infrastrukture

Jedna od ključnih karakteristika zelene infrastrukture je multifunkcionalnost, a koristi koje proizlaze iz zelene infrastrukture mogu se podijeliti na društvene, ekološke i ekonomske koristi (CNT, 2011). Ako je zelena infrastruktura pravilno planirana može rezultirati velikom raznolikošću koristi i za ljude i za prirodu. Pojedinačni elementi zelene infrastrukture ne mogu nužno pružiti sve željene koristi, ali ako su međusobno dobro povezani onda cijela mreža zelene infrastrukture može pružiti većinu koristi (Kambites i Owen, 2006).

3.2.1. Društvene koristi

Društvene koristi zelene infrastrukture izravno se ogledaju u unaprijeđenju kvalitete života u gradovima te se odnose na opće društveno kulturološke stvari koje se mogu promijeniti izravno ili neizravno kroz zelenu infrastrukturu te uključuju (Kim i Song, 2019):

- **Obrazovne mogućnosti**
 - Povećane mogućnosti rekreacije i interakcije s prirodom
 - Razvijanje svijesti o prirodi i povećana svijest o pitanjima okoliša
- **Poboljšanje izgrađenog okoliša**
 - Veća dostupnost zelenih površina
 - Smanjenje buke
 - Poboljšana kvaliteta stanovanja
- **Povećanje socijalnog kapitala**
 - Razvoj i jača kohezija zajednice
 - Više prostora za društvena okupljanja
 - Manje kriminala
 - Kulturno izražavanje
 - Bolje fizičko i mentalno zdravlje

- Estetiku krajolika
 - Bolji vizualni pregled krajolika
 - Obnova krajolika

Kao što se može vidjeti, društvene koristi zelene infrastrukture su nematerijalne koristi koje ljudi dobivaju od zelene infrastrukture. To su koristi koje ljudi imaju iz osjećaja povezanosti s prirodom te koristi koje imaju od raznolikosti i složenosti same zelene infrastrukture. Za stanovnike urbanih sredina zelena infrastruktura je izrazito bitna za samu kvalitetu života, poboljšava njihovo mentalno i fizičko zdravlje na način da smanjuje razinu stresa, pruža prostor za tjelesne aktivnosti i društvenu interakciju (Gashu i Gebre-Egziabher, 2019).

3.2.2. Ekološke koristi

Razvijena zelena infrastruktura u urbanim područjima ima izravne ekološke koristi na (Kim i Song, 2019):

- Reguliranje tokova
 - Smanjena erozija tla
 - Prevencija od poplava kroz upravljanje oborinskim vodama i reguliranje tokova
 - Pročišćavanje oborinskih voda prirodnim sustavima, umjesto direktnog ispuštanja u kanalizacijski sustav
 - Očuvanje prirodnih tokova i vodnih resursa te njihova akumulacija
- Zaštitu okoliša
 - Očuvanje kopnenih i vodenih staništa
 - Poboljšana kvaliteta vode
 - Poboljšana kvaliteta zraka i smanjenje stakleničkih plinova
 - Poboljšanje kvalitete tla
 - Očuvanje bioraznolikosti
 - Pružanje mogućnosti za proizvodnju obnovljive energije
- Prilagođavanje klimatskim promjenama
 - Smanjenje temperature i utjecaja urbanih toplinskih otoka
 - Osiguravanje hlada i sjene
 - Izgradnja otporne infrastrukture (zeleni krovovi i zidovi)

Koristi zelene infrastrukture u ekološkom smislu su vrlo vrijedne i raznolike. Iz prethodno nabrojanih koristi vidi se da je zelena infrastruktura posebno važna za očuvanje okoliša, ekosustava i bioraznolikosti u urbanim područjima. Doprinosi izgradnji otpornih i prilagodljivih gradova.

3.2.3. Ekonomske koristi

Učinci zelene infrastrukture su gospodarski mjerljivi jer doprinosi smanjenju javnih i privatnih rashoda, a ponekad i konkretnom prihodu. Stoga su ekonomske koristi zelene infrastrukture osnova za promociju gospodarske aktivnosti i odnose se na jačanje gospodarskih kapaciteta na razne načine (Kim i Song, 2019):

- Porast vrijednosti zemljišta i nekretnina u dobro planiranim i kvalitetnim urbanim sredinama,
- Smanjenje materijalne štete od potencijalnih jakih vjetrova, ekstremnih padalina i poplava,
- Smanjena potrošnja energije za hlađenje,
- Ušteda na troškovima liječenja od bolesti izazvanih zagađenim okolišem,
- Poticanje urbane poljoprivrede te održive proizvodnje hrane,
- Obnovljiva energija i kružno gospodarstvo,
- Povećana radna produktivnost,
- Poticanje poslovnih investicija i ulaganja,
- Otvaranje novih radnih mjesta.

Ekonomske koristi zelene infrastrukture prvenstveno proizlaze iz povećanja vrijednosti nekretnina u blizini zelenih površina i povećane prodaje nekretnina duž zelenih koridora, naspram onih nekretnina u blizini koji se ne nalaze zelene površine (Heckert i Mennis, 2012). Kao što se može vidjeti ekonomske koristi zelene infrastrukture su brojne te je evidentno da je uključivanje zelene infrastrukture u suvremene gradske strategije gospodarskog razvoja nužno u dobrom gospodarenju gradovima (RH i MPGI, 2021).

3.3. Elementi zelene infrastrukture

Zelenu infrastrukturu čine planski osmišljeni otvoreni prostori, zelene i vodene površine te druga prostorna rješenja temeljena na prirodi kojima se pridonosi očuvanju, poboljšanju i obnavljanju prirode, prirodnih funkcija i procesa zbog postizanja društvenih, ekoloških i ekonomskih koristi održivog razvoja. Prema Priručniku o primjeni zelene infrastrukture koji je namijenjen

stručnjacima i javnim tijelima u Republici Hrvatskoj zaduženima za planiranje zelene infrastrukture, prepoznate su 22 tipologije zelenih i plavih površina koje čine zelenu infrastrukturu u urbanim područjima (Androić Brajčić i dr., 2023): park, gradska/urbana šuma, površine za sport i rekreaciju, travnjak, botanički vrt/arboretum/zoološki vrt, perivoj, zeleni konstruktivni elementi na zgradama, produktivna zelena infrastruktura – urbani vrtovi, urbane farme, rasadnici i javni voćnjaci, integrirani sustav urbane odvodnje, urbana močvara, krajobrazno uređena groblja, brownfield površina, vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode, trg, morska obala, zone za turizam, zelene površine uza stambene zgrade, zelene površine uza zgrade javne, društvene i gospodarske namjene, tematski park, arheološki park, zelene površine uz prometnice te stabla.

Parkovi mogu biti jedan od najvrjednijih elemenata zelene infrastrukture. To su višefunkcionalne otvorene zelene površine unutar kojih se često nalaze i drugi elementi zelene infrastrukture, kao na primjer stabla, travnjaci, uređene staze, vodeni elementi i slično. Namijenjeni su za javne potrebe građana, primarno za rekreaciju (Hayes i Dockerill, 2023).

Gradske ili urbane šume su prirodne ili zasađene šume koje se nalaze u ili uz urbana područja. Kao i parkovi višefunkcionalne su i unutar njih se nalaze i drugi elementi zelene infrastrukture (Permata i dr., 2018).

Površine za sport i rekreaciju su uobičajeno samostalne površine koje su namjenski uređene i opremljene za sport i rekreaciju te su javno dostupne (Androić Brajčić i dr., 2023).

Travnjaci su zelene površine na kojima prevladava trava te sadrže vrlo malo stabala i grmova. Jedan su od najčešćih elemenata zelene infrastrukture (Ignatieva i dr., 2017).

Botanički vrtovi, arboretumi i zoološki vrtovi se ne svrstavaju u javne parkove, zato što se smatraju muzejima na otvorenome. To su samostalne zelene površine s različitim elementima zelene infrastrukture te služe za rekreaciju i kulturno uzdizanje (Androić Brajčić i dr., 2023).

Perivoj je visoko kultivirani vanjski prostor koji je vrlo često smješten uz povijesne građevine, dvorce, plemićke posjede, crkve i ljetnikovce (Androić Brajčić i dr., 2023).

Zeleni konstruktivni elementi na zgradama su zeleni krovovi i zeleni zidovi. To su ravni krovovi ili okomite plohe na zgradama prekrivene vegetacijom. Služe za bolje prilagodbe klimatskim promjenama, na primjer smanjuju potrošnju energije za hlađenje (Beecham i dr., 2019; Manso i dr., 2021a, 2021b).

Produktivna zelena infrastruktura je smještena u gradskim naseljima te služi za proizvodnju hrane u urbanim područjima (Jahrl i dr., 2022).

Integrirani sustavi urbane odvodnje su najčešće kišni vrtovi ili bioretencije. To su biljem zasađene depresije koje omogućuju prikupljanje oborinske vode s nepropusnih površina te aktiviraju njeno upijanje u podzemlje (Morash i dr., 2019).

Urbana močvara je plitka depresija zasađena biljem i namijenjena je pročišćavanju oborinskih voda, uz mogućnost trajnog zadržavanja određenog volumena vode (Schifman i dr., 2018).

Krajobrazno uređeno groblje je parkovni tip groblja koji je često formiran s travnatim elementima te s pravilnim nizovima stabala (Androić Brajčić i dr., 2023).

Brownfield površine su najčešće napuštene površine industrijskih i vojnih kompleksa ili su to neizgrađene površine koje su izgubile svoju osnovnu funkciju te ih treba vratiti u korisnu upotrebu. Često su smještene u užoj urbanoj jezgri i stoga su to važna područja pri provođenju zelene urbane obnove (Perovic i Kurtović Folić, 2012).

Vodotoci obuhvaćaju sva vodna i javno dostupna obalna područja s pretežitim udjelom prirodnih elemenata i predstavljaju veliki potencijal za upravljanje oborinskim vodama, bioraznolikost te za rekreaciju i boravak na otvorenom (Androić Brajčić i dr., 2023).

Trg je otvoreni gradski prostor potpuno ili djelomično omeđen ulicama ili zgradama koji može sadržavati elemente zelene infrastrukture i na taj način doprinijeti razvoju održivog grada (Androić Brajčić i dr., 2023).

Morska obala je u primorskim područjima jedan od najvažnijih elemenata zelene infrastrukture stoga je njime važno pametno gospodariti.

Zone za turizam su površine koje su prostornim planiranjem namijene isključivo za turizam, a to su na primjer hotelski kompleksi, kampovi te morska ili druga obala uz vodene površine (Androić Brajčić i dr., 2023).

Zelene površine uz stambene zgrade te uz zgrade javne, društvene i gospodarske namjene su javni ili privatni otvoreni prostori u kojima ljudi često najviše i borave. To su manji parkovi, travnjaci, stabla, igrališta, privatni vrtovi i slično.

Tematski park je prostor s nekom prepoznatljivom temom koji ima neku kulturološku, znanstvenu, obrazovnu, rekreativnu, zabavnu ili estetsku ulogu (Androić Brajčić i dr., 2023).

Arheološki park je najčešće travnjak ili livada s arheološkim ostacima te ima umjetničku, povijesnu i antropološku vrijednost (Androić Brajčić i dr., 2023).

Zelene površine uz prometnice su najčešće pješačke i biciklističke staze ili uski travnjaci i drvoređi koji služe za zaštitu od buke, prašine, vjetra, poplava, smanjuju površinsku temperaturu tla.

Neki elementi zelene infrastrukture naizgled donose više koristi, ali svi su značajni za postizanje održivog razvoja urbanih područja.

3.4. Uloga zelene infrastrukture u postizanju održivog razvoja

S obzirom da danas većina ljudske populacije živi u urbanim područjima i da je ubrzano urbano širenje diljem svijeta stvorilo ogromne probleme za dobrobit okoliša i ljudi urbana zelena infrastruktura smatra se bitnim strukturnim dijelom gradova te igra jednu od ključnih uloga u jačanju otpornosti i transformacije urbanih područja te održivom razvoju planeta Zemlje (Gelan i Girma, 2021; Hanna i Comin, 2021). Veliki broj znanstvenih studija ukazuje na razne dobrobiti urbane zelene infrastrukture na ekosustav u gradovima, kao što su reguliranje klime (Garcia i dr., 2020; Jones i Somper, 2014; Shade i dr., 2020), smanjenje poplava (EEA, 2017; Li i dr., 2020), poboljšanje kvalitete zraka (Anderson i Gough, 2020; Bottalico i dr., 2016), vode i tla (Morash i dr., 2019) te pozitivan utjecaj na očuvanje bioraznolikosti (Chen i dr., 2021; Salomaa i dr., 2017). Također, urbana zelena infrastruktura služi kao mjesto rekreacije i opuštanja te pozitivno utječe i na fizičko i na mentalno zdravlje ljudi (Mansor i dr., 2012; Tzoulas i dr., 2007; Venkataramanan i dr., 2019). Stoga je važno strateški planirati zelenu infrastrukturu i integrirati ju sa sivom infrastrukturom kako bi doprinijeli razvoju održivih urbanih područja.

Kako bi se iz zelene infrastrukture izvukle sve koristi Svjetska zdravstvena organizacija (engl. World Health Organization – WHO) savjetuje da se prilikom planiranja i dizajna urbanih zelenih površina obrati pažnja na to da se zelene površine nalaze u blizini ljudi i njihovih mjesta stanovanja, da je zelena infrastruktura raznolika i multifunkcionalna, da je prilagodljiva ljudima te da je vrlo važno obratiti pažnju i na njeno kasnije održavanje (WHO, 2017).

Zbog svega prethodno navedenog, Cecil Konijnendijk predložio je pravilo 3–30–300 za urbanu zelenu infrastrukturu. Cilj ovog pravila je omogućiti ravnopravan pristup stablima i zelenim

površinama na način da svaki građanin iz svog doma treba vidjeti najmanje 3 stabla, da u svakom susjedstvu treba biti najmanje 30% pokrivenosti krošnjama drveća i da svi u krugu od 300 metara imaju pristup najmanje jednoj zelenoj površini. Primjena pravila 3–30–300 poboljšat će i proširiti urbanu zelenu infrastrukturu a time i promicati zdravlje, dobrobit, otpornost i održiv razvoj gradova (Konijnendijk, 2022, 2021). Mnogi gradovi diljem svijeta su već prihvatili pravilo 3–30–300 kao dio svojih urbanih programa (Browning i dr., 2023), a provedba pravila je preporučena i u UNECE dokumentu unutar kojeg daju smjernice za zeleni oporavak te za održive, zdrave i otporne gradove (UNECE, 2021).

O važnosti zelene infrastrukture za održiv razvoj govori i činjenica da je uvrštena u Program 2030 koji definira 17 globalnih ciljeva održivog razvoja. Točnije, jedan od sedam podciljeva za ostvarivanje cilja 11, koji je usmjeren na razvoj uključivih, sigurnih, otpornih i održivih gradova, je osigurati pristup zelenim površinama (UN General Assembly., 2015). Poseban naglasak na pristup zelenim javnim površinama donijela je Nova urbana agenda naglašavajući važnost i multifunkcionalnost zelene infrastrukture (UN, 2017). Nastavno je zelena infrastruktura prepoznata i uvrštena i u brojne druge svjetske i europske strategije za održiv razvoj. Također je i u Hrvatskoj prepoznata važnost zelene infrastrukture. Temeljem europskog plana oporavka Vlada Republike Hrvatske je iznijela Nacionalni plan oporavka i otpornosti u kojem je kao jedan od ciljeva uvrštena strategija zelene urbane obnove i razvoja zelene infrastrukture (Vlada Republike Hrvatske., 2021). Važnost zelene infrastrukture u Hrvatskoj posebno je istaknuta donošenjem Programa razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje od 2021. do 2030. godine. U Programu se razrađuju ciljevi i mjere za razvoj zelene infrastrukture u urbanim područjima zbog uspostave održivih, otpornih i sigurnih gradova i naselja kroz povećanje energetske učinkovitosti zgrada i građevinskih područja, razvoj zelene infrastrukture te urbanu preobrazbu i sanaciju. Namjera programa je svim dionicima pružiti okvir za provedbu razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima uz identificiranje mjera i aktivnosti, nužnih okvira i preduvjeta za provedbu, očekivanih učinaka mjera i predviđene izvore financiranja. Sve to kako bi se ostvario konačni cilj, povećanje zelene infrastrukture u urbanim područjima (RH i MPGI, 2021). Iz svega navedenog vidi se da je uloga zelene infrastrukture u održivom razvoju vrlo značajna te da je potrebno voditi računa o implementaciji zelene infrastrukture prilikom prostornog planiranja.

4. RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA MODELA VRJEDNOVANJA URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE U UPRAVLJANJU ZEMLJIŠTEM

Postoji velik broj znanstvenih istraživanja o zelenoj infrastrukturi, ali i dalje je nedovoljan broj istraživanja o zelenoj infrastrukturi unutar postupaka upravljanja zemljištem. Odnosno, ne postoje konkretni modeli vrjednovanja elemenata zelene infrastrukture unutar postupaka upravljanja zemljištem kojima bi se jasnije argumentirala isplativost ulaganja u zelenu infrastrukturu (Bačić i dr., 2022). Stoga je u tu svrhu razvijen model vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem i kako bi se pokazala njegova primjenjivost implementiran je, odnosno ispitan na području Grada Zagreba. Modelom se nastoji pokazati utjecaj urbane zelene infrastrukture na vrijednost zemljišta.

4.1. Područje istraživanja i korišteni podaci

Kao što je prethodno navedeno, za potrebe izrade istraživanja u okviru ove doktorske disertacije odabrani su prostorni podaci s područja Grada Zagreba (Slika 4.1). Grad Zagreb je najveći i glavni grad Republike Hrvatske. Nalazi se u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj, odnosno u Zagrebačkoj županiji na južnim obroncima Medvednice te na obalama rijeke Save. Rasprostire se na površini od 641 km² te ga čini 17 gradskih četvrti (URL 3). Područje Grada Zagreba odabrano je zbog konfiguracije terena, raznolikosti zona namjene te zbog dostupnosti prostornih podataka.



Slika 4.1. Područje istraživanja: Grad Zagreb

Od Grada Zagreba prikupljeno je nekoliko različitih vrsta prostornih podataka koji su korišteni za provođenje ovog istraživanja. Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu ustupio je podatke o planiranoj namjeni i stvarnom korištenju površina Grada Zagreba za 2020. godinu. Od Gradskog ureda za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu preuzeti su podaci Katastra zelenila o elementima zelene infrastrukture: 167 425 stabala, 34 271 element urbane opreme, 44 156 grmova, 2 789 cvjetnjaka, 48 180 travnjaka, 7 529 igrališta, 12 634 staze i 7 905 živica. Za potrebe vrjednovanja ekonomske implementacije zelene infrastrukture Gradski ured za upravljanje imovinom i stanovanjem u Gradu Zagrebu ustupio je podatke o približnim vrijednostima zemljišta za 2023. godinu. Svi podaci su pohranjeni u službeni projekcijski koordinatni referentni sustav Republike Hrvatske, odnosno u Hrvatski Terestrički Referentni Sustav za epohu 1995.55 – HTRS96.

Sve navedene podatke moguće je pregledati putem geoportala zagrebačke infrastrukture prostornih podataka (ZG Geoportal). ZG Geoportal je pristupna točka Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka te sadrži prostorne podatke gradskih upravnih tijela, trgovačkih društava i ustanova (URL 4). Putem ZG Geoportala moguće je jedino pregledati koje podatke Grad Zagreb posjeduje, ali nije moguće preuzimanje i upravljanje podacima.

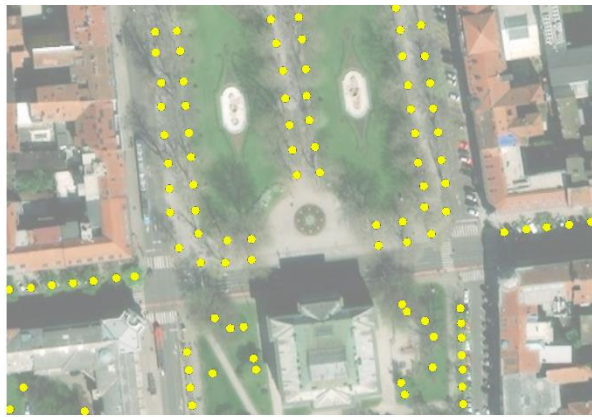
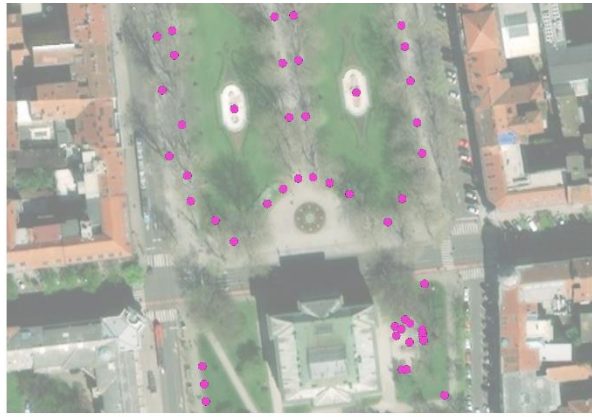
Za analizu rasprostranjenosti zelene infrastrukture u krugu pojedine katastarske čestice, odnosno u krugu pojedinih stambenih i mješovitih zona namjene preuzeti su i podaci o katastarskim česticama na području Grada Zagreba. Podaci su prikupljeni putem odgovarajućih javno dostupnih servisa katastra.

4.2. Elementi zelene infrastrukture

Elementi zelene infrastrukture koji su korišteni u istraživanju preuzeti su od prethodno navedenih izvora, a u tablici 4.1 detaljno su prikazani svi prikupljeni elementi zelene infrastrukture, kao i njihovi izvori, odnosno napomena od koga su preuzeti.

Važno je naglasiti kako podaci Katastra zelenila (stabla, urbana oprema, grmovi, cvjetnjaci, travnjaci, igrališta, staze i živice) sadrže samo podatke o onim zelenim površinama koje su pod nadležnošću Zagrebačkog holdinga, Podružnice Zrinjevac. Dok su podaci za koje je naveden izvor Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu preuzeti iz vektorskog sloja koji sadrži podatke o stvarnom korištenju površina Grada Zagreba i to na način da su iz navedenog sloja filtrirane pojedine zone namjene prostora (botanički vrt, zoološki vrt, gradski vrt, park, park šuma, šuma te vode i vodna dobra).

Tablica 4.1. Elementi zelene infrastrukture (ZI)

Broj elementa ZI	Element ZI	Vrsta podatka	Broj elemenata	Površina [ha]	Izvor podataka	Prikaz elementa ZI
1	Stabla	točkasti objekti	167425	/	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	
2	Urbana oprema	točkasti objekti	34271	/	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	

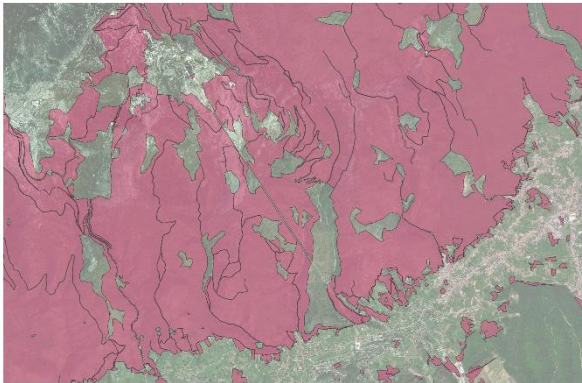
3	Grmlje	poligonski objekti	44156	32,30	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	
4	Cvjetnjaci	poligonski objekti	2789	4,01	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	

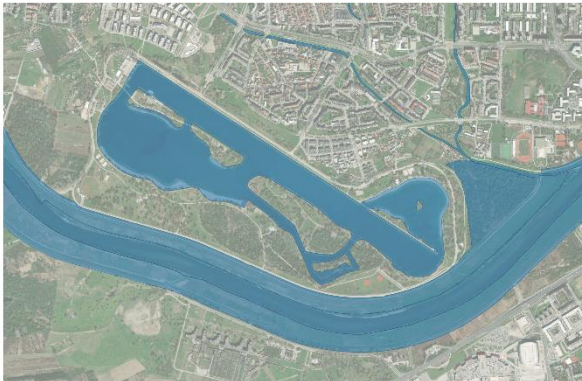
5	Travnjaci	poligonski objekti	48180	1558,13	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	
6	Igrališta	poligonski objekti	7529	80,24	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	

7	Staze	poligonski objekti	12634	147,65	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	
8	Živice	linijski objekti	7905	/	Gradski ured za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu	

9	Botanički vrt	poligonski objekti	1	4,75	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	
10	Zoološki vrt	poligonski objekti	1	6,38	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	

11	Gradski vrtovi	poligonski objekti	12	22,34	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	
12	Parkovi	poligonski objekti	447	2301,37	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	

13	Park šume	poligonski objekti	135	1720,93	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	
14	Šume	poligonski objekti	2307	19154,07	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	

15	Vode i vodna dobra	poligonski objekti	373	1843,01	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu	
----	--------------------	--------------------	-----	---------	--	---

4.3. Priprema podataka za provedbu analiza

U svrhu razvoja modela vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem, a kako bi mogli odrediti utjecaj urbane zelene infrastrukture na vrijednost zemljišta sve analize provedene su za stambene i mješovite zone namjene. Iz podataka o stvarnom korištenju zemljišta filtrirana su samo ona zemljišta čija je namjena stambena i mješovita te za područje Grada Zagreba ima 16 251 stambena i mješovita zona namjene. Potom su te zone preklopljene s katastarskim česticama i određeno je da unutar njih postoji 225 594 različite čestice. Sve to se nalazi na području 218 mjesnih odbora, odnosno 17 gradskih četvrti: Brezovica, Črnomerec, Donja Dubrava, Donji Grad, Gornja Dubrava, Gornji Grad – Medveščak, Maksimir, Novi Zagreb – istok, Novi Zagreb – zapad, Peščenica – Žitnjak, Podsljeme, Podsused –Vrapče, Sesvete, Stenjevec, Trešnjevka – jug, Trešnjevka – sjever i Trnje.

Svaka pojedina analiza, odnosno presjek prostornih slojeva napravljen je od najmanje do najveće prostorne jedinice, odnosno od katastarske čestice, preko zone, mjesnog odbora i gradske četvrti, do cijelog područja Grada Zagreba.

Provedeno je nekoliko različitih analiza dostupnosti zelene infrastrukture, odnosno analiza dostupnosti stabala, analiza dostupnosti rekreacijskih površina, analiza dostupnosti javnih zelenih površina i analiza dostupnosti vodenih površina te su još provedene analiza površinske temperature tla, analiza brownfield površina i analiza vrijednosti zemljišta. Sve analize su automatizirane te su provedene u QGIS-u korištenjem kombinacije prostornih i atributnih upita. Na kraju je napravljen presjek analiza i određen indeks zelene infrastrukture te prikazan utjecaj zelene infrastrukture na vrijednosti zemljišta.

Zbog teže dostupnosti, odnosno nedostupnosti podataka analizirana je samo zelena infrastruktura koja se nalazi na javnim površinama, odnosno u analize ne ulaze privatne zelene površine. Također, konačni podaci trebaju se moći koristiti u sustavima upravljanja zemljištem, stoga sve analize trebaju biti izvedive temeljem postojećih službenih podataka. Odnosno, korištenjem predloženih analiza podaci se mogu računati u određenim vremenskim intervalima i na taj način je moguće odrediti trenutno i željeno stanje.

4.4. Analiza dostupnosti zelene infrastrukture

Urbana zelena infrastruktura treba biti dostupna građanima te ju je potrebno planirati u neposrednoj blizini mjesta stanovanja jer pruža širok raspon usluga ekosustava koje održavaju i promiču javno

zdravlje, kao što je poboljšanje kvalitete vode, smanjenje onečišćenja zraka, temperature i buke, pružanje odgovarajućih prostora za veću fizičku aktivnost i društvenu interakciju (Ruiz-Apilánez i dr., 2023). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, stanovnici u urbanim područjima bi unutar 300 metara zračne udaljenosti od svojih domova trebali imati pristup zelenoj infrastrukturi i javnim zelenim površinama od najmanje 0.5-1 hektara (WHO, 2017, 2016). Stoga su analize dostupnosti zelene infrastrukture provedene u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice. Za svaku pojedinu katastarsku česticu određeno je koliko u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od te katastarske čestice ima stabala, rekreacijskih površina i javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara te nalazi li se u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine katastarske čestice neka vodena površina.

Kako bi odredili dostupnost pojedinog elementa zelene infrastrukture prvo je potrebno odrediti udaljenost od katastarske čestice do svakog elementa zelene infrastrukture. Udaljenost se odredi pomoću formule za Euklidsku udaljenost:

$$d_i(p, q) = \sqrt{\sum_{j=1}^2 (p_j - q_j)^2} \quad (4.1)$$

gdje je d_i udaljenost od katastarske čestice do promatranog elementa zelene infrastrukture, a p i q koordinate katastarske čestice i promatranog elementa zelene infrastrukture.

Nakon što je pomoću formule za Euklidsku udaljenost određena udaljenost od katastarske čestice do elementa zelene infrastrukture potrebno je odrediti indeks udaljenosti za taj element, a on se odredi pomoću sljedeće formule:

$$I_i = \frac{d_i}{300} \quad (4.2)$$

gdje je I_i indeks udaljenosti elementa zelene infrastrukture, a d_i udaljenost od katastarske čestice do elementa zelene infrastrukture. Udaljenost se dijeli s 300, zato što određujemo dostupnost elemenata zelene infrastrukture u krugu od 300 metara od katastarske čestice.

Potom se pomoću indeksa udaljenosti odredi vrijednost elementa zelene infrastrukture (n_i). Razlikujemo dvije vrijednosti elementa zelene infrastrukture:

- 1) Ako je $I_i > 1$, onda je $n_i = 0$

2) Ako je $I_i \leq 1$, onda je $n_i = 1$

Zatim se pomoću vrijednosti elementa zelene infrastrukture odredi ukupan broj elemenata zelene infrastrukture koji se nalaze u krugu od 300 metara od katastarske čestice, pomoću formule:

$$N = \sum_{i=1}^m n_i \quad (4.3)$$

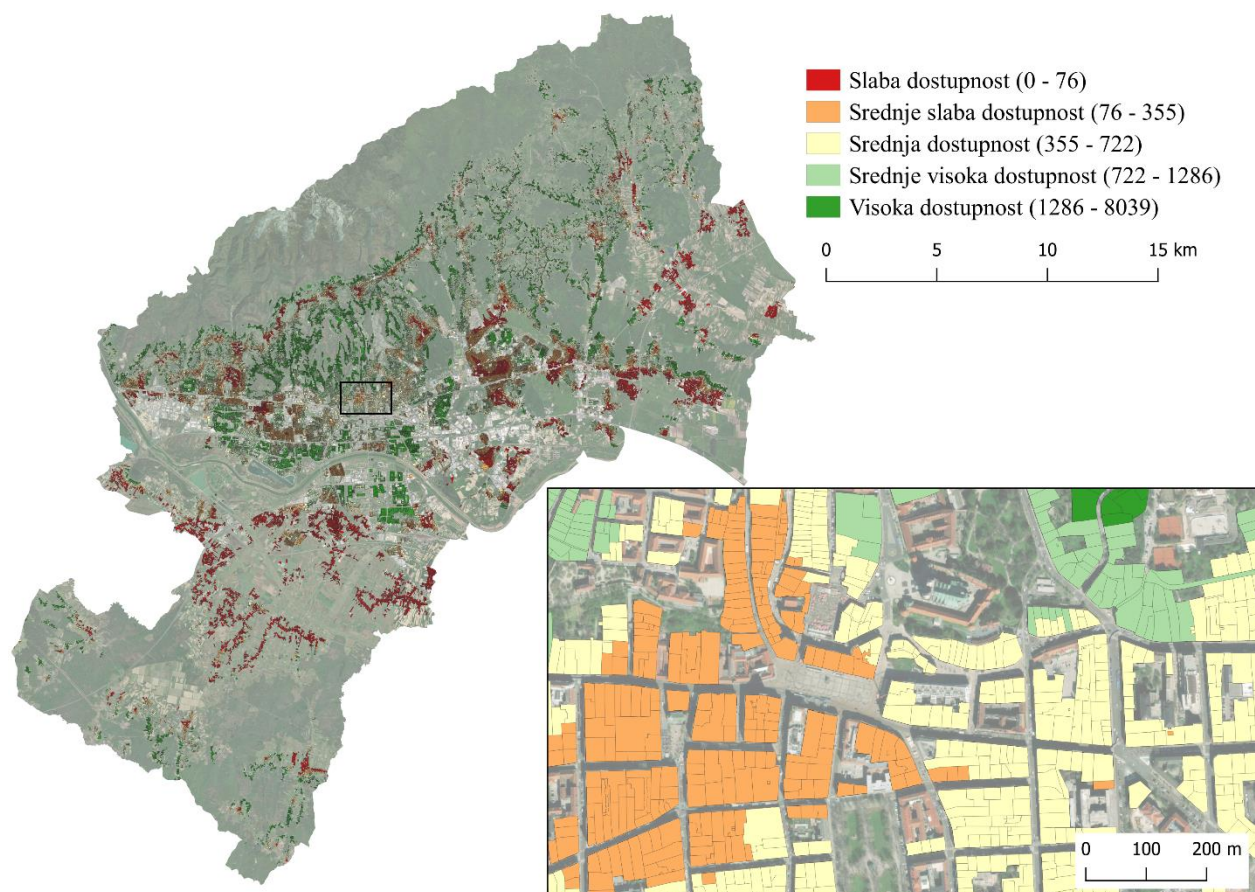
gdje je N ukupan broj elemenata zelene infrastrukture koji se nalaze u krugu od 300 metara od katastarske čestice, n_i vrijednost pojedinog elementa zelene infrastrukture, a m ukupan broj elemenata zelene infrastrukture na cijelom području.

Sve analize provedene su na razini pojedine katastarske čestice pomoću prethodno definiranih i objašnjenih formula, a potom su preko katastarskih čestica koje se nalaze unutar jedne stambene i mješovite zone namjene određene srednje vrijednosti po pojedinačnim stambenim i mješovitim zonama namjene. Nadalje, određene su srednje vrijednosti za pojedini mjesni odbor te za pojedinu gradsku četvrt i na kraju su određene srednje vrijednosti za cijelo područje Grada Zagreba.

4.4.1. Analiza dostupnosti stabala

Analiza dostupnosti stabala ograničena je na ona stabla, odnosno elemente zelene infrastrukture koji su preuzeti od Gradskog ureda za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu. To su podaci Katastra zelenila koji su pod nadležnošću Zagrebačkog holdinga, Podružnice Zrinjevac, što znači da ne sadrže podatke o elementima zelene infrastrukture koji se nalaze na zelenim površinama koje su pod nadležnošću drugih institucija. S obzirom da nam nisu dostupni podaci o elementima zelene infrastrukture na drugim zelenim površinama određen je prosječan broj stabala po metru kvadratnom za parkove, odnosno za šume kako bi mogli odrediti koliko se stabala nalazi na zelenim površinama koje nisu obuhvaćene preuzetim podacima Katastra zelenila. Na osnovu deset uzoraka za koje postoje podaci o elementima zelene infrastrukture određeno je da se unutar parka i park šume nalazi 0.010 stabala po metru kvadratnom, a unutar šume 0.025 stabala po metru kvadratnom. Potom je pomoću podataka o stvarnom korištenju zemljišta od Gradskog ureda za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje u Gradu Zagrebu određen broj stabala za pojedini park, park šumu i šumu koji nisu pod nadležnošću Podružnice Zrinjevac.

Nakon što je definirano koja sve stabla ulaze u analizu, za svaku katastarsku česticu na području Grada Zagreba je preko prethodno opisanih formula za udaljenost, indeks udaljenosti i vrijednost elementa zelene infrastrukture, u ovom slučaju stabla, određen ukupan broj stabala koja se nalaze u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice (slika 4.2). Detaljan postupak izračuna objašnjen je u poglavlju 4.4.



Slika 4.2. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Na slici 4.2 prikazana je analiza dostupnosti stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine katastarske čestice za cijelo područje Grada Zagreba, a na manjoj slici vidimo dio užeg centra grada, oko Trga bana Jelačića. Crvenom bojom označene su katastarske čestice u krugu kojih je dostupan najmanji broj stabala (slaba dostupnost), narančastom bojom su označene one čestice u krugu kojih se nalazi nešto više stabala (srednje slaba dostupnost), žuta boja označava srednju dostupnost, svijetlo zelena srednje visoku dostupnost i tamno zelena visoku dostupnost, odnosno tako su označene one katastarske čestice u krugu kojih se nalazi najveći broj stabala. Može se vidjeti da je oko samog trga srednje slaba do srednja dostupnost stabala, a sjevernije od trga se

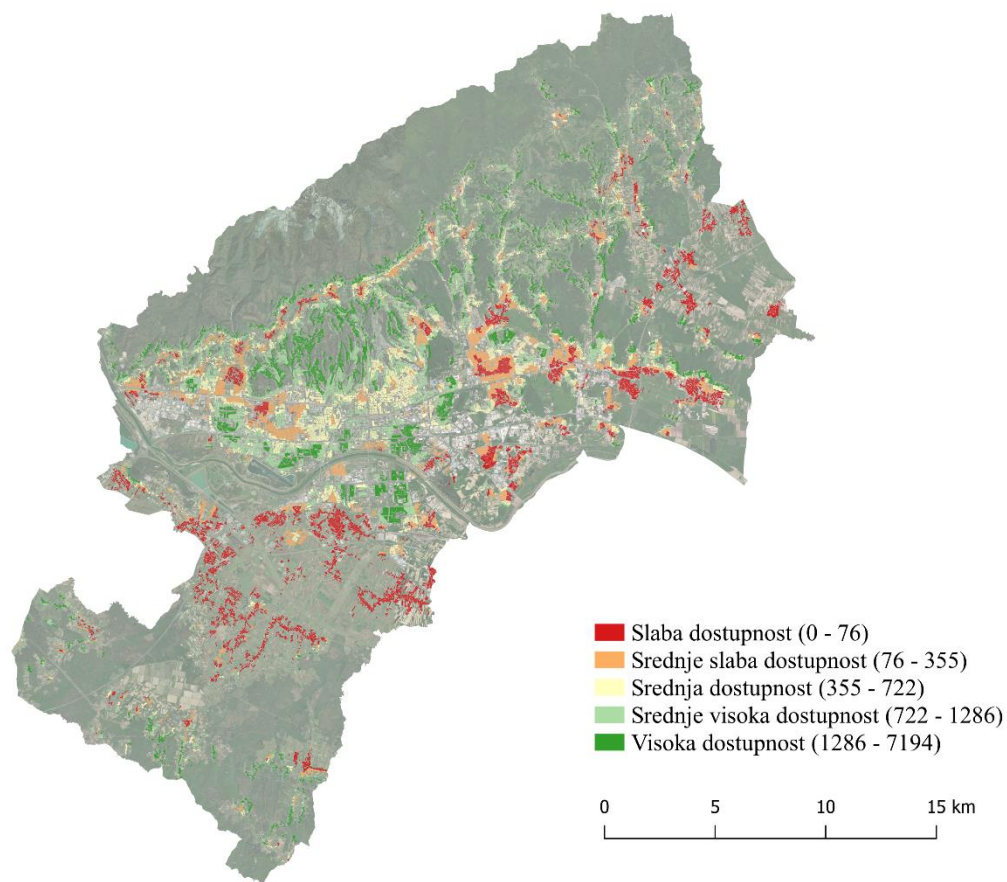
povećava dostupnost broja stabala u krugu od 300 metara zbog neposredne blizine Parka Ribnjak i Park šume Tuškanac.

Statističke vrijednosti analize dostupnosti stabala u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine katastarske čestice dane su u tablici 4.2.

Tablica 4.2. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
8039	526,00	0	829,21	762,45

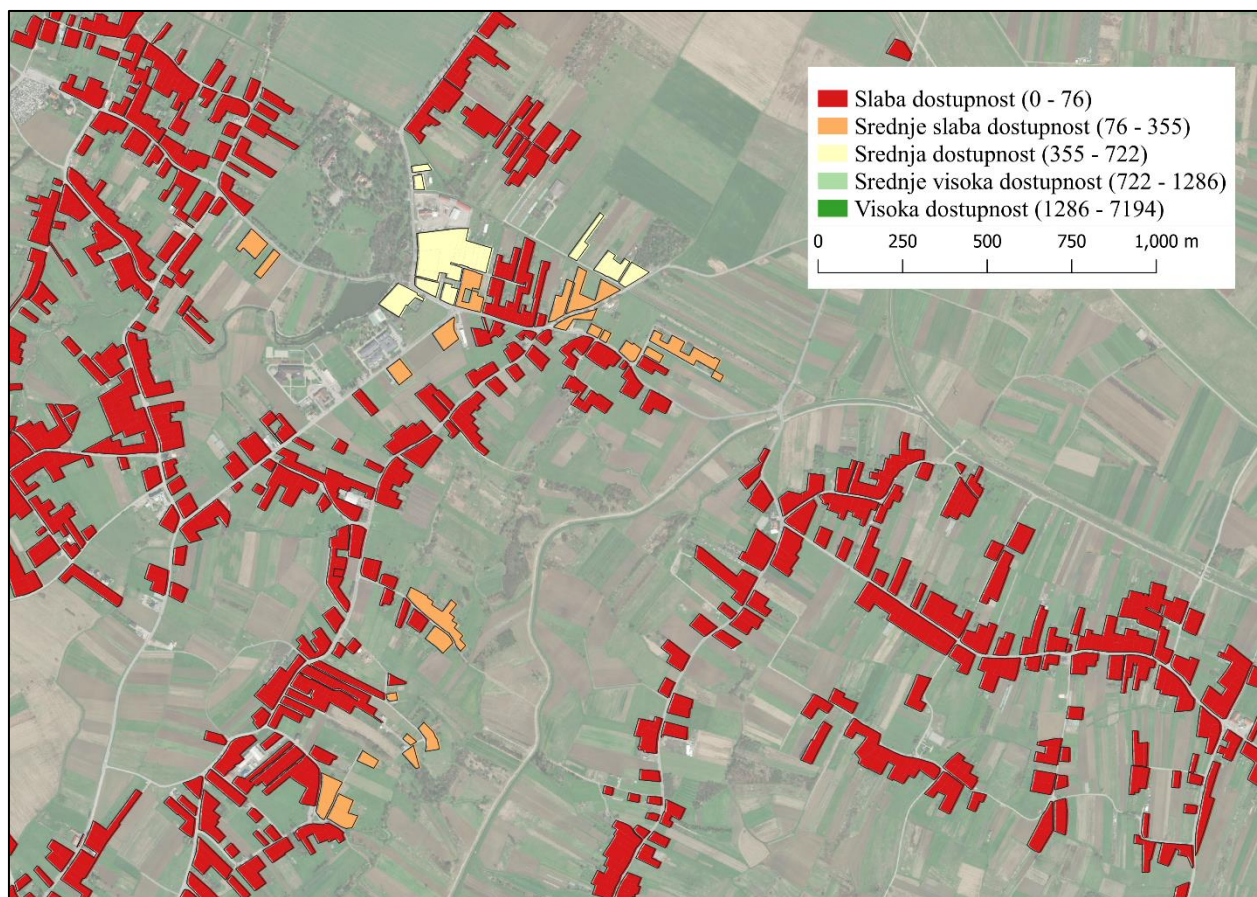
Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedine katastarske čestice podaci se grupiraju na razinu pojedine stambene i mješovite zone namjene kako bi dobili srednje vrijednosti broja stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine stambene i mješovite zone namjene. Na području Grada Zagreba definirana je 16 251 takva zona te je na slici 4.3 prikazana dostupnost stabala u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene za cijeli Grad Zagreb.



Slika 4.3. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

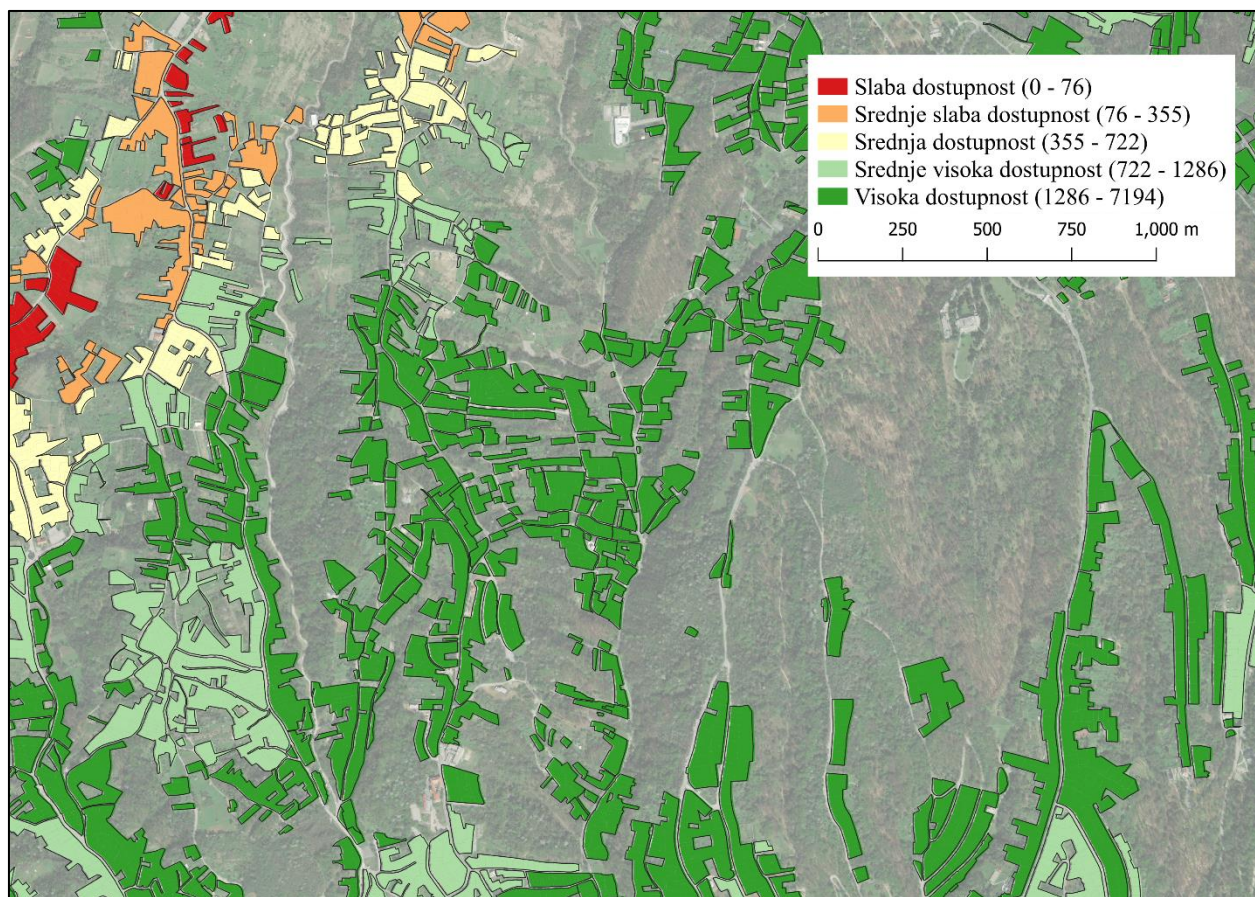
Najmanja dostupnost stabala u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene je na rubnim, manje razvijenim dijelovima grada. Dok je visoka dostupnost u područjima oko većih parkova, park šuma i šuma, ponajviše na sjevernom dijelu grada.

Na slici 4.4 prikazano je jedno od područja Grada Zagreba gdje se u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine zone ne nalazi čak ni jedno stablo, ili znatno mali broj. Prikazano je područje Brezovice, a razlog malom broju stabala na tom području je najvjerojatnije nedostatak javnih zelenih površina. Naime, na tom području postoje zelene površine, ali su one u privatnim posjedima i namijenjene su poljoprivrednim djelatnostima te nisu dostupne za javnu upotrebu šireg broja građana i kao takve nisu područje interesa provedene analize.



Slika 4.4. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje stabala

Slika 4.5 prikazuje jedno od područja Grada Zagreba gdje se u krugu od 300 metara udaljenosti od stambenih i mješovitih zona namjene nalazi najveći broj stabala. Na slici je najvećim dijelom prikazano područje gradske četvrti Črnomerec te Gornji Grad – Medveščak i Podsljeme koje velik broj stabala mogu zahvaliti blizini Medvednice i Park šume Jelenovac te brojnim drugim parkovima koji se nalaze na tom području. Na dijelovima također vidimo i prisutnost crvene i narančaste boje, odnosno da je oko nekih čestica i manji broj stabala, a razlog tomu je velik broj privatnih dvorišta koja ne ulaze u analizu.



Slika 4.5. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše stabala

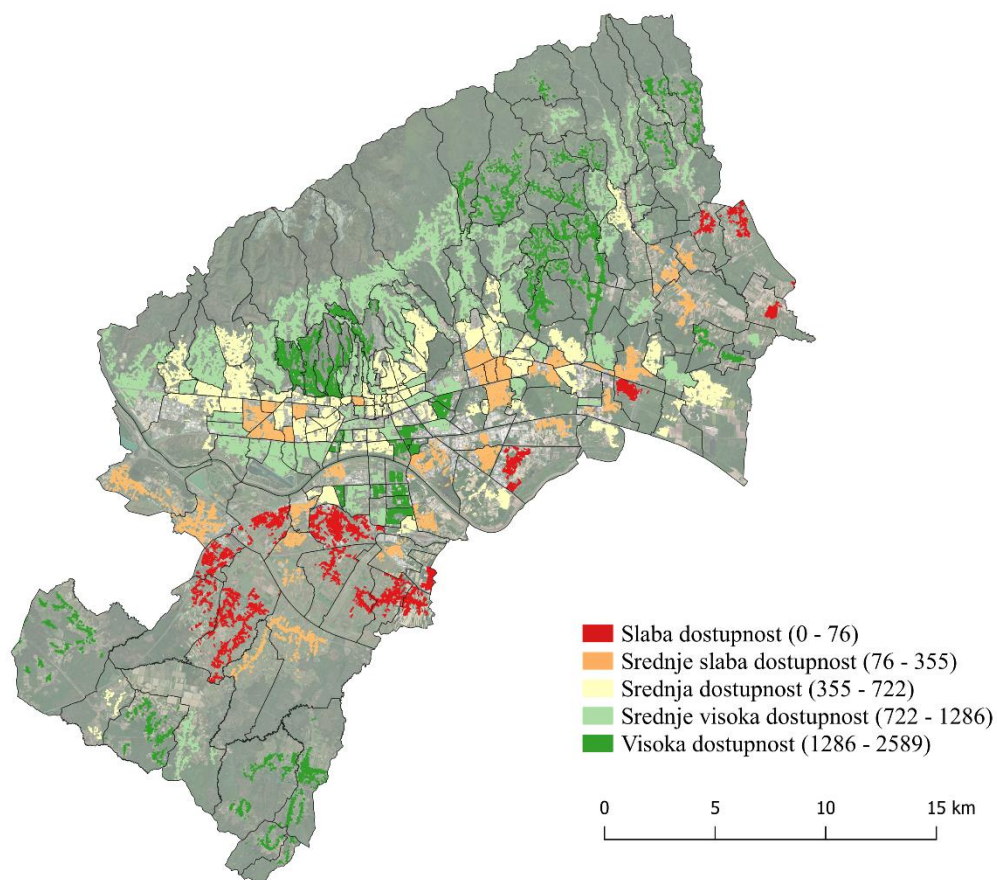
U tablici 4.3 dane su statističke vrijednosti analize dostupnosti stabala u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine stambene i mješovite zone namjene.

Tablica 4.3. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
7194	635,25	0	985,21	915,38

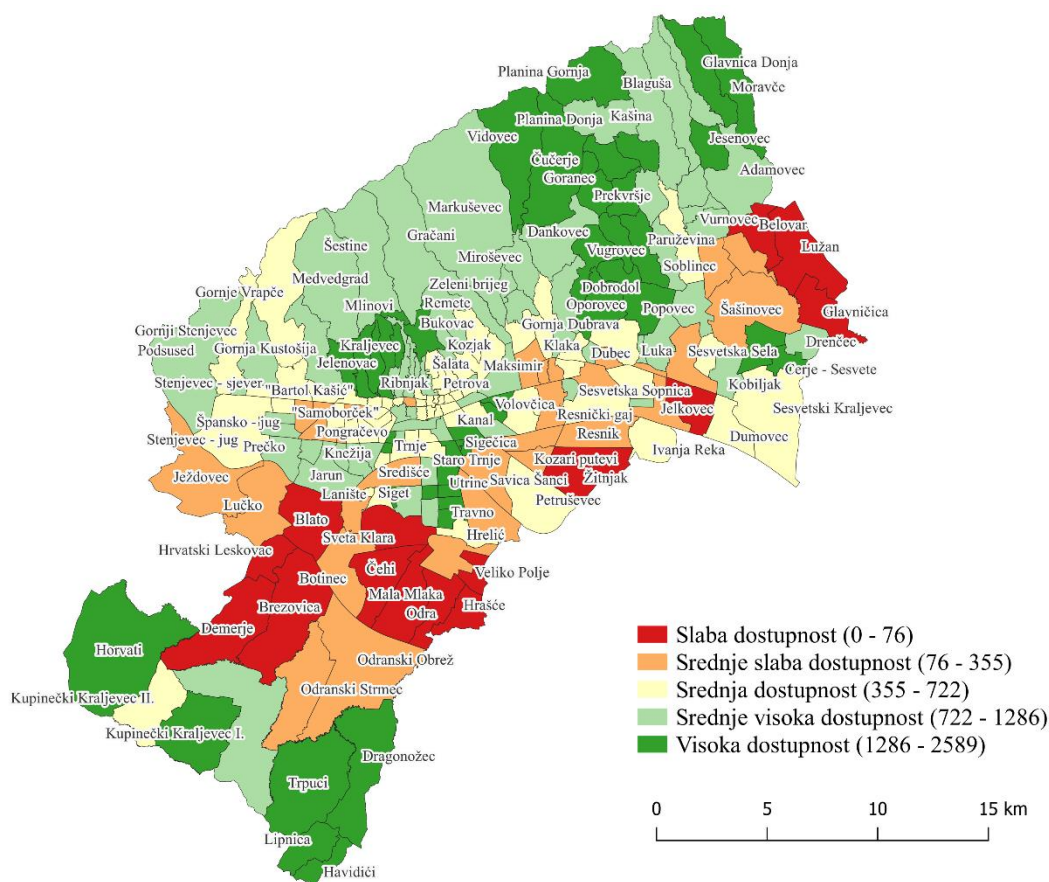
Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene podaci se grupiraju na razinu mjesnih odbora kako bi dobili srednje vrijednosti broja stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od stambenih i mješovitih zona namjene unutar pojedinog mjesnog odbora. Na

području Grada Zagreba postoji 218 mjesnih odbora te je na slici 4.6 prikazana dostupnost stabala u krugu od 300 metara za pojedini mjesni odbor na području Grada Zagreba.



Slika 4.6. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

Na slici 4.6 vidimo da su mjesni odbori s najvećim brojem stabala oni koji se nalaze u blizini većih parkova i šuma. Kao što su na primjer mjesni odbori oko park šume Jelenovac, mjesni odbori na padinama Medvednice te dio mjesnih odbora uz rijeku Savu i dio mjesnih odbora u Brezovici koji se nalaze uz samu šumu. Mjesni odbori unutar kojih je slaba dostupnost stabala se većinom nalaze na području Novog Zagreba – zapad i u centru Brezovice. Pregledniji prikaz dostupnosti stabala za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.7.



Slika 4.7. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

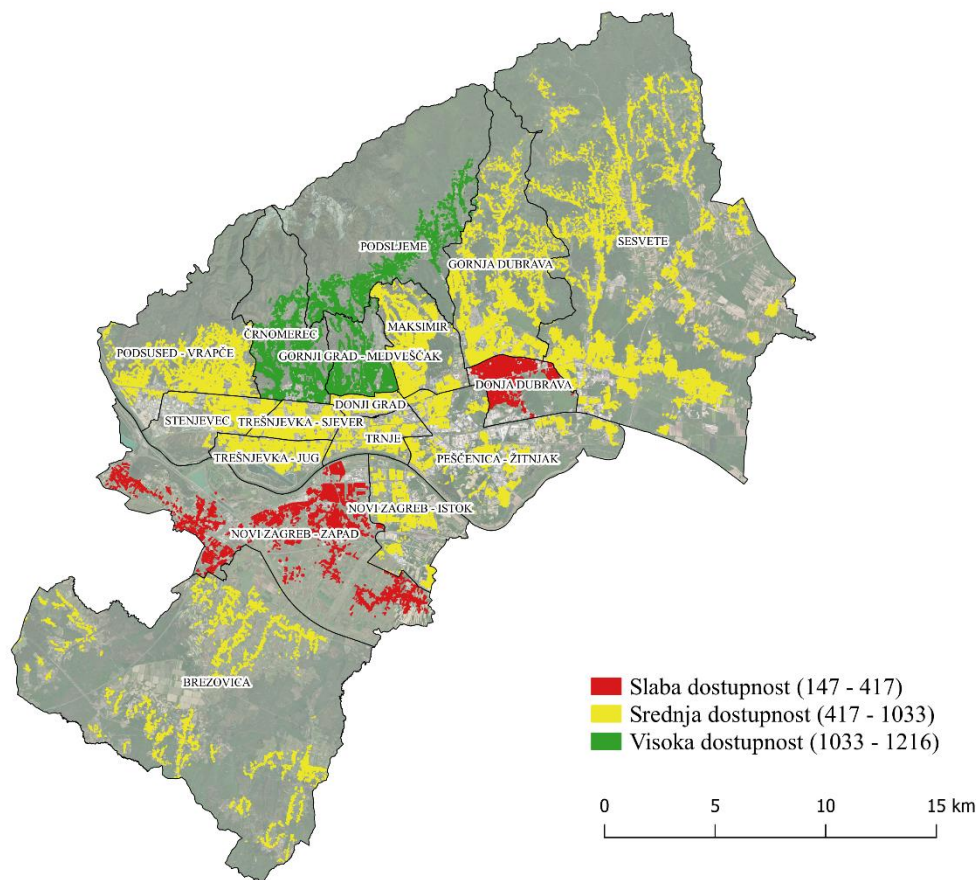
U tablici 4.4 dane su statističke vrijednosti analize dostupnosti stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedinog mjesnog odbora.

Tablica 4.4. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
2589	708,47	1	556,96	816,49

Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedinog mjesnog odbora podaci se grupiraju na razinu pojedine gradske četvrti kako bi dobili srednje vrijednosti broja stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine gradske četvrti. Na području Grada Zagreba postoji 17 gradskih četvrti te je na slici 4.8 prikazana dostupnost stabala u krugu od pojedine gradske četvrti za cijeli Grad Zagreb. Vidi se kako najviše stabala ima na području gradskih četvrti Čnomerec, Gornji Grad –

Medveščak i Podsljeme, a najmanje na području gradske četvrti Novi Zagreb – zapad i Donja Dubrava. Dok u ostalim gradskim četvrtima prevladava srednja dostupnost. U tablici 4.5 dani su detaljni podaci o dostupnosti stabala za gradske četvrti te prosječan broj stabala za cijelo područje Grada Zagreba, a u tablici 4.6 dane su statističke vrijednosti analize dostupnosti stabala u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine gradske četvrti.



Slika 4.8. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Tablica 4.5. Broj prosječno dostupnih stabala u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječan broj dostupnih stabala
Brezovica	835
Črnomerec	1216
Donja Dubrava	259
Donji Grad	618
Gornja Dubrava	926

Gornji Grad – Medveščak	1075
Maksimir	775
Novi Zagreb – istok	507
Novi Zagreb – zapad	147
Peščenica – Žitnjak	528
Podsljeme	1207
Podsused – Vrapče	709
Sesvete	911
Stenjevec	476
Trešnjevka – jug	855
Trešnjevka – sjever	425
Trnje	858
Grad Zagreb	762

Tablica 4.6. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
1216	775,17	147	308,33	725,12

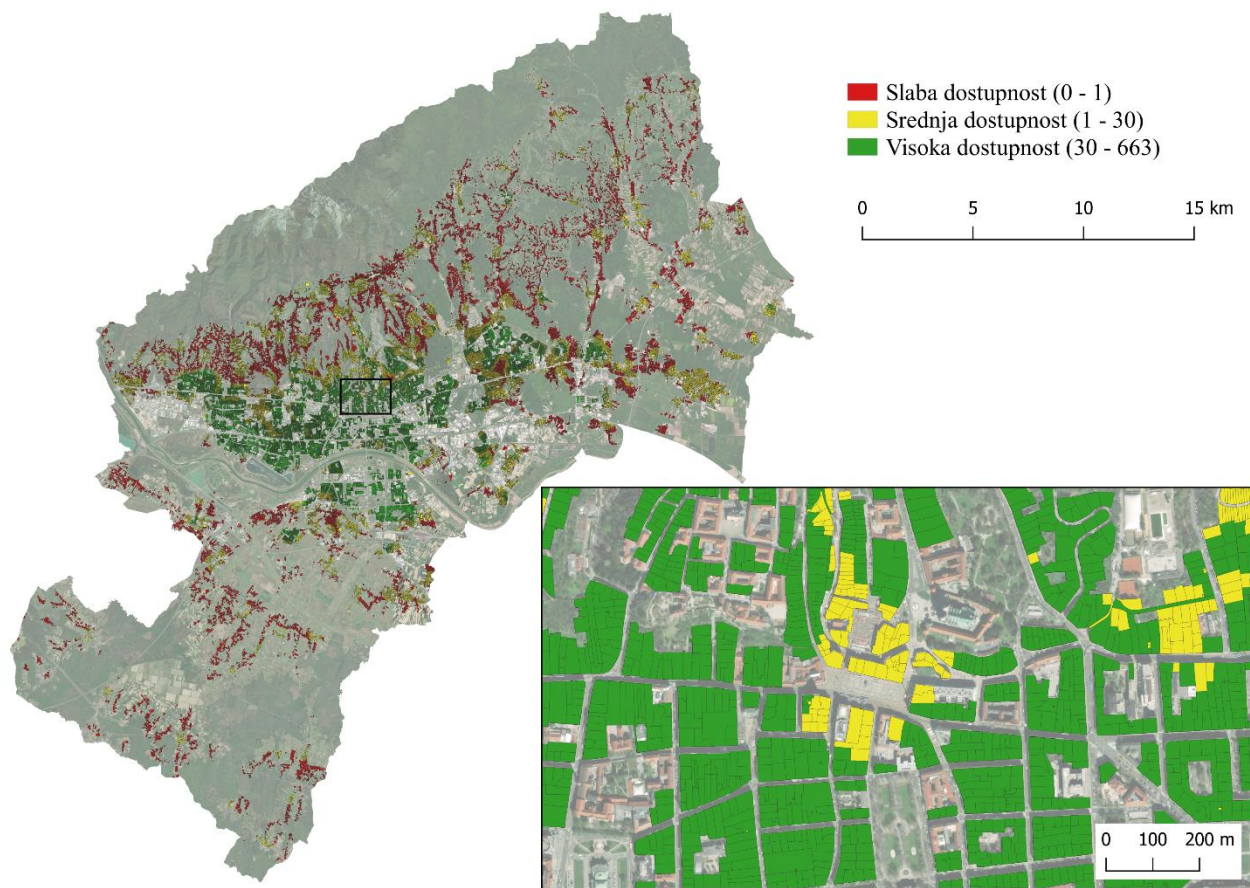
4.4.2. Analiza dostupnosti rekreacijskih površina

Analiza dostupnosti rekreacijskih površina ograničena je na rekreacijske površine, odnosno elemente zelene infrastrukture koji su preuzeti od Gradskog ureda za obnovu, izgradnju, prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i promet u Gradu Zagrebu. To su podaci Katastra zelenila koji su pod nadležnošću Zagrebačkog holdinga, Podružnice Zrinjevac, što znači da ne sadrže podatke o elementima zelene infrastrukture koji se nalaze na površinama koje su pod nadležnošću drugih institucija ili privatnih vlasnika. Od elemenata zelene infrastrukture koji su prikazani u tablici 4.1 pod rekreacijske površine ubrajaju se igrališta i staze te je analiza dostupnosti rekreacijskih površina provedena na osnovu tih elemenata i na područjima za koja su dostupni podaci.

Analiza dostupnosti rekreacijskih površina je provedena na način da je prvo za svaku katastarsku česticu na području Grada Zagreba korištenjem prethodno definiranih formula za udaljenost,

indeks udaljenosti i vrijednost elementa zelene infrastrukture (vrijednost rekreacijske površine) određen ukupan broj rekreacijskih površina koje se nalaze u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice. Detaljan postupak izračuna objašnjen je u poglavlju 4.4.

Na slici 4.9 prikazana je analiza dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine katastarske čestice za cijelo područje Grada Zagreba, a na manjoj slici vidimo dio užeg centra grada, oko Trga bana Jelačića. Crvenom bojom označene su katastarske čestice u krugu kojih nije dostupan ni jedna rekreacijska površina (slaba dostupnost), žutom bojom je prikazana srednja dostupnost i zelenom visoka dostupnost, odnosno katastarske čestice u krugu kojih ima najviše rekreacijskih površina. Iz uvećanog prikaza vidljivo je da u centru grada postoji velik broj rekreacijskih površina, a to su najvećim dijelom staze koje su uređene kao šetnice po obližnjim parkovima.



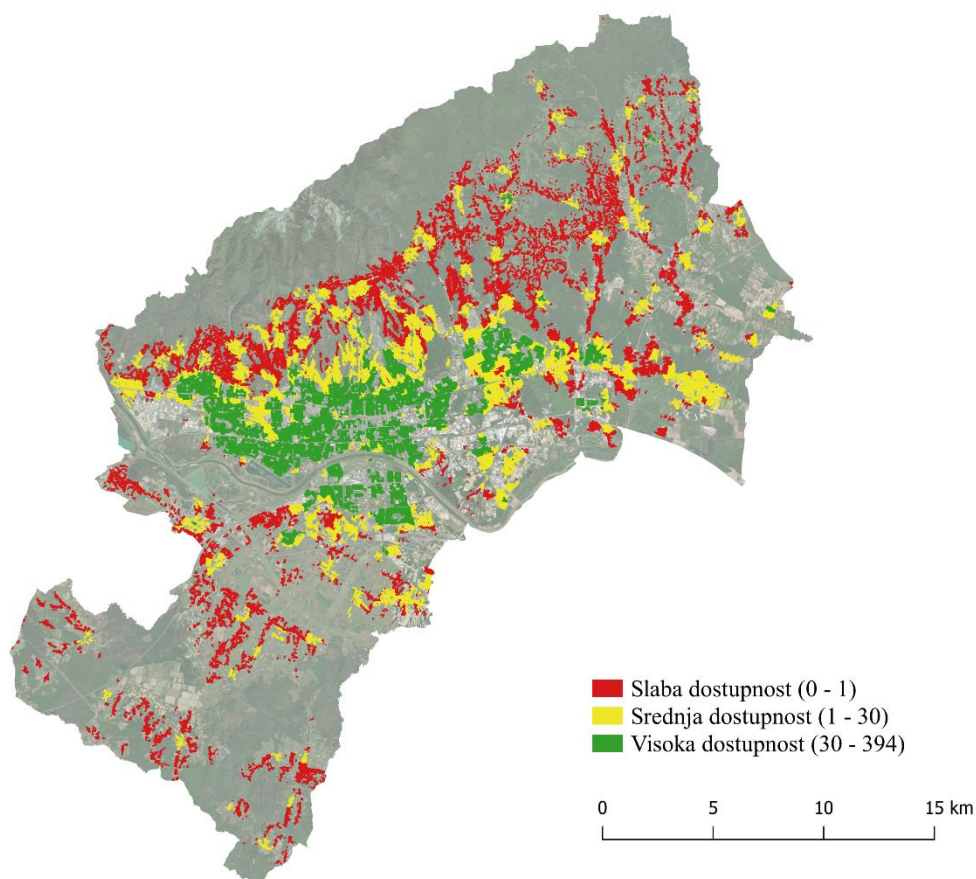
Slika 4.9. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Statističke vrijednosti analize dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine katastarske čestice dane su u tablici 4.7.

Tablica 4.7. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
663	4,00	0	44,32	25,54

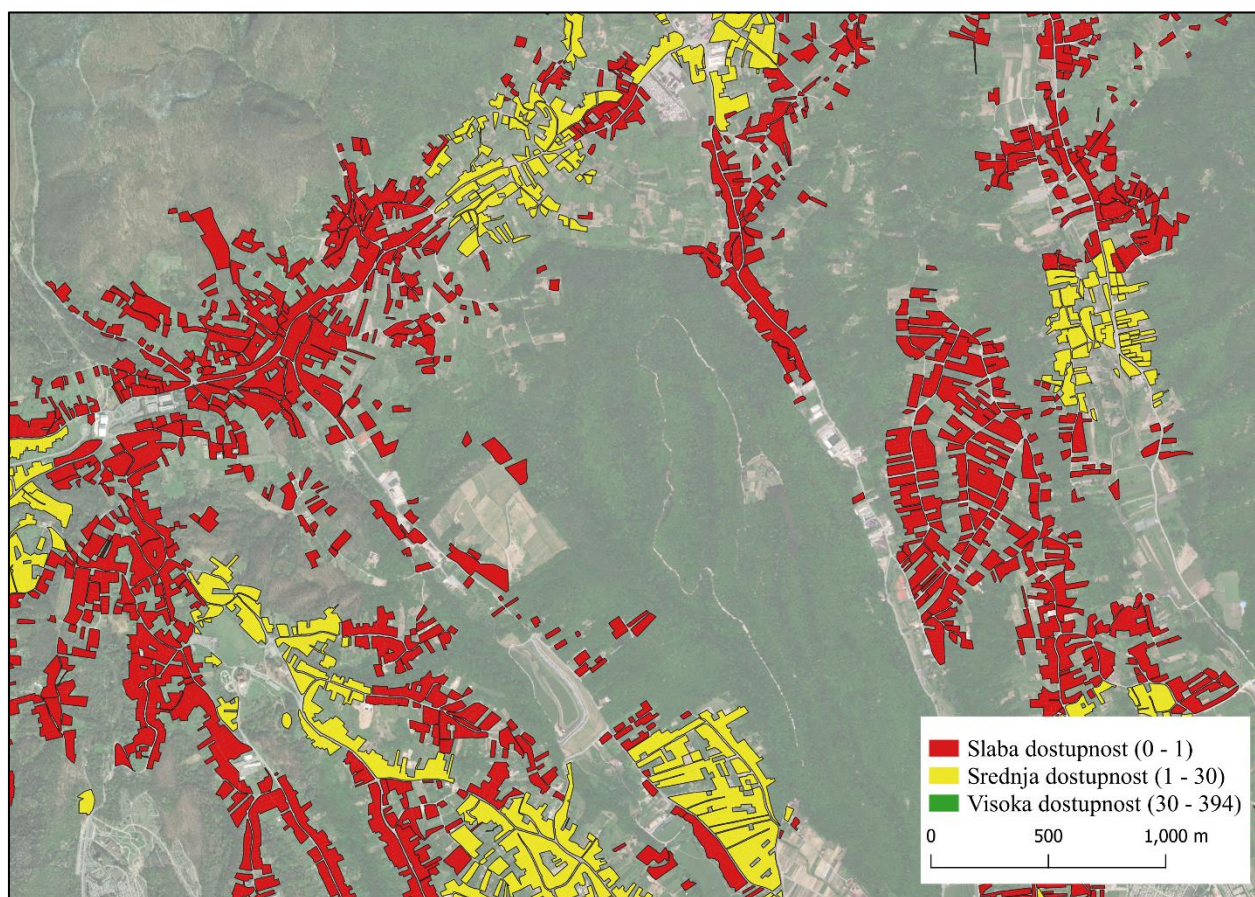
Svi podaci prikupljeni za katastarske čestice grupirani su na razini stambenih i mješovitih zona namjene te su određene srednje vrijednosti rekreacijskih površina po pojedinoj stambenoj i mješovitoj zoni namjene. Dostupnost rekreacijskih površina u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene za cijeli Grad Zagreb prikazana je na slici 4.10, a na slikama 4.11 i 4.12 prikazana su područja s manjim, odnosno većim brojem rekreacijskih površina.



Slika 4.10. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Na slici 4.10 može se vidjeti kako se najviše rekreacijskih površina nalazi na područjima oko Save i u širem centru grada. Dok je najmanje takvih površina u rubnim dijelovima grada. Razlog malom broju rekreacijskih površina na nekim područjima koja su blizu većih parkova ili šuma je velikim dijelom i to što ti parkovi, odnosno šume nisu pod nadležnošću Podružnice Zrinjevac pa nemamo podatke o broju staza i igrališta na tim lokacijama.

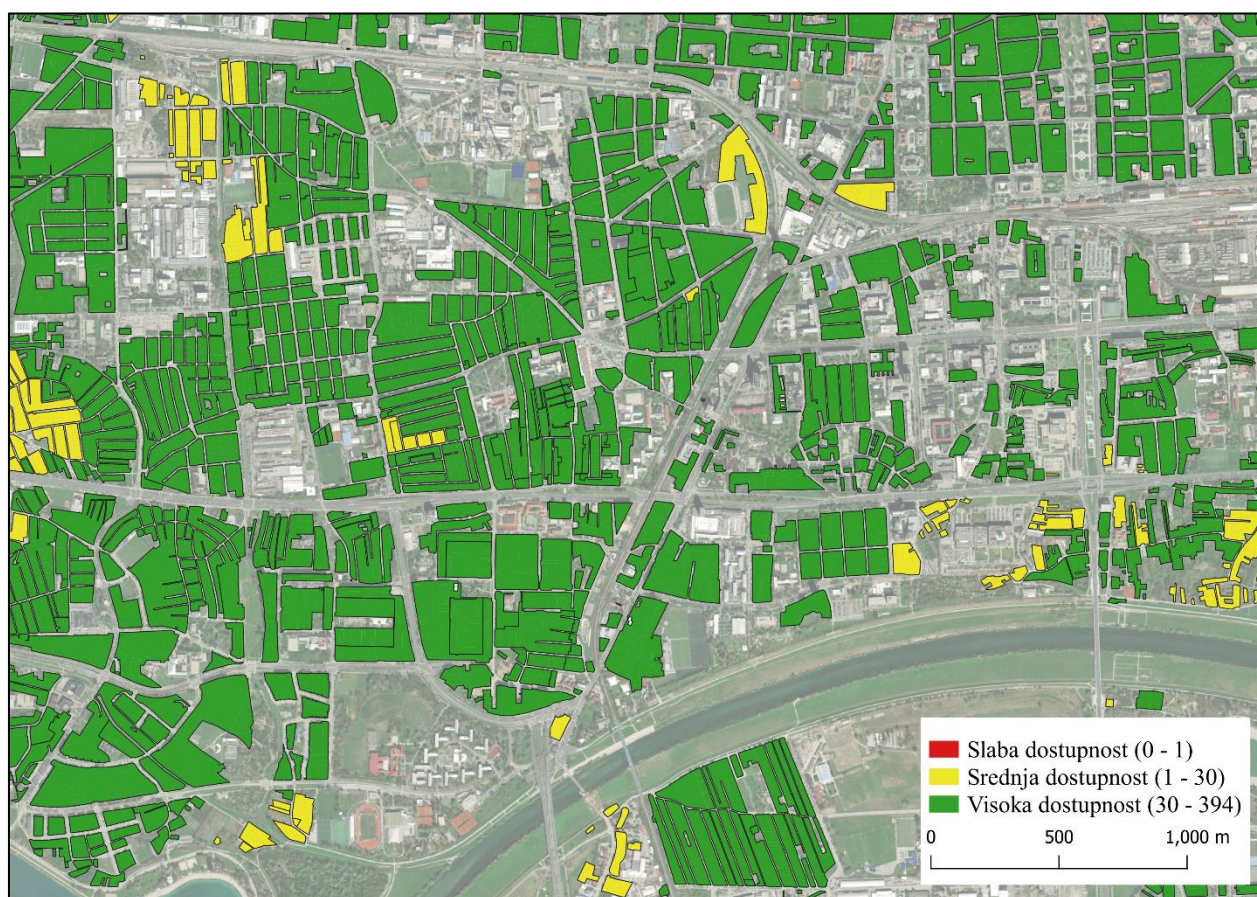
Na slici 4.11 prikazano je jedno takvo područje s malim brojem rekreacijskih površina, odnosno čak ni jednom rekreacijskom površinom u krugu od 300 metara udaljenosti od nekih stambenih i mješovitih zona namjene, prikazano je područje gradskih četvrti Podsljeme, Maksimir i Gornja Dubrava. Iako se na slici vidi da se oko tih stambenih i mješovitih zona namjene nalazi dosta zelenih površina koje su pogodne za šetnju, razlog ovakvom prikazu je ograničenost podataka i prethodno spomenut razlog nedostupnosti podataka za te lokacije.



Slika 4.11. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje rekreacijskih površina

Na slici 4.12 prikazano je područje Trešnjevke i Trnja gdje je dostupan veliki broj rekreacijskih površina na udaljenosti do 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene. Razlog tomu je velik broj raznih vrsta igrališta koja se nalaze u tim četvrtima ispred i oko stambenih zgrada, kao i staza pogodnih za šetnju i rekreaciju.

Statističke vrijednosti analize dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine stambene i mješovite zone namjene dane su u tablici 4.8.

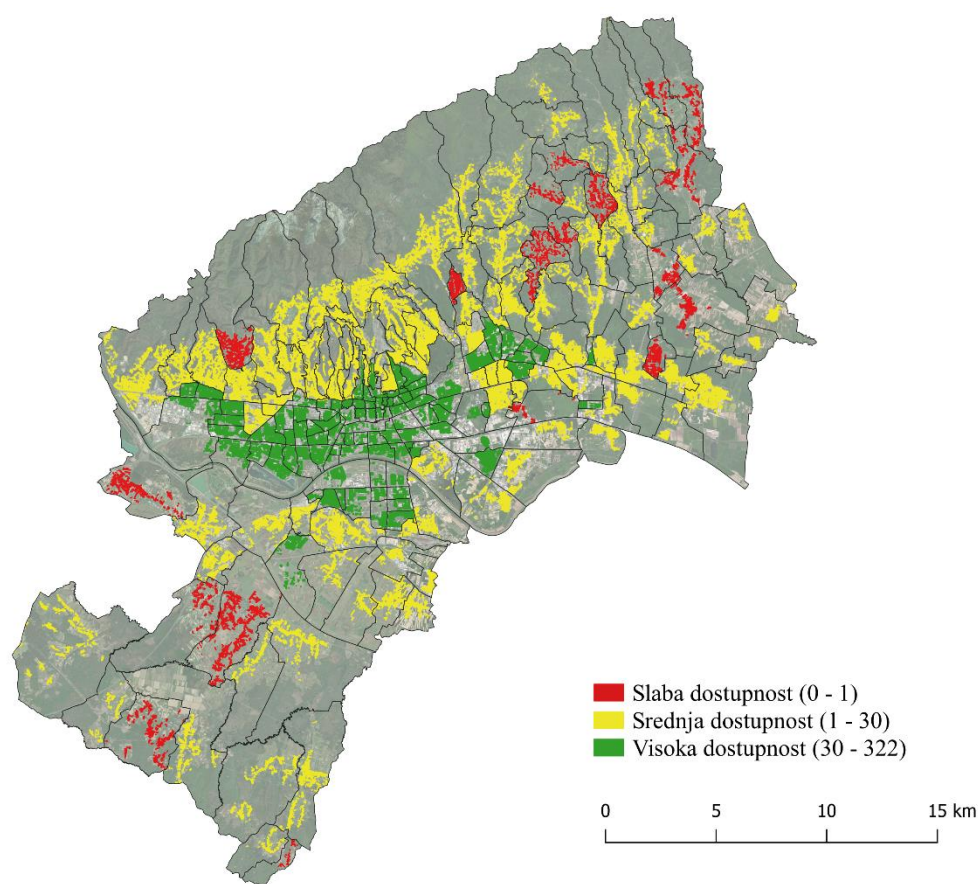


Slika 4.12. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše rekreacijskih površina

Tablica 4.8. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
394	0,00	0	38,77	17,23

Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene podaci se grupiraju na razinu mjesnih odbora kako bi dobili srednje vrijednosti broja rekreacijskih površina u krugu od 300 metara udaljenosti od stambenih i mješovitih zona namjene unutar pojedinog mjesnog odbora. Na slici 4.13 prikazana je dostupnost rekreacijskih površina u krugu od 300 metara za pojedini mjesni odbor na području Grada Zagreba.



Slika 4.13. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

Na slici 4.13 vidi se da većina mjesnih odbora ima srednju dostupnost rekreacijskih površina u krugu od 300 metara. Najveći broj rekreacijskih površina imaju većinom mjesni odbori koji se nalaze uz rijeku Savu, a najmanji broj dio mjesnih odbora koji se nalazi u Gornjoj Dubravi,

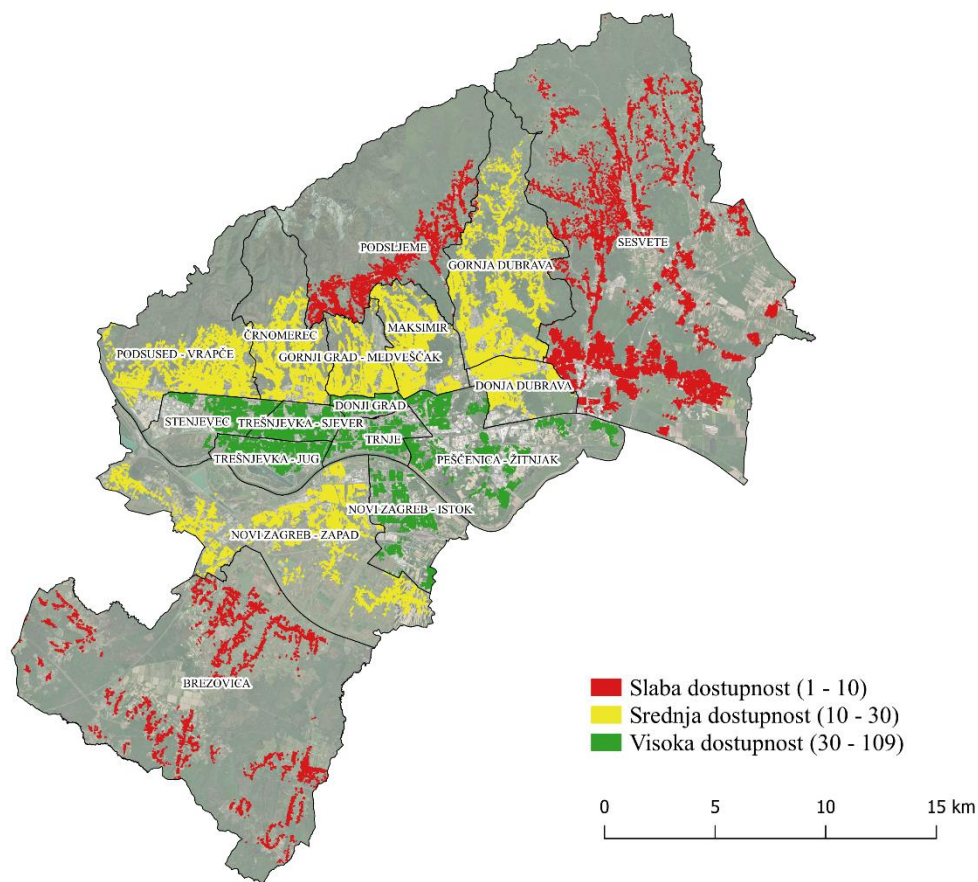
U tablici 4.9 dane su statističke vrijednosti analize dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedinog mjesnog odbora.

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
--------------------------	---------	-------------------------	--------------------------	-----------------------

322	21,68	0	57,99	45,48
-----	-------	---	-------	-------

Svi podaci o katastarskim česticama grupirani su i na razinu gradskih četvrti te su dobivene srednje vrijednosti broja rekreacijskih površina u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine gradske četvrti te je dostupnost rekreacijskih površina za gradske četvrti i za cijeli Grad Zagreb prikazana na slici 4.15. Kao što je i prethodno zaključeno najviše rekreacijskih površina nalazi se u širem centru, a najmanje u gradskim četvrtima Brezovica, Podsljeme i Sesvete. Detaljni podaci o prosječnoj dostupnosti rekreacijskih površina za pojedinu gradsku četvrt te prosječan broj rekreacijskih površina za cijeli Grad Zagreb dani su u tablici 4.10. Iz svega se može zaključiti da je u prosjeku broj rekreacijskih površina na području Grada Zagreba zadovoljavajući, a da su javno dostupni podaci za sva područja taj broj bi bio zasigurno još i veći.

Statističke vrijednosti analize dostupnosti rekreacijskih površina za gradske četvrti dane su u tablici 4.11.



Slika 4.15. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Tablica 4.10. Broj prosječno dostupnih rekreacijskih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječan broj dostupnih rekreacijskih površina
Brezovica	1
Črnomerec	11
Donja Dubrava	25
Donji Grad	83
Gornja Dubrava	20
Gornji Grad – Medveščak	28
Maksimir	24
Novi Zagreb – istok	59
Novi Zagreb – zapad	21
Peščenica – Žitnjak	51
Podsljeme	2
Podsused – Vrapče	17
Sesvete	7
Stenjevec	60
Trešnjevka – jug	109
Trešnjevka – sjever	57
Trnje	83
Grad Zagreb	26

Tablica 4.11. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

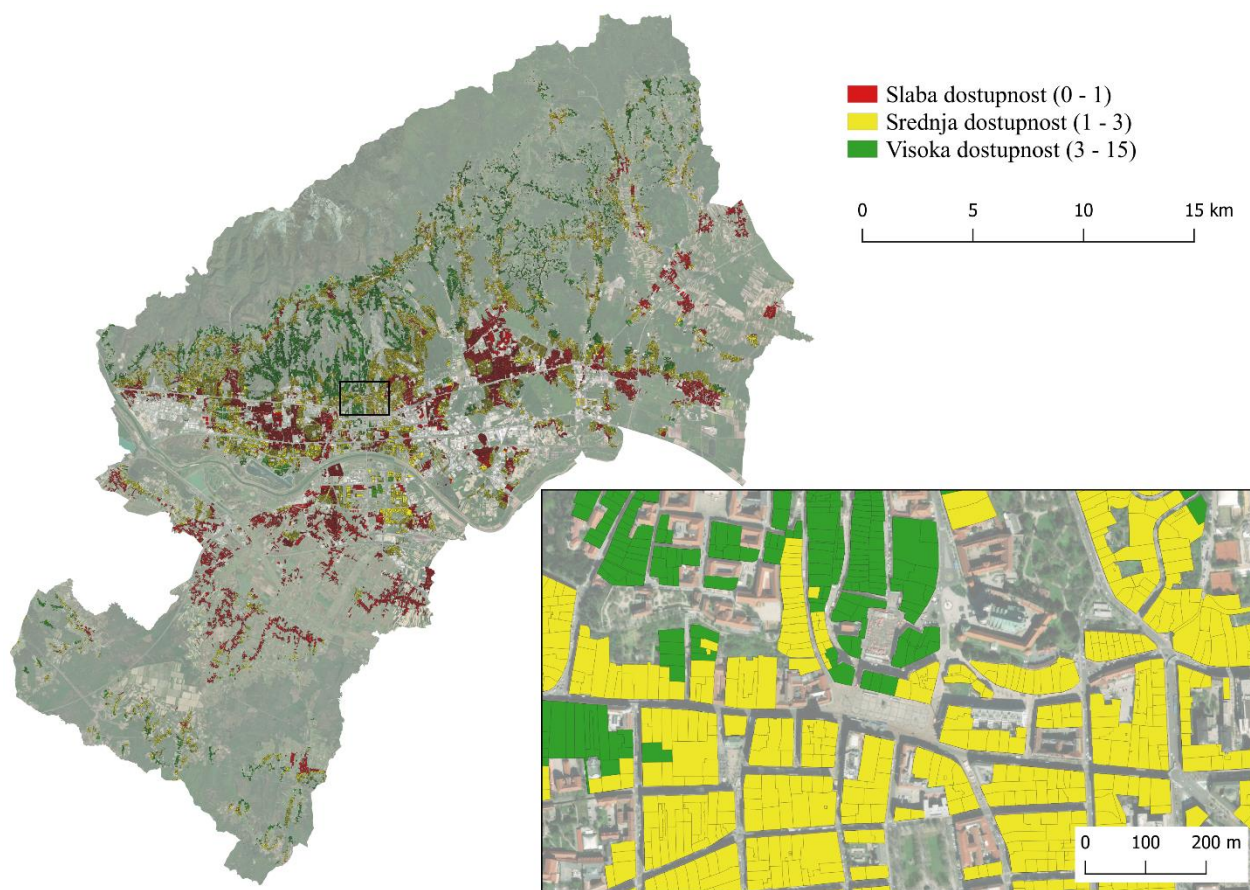
Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
109	24,57	1	31,97	38,68

4.4.3. Analiza dostupnosti javnih zelenih površina

Svjetska zdravstvena organizacija u svom dokumentu o urbanim zelenim površinama ističe kako bi stanovnici urbanih, a i ruralnih područja trebali u krugu od 300 metara od svojih domova imati pristup javnim zelenim površinama većim od 0.5 hektara (WHO, 2017). Prema tome su u analizu dostupnosti javnih zelenih površina uključene samo one zelene površine koje su veće od 0.5 hektara. Na području Grada Zagreba iz prikupljenih podataka definirano je 1660 takvih površina koje su prema korištenju označene kao botanički vrt, zoološki vrt, park, park šuma ili šuma. Gradski vrtovi nisu dodani u ovu analizu, zato što se oni daju na korištenje pojedinim građanima, odnosno kućanstvima i samim time nisu dostupni široj javnosti (Grad Zagreb, 2022).

Prvo je napravljena analiza dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od svake katastarske čestice koja se nalazi unutar stambenih i mješovitih zona namjene. Analiza dostupnosti javnih zelenih površina provedena je preko prethodno definiranih formula za udaljenost, indeks udaljenosti i vrijednost elementa zelene infrastrukture (vrijednost javne zelene površine). Pomoću kojih je određen ukupan broj javnih zelenih površina koji se nalaze u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice. Detaljan postupak izračuna objašnjen je u poglavlju 4.4. Tom analizom je pokazano da velik broj kućanstava u svojoj neposrednoj blizini ima barem jednu javnu zelenu površinu veću od 0.5 hektara. Dok 75686 od ukupno 225594, odnosno 33,55% katastarskih čestica na području grada Zagreba u krugu od 300 metara nema ni jednu javnu zelenu površinu veću od 0.5 hektara. Najviše takvih područja nalazi se u gusto naseljenim četvrtima te u prigradskim dijelovima Zagreba gdje se obiteljske kuće nalaze uz zelene površine, ali su iste namijenjene poljoprivrednim djelatnostima pa ne ulaze u ovu analizu. Na slici 4.16 prikazana je provedena analiza za cijelo područje Grada Zagreba, a na manjoj slici se nalazi uvećani prikaz užeg centra grada. Crvenom bojom označene su katastarske čestice u krugu kojih nije dostupna ni jedna javna zelena površina veća od 0.5 hektara, žutom bojom je prikazana srednja dostupnost i zelenom visoka dostupnost, odnosno katastarske čestice u krugu kojih ima najviše javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara.

Statističke vrijednosti analize dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine katastarske čestice dane su u tablici 4.12.



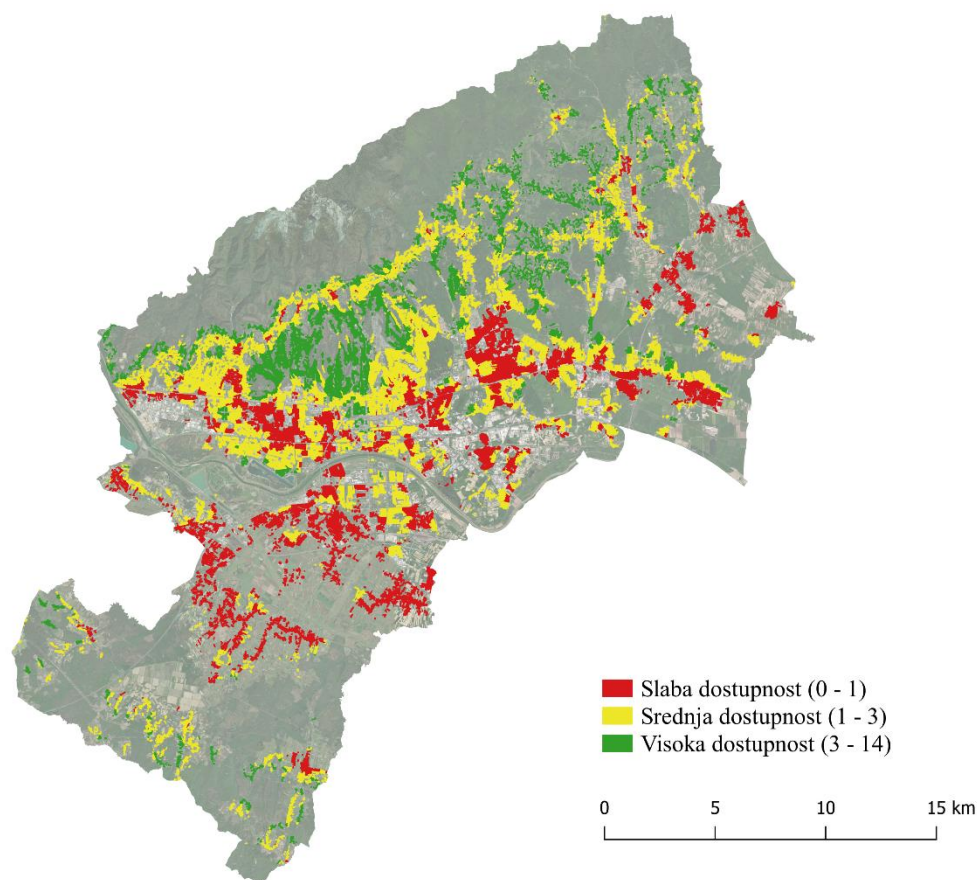
Slika 4.16. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Tablica 4.12. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
15	1,00	0	2,16	1,97

Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedine katastarske čestice podaci prikupljeni za katastarske čestice grupirani su na razini stambenih i mješovitih zona namjene te su određene srednje vrijednosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara po pojedinoj stambenoj i mješovitoj zoni namjene. Dostupnost javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene za cijeli Grad Zagreb prikazana je na slici 4.17, a na slikama 4.18 i 4.19

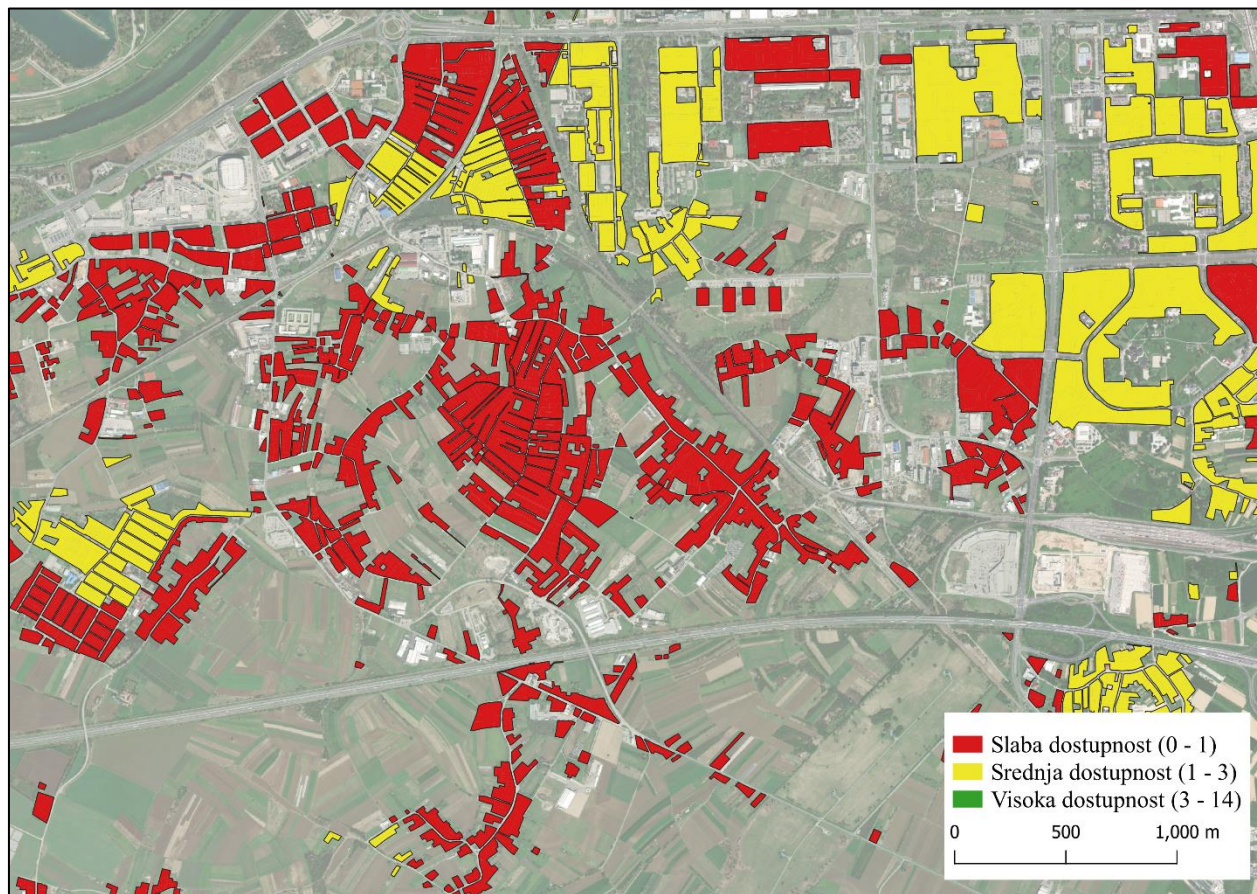
prikazana su područja u blizini kojih se ne nalaze javne zelene površine veće od 0.5 hektara i područja u blizini kojih se nalazi više javnih zelenih površina.



Slika 4.17. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Na slici 4.17 vidi se da u svojoj neposrednoj blizini najviše javnih zelenih površina imaju stambene i mješovite zone namjene u sjevernom dijelu Grada Zagreba, odnosno područje ispod Medvednice što je i očekivano zbog same blizine Medvednice i brojnih velikih parkova na tom području grada. Postoji i dosta zona koje u krugu od 300 metara nemaju ni jednu javnu zelenu površinu veću od 0.5 hektara, određeno je 27,52% takvih zona. Kao što je i prije istaknuto, najveći problem blizine javnih zelenih površina imaju gusto izgrađena područja gdje nije ostalo prostora za zelenu infrastrukturu, područja u blizini industrijskih zona te područja na rubnim dijelovima grada u čijoj blizini postoje zelene površine, ali su iste namijenjene poljoprivrednoj djelatnosti i nisu dio ove analize. Jedno takvo područje prikazano je na slici 4.18. Na slici je prikazano područje gradske četvrti Novi Zagreb – zapad gdje vidimo područje oko Arene Zagreb gdje postoji veliki broj

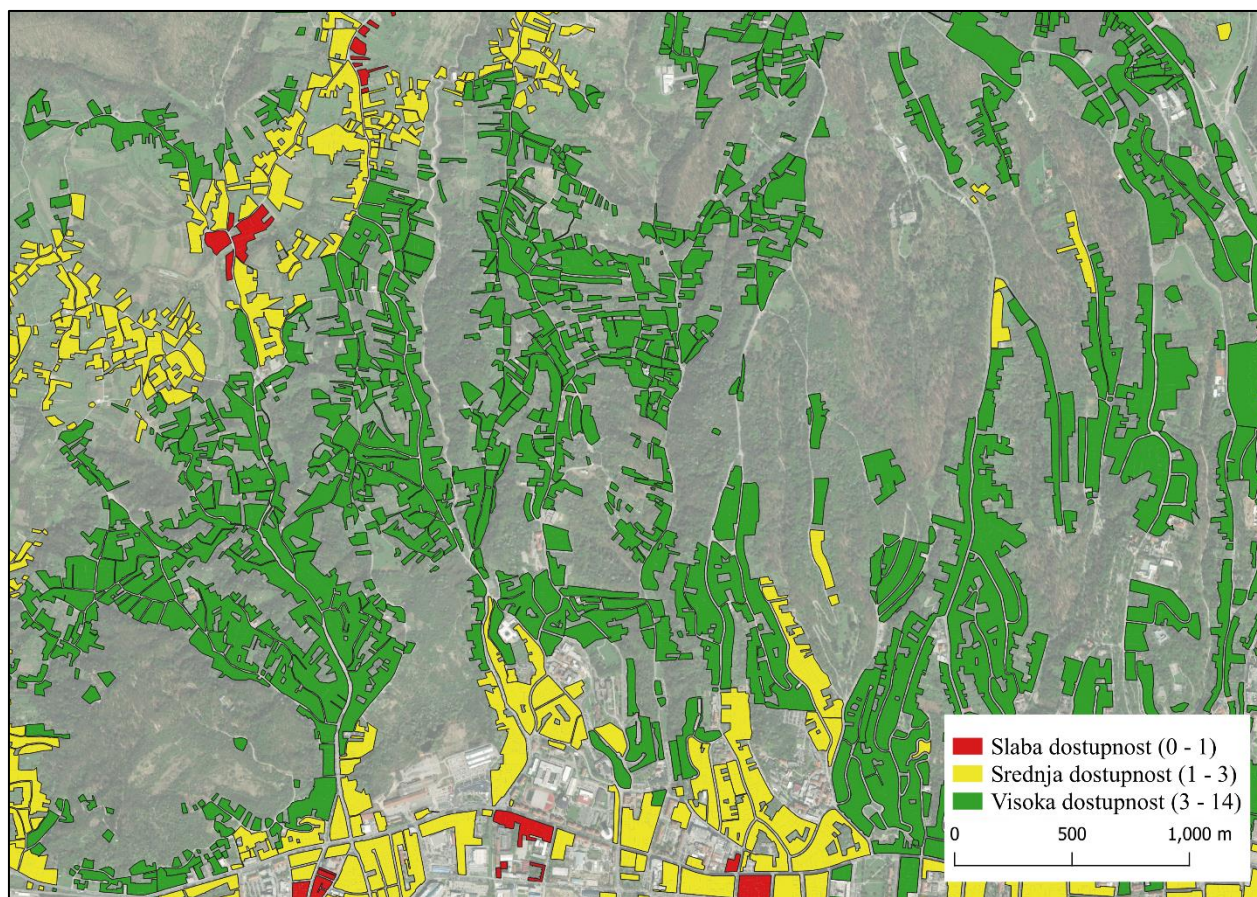
stambenih zgrada, ali nedovoljno javnih zelenih površina te naselje Sveta Klara gdje je na slici oko označenih zona vidljiv relativno velik broj zelenih površina, ali su iste namijenjene poljoprivrednoj djelatnosti.



Slika 4.18. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara

Na slici 4.19 prikazano je jedno od područja s najviše javnih zelenih površina. To je sjeverno područje grada, dio gradskih četvrti Črnomerec i Gornji Grad – Medveščak. Oko stambenih i mješovitih zona namjene u tom području postoji dosta velikih parkova i park šuma tako da u krugu od 300 metara svi imaju pristup barem jednoj javnoj zelenoj površini većoj od 0.5 hektara.

U tablici 4.13 dane su statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara zračne udaljenosti od pojedine stambene i mješovite zone namjene.

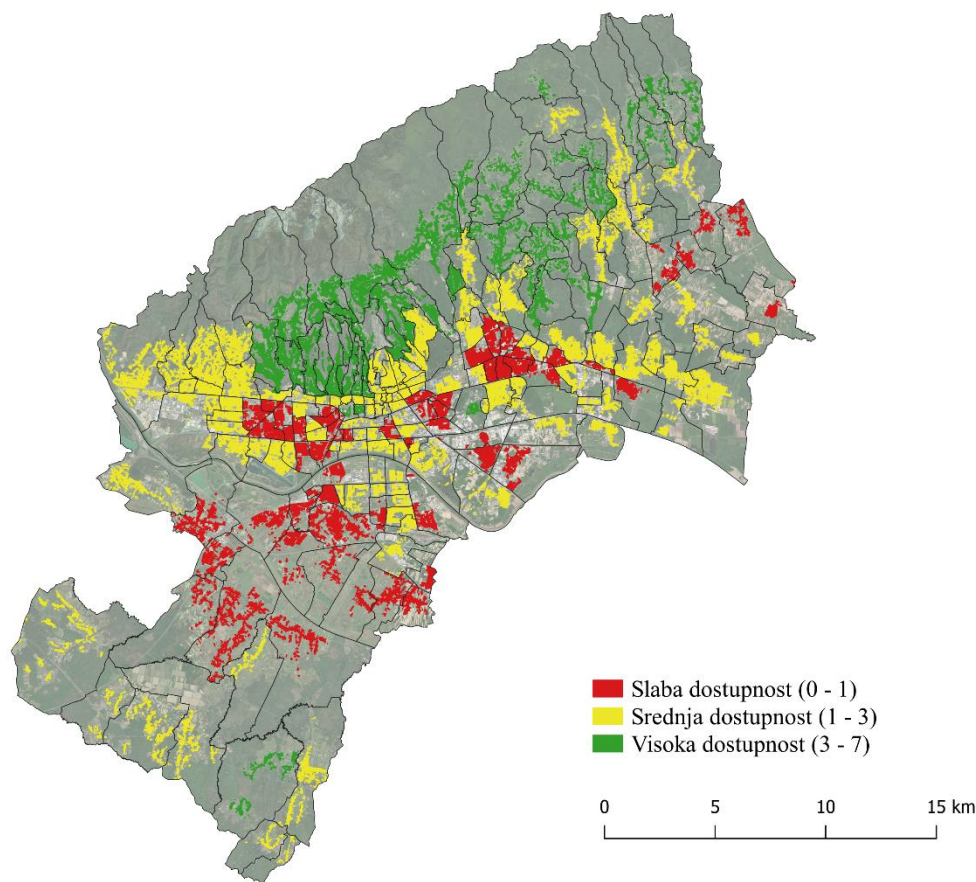


Slika 4.19. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara

Tablica 4.13. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
14	2,00	0	2,19	2,28

Sljedeća analiza je analiza dostupnosti u krugu od 300 metara od mjesnih odbora. Podaci se grupiraju na razinu mjesnih odbora kako bi dobili srednje vrijednosti broja javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara udaljenosti od stambenih i mješovitih zona namjene unutar pojedinog mjesnog odbora na području Grada Zagreba (Slika 4.20).

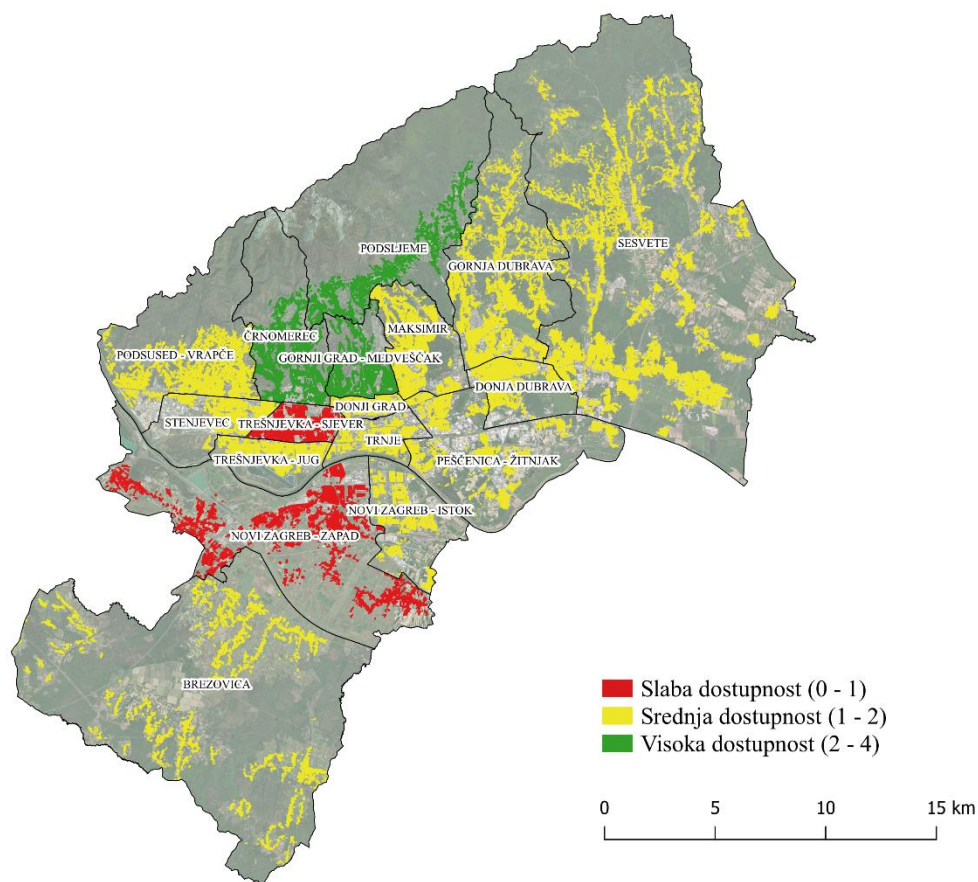


Slika 4.20. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

Na slici 4.20 vidi se sličan prikaz kao i kod prethodnih analiza javnih zelenih površina, odnosno da najveći broj javnih zelenih površina u svojoj neposrednoj blizini imaju mjesni odbori na sjevernom djelu Grada Zagreba, mjesni odbori koji se nalaze na ili ispod Medvednice. Također, vidi se kako većina mjesnih odbora na području Grada Zagreba u krugu od 300 metara ima pristup javnim zelenim površinama većima od 0.5 hektara. Nekoliko mjesnih odbora, točnije njih 59 u krugu od 300 metara od stambenih i mješovitih zona namjene nema dostupnu ni jednu javnu zelenu površinu veću od 0.5 hektara. Znači, 27% mjesnih odbora u neposrednoj blizini od svojih stambenih i mješovitih zona namjene nema dostupnu ni jednu javnu zelenu površinu veću od 0.5 hektara, dok njih 73% ima dostupnu barem jednu javnu zelenu površinu.

Pregledniji prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.21.

sjever i Novi Zagreb – zapad u prosjeku u krugu od 300 metara nemaju ni jednu javnu zelenu površinu koja je veća od 0.5 hektara. Dok je za ostale gradske četvrti procijenjena srednja dostupnost koja je također zadovoljavajuća. U tablici 4.15 dani su detaljni podaci o prosječnoj dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara za gradske četvrti te prosječan broj dostupnih javnih zelenih površina u krugu od 300 metara za cijelo područje Grada Zagreba, a u tablici 4.16 dane su statističke vrijednosti analize dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara udaljenosti od pojedine gradske četvrti. S obzirom da je određeno da su u prosjeku u Gradu Zagrebu svima dostupne dvije javne zelene površine veće od 0.5 hektara u krugu od 300 metara zaključujemo da je dostupnost javnih zelenih površina u Gradu Zagrebu zadovoljavajuća.



Slika 4.22. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Tablica 4.15. Broj prosječno dostupnih javnih zelenih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječan broj dostupnih javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara
Brezovica	2
Črnomerec	4
Donja Dubrava	1
Donji Grad	2
Gornja Dubrava	2
Gornji Grad – Medveščak	4
Maksimir	2
Novi Zagreb – istok	1
Novi Zagreb – zapad	0
Peščenica – Žitnjak	1
Podsljeme	3
Podsused – Vrapče	2
Sesvete	2
Stenjevec	1
Trešnjevka – jug	1
Trešnjevka – sjever	0
Trnje	1
Grad Zagreb	2

Tablica 4.16. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
4	1,54	0	1,31	1,81

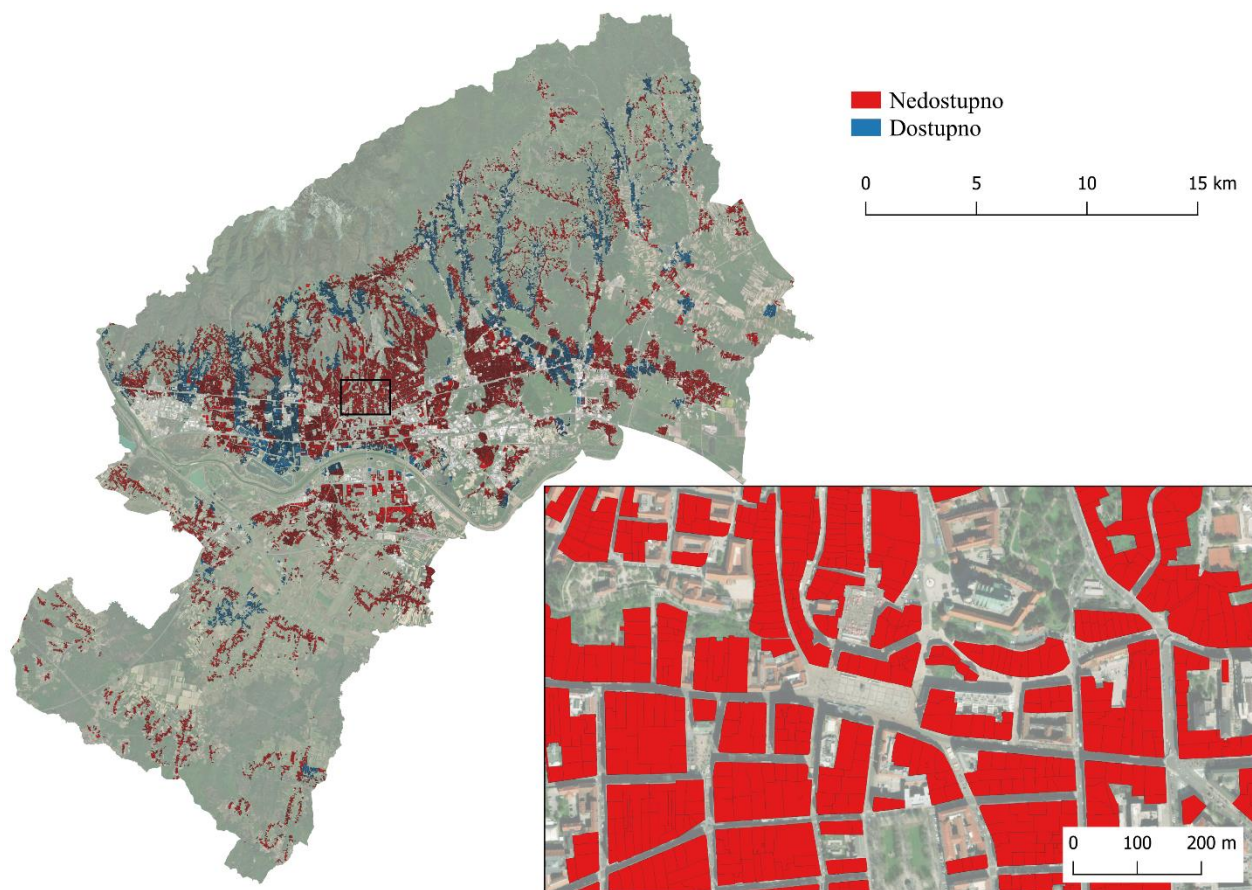
4.4.4. Analiza dostupnosti vodenih površina

Vodene površine važan su dio urbane zelene infrastrukture koji često susrećemo i pod nazivom plava infrastruktura. Plava infrastruktura uključuje prirodne ili umjetne te stalne ili privremene

vodene površine koje se preklapaju s urbanim područjima. To mogu biti rijeke, jezera i njihove obale te močvare ili obalne vode kao što su estuariji, delte i obalna plimna područja, te ostale vodene površine (Haase, 2015).

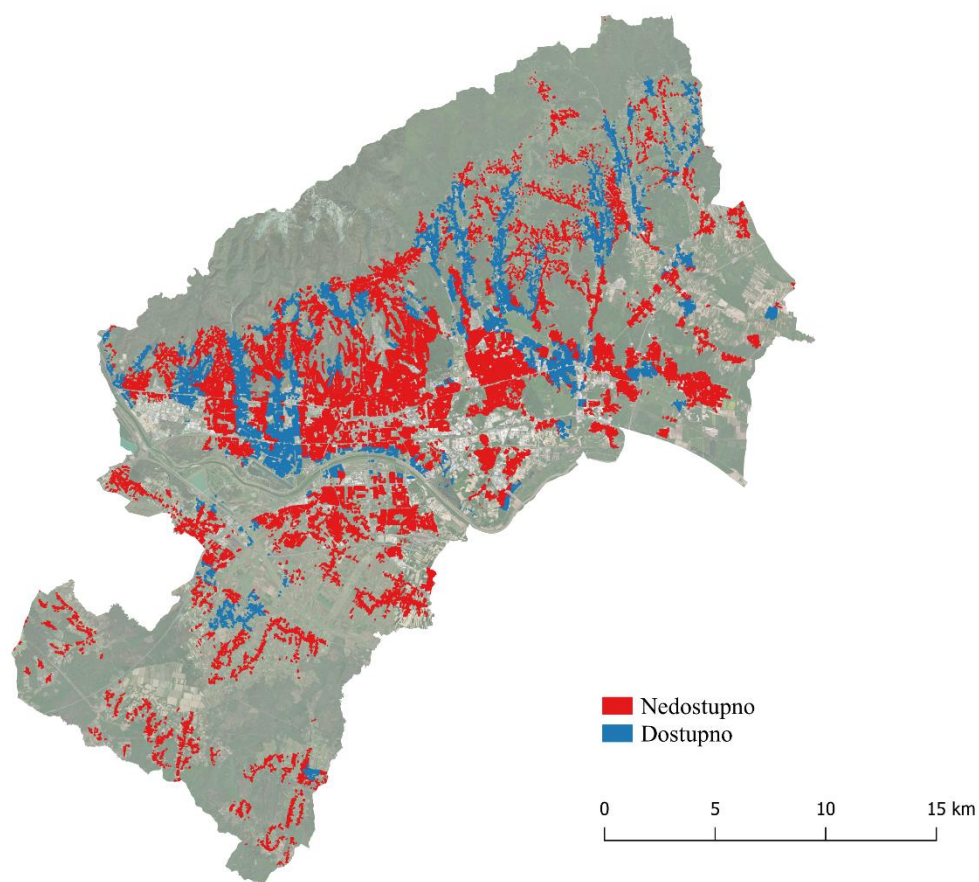
Za provedbu analize dostupnosti vodenih površina na području Grada Zagreba uključene su vode i vodna dobra koje su filtrirane iz vektorskog sloja stvarno korištenje (Tablica 4.1). Analiza dostupnosti vodenih površina provedena je na način da je određeno postoji li u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice neka vodena površina ili ne postoji. Pomoću formula definiranih u poglavlju 4.4. određena je udaljenost od pojedine katastarske čestice do svake vodene površine, zatim je definiran indeks udaljenosti za svaku vodenu površinu i vrijednost elementa zelene infrastrukture, odnosno vrijednost vodene površine. Ako barem jedna vrijednost vodene površine iznosi 1 znači da se u krugu od 300 metara od promatrane katastarske čestice nalazi vodena površina. S druge strane, ako su sve vrijednosti vodene površine za promatranu katastarsku česticu jednake nuli znači da se u krugu od 300 metara od te čestice ne nalazi ni jedna vodena površina.

Podaci dobiveni analizom dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice prikazani su na slici 4.23. Crvenom bojom su označene katastarske čestice koje u krugu od 300 metara udaljenosti nemaju dostupnu ni jednu vodenu površinu, a plavom bojom one čestice u čijoj je neposrednoj blizini dostupna barem jedna vodena površina. Na uvećanoj slici prikazan je uži centar grada te se vidi da u tom području nije dostupna ni jedna vodena površina.



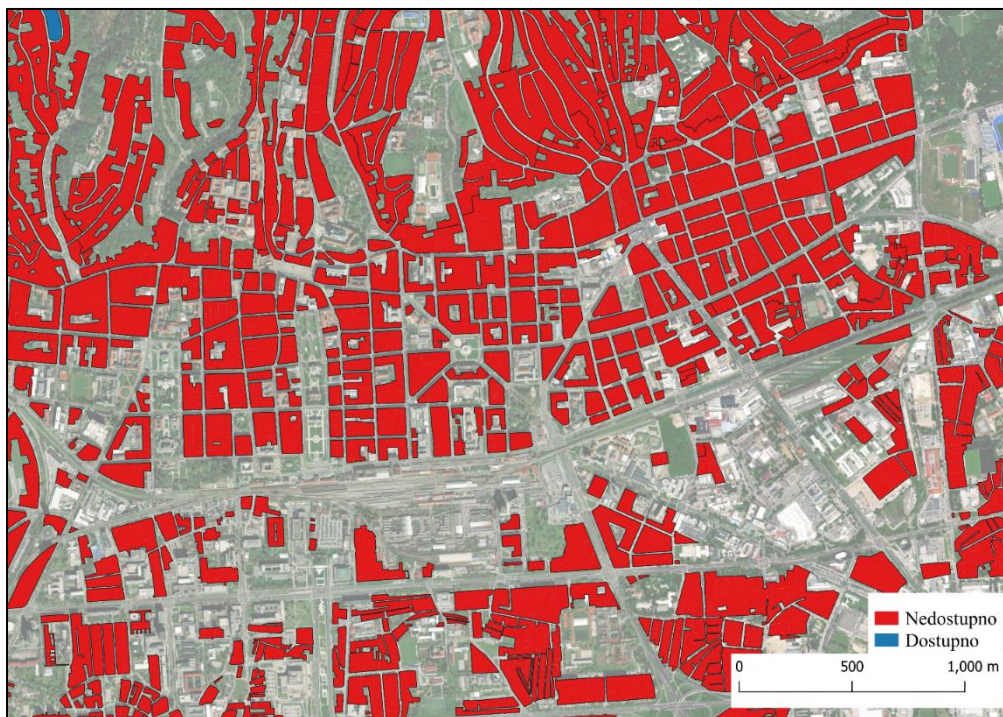
Slika 4.23. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice

Svi podaci prikupljeni za katastarske čestice grupirani su na razini stambenih i mješovitih zona namjene te je određeno je li u krugu od 300 metara od pojedine zone dostupna ili ne neka vodena površina. Dostupnost vodenih površina u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene za cijeli Grad Zagreb prikazana je na slici 4.24, a na slikama 4.25 i 4.26 prikazana su područja na kojima nije dostupna ni jedna vodena površina, odnosno područja koja se nalaze jako blizu većih vodenih površina.

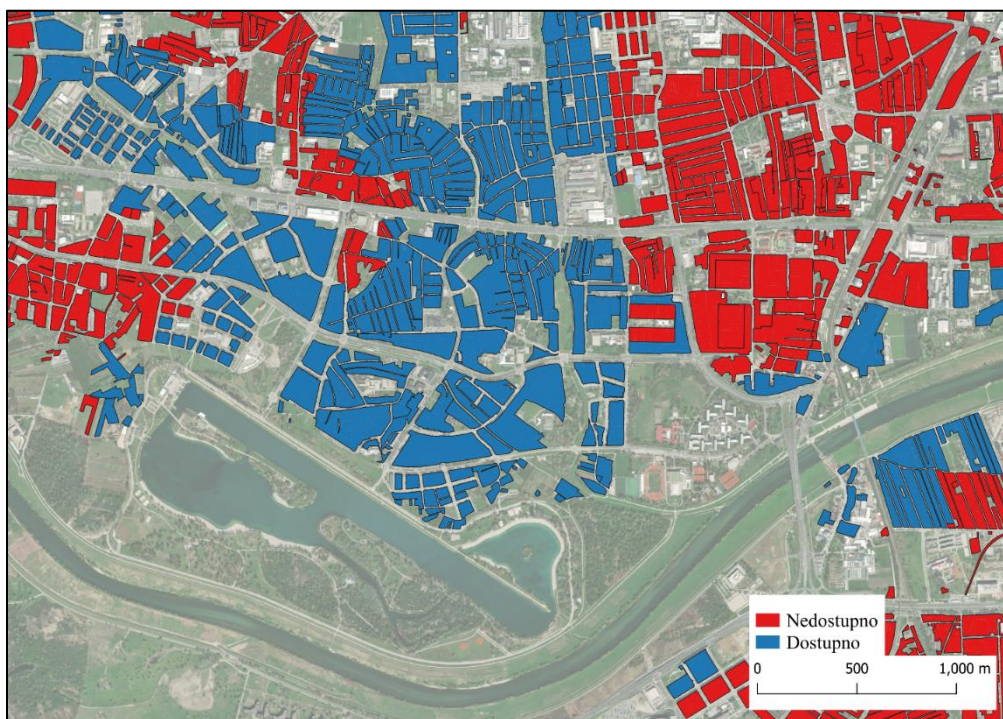


Slika 4.24. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene

Na slici 4.25 prikazan je uži centar grada gdje se u blizini ne nalaze vodene površine te su očekivano te stambene i mješovite zone namjene na karti prekrivene crvenom bojom. Dok je na slici 4.26 prikazano područje uz rijeku Savu i oko Jaruna i u krugu od 300 metara od tih zona se nalazi vodena površina pa su na karti prikazane plavom bojom.

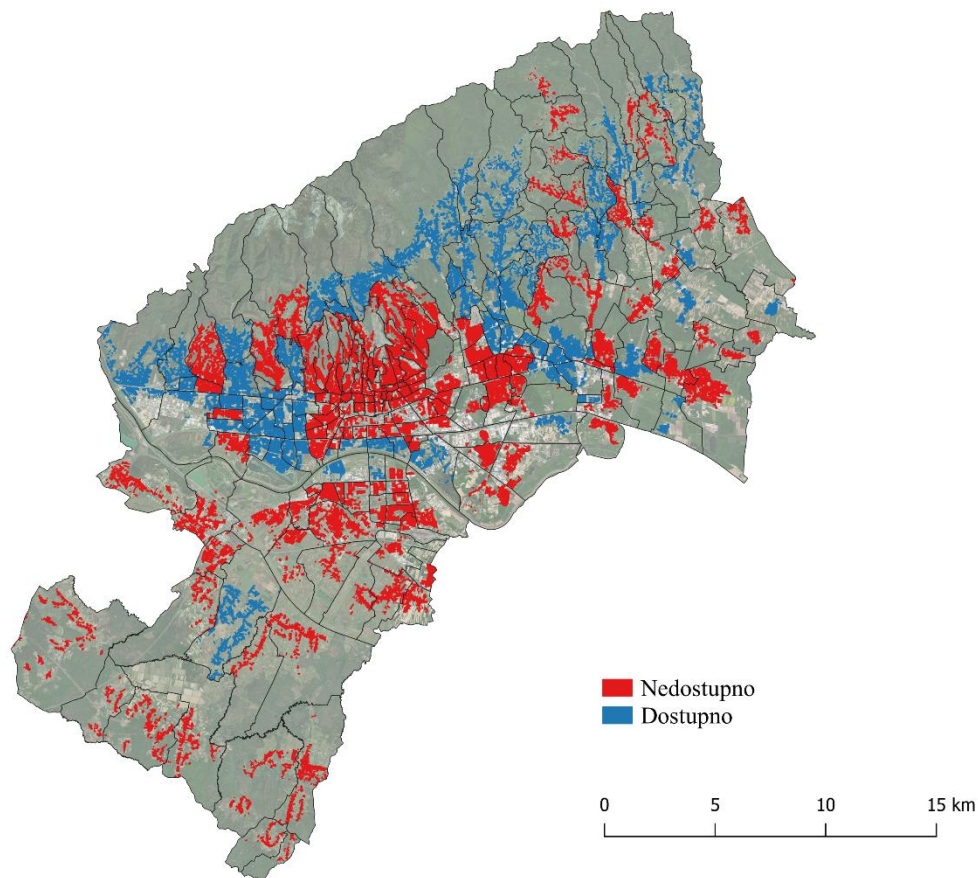


Slika 4.25. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se ne nalazi ni jedna vodena površina



Slika 4.26. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi barem jedna vodena površina

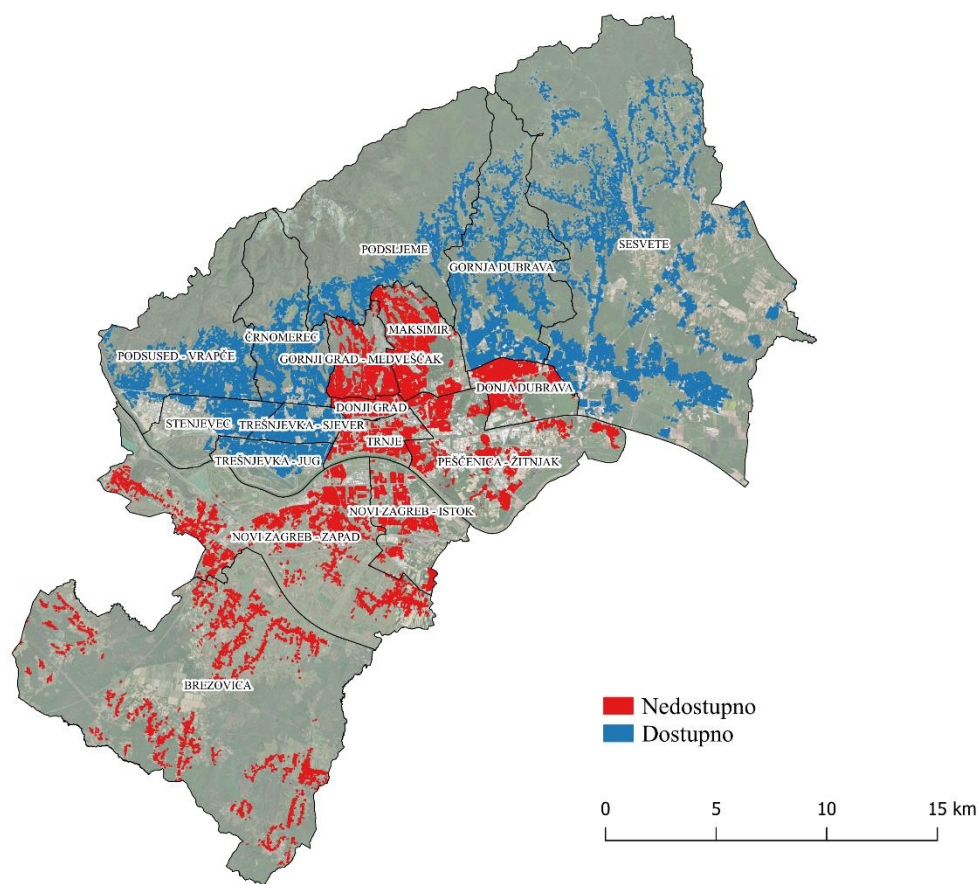
Nakon analize dostupnosti u krugu od pojedine stambene i mješovite zone namjene podaci se grupiraju na razinu mjesnih odbora kako bi dobili srednju dostupnost vodenih površina u krugu od 300 metara udaljenosti od stambenih i mješovitih zona namjene unutar pojedinog mjesnog odbora.



Slika 4.27. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora

Na slici 4.27 vidi se da mjesni odbori uz rijeku Savu te mjesni odbori na padinama Medvednice i dosta mjesnih odbora u Sesvetama u neposrednoj blizini od svojih stambenih i mješovitih zona namjene imaju dostupnu barem jednu vodenu površinu. Dok većina mjesnih odbora na području Grada Zagreba, 68%, u krugu od 300 metara od stambenih i mješovitih zona namjene nema dostupnu ni jednu vodenu površinu.

Pregledniji prikaz dostupnosti vodenih površina za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.28.



Slika 4.29. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti

Tablica 4.17. Prosječna dostupnost ili nedostupnost vodenih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječna dostupnost vodenih površina
Brezovica	Nedostupno
Črnomerec	Dostupno
Donja Dubrava	Nedostupno
Donji Grad	Nedostupno
Gornja Dubrava	Dostupno
Gornji Grad – Medveščak	Nedostupno
Maksimir	Nedostupno
Novi Zagreb – istok	Nedostupno
Novi Zagreb – zapad	Nedostupno

Peščenica – Žitnjak	Nedostupno
Podsljeme	Dostupno
Podsused – Vrapče	Dostupno
Sesvete	Dostupno
Stenjevec	Dostupno
Trešnjevka – jug	Dostupno
Trešnjevka – sjever	Dostupno
Trnje	Nedostupno
Grad Zagreb	Nedostupno

4.5. Analiza površinske temperature tla

Zbog sve veće urbanizacije i značajnih promjena u korištenju zemljišta dolazi do globalnih klimatskih promjena i povećanja površinske temperature tla što u urbanim područjima dovodi do nastajanja urbanih toplinskih otoka (Ahmad i dr., 2022). Urbani toplinski otoci su dijelovi urbanih područja na kojima je temperatura zraka i tla znatno veća od okolnih područja (Debbage i Shepherd, 2015). Mnoga istraživanja potvrdila su da urbana zelena infrastruktura ima važnu ulogu u ublažavanju efekta urbanih toplinskih otoka i smanjivanju površinske temperature tla (Zhou i dr., 2023), što je posebno značajno u ljetnim mjesecima. Dio urbane zelene infrastrukture stvara sjenu i tako ograničava zagrijavanje tla te apsorbira dio sunčeve radijacije i evapotranspiracijom povećava vlažnost zraka te i na taj način smanjuje temperaturu u gradu (Bowler i dr., 2010). Stoga je potrebno urbanu zelenu infrastrukturu prepoznati kao jedan od važnih alata za borbu protiv klimatskih promjena te povećanja temperature.

Površinsku temperaturu tla moguće je odrediti na različite načine, a u okviru ovog istraživanja ona je određena poluautomatskom klasifikacijom u QGIS-u. Površinska temperatura tla određena je pomoću Landsat 8 satelitskih snimaka koje imaju dva termalna kanala, kanal 10 i kanal 11. Prvo je potrebno iz kanala 10 i 11 vrijednost njihovog digitalnog broja konvertirati u temperaturni odsjaj na satelitu koji je neophodan za računanje površinske temperature tla, a računa se pomoću formule (URL 5):

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1)} \quad (4.4)$$

gdje je T_B temperatura odsjaja na satelitu izražena u kelvinima, L_λ senzorska spektralna radijanca, a K_1 i K_2 su termalne konverzijske konstante za pojedini kanal koje su dostupne u datoteci metapodataka.

Potom se pomoću temperature odsjaja na satelitu može odrediti površinska temperatura tla pomoću sljedeće formule (Congedo, 2024):

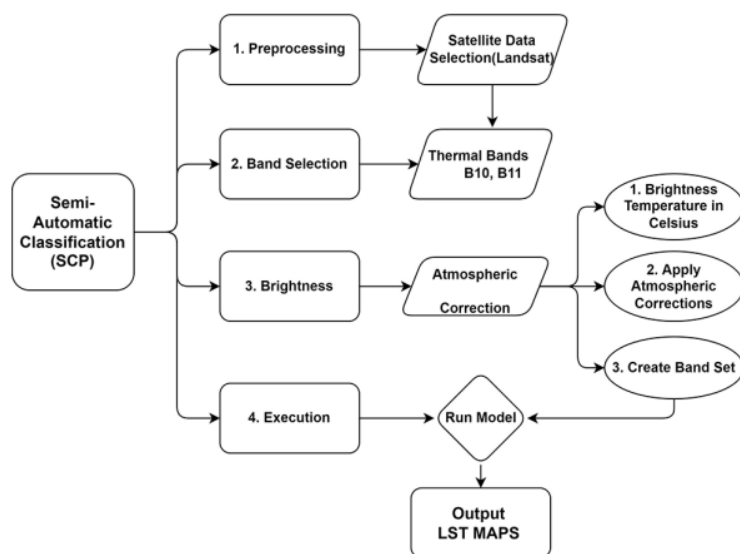
$$T = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times \frac{T_B}{c_2}) \times \ln(e)} ; c_2 = h \times \frac{c}{s} \quad (4.5)$$

gdje je T površinska temperatura tla izražena u kelvinima, λ valna duljina emitirane radijance, h Planckova konstanta ($h = 6.626 \times 10^{-34} \text{Js}$), c brzina svjetlosti ($c = 2.998 \times 10^8 \text{m/s}$), s Boltzmannova konstanta ($s = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$) i e je emisivnost.

S obzirom da prethodnom formulom se dobiju vrijednosti površinske temperature tla u kelvinima potrebno je sve vrijednosti piksela umanjiti za 273 K kako bi vrijednosti bile izražene u Celzijevim stupnjevima.

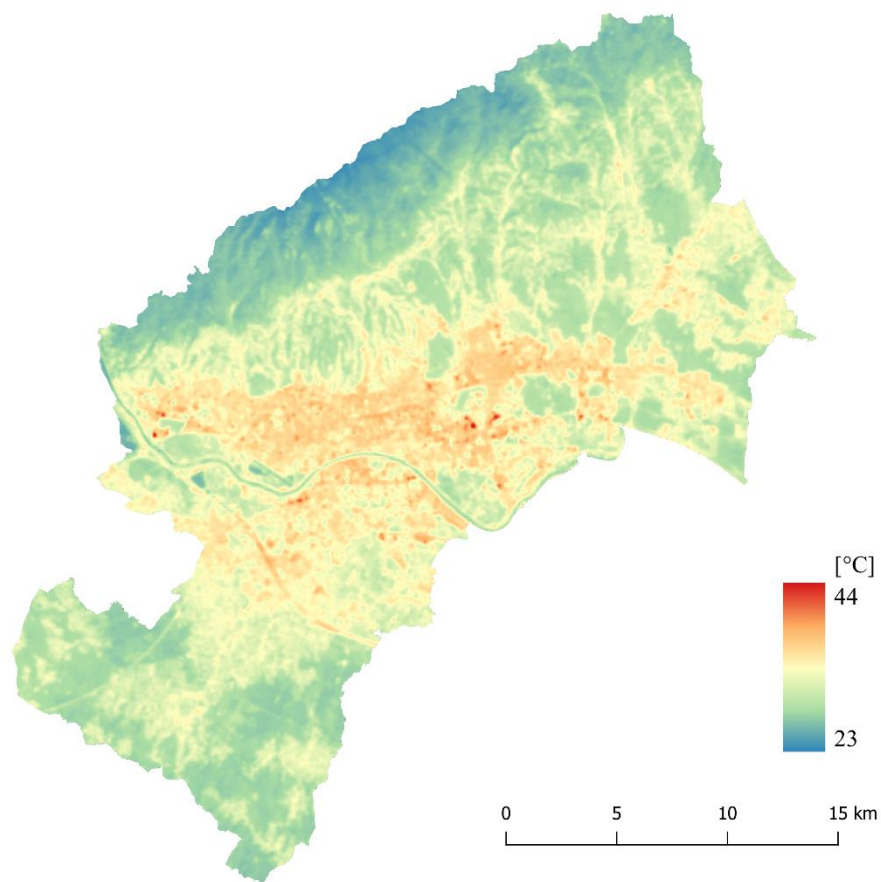
Važno je naglasiti kako se pojam površinska temperatura tla odnosi na temperaturu snimljenu na bilo kojoj površini. Znači tlo ne predstavlja samo neku zemljanu podlogu, već to može biti i neka zelena površina, vodena površina, pješčana površina, asfaltirana površina, limeni krovovi, i slično.

Za izračun površinske temperature tla u okviru ovog istraživanja korištene su ove dvije formule (4.4 i 4.5) na temelju unaprijed definiranih vrijednosti unutar datoteke metapodataka za pojedini termalni kanal Landsat 8 satelitskih snimki. Cijeli izračun obavljen je u QGIS-u pomoću alata SCP (engl. Semi-Automatic Classification Plugin), a postupak izračunavanja površinske temperature tla korištenjem SCP-a prikazan je na slici 4.30.



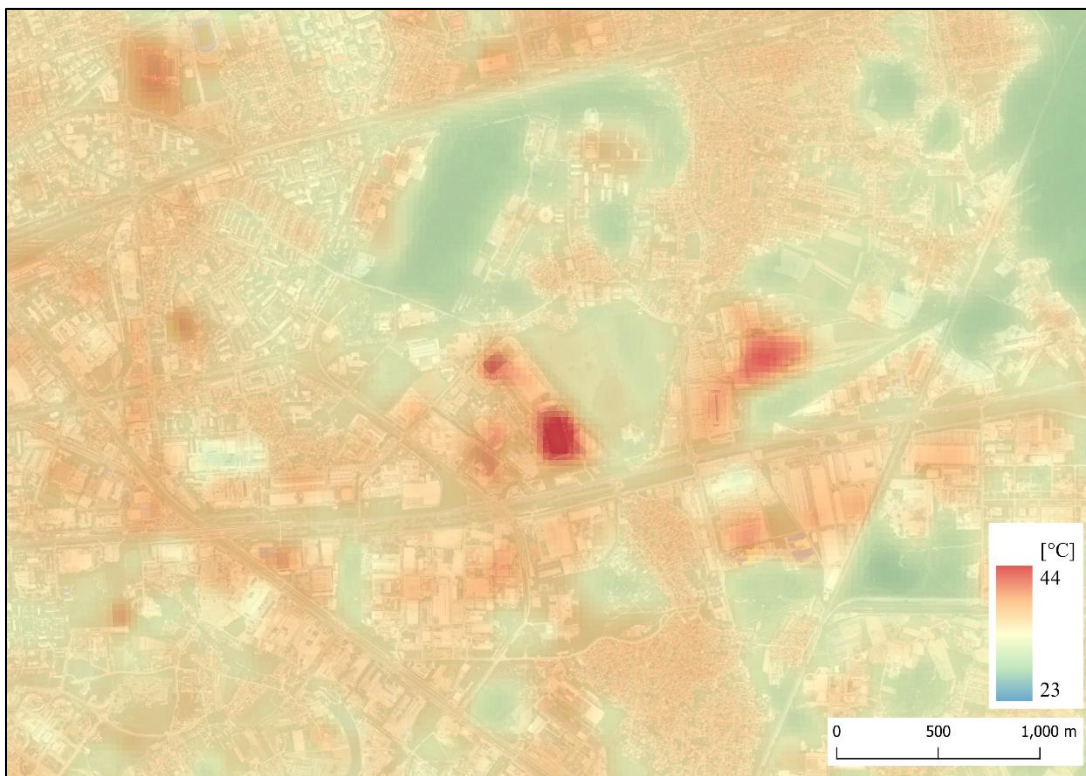
Slika 4.30. Postupak izračunavanja površinske temperature tla pomoću alata SCP u QGIS-u (Ahmad i dr., 2022)

S obzirom da se pozitivan utjecaj urbane zelene infrastrukture može najviše primijetiti za vrijeme ljetnih mjeseci kod izračuna površinske temperature tla za područje Grada Zagreba odabrane su dvije Landsat 8 snimke snimljene na jedne od najtoplijih dana. Prilikom odabira snimaka vodilo se računa o tome da u cijelosti zahvaćaju područje istraživanja te da su snimke što je moguće manje kontaminirane oblacima iznad područja istraživanja. Odabrane su snimke od 21. srpnja 2022. i od 16. srpnja 2023. Satelit iznad područja istraživanja uvijek prelijeće u otprilike isto vrijeme, u periodu od 9:38 do 9:46 sati ujutro, tako da je na obje odabrane snimke vrijeme snimanja otprilike 9:45 sati ujutro. Pomoću prethodno definiranih formula i prikazanog postupka određena su dva rastera koja sadrže podatke o površinskoj temperaturi tla te je pomoću raster kalkulatora određena srednja vrijednost oba rastera kako bi dobili vjerodostojnije površinske temperature tla na području Grada Zagreba u ljetnim mjesecima (Slika 4.31). Na slici 4.31 vidimo kako se površinska temperatura tla na području Grada Zagreba kreće od 23 °C (plava boja) do 44 °C (crvena boja). Vidljivo je kako je najveća temperatura u gušće naseljenim i gušće izgrađenim područjima grada. Dok je u periferiji grada, na zelenim i vodenim površinama te na područjima oko njih temperatura manja.

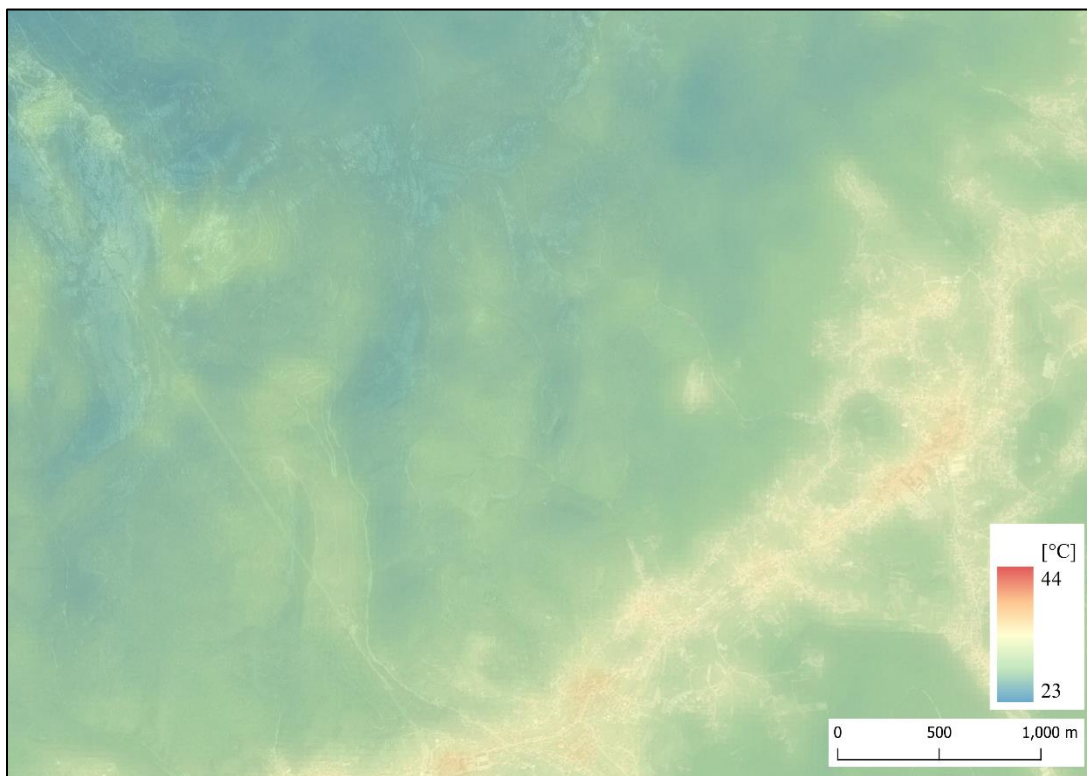


Slika 4.31. Površinska temperatura tla na području Grada Zagreba u ljetnim mjesecima

Na slikama 4.32 i 4.33 dani su pobliži prikazi područja s najvećom i najmanjom površinskom temperaturom tla na području Grada Zagreba. Na slici 4.32 prikazano je područje Žitnjaka, a „najcrvenije“ točke, odnosno područja s najvećom površinskom temperaturom tla su krovovi trgovačkih centara koji se zbog svoje, često limene konstrukcije, dosta zagrijavaju. Na slici 4.33 prikazano je područje Medvednice gdje su izmjerene najmanje površinske temperature tla. Također vidimo kako je temperatura oko ovih stambenih zona na području Podsljemena dosta manja, nego što je to slučaj na slici 4.32 i oko stambenih zona na području Žitnjaka. Sve to dokazuje činjenicu kako zelena infrastruktura smanjuje temperaturu okolnih područja.



Slika 4.32. Područje Grada Zagreba s najvećom površinskom temperaturom tla

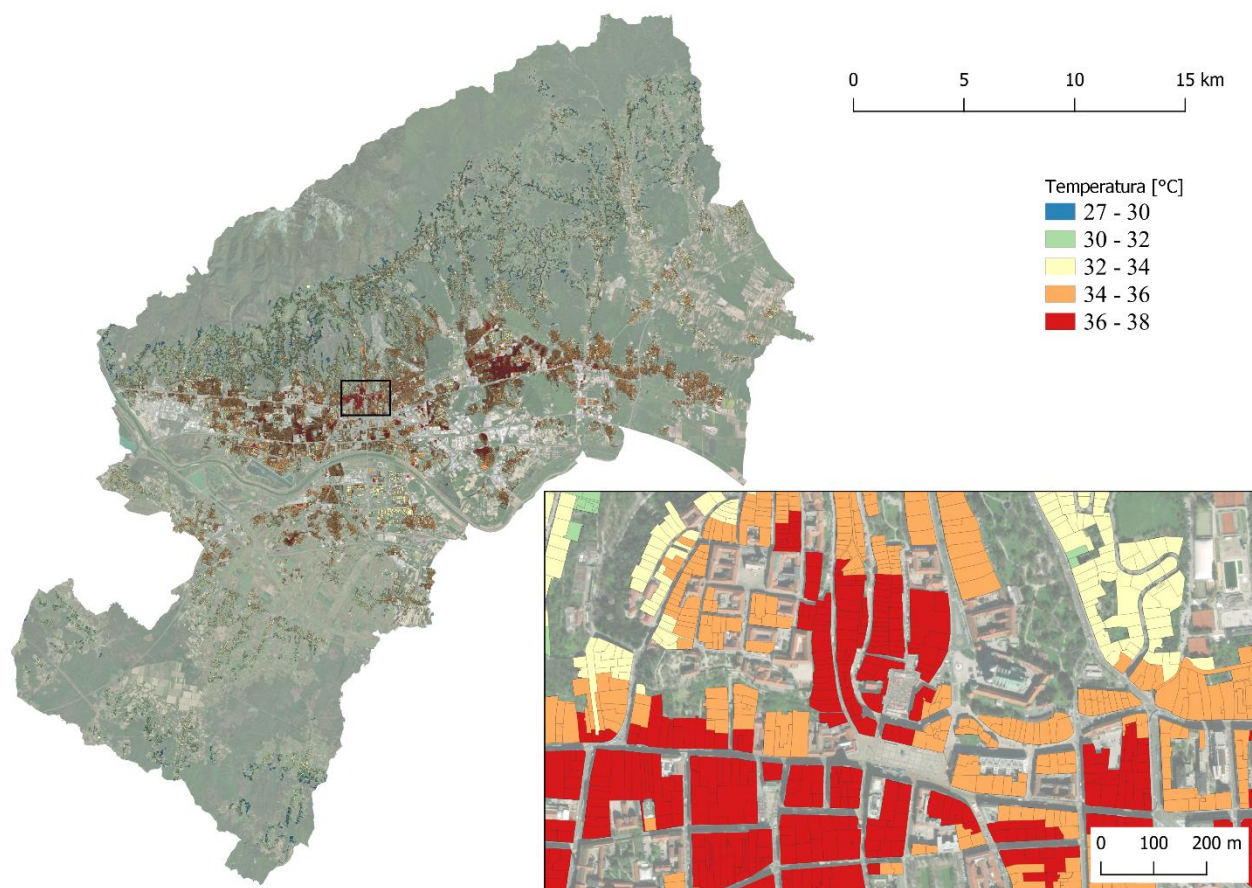


Slika 4.33. Područje Grada Zagreba s najmanjom površinskom temperaturom tla

Pomoću rastera koji sadrži podatke o površinskoj temperaturi tla određena je temperatura pojedine katastarske čestice, na način da je svakoj katastarskoj čestici dodijeljena vrijednost rasterske ćelije koja pokriva tu određenu površinu. Potom je napravljena analiza površinske temperature tla za sve katastarske čestice koje se nalaze unutar zona koje su definirane kao stambene i mješovite zone namjene.

Na slici 4.34 prikazana je provedena analiza za cijelo područje Grada Zagreba, a na manjoj slici se nalazi uvećani prikaz užeg centra grada. Crvenom bojom označene su katastarske čestice s najvećom površinskom temperaturom tla, a plavom bojom one s najmanjom. Na uvećanoj slici vidi se kako su u samom centru grada površinske temperature tla dosta visoke, no na područjima oko zelenih površina one su i do 8 °C manje.

Statističke vrijednosti analize površinske temperature tla za pojedinu katastarsku česticu koja se nalazi unutar stambenih i mješovitih zona namjene dane su u tablici 4.18.

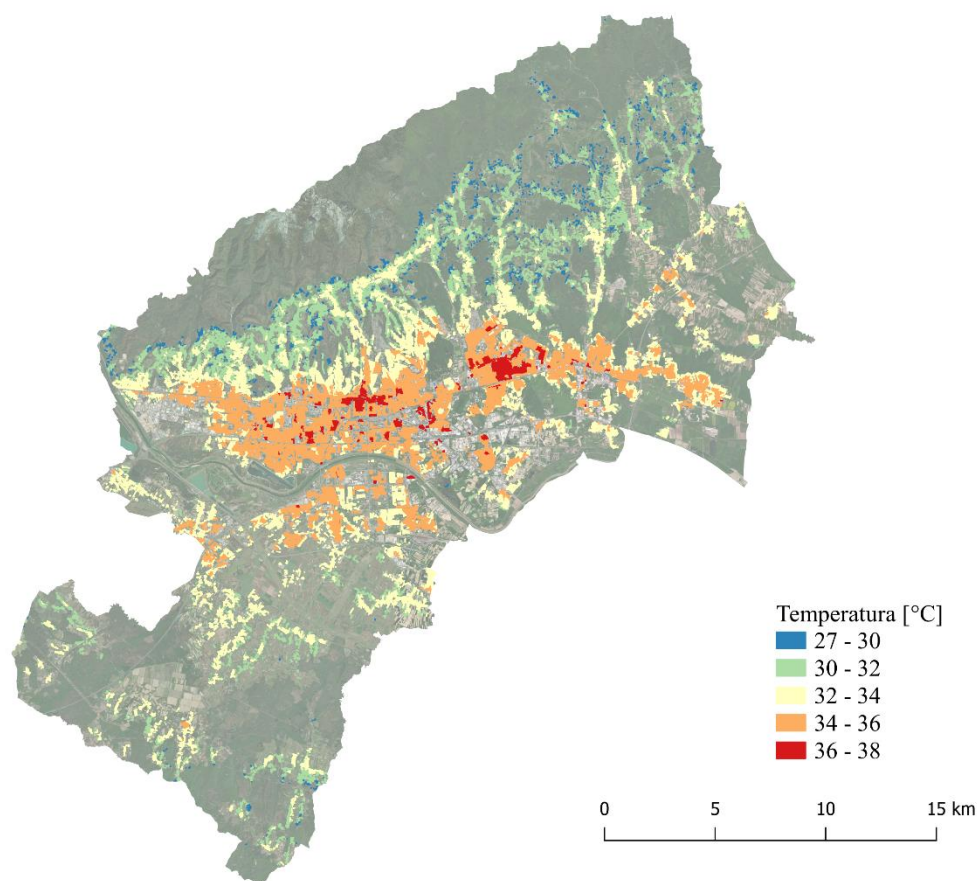


Slika 4.34. Analiza površinske temperature tla po katastarskim česticama

Tablica 4.18. Statističke vrijednosti analize površinske temperature tla po katastarskim česticama

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
38,00	34,00	27,00	1,91	33,87

Nakon provedene analize površinske temperature tla po katastarskim česticama ti podaci su grupirani i pomoću njih je određena prosječna površinska temperatura tla za pojedinu stambenu i mješovitu zonu namjene. Na slici 4.35 možemo vidjeti rezultate provedene analize po stambenim i mješovitim zonama namjene za cijelo područje Grada Zagreba, dok je na slikama 4.36 i 4.37 dan krupniji prikaz područja s najvećim i najmanjim površinskim temperaturama tla.

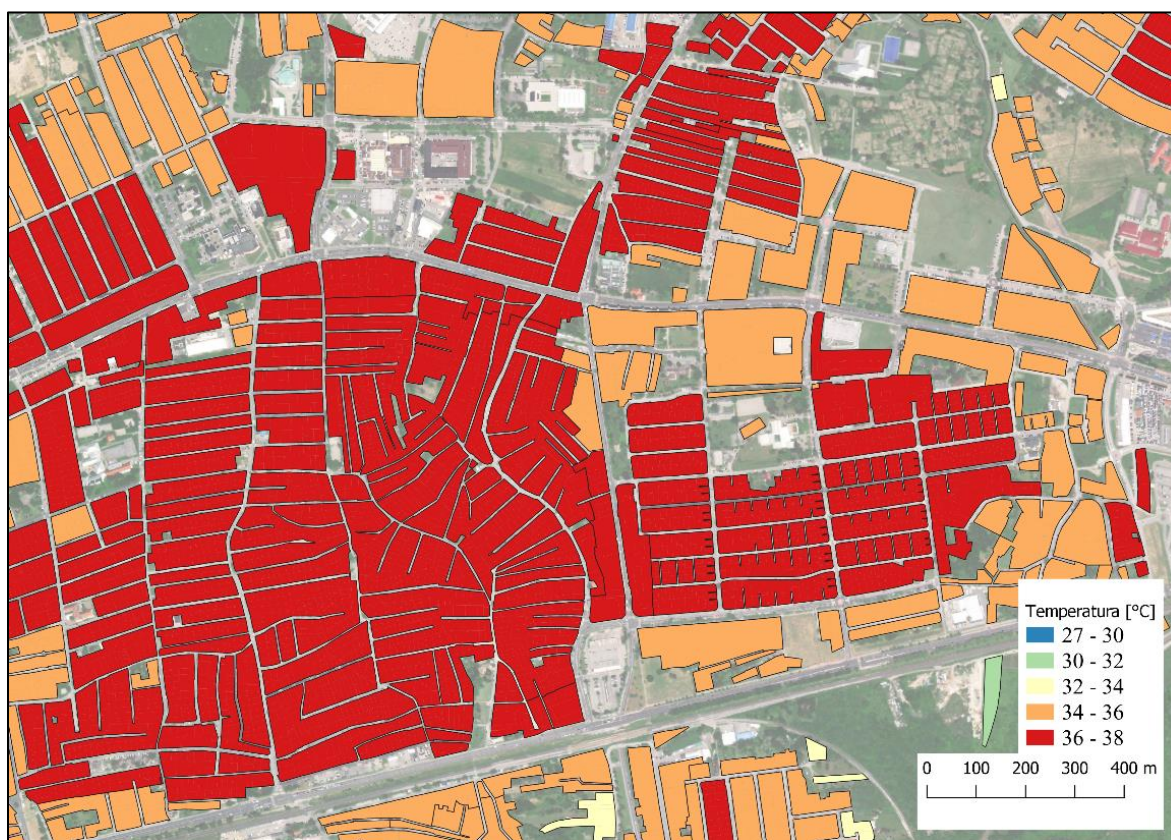


Slika 4.35. Analiza prosječne površinske temperature tla po stambenim i mješovitim zonama namjene

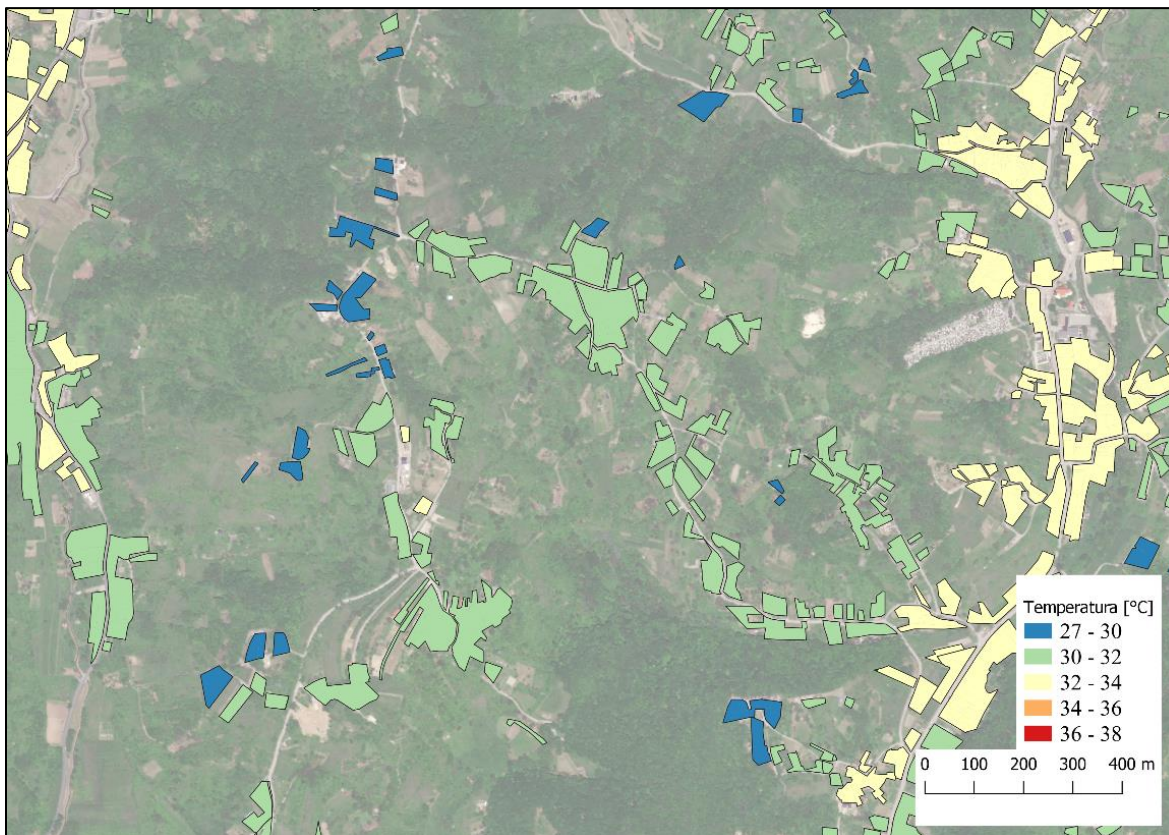
Na slici 4.35 vidi se sličan prikaz kao i na slikama 4.31 i 4.34, odnosno kako su najveće površinske temperature tla u gusto izgrađenim dijelovima grada, a najmanje na područjima koja su okružena s brojnim zelenim površinama.

Najveća površinska temperatura tla u Gradu Zagrebu određena je za stambene i mješovite zone namjene koje se nalaze u gradskoj četvrti Donja Dubrava i iznosi 38 °C. To područje prikazano je na slici 4.36 gdje možemo vidjeti kako je to područje dosta izgrađeno i gusto naseljeno te s malo zelene infrastrukture koja bi u nekoj mjeri pomogla smanjenju površinske temperature tla.

S druge strane, najmanja površinska temperatura tla u Gradu Zagrebu određena je za stambene i mješovite zone namjene koje se nalaze u gradskim četvrtima Brezovica, Gornja Dubrava, Podsljeme i Sesvete i iznosi 28 °C. Na slici 4.37 prikazano jedno takvo područje u Gornjoj Dubravi gdje vidimo kako zone koje se nalaze uz zelene površine imaju dosta manju temperaturu od onih koje se nalaze u izgrađenom dijelu. Stambene zone u Gornjoj Dubravi imaju i do 10 °C manju površinsku temperaturu tla od onih u Donjoj Dubravi.



Slika 4.36. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s najvećom površinskom temperaturom tla



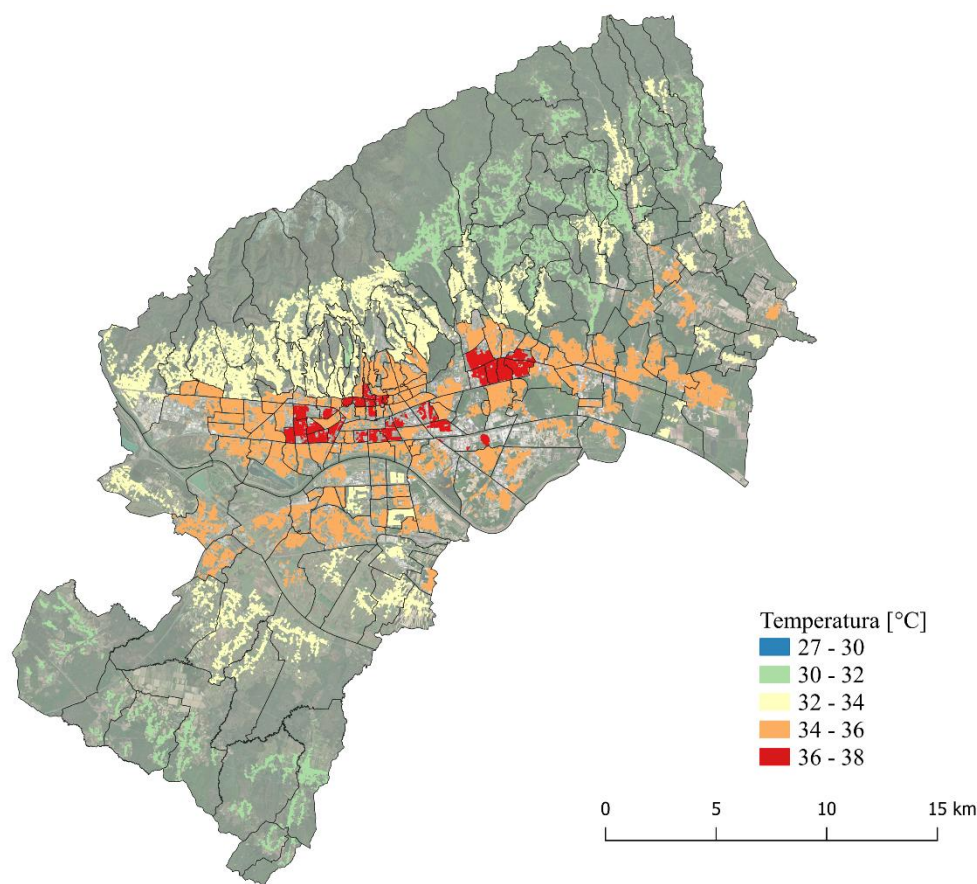
Slika 4.37. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s najmanjom površinskom temperaturom tla

Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla za pojedinu stambenu i mješovitu zonu namjene dane su u tablici 4.19.

Tablica 4.19. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po stambenim i mješovitim zonama namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
38,00	33,00	28,00	1,95	33,09

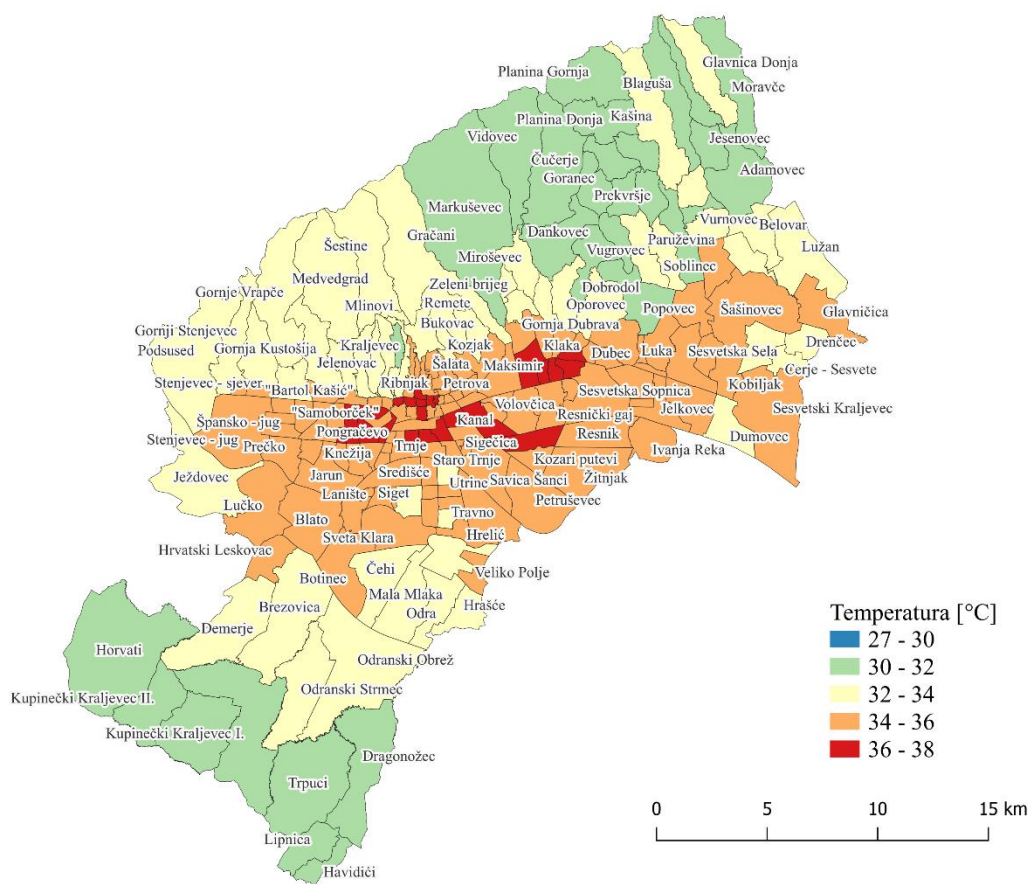
Nakon provedene analize površinske temperature tla po stambenim i mješovitim zonama namjene podaci su grupirani na razinu mjesnih odbora te je pomoću podataka o površinskoj temperaturi tla po katastarskim česticama određena prosječna površinska temperatura tla za pojedini mjesni odbor.



Slika 4.38. Analiza prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima

Na slici 4.38 prikazana je prosječna površinska temperatura tla stambenih i mješovitih zona namjene unutar istih mjesnih odbora. Vidi se kako ni jedan mjesni odbor nema površinsku temperaturu tla manju od 30°C, a mjesni odbori s najvećom površinskom temperaturom tla uglavnom se nalaze na područjima guste izgrađenosti i guste naseljenosti. Mjesni odbor s najvećom površinskom temperaturom tla od 36,93 °C je „30. svibnja 1990.“ u gradskoj četvrti Donja Dubrava, dok je najmanja površinska temperatura tla od 30,40 °C određena za mjesni odbor Kašinska Sopnica koji se nalazi u gradskoj četvrti Sesvete.

Pregledniji prikaz prosječne površinske temperature tla za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.39.



Slika 4.39. Analiza prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima

U tablici 4.20 dane su statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla za pojedini mjesni odbor.

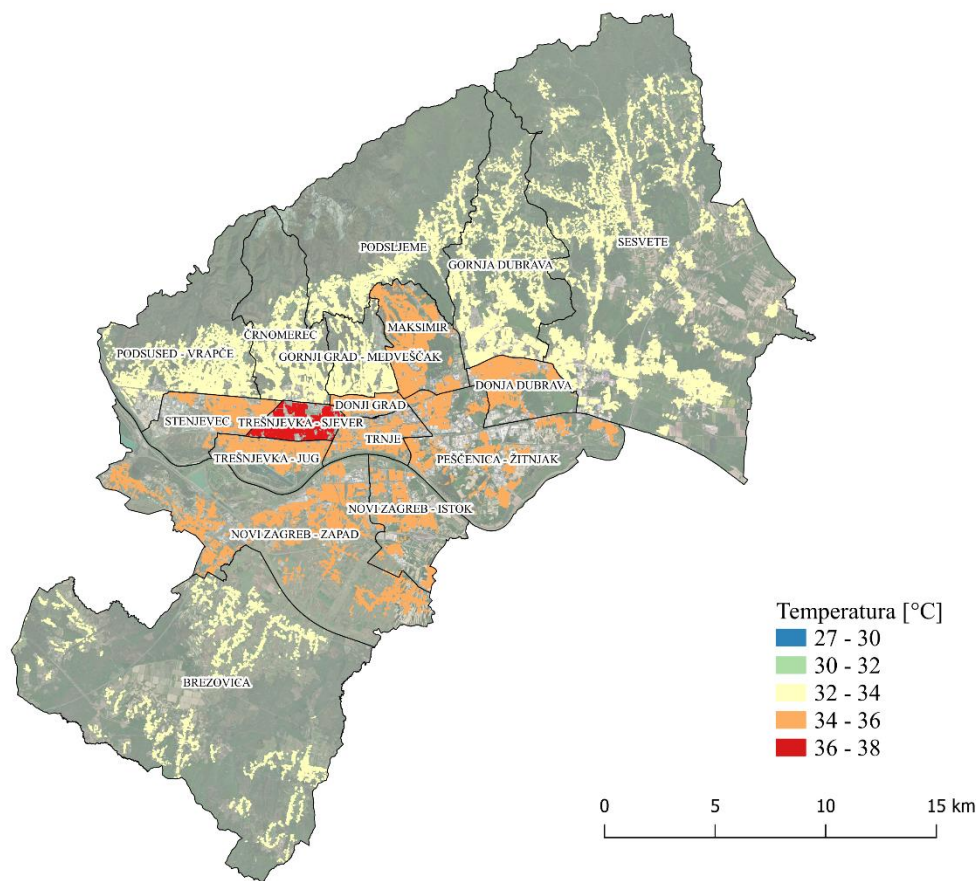
Tablica 4.20. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
36,93	34,56	30,40	1,63	34,19

Pomoću podataka o površinskoj temperaturi tla po katastarskim česticama određena je i prosječna površinska temperatura tla za pojedinu gradsku četvrt. Rezultati analize prosječne površinske temperature tla za gradske četvrti dani su na slici 4.40 i u tablici 4.21 gdje je prikazana prosječna površinska temperatura tla za svaku gradsku četvrt. Najmanja prosječna površinska temperatura tla

određena je za gradsku četvrt Podsljeme (32,13 °C), a najveća za Trešnjevku – sjever (36,02 °C). Takvi rezultati su moglo bi se reći i očekivani, s obzirom da su i prethodno provedene analize pokazale kako je Podsljeme jedna od „najzelenijih“ četvrti, a Trešnjevka – sjever jedna od četvrti s najmanje urbane zelene infrastrukture.

Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla za pojedinu gradsku četvrt dane su u tablici 4.22.



Slika 4.40. Analiza prosječne površinske temperature tla po gradskim četvrtima

Tablica 4.21. Prosječna površinska temperatura tla za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječna površinska temperatura tla [°C]
Brezovica	32,16
Črnomerec	32,74
Donja Dubrava	35,97

Donji Grad	35,95
Gornja Dubrava	33,43
Gornji Grad – Medveščak	33,70
Maksimir	34,01
Novi Zagreb – istok	34,62
Novi Zagreb – zapad	34,52
Peščenica – Žitnjak	35,13
Podsljeme	32,13
Podsused – Vrapče	32,94
Sesvete	33,32
Stenjevec	35,31
Trešnjevka – jug	35,32
Trešnjevka – sjever	36,02
Trnje	35,59
Grad Zagreb	33,87

Tablica 4.22. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po gradskim četvrtima

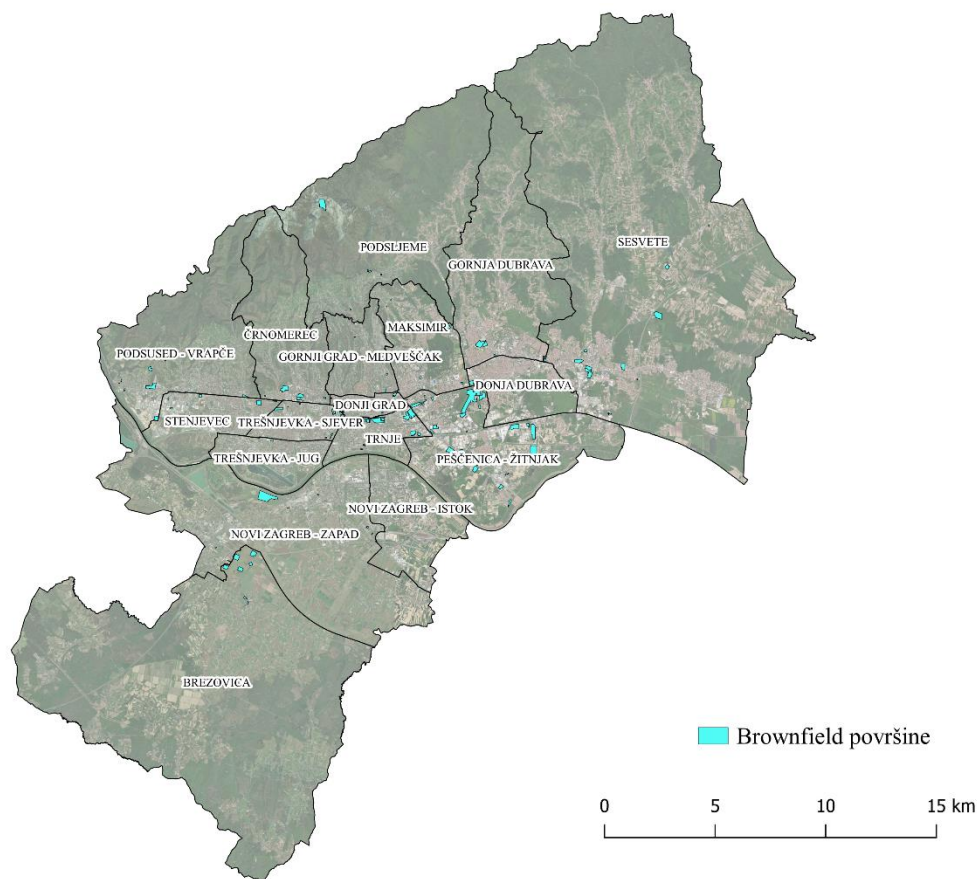
Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
36,02	34,52	32,13	1,34	34,29

4.6. Analiza brownfield površina

Brownfield površine su površine koje su bile pod utjecajem prijašnjeg korištenja te lokacije i okolnog zemljišta, napuštene i nedovoljno iskorištene površine, površine koje mogu imati stvarne ili moguće probleme s kontaminacijom te se uglavnom nalaze u razvijenim urbanim područjima i zahtijevaju intervenciju kako bi ih se vratilo u korisnu upotrebu (CLARINET, 2002). To su najčešće napuštene površine industrijskih i vojnih kompleksa, aerodroma ili su to neizgrađene javne površine koje su izgubile svoju osnovnu funkciju (Perovic i Kurtović Folić, 2012). Često su smještene u užoj urbanoj jezgri i stoga su to važna područja pri provođenju zelene urbane obnove. Brownfield površine se mogu koristiti kao privremena ili trajna namjena za zelenu infrastrukturu, a način korištenja treba definirati u skladu s inventarizacijom vegetacije nastale prirodnom

sukcesijom i važnosti postojećeg stanja u kontekstu šireg razvoja urbane zelene infrastrukture (Androić Brajčić i dr., 2023).

Iz podataka o stvarnom korištenju zemljišta u Gradu Zagrebu identificirano je 146 brownfield površina na području Grada Zagreba (Slika 4.41). Brownfield površine potrebno je uključiti u urbane sanacije i preobrazbe prilikom provođenja zelene urbane obnove. Ovisno o njihovom trenutnom stanju, moguće ih je iskoristiti kao lokacije na kojima će se proširiti naselja i siva infrastruktura grada te tako smanjiti potreba za širenjem naselja na poljoprivredne i druge vrijedne površine ili ih je moguće iskoristiti kao lokacije na kojima će se razviti nova zelena infrastruktura (Zagrebačka županija, 2022). Svakako, ako se pravilno i pametno s njima upravlja brownfield površine mogu imati mnoge koristi, kao što su poboljšanje kvalitete života u urbanim područjima, podrška bioraznolikosti i klimatskim utjecajima te promicanje održivog razvoja.



Slika 4.41. Prikaz brownfield površina na području Grada Zagreba

U tablici 4.23 prikazan je broj i površina brownfield površina u svakoj gradskoj četvrti i iz tih podataka vidi se da je najviše brownfield površina u gradskoj četvrti Peščenica – Žitnjak, njih čak

28, odnosno 130,53 hektara što čini 38,55% od ukupne površine svih brownfield površina na području Grada Zagreba. S obzirom da se tu nalazi industrijska zona Žitnjak taj podatak nas ni ne iznenađuje. No, to pruža dobru priliku za razvoj urbane zelene infrastrukture na tom području koje je jedno od područja grada Zagreba s najmanje elemenata zelene infrastrukture.

Tablica 4.23. Broj i površina brownfield površina po gradskim četvrtima

Gradska četvrt	Broj brownfield površina	Površina [ha]
Brezovica	8	19,91
Črnomerec	9	14,48
Donja Dubrava	3	5,39
Donji Grad	10	4,40
Gornja Dubrava	3	11,34
Gornji Grad – Medveščak	4	1,80
Maksimir	6	4,09
Novi Zagreb – istok	0	0,00
Novi Zagreb – zapad	8	25,14
Peščenica – Žitnjak	28	130,53
Podsljeme	6	11,83
Podsused – Vrapče	9	15,84
Sesvete	13	35,18
Stenjevec	8	7,53
Trešnjevka – jug	3	1,21
Trešnjevka – sjever	10	9,07
Trnje	18	40,82
Grad Zagreb	146	338,56

4.7. Analiza vrijednosti zemljišta

Svako zemljište ima vrijednost koja se može izraziti u novcu ili relativnim odnosom prema drugim zemljištima. Vrijednost zemljišta određuje se posebnim procesima vrjednovanja te se može provoditi pojedinačno ili masovno vrjednovanje. U katastru se najčešće upisuju informacije o masovnom vrjednovanju koje može biti rezultat pojedinačnog prikupljanja podataka u nekom razdoblju (Roić, 2012). Na vrijednost zemljišta utječe trenutna uporaba zemljišta, ali i moguća buduća uporaba zemljišta određena kroz zonu namjene zemljišta, propise o planiranju korištenja

zemljišta i procese izdavanja dozvola (Williamson i dr., 2009). Vrijednost urbanog zemljišta ovisi o dostupnosti obližnjih zemljišta i njihovoj namjeni, što implicira da su položaj zemljišta te obližnja infrastruktura i okoliš najvažnije komponente vrijednosti zemljišta (Clapp i dr., 2023).

Za provedbu analize vrijednosti zemljišta na području Grada Zagreba korišteni su podaci o približnim vrijednostima zemljišta za 2023. godinu, a podaci su pod nadležnošću Gradskog ureda za upravljanje imovinom i stanovanjem u Gradu Zagrebu. Podaci sadrže podatke o namjeni zemljišta, koeficijentu iskoristivosti te približne vrijednosti zemljišta. Zadane približne vrijednosti zemljišta prvo je potrebno interkvalitativno izjednačiti, odnosno svesti zadane vrijednosti na vrijednosti izjednačene na mjeru građevinskog korištenja zemljišta. Za preračunavanje odstupanja u kakvoći zbog različite mjere građevinskog korištenja zemljišta koja se nalaze u zoni stambene ili pretežito stambene namjene prema Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina u Republici Hrvatskoj propisani su odgovarajući koeficijenti i to kao odnos između koeficijenata iskoristivosti usporedivih zemljišta i koeficijenata iskoristivosti predmeta utvrđivanja tržišne vrijednosti (MPGI, 2014).

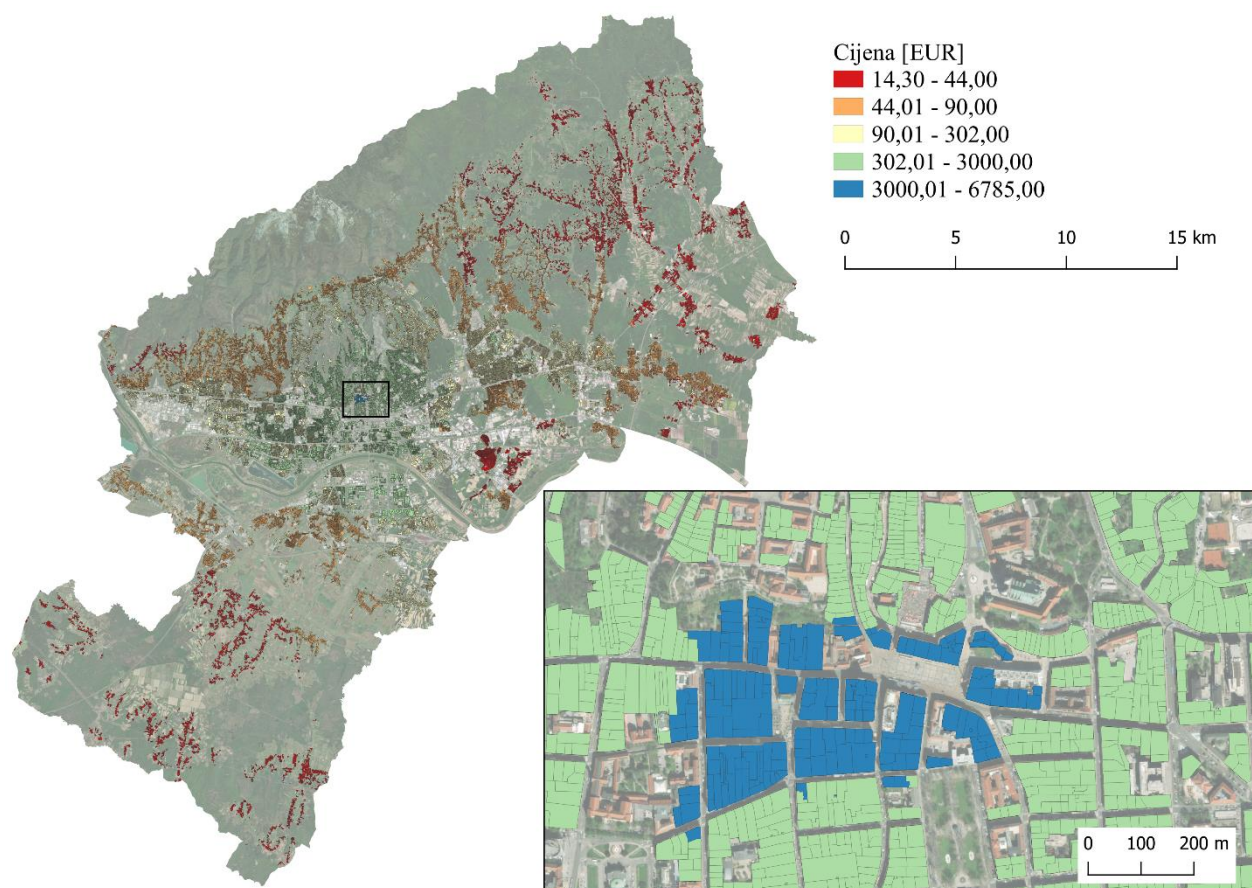
Kako bi odredili vrijednost zemljišta izjednačenu na mjeru građevinskog korištenja zemljišta prvo je pomoću zadanih podataka određen koeficijent iskoristivosti usporedivih zemljišta, zatim je pomoću tog koeficijenta i koeficijenta iskoristivosti predmeta utvrđivanja tržišne vrijednosti u tablici iz priloga 11 u Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina određen konačni koeficijent iskoristivosti za pojedino zemljište. Nakon što je određen konačni koeficijent iskoristivosti zemljišta pomoću tog koeficijenta i zadane cijene u podacima o približnim vrijednostima zemljišta za Grad Zagreb određena je vrijednost zemljišta izjednačena na mjeru građevinskog korištenja zemljišta, pomoću formule:

$$VZ = ZC \times ki \quad (4.6)$$

gdje je VZ vrijednost zemljišta izjednačena na mjeru građevinskog zemljišta, ZC je zadana cijena u podacima o približnim vrijednostima zemljišta za Grad Zagreb, odnosno to je poredbena cijena, a ki je koeficijent iskoristivosti određen pomoću tablice iz priloga 11 u Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina.

Nakon što su određene konačne cijene, odnosno nakon što su vrijednosti zemljišta izjednačene na mjeru građevinskog zemljišta, svakoj katastarskoj čestici je dodijeljena odgovarajuća vrijednost

zemljišta te je napravljena analiza vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama koje se nalaze unutar stambenih i mješovitih zona namjene (Slika 4.42).



Slika 4.42. Analiza vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama

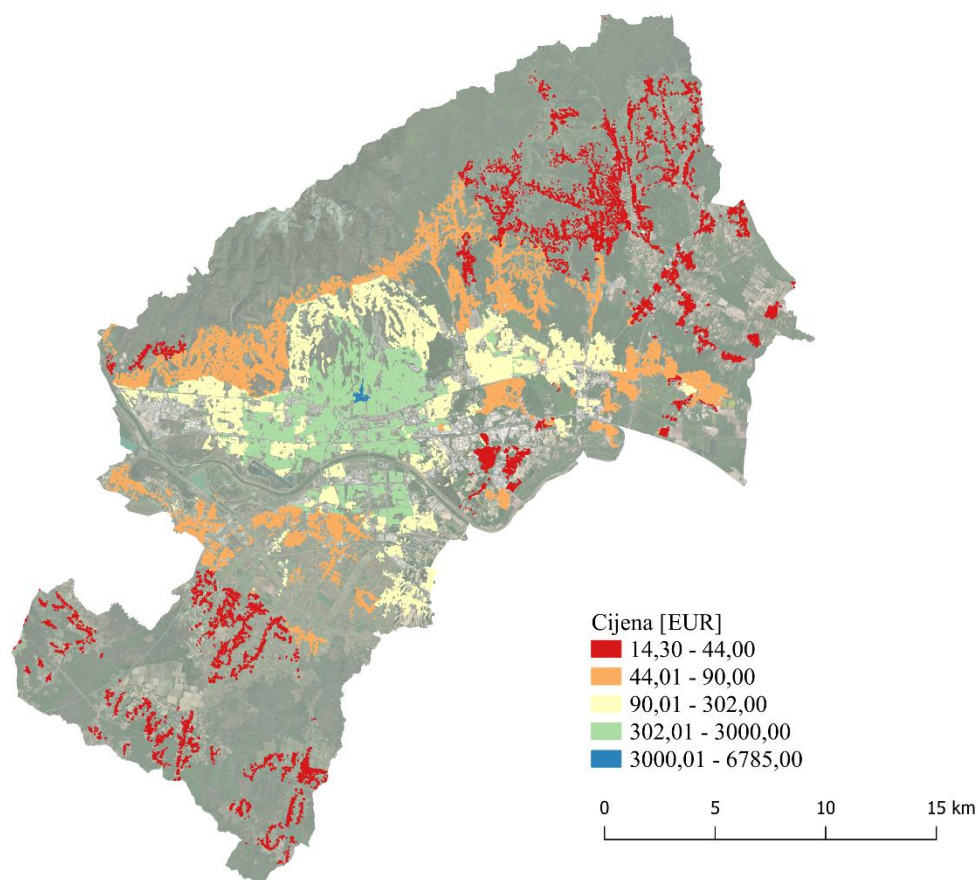
Na slici 4.42 prikazana je provedena analiza vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama za cijelo područje Grada Zagreba, a na manjoj slici je dan pobliži prikaz užeg centra grada, oko Trga bana Jelačića. Cijene su iskazane u eurima po metru kvadratnom i crvenom bojom su prikazane katastarske čestice s najmanjom vrijednosti zemljišta, narančastom srednje manje cijene, žutom srednje cijene, zelenom katastarske čestice čija vrijednost zemljišta se kreće od srednje prema većoj vrijednosti i plavom bojom su prikazane one katastarske čestice koje imaju najveću vrijednost zemljišta na području Grada Zagreba. Vrijednost zemljišta po pojedinoj katastarskoj čestici koja se nalazi u stambenoj i mješovitoj zoni namjene u Gradu zagrebu kreće se od 14,30 EUR/m² do 6785,00 EUR/m² te vidimo kako je vrijednost zemljišta oko centra grada dosta velika, dok je na periferiji ona dosta manja, posebno u usporedbi sa samim centrom.

U tablici 4.24 dane su statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama koje se nalaze u stambenim i mješovitim zonama namjene Grada Zagreba.

Tablica 4.24. Statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
6785,00	88,40	14,30	393,78	213,57

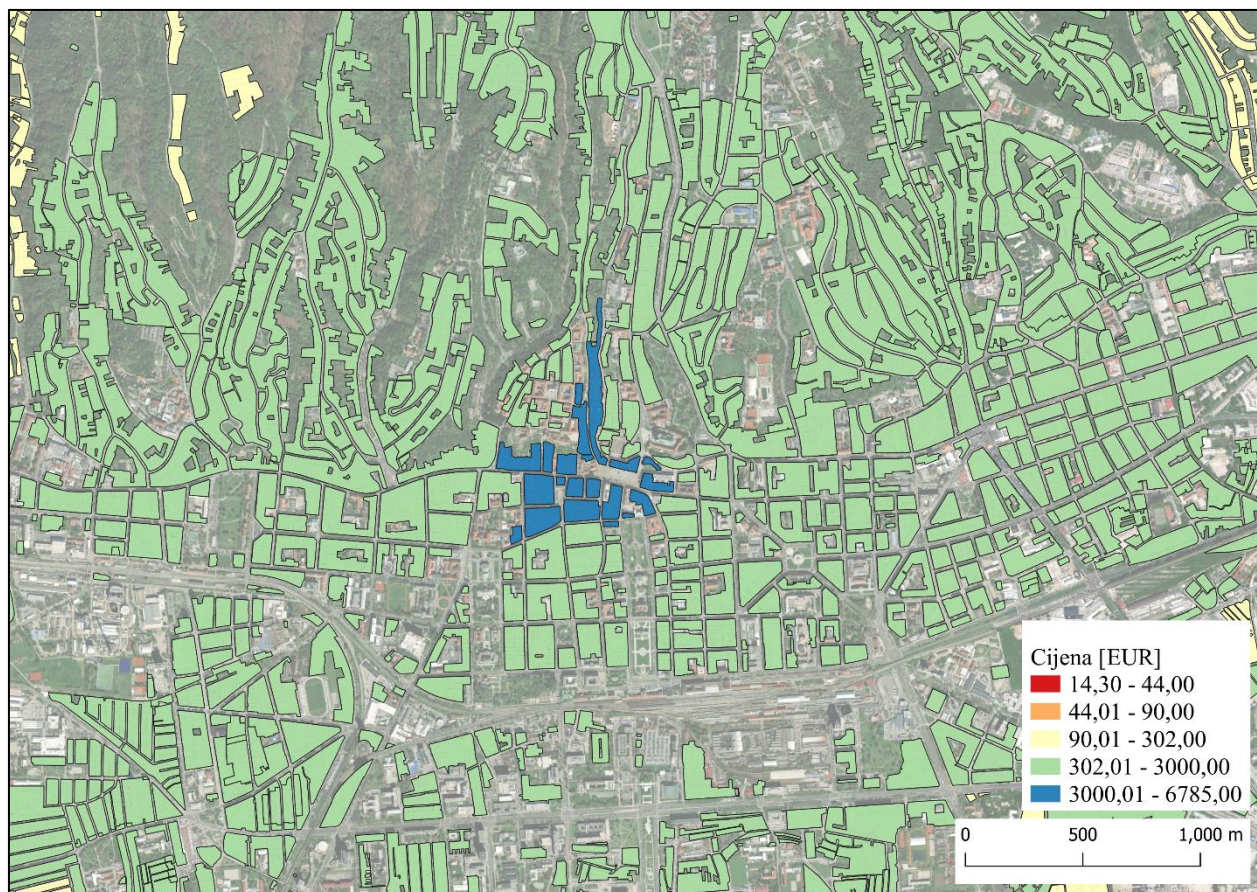
Nakon analize vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama određene su srednje vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene. Na slici 4.43 prikazana je analiza vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene za cijeli Grad Zagreb, a na slikama 4.44 i 4.45 dani su pobliži prikazi područja s najmanjom i najvećom vrijednosti zemljišta.



Slika 4.43. Analiza vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene

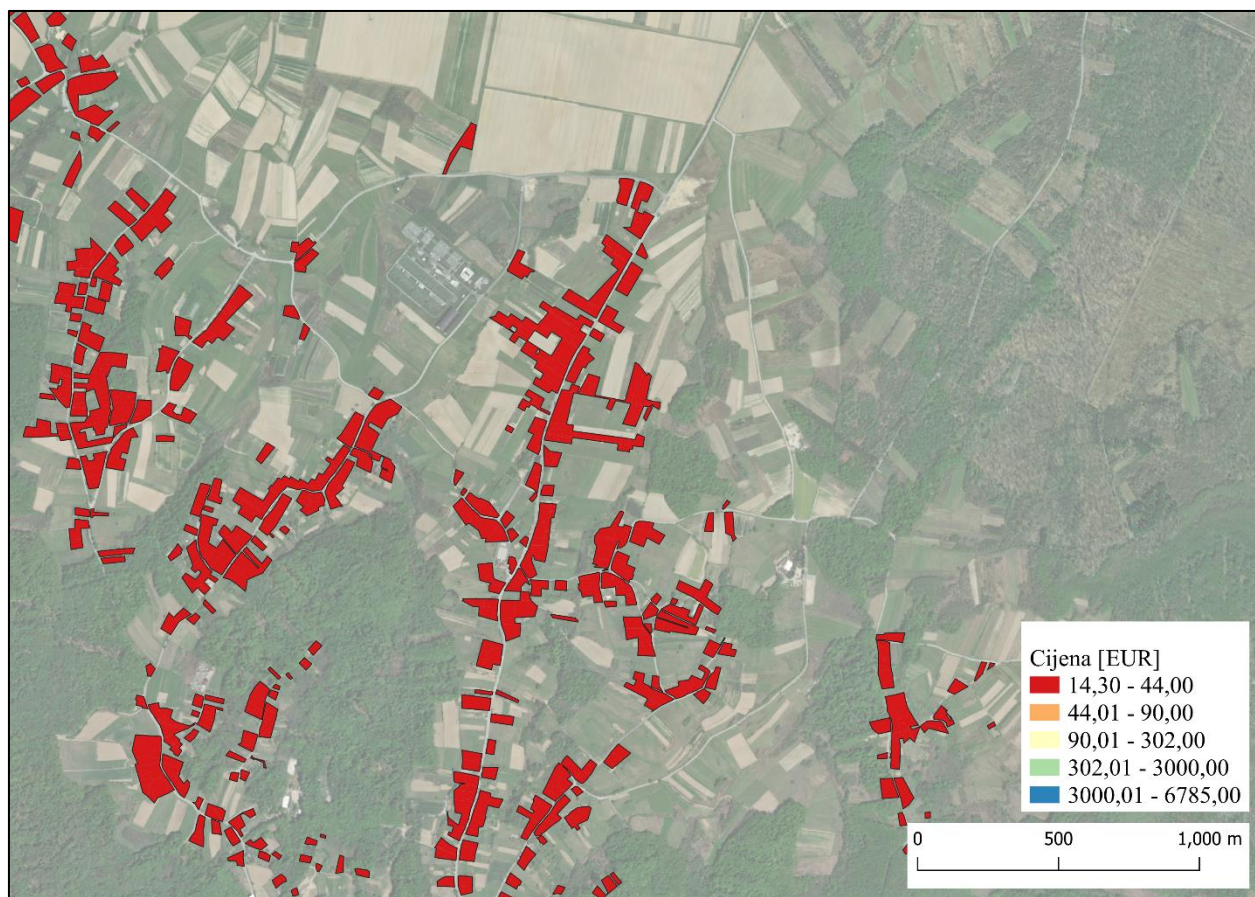
Na slici 4.43 vidi se ista situacija kao i na slici 4.42, odnosno da je vrijednost zemljišta najveća u i oko centra grada, a kako se udaljavamo od samog centra tako se i smanjuje vrijednost zemljišta.

Najveća vrijednost zemljišta je oko centra grada i u stambenim i mješovitim zonama namjene oko rijeke Save, a na tim područjima je većinom i dobro razvijena zelena infrastruktura. Dok je najmanja vrijednost zemljišta u stambenim i mješovitim zonama namjene na području Brezovice, Sesveta, te dio Novog Zagreba – zapad, Gornje Dubrave, Peščenice – Žitnjak i mali dio gradske četvrti Podsused – Vrapče.



Slika 4.44. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s većom vrijednosti zemljišta

Na slici 4.44 prikazano je područje oko centra grada gdje se nalaze stambene i mješovite zone namjene s najvećom vrijednosti zemljišta. Za većinu tih stambenih i mješovitih zona namjene prosječne cijene se kreću od 300 EUR/m² do 3000 EUR/m², odnosno za manji dio zona koje se nalazi uz Trg bana Jelačića i Cvjetni trg vrijednost zemljišta iznosi i do 6785 EUR/m². S obzirom na lokaciju prikazanih stambenih i mješovitih zona namjene ove cijene su sasvim očekivane.



Slika 4.45. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s manjom vrijednosti zemljišta

Na slici 4.45 prikazan je dio gradske četvrti Brezovica gdje se nalaze stambene i mješovite zone namjene čija vrijednost zemljišta je jedna od najmanjih u Gradu Zagrebu. Na slici vidimo da se ove stambene i mješovite zone namjene nalaze oko zemljišta koja su namijenjena većinski poljoprivrednoj djelatnosti. Također, ove stambene i mješovite zone namjene nalaze se daleko od centra grada tako da je na ovom području očekivano manja vrijednost zemljišta.

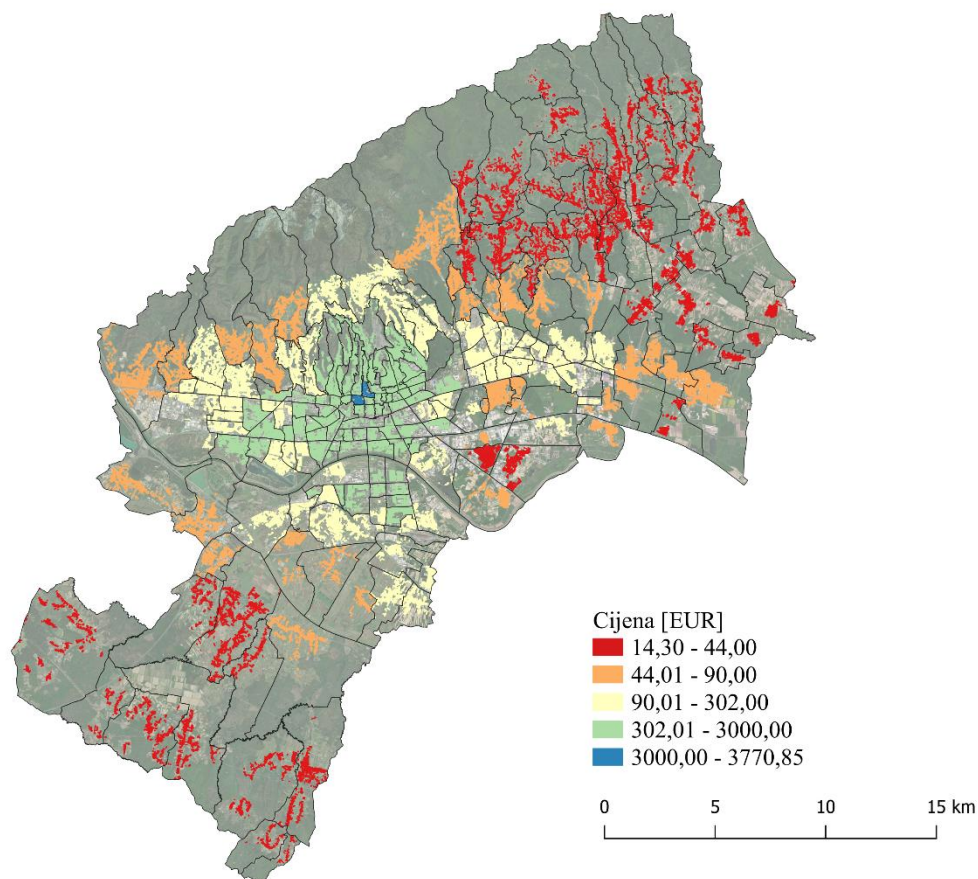
Statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene Grada Zagreba dane su u tablici 4.25.

Tablica 4.25. Statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost

6785,00	67,45	14,30	360,93	157,08
---------	-------	-------	--------	--------

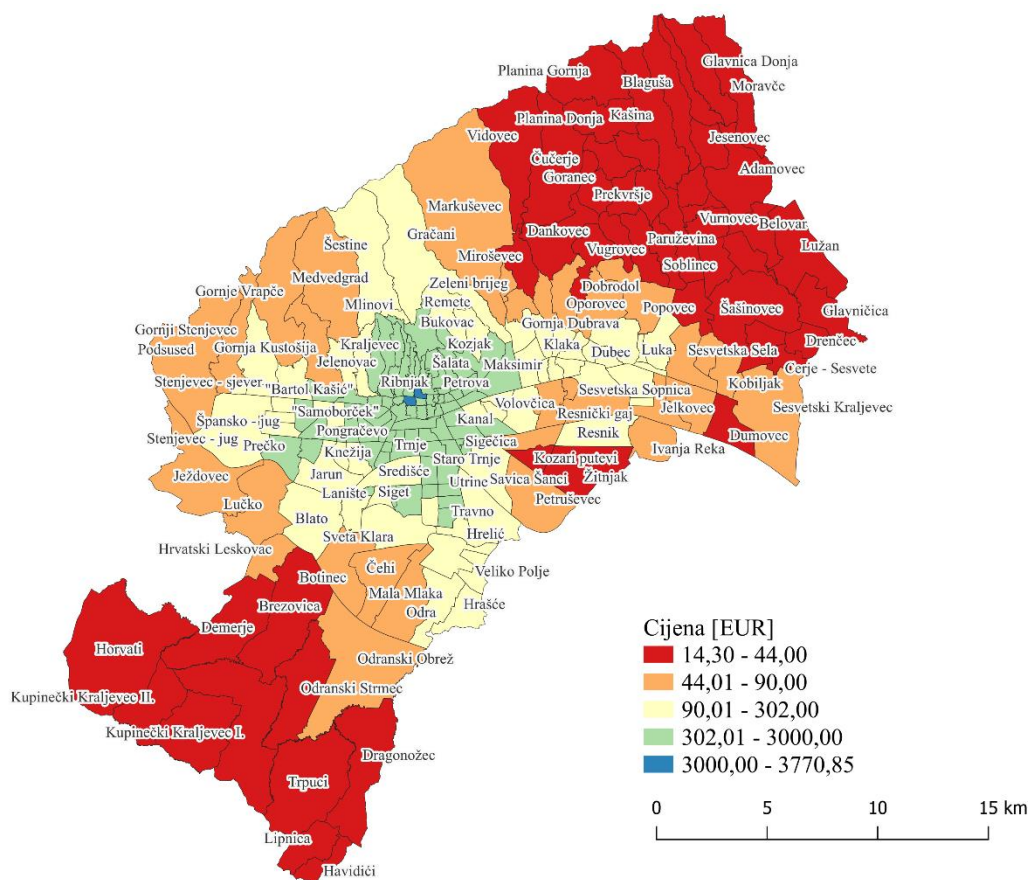
Nakon analize vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene određene su srednje vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima. Na slici 4.46 prikazana je analiza vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene koje se nalaze unutar istih mjesnih odbora za cijeli Grad Zagreb.



Slika 4.46. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima

Na slici 4.46 vidi se kao i kod prethodne dvije analize po katastarskim česticama i po stambenim i mješovitim zonama namjene kako najveću prosječnu vrijednost zemljišta imaju mjesni odbori u samom centru grada, odnosno mjesni odbori Cvjetni trg (3770,85 EUR/m²) i mjesni odbor August Cesarec (3427,23 EUR/m²). Dok je najmanja prosječna vrijednost zemljišta od 14,30 EUR/m² određena za mjesne odbore Planina Gornja i Planina Donja koji se nalaze u sjevernom djelu gradske četvrti Sesvete.

Pregledniji prikaz prosječne vrijednosti zemljišta za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.47.



Slika 4.47. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima

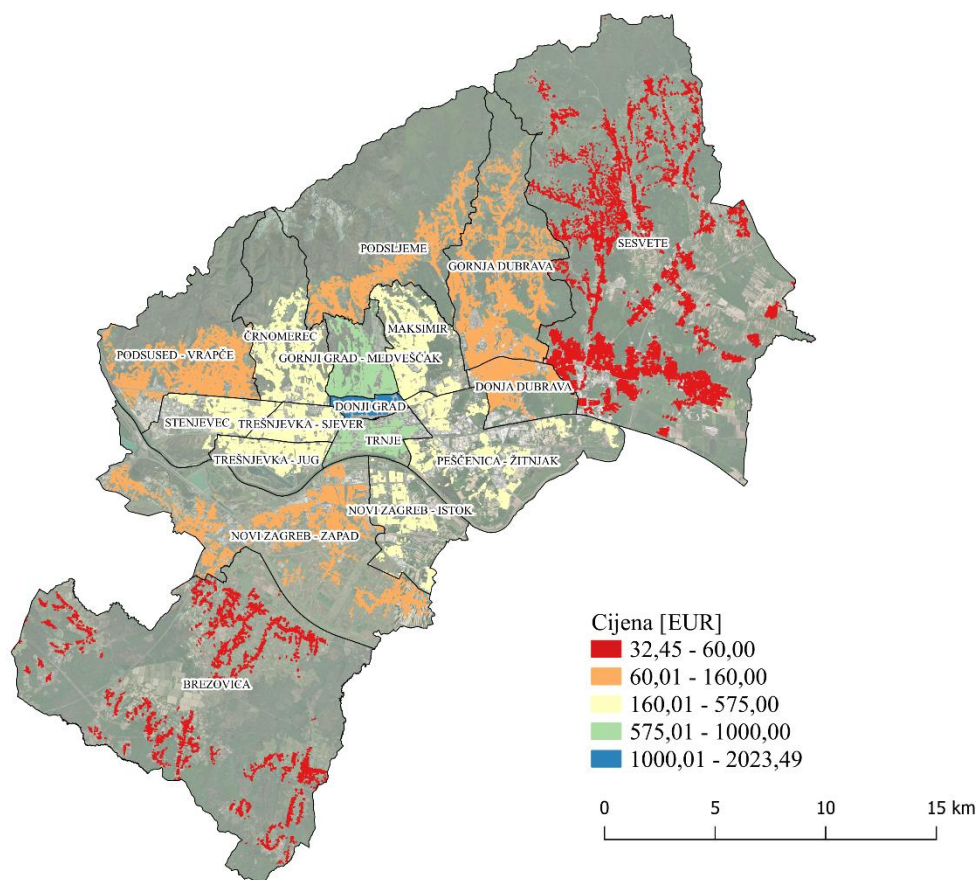
U tablici 4.26 dane su statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima.

Tablica 4.26. Statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
3770,85	162,00	14,30	581,93	384,79

Nakon provedenih analiza vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama, stambenim i mješovitim zonama namjene i po mjesnim odborima svi podaci su grupirani na razinu gradskih četvrti te su

određene prosječne vrijednosti zemljišta za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima prikazana je na slici 4.48.



Slika 4.48. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima

Na slici 4.48 vidimo da se u gradskoj četvrti Donji Grad nalaze čestice s najvećom vrijednosti zemljišta, slijede ih čestice u gradskim četvrtima Gornji Grad – Medveščak i Trnje. Dok su najmanje vrijednosti zemljišta u gradskim četvrtima Brezovica i Sessvete. U gradskim četvrtima oko centra grada i na područjima oko rijeke Save, posebno uz sjevernu obalu Save te na području oko jezera Bundek su vrijednosti zemljišta veće, a najmanje vrijednosti zemljišta su u naseljima daljima od centra grada. Detaljne prosječne vrijednosti zemljišta za pojedinu gradsku četvrt, kao i prosječna vrijednost zemljišta za Grad Zagreb dane su u tablici 4.27.

Tablica 4.27. Prosječna vrijednost zemljišta za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb

Gradska četvrt	Prosječna vrijednost zemljišta [EUR/m ²]
Brezovica	32,45

Črnomerec	169,85
Donja Dubrava	128,30
Donji Grad	2023,49
Gornja Dubrava	92,03
Gornji Grad – Medveščak	983,40
Maksimir	301,94
Novi Zagreb – istok	214,92
Novi Zagreb – zapad	117,34
Peščenica – Žitnjak	215,27
Podsljeme	102,43
Podsused – Vrapče	97,28
Sesvete	58,00
Stenjevec	207,31
Trešnjevka – jug	342,53
Trešnjevka – sjever	484,69
Trnje	674,51
Grad Zagreb	219,97

U tablici 4.28 nalaze se statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima za Grad Zagreb.

Tablica 4.28. Statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
2023,49	207,31	32,45	493,25	367,40

4.8. Određivanje konačne vrijednosti indeksa zelene infrastrukture

Kako bi odredili konačni indeks zelene infrastrukture potrebno je pomoću AHP metode svim prethodno objašnjenim analizama odrediti težine, a zatim primjenom TOPSIS metode odrediti indeks zelene infrastrukture koji je moguće usporediti i s vrijednostima zemljišta. Indeks zelene infrastrukture određen je za sve stambene i mješovite zone namjene, za sve mjesne odbore te za sve gradske četvrti.

4.8.1. AHP metoda

AHP metoda je višekriterijski pristup odlučivanju u kojem su kriteriji raspoređeni u hijerarhijsku strukturu koja počinje od glavnog cilja pa do kriterija, podkriterija i alternativa. Osnovao ju je Saaty i predstavio je u radu objavljenom 1980. godine (Saaty, 1980). Cilj AHP metode je procijeniti kvantitativne i/ili kvalitativne kriterije u relativnom odnosu pomoću Saatyve skale relativne važnosti koja sadrži devet stupnjeva pomoću kojih se uspoređuju kriteriji te podkriteriji i alternative s obzirom na definirane kriterije. Intenzitet važnosti prikazan je brojevima pri čemu 1 predstavlja jednaku važnost, a 9 ekstremnu važnost (Saaty, 2008, 1980). Kao rezultat postupka formira se matrica usporedbi prikazanih kao omjeri, a od tih omjera se formira matrica relativnih važnosti A (Saaty, 1980):

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_j} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_i}{w_1} & \frac{w_i}{w_2} & \dots & \frac{w_i}{w_j} \\ \frac{w_j}{w_1} & \frac{w_j}{w_2} & \dots & \frac{w_j}{w_j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

gdje je $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, a w_i i w_j su relativne važnosti kriterija i, odnosno kriterija j.

U slučaju konzistentnih procjena za koje vrijedi $a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj}$ matrica A zadovoljava jednadžbu $A \times w = n \times w$, gdje je n broj kriterija, a w vektor težinskih koeficijenata.

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_j} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_i}{w_1} & \frac{w_i}{w_2} & \dots & \frac{w_i}{w_j} \\ \frac{w_j}{w_1} & \frac{w_j}{w_2} & \dots & \frac{w_j}{w_j} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

Elementi matrice A su pozitivni i zadovoljavaju svojstvo reciprociteta $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, odnosno elementi iznad glavne dijagonale jednaki su recipročnoj vrijednosti svojih simetričnih elemenata ispod glavne dijagonale. Da bi matrica A bila konzistentna potreban i dovoljan uvjet je da je glavna svojstvena vrijednost jednaka redu matrice A (Saaty, 1980):

$$\lambda_{max} = n \quad (4.9)$$

S obzirom da svako odstupanje od konzistencije utječe na promjenu svojstvenih vrijednosti definiran je indeks konzistencije CI (Saaty, 1980):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{1 - n} \quad (4.10)$$

gdje je n broj kriterija, podkriterija ili alternativa koje se uspoređuju, a λ_{max} najveća svojstvena vrijednost matrice A . Što je manja razlika između λ_{max} i n konzistentnost je veća. Konačno, stupanj konzistencije CR računa se pomoću izraza (Saaty, 1980):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.11)$$

gdje je RI slučajni indeks konzistencije čije su vrijednosti poznate i unaprijed izračunate. Ako se za matricu A dobije da je $CR \leq 0,10$ onda su procjene relativnih važnosti kriterija konzistentne, odnosno smatraju se prihvatljivima.

4.8.2. TOPSIS metoda

TOPSIS metodu predložili su Hwang i Yoon (Hwang i Yoon, 1981), a dodatno su je razvili Chen i Hwang (Chen i Hwang, 1992) te Hwang, Lai i Liu (Hwang i dr., 1993). To je tehnika za redoslijed preferencija prema sličnosti s idealnim rješenjem, a temelji se na konceptu da odabrana alternativa treba imati najkraću geometrijsku udaljenost od pozitivnog idealnog rješenja i najveću geometrijsku udaljenost od negativnog idealnog rješenja (Hwang i Yoon, 1981). TOPSIS metoda pretpostavlja da svaki kriterij ima monotono rastuću ili opadajuću korisnost te to olakšava lociranje pozitivnih idealnih i negativnih idealnih rješenja. Pozitivno idealno rješenje formirano je kao kombinacija najboljih vrijednosti kriterija, a negativno idealno rješenje je kombinacija najlošijih vrijednosti kriterija. Euklidske udaljenosti koriste se za mjerenje udaljenosti svake alternative od pozitivnog idealnog rješenja i negativnog idealnog rješenja, a redoslijed preferencija alternativa postiže se usporedbom euklidskih udaljenosti (Mateo, 2012).

Kako bi pomoću TOPSIS metode odredili redoslijed alternativa prvo je potrebno izračunati normaliziranu matricu odlučivanja te se normalizirana vrijednost r_{ij} računa prema izrazu (Chen i Hwang, 1992; Hwang i Yoon, 1981):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (4.12)$$

Sljedeći korak je određivanje ponderirane normalizirane matrice odlučivanja te se ponderirana normalizirana vrijednost v_{ij} računa prema izrazu (Chen i Hwang, 1992; Hwang i Yoon, 1981):

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (4.13)$$

gdje je w_j težina kriterija j i vrijedi $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Potom je potrebno odrediti pozitivno i negativno idealno rješenje. Za kriterije koristi najbolje vrijednosti su maksimalne, a za kriterije troškova najbolje vrijednosti su minimalne (Mateo, 2012). Prema tome će pozitivno i negativno idealno rješenje biti (Chen i Hwang, 1992):

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} = \{(max_i v_{ij} | j \in J), (min_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (4.14)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(min_i v_{ij} | j \in J), (max_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (4.15)$$

gdje je J skup kriterija koristi, a J' skup kriterija troškova.

Udaljenost između svake alternative može se mjeriti n -dimenzionalnom euklidskom udaljenosti. Udaljenost svake alternative od pozitivnog idealnog rješenja dana je kao (Chen i Hwang, 1992):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.16)$$

Slično, udaljenost alternative od negativnog idealnog rješenja dana je kao (Chen i Hwang, 1992):

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.17)$$

Zatim je potrebno izračunati relativni koeficijent bliskosti svake alternative idealnom rješenju.

Relativni koeficijent bliskosti A_i u odnosu na A^* definiran je kao (Chen i Hwang, 1992):

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-}, 0 < C_i^* < 1, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.18)$$

Posljednji korak je poredati alternative prema relativnom koeficijentu bliskosti na način da je najbolja opcija alternativa koja ima najveći relativni koeficijent bliskosti, a najlošija ona s najmanjim relativnim koeficijentom bliskosti (Hwang i Yoon, 1981).

4.8.3. Indeks zelene infrastrukture

Za određivanje indeksa zelene infrastrukture korištene su prethodno spomenute višekriterijalne metode, AHP i TOPSIS. Kako bi odredili konačni indeks zelene infrastrukture prvo je potrebno definirati kriterije i odrediti težine kriterija. Kriteriji za određivanje indeksa zelene infrastrukture u svrhu upravljanja zemljištem su definirani u prethodnim poglavljima, a to su analiza dostupnosti stabala (K1), analiza dostupnosti rekreacijskih površina (K2), analiza dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara (K3), analiza dostupnosti vodenih površina (K4), analiza površinske temperature tla (K5) te analiza brownfield površina (K6). Težine kriterija određene su pomoću AHP metode. Tim stručnjaka je pomoću Saatyve skale relativne važnosti usporedio navedene kriterije i na osnovu njihovih procjena te primjenom aritmetičke sredine određene su konačne procjene relativnih važnosti kriterija. Konačne procjene relativnih važnosti definiranih kriterija nalaze se u tablici 4.29.

Tablica 4.29. Procjene relativnih važnosti kriterija

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	1/2	1/4	1/3	1	5
K2	2	1	1/3	3	1	6
K3	4	3	1	3	1	6
K4	3	1/3	1/3	1	1	6
K5	1	1	1	1	1	5
K6	1/5	1/6	1/6	1/6	1/5	1

Nakon što su određene konačne procjene relativnih važnosti kriterija, pomoću formula objašnjenih u poglavlju 4.8.1. zaključeno je da su dobivene procjene relativnih važnosti kriterija konzistentne i prihvatljive (CR = 0,08) te su prema tome određene težine kriterija. Težine svakog pojedinog kriterija dane su u tablici 4.30.

Tablica 4.30. Težine kriterija

Kriteriji	Težine kriterija
Analiza dostupnosti stabala (K1)	0,110
Analiza dostupnosti rekreacijskih površina (K2)	0,201
Analiza dostupnosti javnih zelenih površina (K3)	0,322
Analiza dostupnosti vodenih površina (K4)	0,158
Analiza površinske temperature tla (K5)	0,177
Analiza brownfield površina (K6)	0,032

Nakon što su definirane težine kriterija detaljnim istraživanjem zaključeno je kako je zbog velike količine podataka, odnosno prostornih jedinica za koje je potrebno odrediti indeks zelene infrastrukture najprihvatljivija višekriterijalna metoda za računanje indeksa zelene infrastrukture u svrhu upravljanja zemljištem TOPSIS metoda. Pomoću TOPSIS metode je izračunat relativni koeficijent bliskosti koji u ovom istraživanju predstavlja konačni indeks zelene infrastrukture u svrhu upravljanja zemljištem. Indeks zelene infrastrukture kreće se od nula do jedan i što je on veći znači da na području ispitivane prostorne jedinice ima više zelene infrastrukture u odnosu na neko drugo ispitivano područje. Odnosno, što je manji indeks zelene infrastrukture to je na tom području manje zelene infrastrukture u odnosu na druga područja te su prema tome to područja na kojima je prvo potrebno krenuti s razvojem i implementacijom zelene infrastrukture.

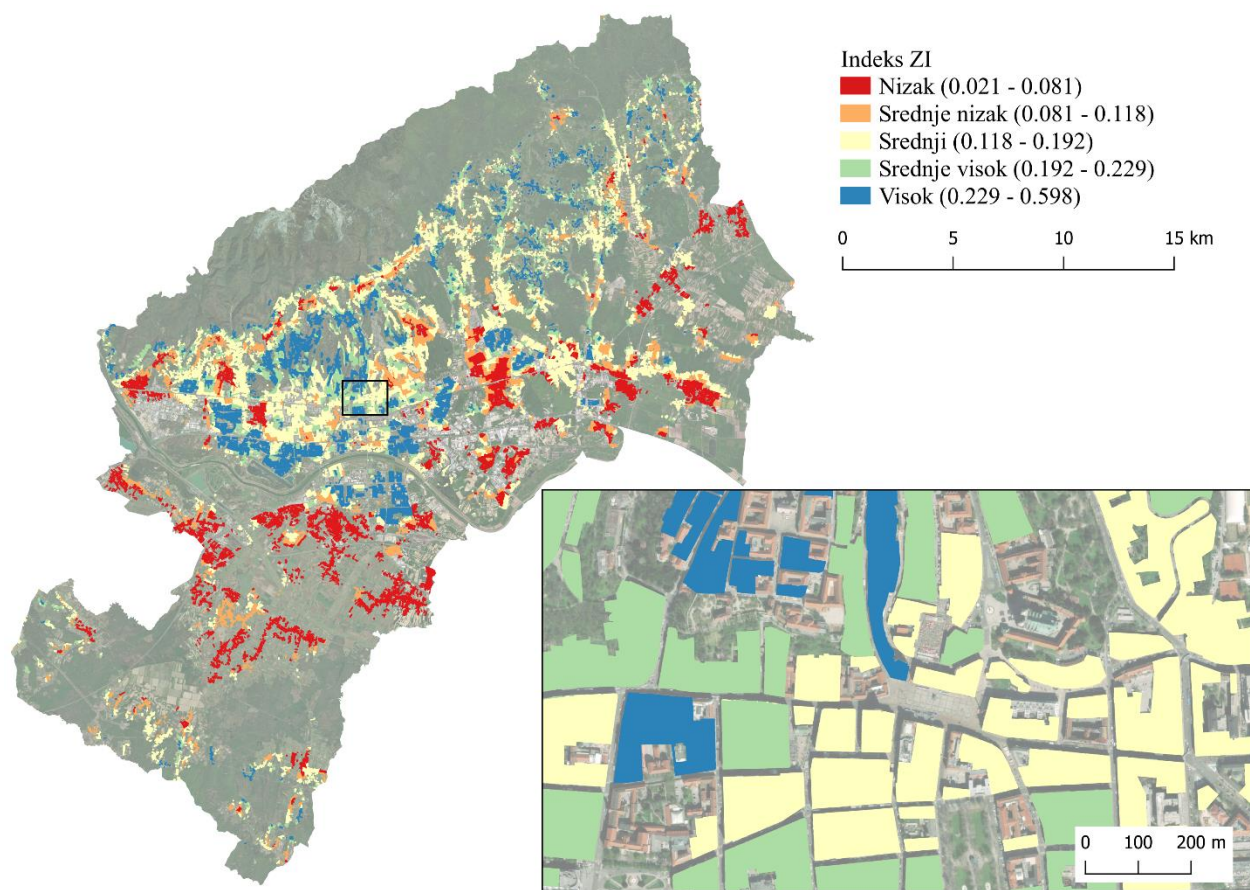
Prema formulama objašnjenim u poglavlju 4.8.2. i pomoću težina kriterija određenih AHP metodom (Tablica 4.30) izračunat je indeks zelene infrastrukture u tri faze, odnosno za svaku stambenu i mješovitu zonu namjene, za svaki mjesni odbor i za svaku gradsku četvrt na području Grada Zagreba.

Prvo je određen indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene. Na području Grada Zagreba definirana je 16251 stambena i mješovita zona namjene te je za svaku izračunata vrijednost pojedinog kriterija i pomoću TOPSIS metode određeno pozitivno i negativno idealno rješenje kako bi izračunali udaljenost od pozitivnog i negativnog idealnog rješenja i konačno izračunali indeks zelene infrastrukture. Indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene prikazan je u tablici 4.31.

Tablica 4.31. Indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene

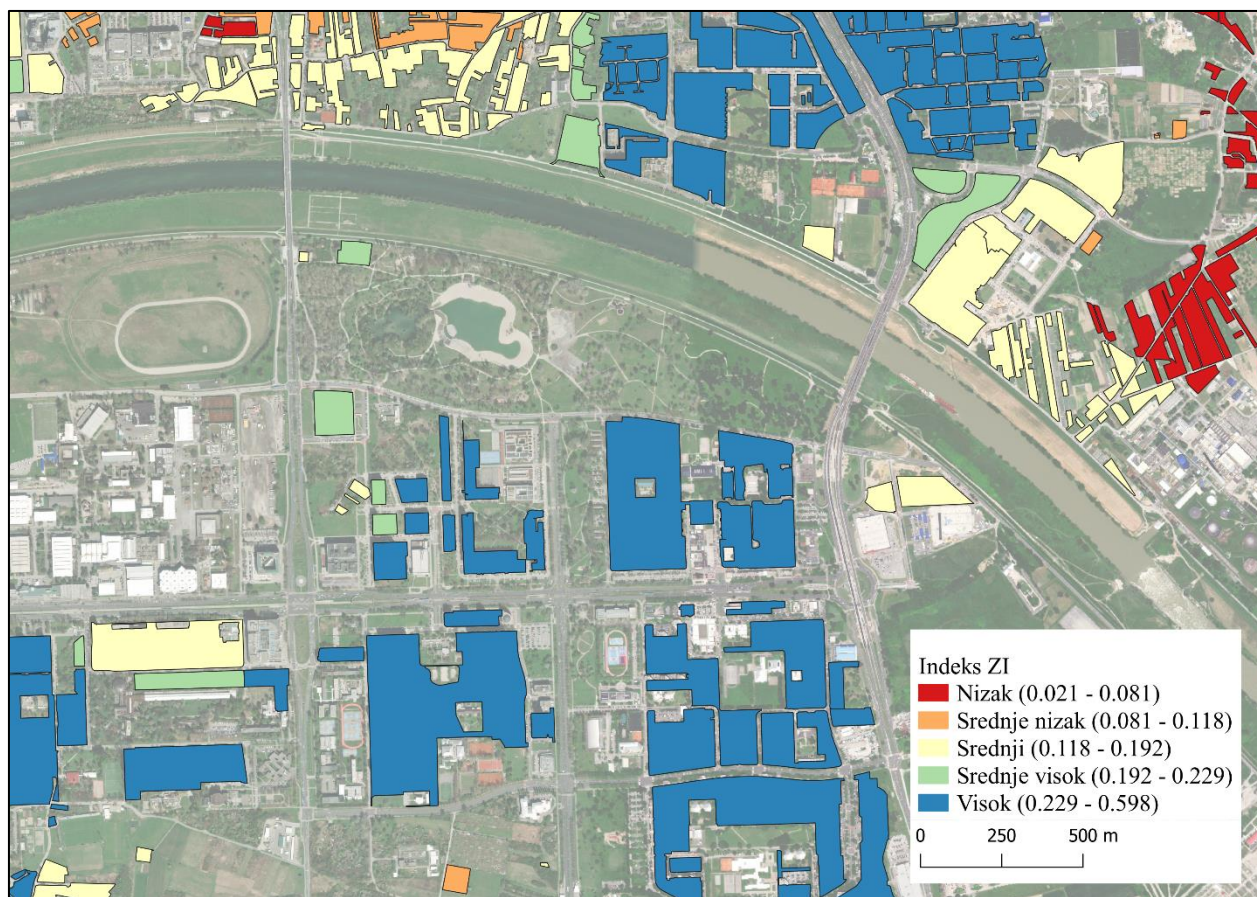
Broj zone	Mjesni odbor	Gradska četvrt	S_i^*	S_i^-	Indeks ZI	Rang
14235	Novi Jelkovec	Sesvete	0,009	0,014	0,598	1
6462	Utrine	Novi Zagreb – istok	0,010	0,015	0,596	2
11150	Novi Jelkovec	Sesvete	0,010	0,014	0,587	3
14214	Novi Jelkovec	Sesvete	0,010	0,013	0,573	4
6467	Utrine	Novi Zagreb – istok	0,011	0,014	0,564	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10639	Gornje Vrapče	Podsused – Vrapče	0,018	0,003	0,144	8124
5142	Miroševac	Gornja Dubrava	0,018	0,003	0,144	8125
6225	Remete	Maksimir	0,017	0,003	0,144	8126
5460	Voćarska	Gornji Grad – Medveščak	0,016	0,003	0,144	8127
3063	Gornja Dubrava	Gornja Dubrava	0,017	0,003	0,144	8128
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9656	Podsused	Podsused – Vrapče	0,019	0,000	0,021	16247
9620	Podsused	Podsused – Vrapče	0,019	0,000	0,021	16248
9647	Podsused	Podsused – Vrapče	0,019	0,000	0,021	16249
10058	Podsused	Podsused – Vrapče	0,019	0,000	0,021	16250
10050	Podsused	Podsused – Vrapče	0,019	0,000	0,021	16251

U tablici 4.31 prikazano je pet stambenih i mješovitih zona namjene s najvećim indeksom zelene infrastrukture te pet sa srednjim i pet s najmanjim. Uz indeks zelene infrastrukture u tablici su prikazane vrijednosti pozitivnog i negativnog idealnog rješenja te je radi lakšeg snalaženja prikazan i naziv mjesnog odbora i gradske četvrti unutar kojih se nalazi pojedina stambena i mješovita zona namjene.



Slika 4.49. Indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene

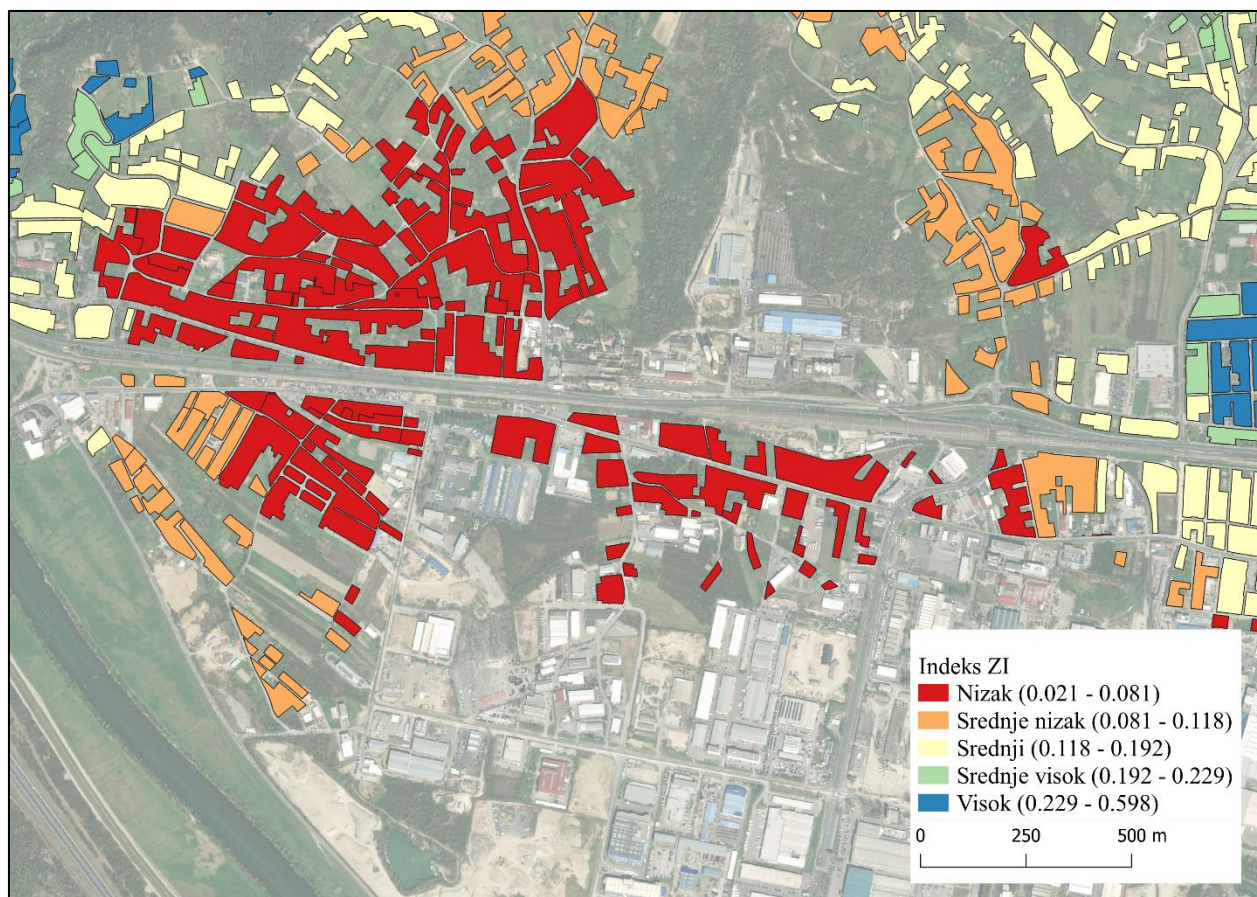
Na slici 4.49 prikazan je indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene za cijelo područje Grada Zagreba, a na uvećanoj slici prikazan je uži centar grada, oko Trga bana Jelačića. Indeks zelene infrastrukture podijeljen je u pet razreda gdje su crvenom bojom označene stambene i mješovite zone namjene koje imaju najmanji indeks zelene infrastrukture, narančasto su prikazana područja sa srednje niskim indeksom, žuto sa srednjim indeksom, zeleno sa srednje visokim indeksom i plavom bojom su prikazana područja koja imaju najveći indeks zelene infrastrukture. Na slici se vidi kako najmanji indeks zelene infrastrukture imaju stambene i mješovite zone namjene koje se nalaze u neposrednoj blizini industrijske zone Žitnjak, stambene i mješovite zone namjene koje se nalaze u blizini poslovnih objekata i brownfield površina u Podsusedu te dio stambenih i mješovitih zona namjene u Donjoj Dubravi, Novom Zagrebu – zapad, Brezovici i Sesvetama. Dok najveći indeks zelene infrastrukture, očekivano, imaju područja koja se nalaze u blizini park šume Jelenovac, u blizini rijeke Save i na padinama Medvednice.



Slika 4.50. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s velikim indeksom zelene infrastrukture

Na slici 4.50 prikazane su stambene i mješovite zone namjene u blizini rijeke Save i jezera Budek koje imaju veliki indeks zelene infrastrukture. Vide se dijelovi mjesnih odbora Folnegovićevo naselje, Siget, Sopot, Središće, Travno, Trnjanska Savica, Trnsko, Utrine i Zaprude s velikim indeksom zelene infrastrukture, a također u njihovoj blizini možemo vidjeti i dio stambenih i mješovitih zona namjene mjesnog odbora Savica Šanci gdje neke imaju srednji i srednji visok indeks zelene infrastrukture, a neke stambene i mješovite zone namjene na tom području imaju jedan od manjih indeksa zelene infrastrukture.

Na slici 4.51 prikazano je područje mjesnog odbora Podsused unutar kojeg se nalaze stambene i mješovite zone namjene s izrazito malim indeksom zelene infrastrukture što nam ukazuje na to da je na tom području potrebno poraditi na razvoju i implementaciji zelene infrastrukture. S obzirom da se u blizini tih stambenih i mješovitih zona namjene nalaze brownfield površine, iste mogu poslužiti kao potencijalne površine za razvoj zelene infrastrukture. Također, vidimo da i na tom području ima dio stambenih i mješovitih zona namjene s većim indeksom zelene infrastrukture.



Slika 4.51. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s malim indeksom zelene infrastrukture

U tablici 4.32 dane su statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene.

Tablica 4.32. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
0,598	0,144	0,021	0,074	0,155

Druga faza je određivanje indeksa zelene infrastrukture za svaki mjesni odbor. Na području Grada Zagreba definirano je 218 mjesnih odbora te je za svaki izračunata prosječna vrijednost pojedinog kriterija i pomoću TOSPIS metode određeno pozitivno i negativno idealno rješenje kako bi izračunali udaljenost od pozitivnog i negativnog idealnog rješenja i konačno izračunali indeks

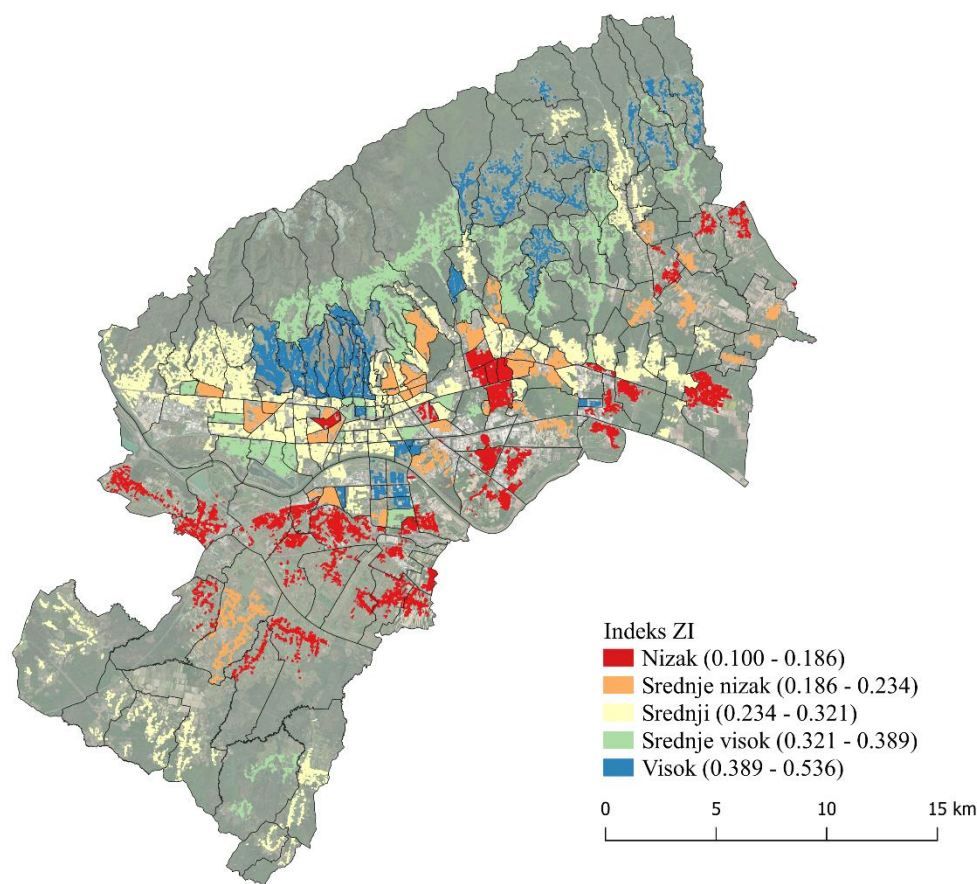
zelene infrastrukture za mjesni odbor. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore određen je na osnovu analiza koje su provedene za mjesne odbore po stambenim i mješovitim zonama namjene. U tablici 4.33 prikazani su indeksi zelene infrastrukture za dio mjesnih odbora.

Tablica 4.33. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore

Mjesni odbor	Gradska četvrt	S_i^*	S_i^-	Indeks ZI	Rang
Kralj Petar Svačić	Donji Grad	0,047	0,054	0,536	1
Utrine	Novi Zagreb – istok	0,057	0,064	0,528	2
Zaprude	Novi Zagreb – istok	0,051	0,057	0,527	3
Sveti Duh	Črnomerec	0,058	0,063	0,522	4
Novi Jelkovec	Sesvete	0,047	0,051	0,519	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Vrapče – centar	Podsused – Vrapče	0,075	0,028	0,274	107
Vrbik	Trnje	0,074	0,028	0,272	108
Dragonožec	Brezovica	0,075	0,028	0,273	109
Čulinec	Donja Dubrava	0,073	0,027	0,272	110
Trnovčica	Gornja Dubrava	0,075	0,028	0,271	111
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Donja Dubrava	Donja Dubrava	0,084	0,013	0,134	214
Blato	Novi Zagreb – zapad	0,089	0,013	0,125	215
Sveta Klara	Novi Zagreb – zapad	0,089	0,013	0,125	216
Žitnjak	Peščenica – Žitnjak	0,086	0,012	0,122	217
Hrvatski Leskovac	Novi Zagreb – zapad	0,090	0,010	0,100	218

U tablici 4.33 prikazano je pet mjesnih odbora s najvećim indeksom zelene infrastrukture te pet s srednjim i pet s najmanjim indeksom zelene infrastrukture. Uz indeks zelene infrastrukture u tablici su prikazane vrijednosti pozitivnog i negativnog idealnog rješenja te je radi lakšeg snalaženja prikazan i naziv gradske četvrti unutar koje se nalazi pojedini mjesni odbor.

Na slici 4.52 prikazan je indeks zelene infrastrukture za sve mjesne odbore na području Grada Zagreba.



Slika 4.52. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore

Na slici 4.52 prikazane su stambene i mješovite zone raspoređene po mjesnim odborima te je dan prikaz indeksa zelene infrastrukture za svaki mjesni odbor. Indeks zelene infrastrukture podijeljen je u pet razreda gdje su crvenom bojom prikazana područja s najmanjim, a plavom bojom područja s najvećim indeksom zelene infrastrukture. Očekivano, najveći indeks zelene infrastrukture imaju većinom mjesni odbori koji se nalaze uz šumu, na ili ispod Medvednice te dio mjesnih odbora uz rijeku Savu i jezero Bundoš. Dok najmanji indeks zelene infrastrukture ima dio mjesnih odbora na području Brezovice, Donje Dubrave, Novog Zagreba – zapad, Peščenice – Žitnjak i Sesveta. Na slici 4.51 može se vidjeti dio stambenih i mješovitih zona namjene unutar mjesnog odbora Podsused s izrazito niskim indeksom zelene infrastrukture, a na slikama 4.52 i 4.53 je mjesni odbor Podsused prikazan žutom bojom, odnosno vidi se da ima srednji indeks zelene infrastrukture. Razlog tomu je što se uzima prosječna vrijednost svih stambenih i mješovitih zona namjene unutar nekog odbora pa je tako i za mjesni odbor Podsused u konačnici određeno da cijeli prostor mjesnog odbora ima u prosjeku srednji indeks zelene infrastrukture. Dobar dio mjesnih odbora na području

Pregledniji prikaz indeksa zelene infrastrukture za svaki mjesni odbor s nazivima pojedinih mjesnih odbora dan je na slici 4.53.



Tablica 4.34. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za mjesne odbore

109

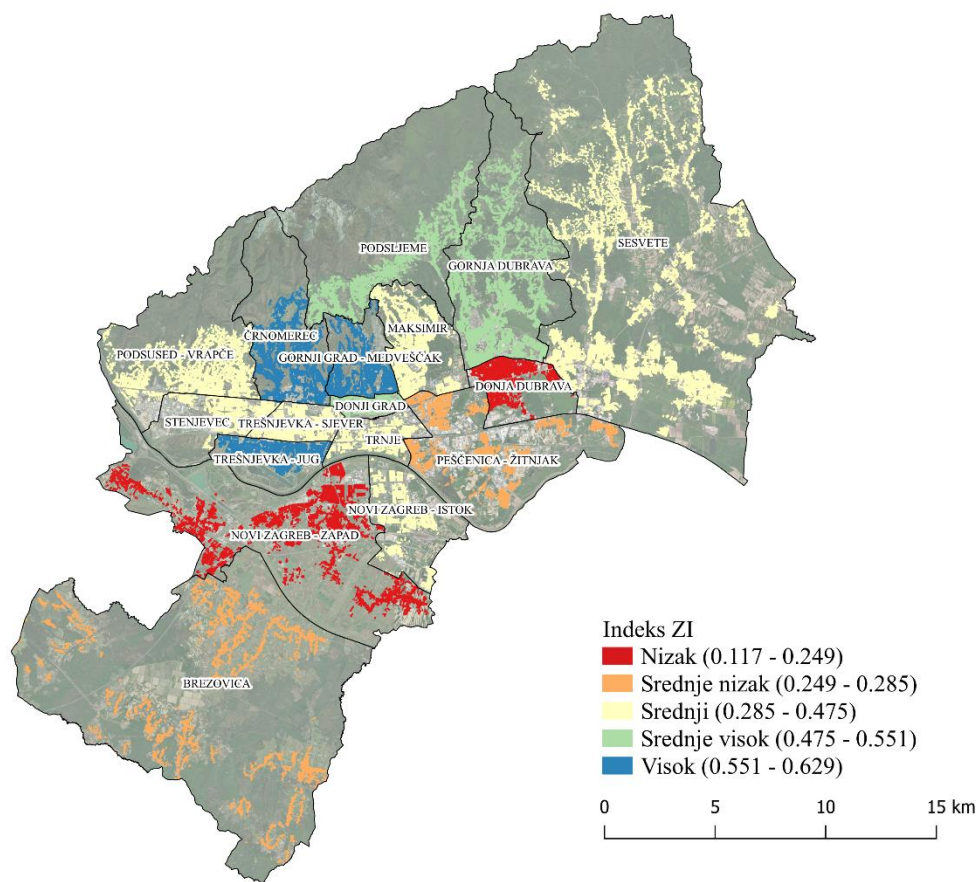
Zadnja faza za indeks zelene infrastrukture je izračun indeksa zelene infrastrukture za svaku gradsku četvrt. Indeks zelene infrastrukture za gradske četvrti određen je na osnovu analiza provedenih po gradskim četvrtima. Područje Grada Zagreba podijeljeno je na 17 gradskih četvrti te je za svaku izračunata prosječna vrijednost pojedinog kriterija na osnovu stambenih i mješovitih zona namjene, pomoću TOPSIS metode određeno je pozitivno i negativno idealno rješenje, kako bi izračunali udaljenost od pozitivnog i negativnog idealnog rješenja te konačno izračunali indeks zelene infrastrukture.

U tablici 4.35 prikazani su indeksi zelene infrastrukture za sve gradske četvrti, a uz indeks zelene infrastrukture u tablici su još prikazane i vrijednosti pozitivnog i negativnog idealnog rješenja. Prikaz indeksa zelene infrastrukture po gradskim četvrtima dan je i na slici 4.54 gdje je indeks zelene infrastrukture podijeljen u pet razreda sukladno zadanoj skali.

Tablica 4.35. Indeks zelene infrastrukture za gradske četvrti

Gradska četvrt	S_i^*	S_i^-	Indeks ZI	Rang
Brezovica	0,158	0,055	0,258	14
Črnomerec	0,096	0,164	0,629	1
Donja Dubrava	0,173	0,032	0,154	16
Donji Grad	0,097	0,113	0,537	5
Gornja Dubrava	0,111	0,104	0,484	6
Gornji Grad – Medveščak	0,098	0,147	0,601	2
Maksimir	0,124	0,085	0,407	9
Novi Zagreb – istok	0,157	0,063	0,286	13
Novi Zagreb – zapad	0,184	0,025	0,117	17
Peščenica – Žitnjak	0,158	0,054	0,253	15
Podsljeme	0,110	0,134	0,548	4
Podsused – Vrapče	0,123	0,092	0,427	7
Sesvete	0,128	0,094	0,423	8
Stenjevec	0,143	0,084	0,369	11
Trešnjevka – jug	0,105	0,131	0,556	3
Trešnjevka – sjever	0,154	0,080	0,343	12
Trnje	0,134	0,090	0,401	10

U tablici 4.35 vidimo kako najveći indeks zelene infrastrukture imaju gradske četvrti Črnomerec i Gornji Grad – Medveščak što je s obzirom na njihovu lokaciju uz Medvednicu i velike parkove koji se nalaze u blizini stambenih i mješovitih zona namjene u tim gradskim četvrtima sasvim očekivano. Također, visoki indeks zelene infrastrukture ima i gradska četvrt Trešnjevka – jug koja se nalazi uz rijeku Savu i unutar koje se nalazi Rekreativno-sportski centar Jarun. Dok, najmanji indeks zelene infrastrukture imaju gradske četvrti Donja Dubrava i Novi Zagreb – zapad koje se značajno ističu s malim indeksom zelene infrastrukture u odnosu na ostale gradske četvrti. Gradska četvrt Donji Grad kao najuži centar grada ima relativno visok indeks zelene infrastrukture što je s obzirom na izgrađenost tog dijela grada i više nego zadovoljavajuće. Razlog tako visokom indeksu zelene infrastrukture je ponajviše zbog velikog broja javnih zelenih površina koje se nalaze u blizini stambenih i mješovitih zona namjene na tom području.



Slika 4.54. Indeks zelene infrastrukture za gradske četvrti

Na slici 4.54 vidi se ista situacija kao i u tablici 4.34. Odnosno, gradske četvrti s manjim indeksom zelene infrastrukture su one gradske četvrti koje najvećim dijelom čine prigradska naselja i koje se

nalaze uz područje industrijske zone. Dok gradske četvrti uz velike parkove, rijeku Savu i uz Medvednicu imaju veći indeks zelene infrastrukture. Gradska četvrt Novi Zagreb – istok u prosjeku ima srednji indeks zelene infrastrukture, iako se na slici 4.50 mogu vidjeti stambene i mješovite zone namjene unutar gradske četvrti Novi Zagreb – istok koje imaju jedan od većih indeksa zelene infrastrukture na području Grada Zagreba. No, kao što se može vidjeti na slici 4.49 dosta stambenih i mješovitih zona namjene, koje se većinom nalaze na rubnim dijelovima te gradske četvrti, imaju izrazito nizak indeks zelene infrastrukture.

U tablici 4.36 dane su statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za gradske četvrti.

Tablica 4.36. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za gradske četvrti

Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
0,629	0,407	0,117	0,151	0,400

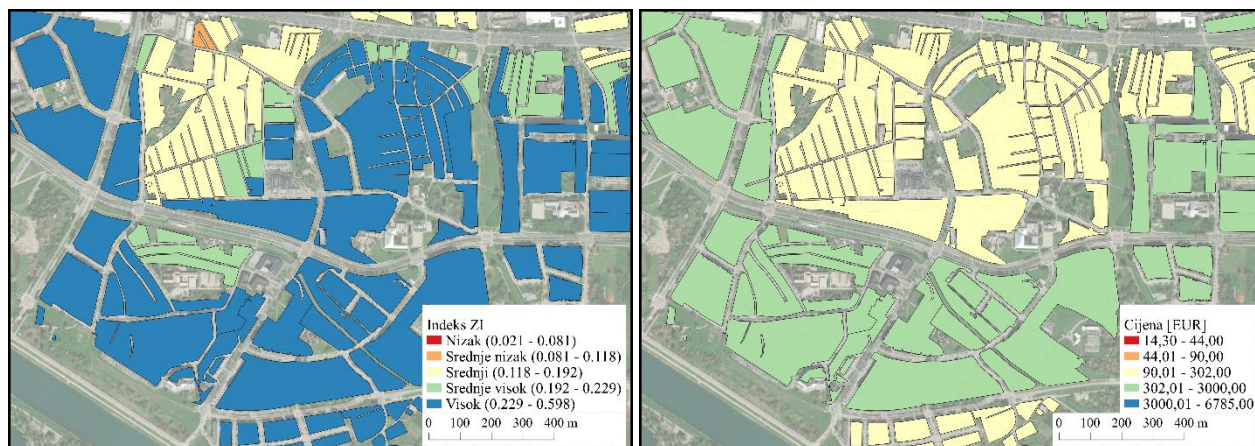
5. DISKUSIJA

Primjenom predloženog modela vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem moguće je matematičkim formulama i mjerljivim parametrima vrjednovati zelenu infrastrukturu na nekom području, ako su za to područje dostupni prostorni podaci o planiranoj namjeni i stvarnom korištenju te podaci katastra zelenila o zelenoj infrastrukturi. Također, pomoću podataka o vrijednostima zemljišta predloženim konceptom moguće je usporediti indeks zelene infrastrukture nekog područja s vrijednostima zemljišta na tom području te zaključiti koja su područja prioritetnija za razvoj i implementaciju zelene infrastrukture. Sve predložene metode podrazumijevaju računalnu obradu te je moguće u relativno kratkom vremenu i u traženim vremenskim intervalima uzastopno vrjednovati zelenu infrastrukturu s ciljem utvrđivanja trenda indeksa zelene infrastrukture.

U okviru ove doktorske disertacije model vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem ispitan je i implementiran na području Grada Zagreba. Na osnovu provedenih analiza, analize dostupnosti stabala, analize dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara, analize dostupnosti vodenih površina, analize površinske temperature tla i analize brownfield površina, određen je indeks zelene infrastrukture za područje Grada Zagreba primjenom AHP i TOPSIS metode. Indeks zelene infrastrukture određen je na tri različite razine, određen je indeks za stambene i mješovite zone namjene, za mjesne odbore i za gradske četvrti. Moguće ga je usporediti s vrijednostima zemljišta te zaključiti koja su područja prioritetnija za razvoj i implementaciju zelene infrastrukture. Promatrajući rezultate indeksa zelene infrastrukture i analize vrijednosti zemljišta na razini gradskih četvrti (tablice 4.27 i 4.35, slike 4.48 i 4.54) vidimo kako se ti podaci ne poklapaju u potpunosti, odnosno gradske četvrti s najvećim ili najmanjim indeksom zelene infrastrukture nemaju ujedno i najveću ili najmanju vrijednost zemljišta. No, tu je važno napomenuti kako na vrijednost zemljišta ne utječe samo zelena infrastruktura na tom području, već najvećim dijelom na vrijednost zemljišta utječe lokacija tog zemljišta. Ipak, vidimo da dobrim dijelom postoje poklapanja između indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta, posebno za gradske četvrti koje se nalaze u nekom srednjem rangu, odnosno nemaju ni najveći ni najmanji indeks zelene infrastrukture ili nemaju ni najveću ni najmanju vrijednost zemljišta. Svakako, u jednoj gradskoj četvrti ne vrijede sva zemljišta jednako, niti imaju isti indeks zelene infrastrukture pa je potrebno pogledati i rezultate na detaljnijim razinama. Prema tome, ako gledamo podatke na

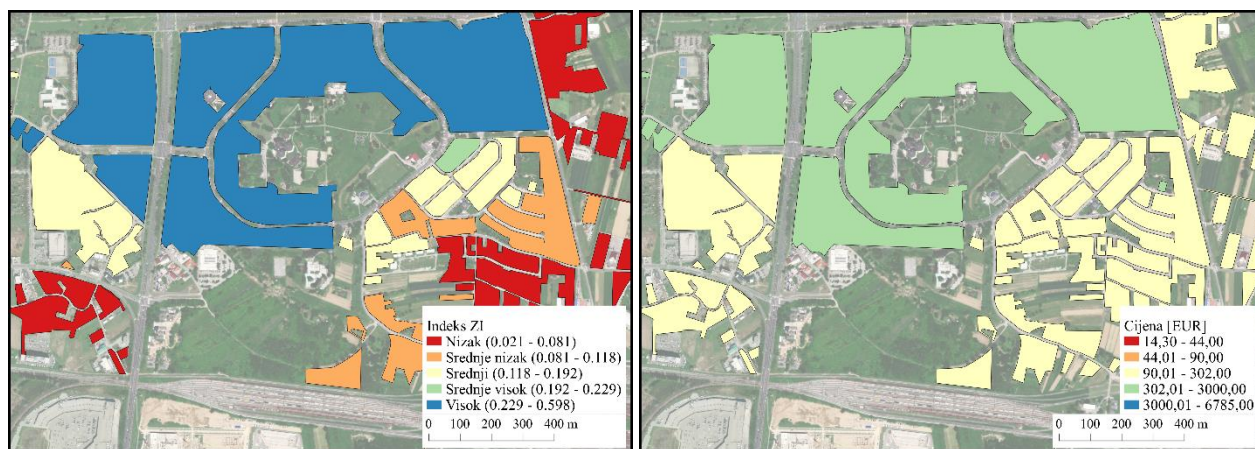
razini mjesnih odbora (slike 4.46, 4.47, 4.52 i 4.53) vidimo više poklapanja u vrijednosti zemljišta s indeksom zelene infrastrukture, nego što vidimo u slučaju promatranja podataka na razini gradskih četvrti. Mjesni odbor August Cesarec koji se nalazi u centru grada i kojem pripada Trg bana Jelačića, Zagrebačka katedrala te Tkalčićeva ulica i Tržnica Dolac je jedan od mjesnih odbora s najvećom vrijednosti zemljišta i ujedno jedan od mjesnih odbora s najvećim indeksom zelene infrastrukture. U centru grada, u gradskoj četvrti Donji Grad može se na primjeru nekoliko mjesnih odbora vidjeti podudaranje u vrijednostima indeksa zelene infrastrukture i vrijednostima zemljišta, srednje visok indeks zelene infrastrukture i srednje visoku vrijednost zemljišta imaju mjesni odbori Andrija Medulić, August Šenoa, Mimara i Petar Krešimir IV. Također, vidimo i velika podudaranja vrijednosti zemljišta i indeksa zelene infrastrukture za mjesne odbore koji se nalaze uz rijeku Savu, u blizini jezera Bundek, kao i za one mjesne odbore koji se nalaze u blizini jezera Jarun unutar gradske četvrti Trešnjevka – jug. Naravno, postoji i dosta mjesnih odbora kod kojih se vrijednost zemljišta i indeks zelene infrastrukture ne poklapaju u potpunosti. Kao što su na primjer mjesni odbori Stara Trešnjevka, Samoborček, Antun Mihanović, Petrova, i drugi, gdje je vrijednost zemljišta srednje visoka, a indeks zelene infrastrukture srednje nizak. Vrijednost zemljišta na tim područjima je veća zbog njihove lokacije, a indeks zelene infrastrukture je manji zbog velike izgrađenosti i to potencijalno ukazuje na to da su ti mjesni odbori jedni od prioriternih za implementaciju novih elemenata zelene infrastrukture. Na drugu stranu, postoje i mjesni odbori gdje je vrijednost zemljišta najmanja, a indeks zelene infrastrukture najveći. To su najčešće mjesni odbori na sjevernom području gradske četvrti Sesvete koji se nalaze u neposrednoj blizini Medvednice pa u svojoj blizini imaju velike javne zelene površine pogodne za rekreaciju i razvoj poljoprivrede, ali isto tako zbog lokacije i udaljenosti od centra mjesta vrijednost zemljišta na tom području je manja u odnosu na ostala područja.

Promatranjem rezultata indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene (slike 4.43 i 4.49) može se vidjeti još veća podudaranja, ali isto tako i odstupanja. Neki od pozitivnih primjera utjecaja zelene infrastrukture na vrijednost zemljišta prikazani su na slikama 5.1, 5.2 i 5.3.



Slika 5.1. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene

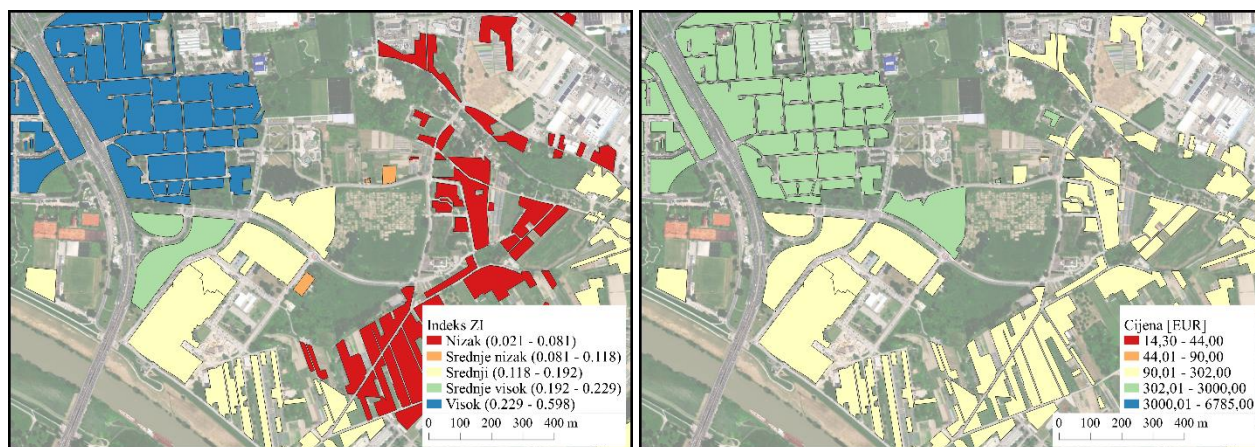
Na slici 5.1 prikazana je usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene. Prikazano je područje gradske četvrti Trešnjevka – jug, odnosno mjesnih odbora Vrbani, Jarun, Gajevo i Horvati – Srednjaci. Vidi se kako je u nekim stambenim i mješovitim zonama namjene gdje je veći indeks zelene infrastrukture veća i vrijednost zemljišta tih zona namjene u odnosu na ostale zone namjene na tom području.



Slika 5.2. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene

Na slici 5.2 prikazano je područje gradske četvrti Novi Zagreb – istok, točnije dio mjesnih odbora Soboština, Dugave, Hrelić i Jakuševac. Usporedbom indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na ovom području vidi se da stambene i mješovite zone namjene s visokim indeksom

zelene infrastrukture imaju i veću cijenu zemljišta od onih stambenih i mješovitih zona namjene s manjim indeksom zelene infrastrukture.



Slika 5.3. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene

Na slici 5.3 prikazano je područje gradske četvrti Peščenica – Žitnjak i manji dio gradske četvrti Trnje. Vidi se da stambene i mješovite zone namjene unutar mjesnih odbora Trnjanska Savica, Janko Matko i Folnegovićevo naselje imaju visoki indeks zelene infrastrukture i veću vrijednost zemljišta u odnosu na stambene i mješovite zone namjene u mjesnom odboru Savica Šanci.

Promatrajući prethodno prikazane primjere možemo reći da se u ovim slučajevima vidi pozitivan utjecaj zelene infrastrukture na vrijednosti zemljišta. Stoga, ovi primjeri ukazuju na to da bi se implementacijom zelene infrastrukture na nekim područjima sve dostupne usluge kao i vrijednost zemljišta potencijalno mogle ujednačiti na način da više ne bi bilo ekstremnih razlika, posebno među stambenim i mješovitim zonama namjene koje se nalaze na istom području.

6. ZAKLJUČAK

Zelena infrastruktura u današnje vrijeme, posebice nakon usvajanja Programa za održivi razvoj do 2030. godine, dobiva sve više na važnosti. Postoji veliki broj istraživanja o zelenoj infrastrukturi u kojima se naglašavaju njezine koristi, kao što su borba protiv klimatskih promjena, očuvanje bioraznolikosti te pozitivni učinci na fizičko i mentalno zdravlje. No, mali broj istraživanja proučava zelenu infrastrukturu u svrhu upravljanja zemljištem. Zelena infrastruktura je važna za postizanje ciljeva održivog razvoja, ali je također važno obratiti pozornost na održivo upravljanje zemljištem. Odnosno, prilikom planiranja zelene infrastrukture potrebno je više pažnje posvetiti upravljanju zemljištem kako bi se postigla veća korist i vrijednost zemljišta na kojem se planira zelena infrastruktura. Stoga je u ovom istraživanju zelena infrastruktura vrjednovana u upravljanju zemljištem, odnosno razvijen je model vrjednovanja urbane zelene infrastrukture te je određen indeks zelene infrastrukture koji je dodatno uspoređen s vrijednostima zemljišta.

Ovim istraživanjem postavljene su dvije hipoteze. Prva hipoteza istraživanja je da je moguće uspostaviti model vrjednovanja zelene infrastrukture kao podršku u upravljanju zemljištem, a druga hipoteza istraživanja je da će se modelom unaprijediti procesi vrjednovanja ekonomske isplativosti implementacije zelene infrastrukture u urbanim područjima. Obje hipoteze su potvrđene. Hipoteze su ispitane na način da su u svrhu vrjednovanja zelene infrastrukture predložene analize kojima je moguće vrjednovati zelenu infrastrukturu kao podršku u upravljanju zemljištem. Predložene su analiza dostupnosti stabala, analiza dostupnosti rekreacijskih površina, analiza dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara, analiza dostupnosti vodenih površina, analiza površinske temperature tla i analiza brownfield površina koje su definirane kao kriteriji koji služe za određivanje konačnog indeksa zelene infrastrukture. Indeksom zelene infrastrukture računa se vrijednost zelene infrastrukture na pojedinom području. Što je indeks zelene infrastrukture veći to je i vrijednost zelene infrastrukture na tom području bolja u odnosu na druga područja. Kako bi dokazali ekonomsku isplativost implementacije zelene infrastrukture napravljena je i analiza vrijednosti zemljišta te je te podatke moguće usporediti s indeksom zelene infrastrukture. Prilikom ispitivanja modela na području Grada Zagreba i usporedbom indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta pokazano je da su na nekim područjima indeks zelene infrastrukture i vrijednost zemljišta u korelaciji, odnosno što je veći indeks zelene infrastrukture to je veća i vrijednost zemljišta. Neće uvijek veći indeks zelene infrastrukture ukazivati na veću vrijednost

zemljišta, i obrnuto, jer vrijednost zemljišta ne ovisi samo o zelenoj infrastrukturi, već najviše ovisi o samoj lokaciji zemljišta, ali zaključujemo da se implementacijom zelene infrastrukture na pojedinim područjima može i dodatno povećati vrijednost zemljišta.

Predloženi model vrjednovanja urbane zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem u okviru ove doktorske disertacije je implementiran na području Grada Zagreba, ali je primjenjiv i na druga urbana područja koja imaju dostupne potrebne prostorne podatke. Istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije je ostvaren izvorni znanstveni doprinos u području geodezije. Znanstveni doprinos dan je razvojem modela vrjednovanja zelene infrastrukture koji je zasnovan na prostornim informacijama i služi kao podrška upravljanju zemljištem i pomoću njega je moguće procijeniti ekonomsku isplativost implementacije zelene infrastrukture. Također je ispitana i pokazana primjenjivost i učinkovitost definiranog teorijskog modela, pripadajućih numeričkih algoritama i matematičkih formula za vrjednovanje zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem i određivanje konačnog indeksa zelene infrastrukture. Indeks zelene infrastrukture može pomoći planerima i krajnjim donositeljima odluka da bolje isplaniraju zelenu infrastrukturu i odluče koja su područja prioritetnija za implementaciju.

Testnim modelom vrjednovani su elementi zelene infrastrukture koji su dostupni u katastru zelenila, no kao što možemo vidjeti na primjeru Grada Zagreba to nisu svi javno dostupni elementi zelene infrastrukture koji postoje u Gradu Zagrebu tako da nedostupnost nekih prostornih podataka može onemogućiti potpunu implementaciju razvijenog modela. Taj problem moguće je riješiti dodatnim terenskim prikupljanjem podataka koji nam nisu dostupni unutar postojećih baza podataka.

Preporuka daljnjim istraživanjima vezanima za vrjednovanje zelene infrastrukture u upravljanju zemljištem je da se u razvoj modela uključi i broj stanovništva te da se dobiveni podaci usporede i s gustoćom naseljenosti kako bi dobili detaljniji prikaz postotka zelene infrastrukture na broj stanovnika na određenom području. Također, moguće je uvesti i dodatne kriterije koji bi isto mogli utjecati na konačni indeks zelene infrastrukture ispitivanog područja. Nadalje, kako bi detaljnije ispitali ekonomsku isplativost implementacije zelene infrastrukture preporuča se da se uz određivanje vrijednosti zemljišta dodatno ispita i stvarno korištenje okolnih zemljišta i njihovo buduće korištenje.

Literatura

- Ahmad, M., Shao, Z., Yaseen, A., Javed, A., Khalid, M., 2022. The Simulation and Prediction of Land Surface Temperature Based on SCP and CA-ANN Models Using Remote Sensing Data: A Case Study of Lahore. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 88. <https://doi.org/10.14358/PERS.22-00071R2>
- Anderson, V., Gough, W.A., 2020. Evaluating the potential of nature-based solutions to reduce ozone, nitrogen dioxide, and carbon dioxide through a multi-type green infrastructure study in Ontario, Canada. *City and Environment Interactions* 6, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100043>
- Androić Brajčić, I., Bukarica, V., Kalčićek, M., Miletić, M., Momčilović, S., Spajić, M., Szütz Krešić, M., Šinjur, I., Zidar, M., Žele, V., 2023. Priručnik o primjeni zelene infrastrukture. Republika Hrvatska, Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, Zagreb.
- Apud, A., Faggian, R., Sposito, V., Martino, D., 2020. Suitability Analysis and Planning of Green Infrastructure in Montevideo, Uruguay. *Sustainability* 12, 9683. <https://doi.org/10.3390/su12229683>
- Bačić, S., Tomić, H., Andlar, G., Roić, M., 2022. Towards Integrated Land Management: The Role of Green Infrastructure. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11, 513. <https://doi.org/10.3390/ijgi11100513>
- Beecham, S., Razzaghmanesh, M., Bustami, R., Ward, J., 2019. The Role of Green Roofs and Living Walls as WSUD Approaches in a Dry Climate, APPROACHES TO WATER SENSITIVE URBAN DESIGN: POTENTIAL, DESIGN, ECOLOGICAL HEALTH, URBAN GREENING, ECONOMICS, POLICIES, AND COMMUNITY PERCEPTIONS. Elsevier Science Bv, Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812843-5.00020-4>
- Bottalico, F., Chirici, G., Giannetti, F., De Marco, A., Nocentini, S., Paoletti, E., Salbitano, F., Sanesi, G., Serenelli, C., Travaglini, D., 2016. Air Pollution Removal by Green Infrastructures and Urban Forests in the City of Florence. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, Florence “Sustainability of Well-Being International Forum”. 2015:

- Food for Sustainability and not just food, FlorenceSWIF2015 8, 243–251.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.099>
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M., Pullin, A.S., 2010. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning* 97, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- Browning, M., Locke, D., Konijnendijk, C., Labib, S.M., Rigolon, A., Yeager, R., Bardhan, M., Berland, A., Dadvand, P., Helbich, M., Li, F., Li, H., James, P., Klompaker, J., Reuben, A., Roman, L., Tsai, W.-L., Patwary, M.M., O’Neil-Dunne, J., Nieuwenhuijsen, M., 2023. Measuring the 3-30-300 Rule to Help Cities Meet Nature Access Thresholds. <https://doi.org/10.32942/X2F60Q>
- Brunbjerg, A.K., Hale, J.D., Bates, A.J., Fowler, R.E., Rosenfeld, E.J., Sadler, J.P., 2018. Can patterns of urban biodiversity be predicted using simple measures of green infrastructure? *Urban Forestry & Urban Greening* 32, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.015>
- Chen, S.-J., Hwang, C.-L., 1992. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-46768-4>
- Chen, Y., Wang, Y., Liew, J.H., Wang, P.L., 2021. Development of a methodological framework for evaluating biodiversity of built urban green infrastructures by practitioners. *J. Clean Prod.* 303, 127009. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127009>
- Clapp, J.M., Cohen, J.P., Lindenthal, T., 2023. Are Estimates of Rapid Growth in Urban Land Values an Artifact of the Land Residual Model? *J. Real Estate Financ. Econ.* 66, 373–421. <https://doi.org/10.1007/s11146-021-09834-4>
- CLARINET, 2002. *Brownfields and Redevelopment of Urban Areas (A report from the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies)*. Austria.
- CNT, 2011. *The Value of Green Infrastructure: A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*.
- Congedo, L., 2024. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*.

- Debbage, N., Shepherd, J.M., 2015. The urban heat island effect and city contiguity. *Comput. Environ. Urban Syst.* 54, 181–194. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.08.002>
- Dell’Anna, F., Bravi, M., Bottero, M., 2022. Urban Green infrastructures: How much did they affect property prices in Singapore? *Urban Forestry & Urban Greening* 68, 127475. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127475>
- DGU, 2023. RAZLIKA IZMEĐU KATASTRA I ZEMLJIŠNE KNJIGE. DGU-višegodišnji program. URL <https://www.visegodisnjiprogram.dgu.hr/pojm/razlika-izmedu-katastra-i-zemljisne-knjige/> (accessed 1.5.24).
- EEA, 2017. Green infrastructure and flood management: Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions.
- Enemark, S., 2004. Building Land Information Policies. UN, FIG, PC IDEA Inter-regional Special Forum on The Building of Land Information Policies in the Americas.
- Engemann, K., Pedersen, C.B., Arge, L., Tsirogiannis, C., Mortensen, P.B., Svenning, J.-C., 2019. Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, 5188–5193. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807504116>
- Ersoy Mirici, M., 2022. The Ecosystem Services and Green Infrastructure: A Systematic Review and the Gap of Economic Valuation. *Sustainability* 14, 517. <https://doi.org/10.3390/su14010517>
- European Commission, 2014. Building a green infrastructure for Europe. Publications Office, LU.
- European Commission, 2013. Green Infrastructure Strategy.
- FIG, 1995. The FIG Statement on the Cadastre.
- Garcia, A.M., Sante, I., Loureiro, X., Miranda, D., 2020. Spatial Planning of Green Infrastructure for Mitigation and Adaptation to Climate Change at a Regional Scale. *Sustainability* 12, 10525. <https://doi.org/10.3390/su122410525>
- Gashu, K., Gebre-Egziabher, T., 2019. Public assessment of green infrastructure benefits and associated influencing factors in two Ethiopian cities: Bahir Dar and Hawassa. *BMC Ecol.* 19, 16. <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0232-1>

- Gelan, E., Girma, Y., 2021. Sustainable Urban Green Infrastructure Development and Management System in Rapidly Urbanized Cities of Ethiopia. *Technologies* 9, 66. <https://doi.org/10.3390/technologies9030066>
- Grad Zagreb, 2022. O Projektu [WWW Document]. URL <https://www.zagreb.hr/o-projektu/84060> (accessed 1.25.24).
- GTZ, 1998. Land tenure in development cooperation.
- Haase, D., 2015. Reflections about blue ecosystem services in cities. *Sustainability of Water Quality and Ecology, Modelling ecosystem services: Current approaches, challenges and perspectives* 5, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.02.003>
- Hanna, E., Comin, F.A., 2021. Urban Green Infrastructure and Sustainable Development: A Review. *Sustainability* 13, 11498. <https://doi.org/10.3390/su132011498>
- Hansen, R., Pauleit, S., 2014. From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas. *AMBIO* 43, 516–529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- Hayes, S.J., Dockerill, B., 2023. A Park for the People: examining the creation and refurbishment of a public park. *Landsc. Res.* 48, 488–501. <https://doi.org/10.1080/01426397.2020.1832452>
- Heckert, M., Mennis, J., 2012. The Economic Impact of Greening Urban Vacant Land: A Spatial Difference-In-Differences Analysis. *Environment and Planning A* 44, 3010–3027. <https://doi.org/10.1068/a4595>
- Hobbie, S.E., Grimm, N.B., 2020. Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 375, 20190124. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0124>
- Holt, J.R., Borsuk, M.E., 2020. Using Zillow data to value green space amenities at the neighborhood scale. *Urban Forestry & Urban Greening* 56, 126794. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126794>

- Hsu, K.-W., Chao, J.-C., 2021. Study on the Value Model of Urban Green Infrastructure Development—A Case Study of the Central District of Taichung City. *Sustainability* 13, 7402. <https://doi.org/10.3390/su13137402>
- Hsu, K.-W., Chao, J.-C., 2020. Economic Valuation of Green Infrastructure Investments in Urban Renewal: The Case of the Station District in Taichung, Taiwan. *Environments* 7, 56. <https://doi.org/10.3390/environments7080056>
- Hwang, C.-L., Lai, Y.-J., Liu, T.-Y., 1993. A new approach for multiple objective decision making. *Computers & Operations Research* 20, 889–899. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(93\)90109-V](https://doi.org/10.1016/0305-0548(93)90109-V)
- Hwang, C.-L., Yoon, K., 1981. Methods for Multiple Attribute Decision Making, in: Hwang, C.-L., Yoon, K. (Eds.), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 58–191. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- Ignatieva, M., Eriksson, F., Eriksson, T., Berg, P., Hedblom, M., 2017. The lawn as a social and cultural phenomenon in Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening* 21, 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.12.006>
- INSPIRE, 2007. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), OJ L.
- Ivánicsics, V., Szendrei, Z., Obertik, J., Balás, G., 2020. How much is a public park worth? An ex ante methodology for impact and cost-benefit analysis on the example of Millenáris Széllkapu in Budapest. *Landscape architecture and art* 15, 7–21. <https://doi.org/10.22616/j.landarchart.2019.15.01>
- Jahrl, I., Ejderyan, O., Cavin, J.S., 2022. Community gardens as a response to the contradictions of sustainable urban policy: Insights from the Swiss cities of Zurich and Lausanne. *Front. Sustain. Food Syst.* 6, 902684. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.902684>
- Jia, J., Zhang, X., 2021. A human-scale investigation into economic benefits of urban green and blue infrastructure based on big data and machine learning: A case study of Wuhan. *Journal of Cleaner Production* 316, 128321. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128321>

- Jones, S., Somper, C., 2014. The role of green infrastructure in climate change adaptation in London. *Geogr. J.* 180, 191–196. <https://doi.org/10.1111/geoj.12059>
- Kambites, C., Owen, S., 2006. Renewed prospects for green infrastructure planning in the UK 1. *Planning Practice and Research* 21, 483–496. <https://doi.org/10.1080/02697450601173413>
- Kara, A., Lemmen, C., van Oosterom, P., Kalogianni, E., Alattas, A., Indrajit, A., 2024. Design of the new structure and capabilities of LADM edition II including 3D aspects. *Land Use Policy* 137, 107003. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.107003>
- Kemarau, R., Eboy, O., 2021. Spatial-Temporal of Urban Green Space in the Tropical City of Kuching, Sarawak, Malaysia. *Journal of Applied Science & Process Engineering* 8, 2021. <https://doi.org/10.33736/jaspe.2919.2021>
- Kim, D., Song, S.-K., 2019. The Multifunctional Benefits of Green Infrastructure in Community Development: An Analytical Review Based on 447 Cases. *Sustainability* 11, 3917. <https://doi.org/10.3390/su11143917>
- Kim, G., Miller, P.A., 2019. The impact of green infrastructure on human health and well-being: The example of the Huckleberry Trail and the Heritage Community Park and Natural Area in Blacksburg, Virginia. *Sust. Cities Soc.* 48, 101562. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101562>
- Kondo, M.C., Fluehr, J.M., McKeon, T., Branas, C.C., 2018. Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *Int J Environ Res Public Health* 15, E445. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>
- Konijnendijk, C.C., 2022. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *J. For. Res.* 34, 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Konijnendijk, C.C., 2021. Promoting health and wellbeing through urban forests: Introducing the 3-30-300 rule. IUCN Urban Alliance news blog.
- Korkou, M., Tarigan, A.K.M., Hanslin, H.M., 2023. The multifunctionality concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review. *Urban For. Urban Green.* 85, 127975. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127975>

- Lemmen, C., van Oosterom, P., Bennett, R., 2015. The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy* 49, 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014>
- Li, L., Uyttenhove, P., Van Eetvelde, V., 2020. Planning green infrastructure to mitigate urban surface water flooding risk – A methodology to identify priority areas applied in the city of Ghent. *Landscape and Urban Planning* 194, 103703. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103703>
- Maliene, V., Grigonis, V., Palevičius, V., Griffiths, S., 2011. Geographic information system: Old principles with new capabilities. *Urban Des Int* 16, 1–6. <https://doi.org/10.1057/udi.2010.25>
- Manso, M., Sousa, V., Silva, C.M., Cruz, C.O., 2021a. The role of green roofs in post COVID-19 confinement: An analysis of willingness to pay. *Journal of Building Engineering* 44, 103388. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103388>
- Manso, M., Teotónio, I., Silva, C.M., Cruz, C.O., 2021b. Green roof and green wall benefits and costs: A review of the quantitative evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 135, 110111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110111>
- Mansor, M., Said, I., Mohamad, I., 2012. Experiential Contacts with Green Infrastructure's Diversity and Well-being of Urban Community. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Proceedings of the 1st National Conference on Environment-Behaviour Studies, 1nCEBS, FAPS, UiTM, Shah Alam, Malaysia, 14–15 November, 2009 49, 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.024>
- Marinović Uzelac, A., 2001. *Prostorno planiranje. Dom i svijet*, Zagreb.
- Mateo, J.R.S.C., 2012. *Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*. Springer Science & Business Media.
- Meulen, V.D., H, S., 2019. Costs and Benefits of Green Roof Types for Cities and Building Owners. [Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems] [7], [57]-[71].
- Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, 2023. *Priručnik za implementaciju strategija zelene urbane obnove*.

- Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, 2014. Pravilnik o metodama procjene vrijednosti nekretnina.
- Morash, J., Wright, A., LeBleu, C., Meder, A., Kessler, R., Brantley, E., Howe, J., 2019. Increasing Sustainability of Residential Areas Using Rain Gardens to Improve Pollutant Capture, Biodiversity and Ecosystem Resilience. *Sustainability* 11, 3269. <https://doi.org/10.3390/su11123269>
- Nagypal, N.C., 2022. Valuation challenges of urban green infrastructure. *Ecocycles* 8, 1–7. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v8i1.198>
- Nawrath, M., Guenat, S., Elsey, H., Dallimer, M., 2021. Exploring uncharted territory: Do urban greenspaces support mental health in low- and middle-income countries? *Environmental Research* 194, 110625. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110625>
- Nazir, N.N.M., Othman, N., Nawawi, A.H., 2015. Role of Green Infrastructure in Determining House Value in Labuan Using Hedonic Pricing Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, AcE-Bs 2014 Seoul (Asian Conference on Environment-Behaviour Studies)*, Chung-Ang University, Seoul, S. Korea, 25-27 August 2014 170, 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.051>
- Niravita, A., Wahanisa, R., 2019. Legislation Inventory in a Spatial Planning: A Normative Juridical Study. <https://doi.org/10.2991/icils-19.2019.44>
- Paudyal, D., 2006. Pro-Poor Land Management System: A Study Considering Dynamic Aspect of Land Tenure in Nepal.
- Permata, N.D., Syartinilia, Munandar, A., 2018. The actual use of urban forest for Jakarta's dwellers. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 179, 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/179/1/012036>
- Perovic, S., Kurtović Folić, N., 2012. Brownfield regeneration – imperative for sustainable urban development. *Građevinar* 64, 373–383. <https://doi.org/10.14256/JCE.656.2012>
- Republika Hrvatska, 2013. Zakon o prostornom uređenju.

- Republika Hrvatska, Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, 2021. Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje 2021. do 2030. godine.
- Reynolds, H.L., Brandt, L., Fischer, B.C., Hardiman, B.S., Moxley, D.J., Sandweiss, E., Speer, J.H., Fei, S., 2020. Implications of climate change for managing urban green infrastructure: an Indiana, US case study. *Clim. Change* 163, 1967–1984. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02617-0>
- Roggema, R., Tillie, N., Keeffe, G., 2021. Nature-Based Urbanization: Scan Opportunities, Determine Directions and Create Inspiring Ecologies. *Land* 10, 651. <https://doi.org/10.3390/land10060651>
- Roić, M., 2012. Upravljanje zemljišnim informacijama, (Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu = Manualia Universitatis studiorum Zagrabiensis). ed, Katastar. Geodetski fakultet., Zagreb.
- Ruiz-Apilánez, B., Ormaetxea, E., Aguado-Moralejo, I., 2023. Urban Green Infrastructure Accessibility: Investigating Environmental Justice in a European and Global Green Capital. *Land* 12, 1534. <https://doi.org/10.3390/land12081534>
- Russo, A., Cirella, G.T., 2018. Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15, 2180. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102180>
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences* 1, 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Salomaa, A., Paloniemi, R., Kotiaho, J.S., Kettunen, M., Apostolopoulou, E., Cent, J., 2017. Can green infrastructure help to conserve biodiversity? *Env. Plan. C-Polit. Space* 35, 265–288. <https://doi.org/10.1177/0263774X16649363>
- Sandifer, P.A., Sutton-Grier, A.E., Ward, B.P., 2015. Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services* 12, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.007>

- Schifman, L.A., Kasaraneni, V.K., Oyanedel-Craver, V., 2018. Contaminant Accumulation in Stormwater Retention and Detention Pond Sediments: Implications for Maintenance and Ecological Health, in: Cledon, M., Brar, S.K., Galvez, R., OyanedelCraver, V. (Eds.), INTEGRATED AND SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL REMEDIATION. Amer Chemical Soc, Washington, pp. 123–153.
- Shade, C., Kremer, P., Rockwell, J.S., Henderson, K.G., 2020. The effects of urban development and current green infrastructure policy on future climate change resilience. *Ecol. Soc.* 25, 37. <https://doi.org/10.5751/ES-12076-250437>
- Silva, C.M., Cruz, C.O., Teotónio, I., 2019. Project GENESIS: An All-inclusive Model to Perform Cost-Benefit Analysis of Green Roofs and Walls. *European Journal of Sustainable Development* 8, 85–85. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n3p85>
- Sohn, W., Kim, H.W., Kim, J.-H., Li, M.-H., 2020. The capitalized amenity of green infrastructure in single-family housing values: An application of the spatial hedonic pricing method. *Urban Forestry & Urban Greening* 49, 126643. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126643>
- Teotónio, I., Cabral, M., Cruz, C.O., Silva, C.M., 2020. Decision support system for green roofs investments in residential buildings. *Journal of Cleaner Production* 249, 119365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119365>
- Teotonio, I., Cruz, C.O., Silva, C.M., Morais, J., 2020. Investing in Sustainable Built Environments: The Willingness to Pay for Green Roofs and Green Walls. *Sustainability* 12, 3210. <https://doi.org/10.3390/su12083210>
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., James, P., 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landsc. Urban Plan.* 81, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>
- UN, 2017. The New Urban Agenda.
- UN General Assembly., 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- UNECE., 2022. Place and Life in the ECE - A Regional Action Plan 2030.

- UNECE, 2021. Policy brief: Sustainable Urban and Peri-urban Forestry - An Integrative and Inclusive Nature-Based Solution for Green Recovery and Sustainable, Healthy and Resilient Cities (EFR).
- UNECE, 2008. Spatial Planning. Key Instrument for Development and Effective Governance with Special Reference to Countries in Transition.
- UNECE, 1996. Land Administration Guidelines With Special Reference to Countries in Transition.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. World urbanization prospects: the 2018 revision.
- van der Molen, P., 2002. The dynamic aspect of land administration: an often-forgotten component in system design. *Computers, Environment and Urban Systems* 26, 361–381. [https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(02\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(02)00009-1)
- van Maarseveen, M., Martinez, J., Flacke, J. (Eds.), 2019. GIS in Sustainable Urban Planning and Management: A Global Perspective. Taylor & Francis.
- Van Oijstaeijen, W., Van Passel, S., Cools, J., 2020. Urban green infrastructure: A review on valuation toolkits from an urban planning perspective. *Journal of Environmental Management* 267, 110603. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110603>
- Van Oosterom, P., Lemmen, C., 2015. The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy* 49, 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.032>
- Venkataramanan, V., Packman, A., Peters, D.R., Lopez, D., McCuskey, D.J., McDonald, R., Miller, W.M., Young, S.L., 2019. A systematic review of the human health and social well-being outcomes of green infrastructure for stormwater and flood management. *J. Environ. Manage.* 246, 868–880. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.028>
- Vlada Republike Hrvatske., 2021. Nacionalni plan oporavka i otpornosti 2021. - 2026.
- WHO, 2017. Urban green spaces: a brief for action.
- WHO, 2016. Urban green space interventions and health: A review of impacts and effectiveness. Bonn, Germany.

- Williamson, I., Enemark, S., Rajabifard, A., 2009. Land Administration for Sustainable Development.
- Wubie, A.M., de Vries, W.T., Alemie, B.K., 2021. Evaluating the Quality of Land Information for Peri-Urban Land-Related Decision-Making: An Empirical Analysis from Bahir Dar, Ethiopia. *Land* 10, 11. <https://doi.org/10.3390/land10010011>
- Ying, J., Zhang, X., Zhang, Y., Bilan, S., 2022. Green infrastructure: systematic literature review. *Ekonom. Istraz.* 35, 343–366. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1893202>
- Yoshida, T., Yamagata, Y., Chang, S., De Gooyert, V., Seya, H., Murakami, D., Jittrapirom, P., Voulgaris, G., 2020. Spatial modeling and design of smart communities, in: *Urban Systems Design*. Elsevier, pp. 199–255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816055-8.00007-5>
- Zagrebačka županija, 2022. Plan razvoja Zagrebačke županije za period 2021.-2027.
- Zhou, H., Wang, Q., Zhu, N., Li, Y., Li, J., Zhou, L., Pei, Y., Zhang, S., 2023. Optimization Methods of Urban Green Space Layout on Tropical Islands to Control Heat Island Effects. *Energies* 16, 368. <https://doi.org/10.3390/en16010368>

Mrežne adrese

URL 1: INSPIRE, <https://inspire.ec.europa.eu/about-inspire/563>, (29.07.2022.).

URL 2: DGU, Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra, <https://dgu.gov.hr/zajednicki-informacijski-sustav-zemljisnih-knjiga-i-katastra/161>, (05.01.2024.).

URL 3: Karta Zagreba, <https://www.kartazagreba.info/o-gradu>, (03.02.2024.).

URL 4: ZG Geoportal, Geoportal Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka, <https://geoportal.zagreb.hr/>, (22.01.2024.).

URL 5: USGS, Using the USGS Landsat Level-1 Data Product, <https://www.usgs.gov/landsat-missions/using-usgs-landsat-level-1-data-product>, (30.01.2024.).

Popis tablica

Tablica 4.1. Elementi zelene infrastrukture (ZI)	30
Tablica 4.2. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	42
Tablica 4.3. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	45
Tablica 4.4. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	47
Tablica 4.5. Broj prosječno dostupnih stabala u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb	48
Tablica 4.6. Statističke vrijednosti dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti.....	49
Tablica 4.7. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	51
Tablica 4.8. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	53
Tablica 4.9. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	55
Tablica 4.10. Broj prosječno dostupnih rekreacijskih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb	57
Tablica 4.11. Statističke vrijednosti dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti	57
Tablica 4.12. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	59
Tablica 4.13. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	62
Tablica 4.14. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	64
Tablica 4.15. Broj prosječno dostupnih javnih zelenih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb	66

Tablica 4.16. Statističke vrijednosti dostupnosti javnih zelenih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti	66
Tablica 4.17. Prosječna dostupnost ili nedostupnost vodenih površina u krugu od 300 metara zračne udaljenosti za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb	73
Tablica 4.18. Statističke vrijednosti analize površinske temperature tla po katastarskim česticama	80
Tablica 4.19. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po stambenim i mješovitim zonama namjene	82
Tablica 4.20. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima.....	84
Tablica 4.21. Prosječna površinska temperatura tla za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb.....	85
Tablica 4.22. Statističke vrijednosti analize prosječne površinske temperature tla po gradskim četvrtima.....	86
Tablica 4.23. Broj i površina brownfield površina po gradskim četvrtima.....	88
Tablica 4.24. Statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama	91
Tablica 4.25. Statističke vrijednosti analize vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene	93
Tablica 4.26. Statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima	95
Tablica 4.27. Prosječna vrijednost zemljišta za pojedinu gradsku četvrt i za cijeli Grad Zagreb ..	96
Tablica 4.28. Statističke vrijednosti analize prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima	97
Tablica 4.29. Procjene relativnih važnosti kriterija.....	101
Tablica 4.30. Težine kriterija	102
Tablica 4.31. Indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene.....	103
Tablica 4.32. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene	106
Tablica 4.33. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore	107
Tablica 4.34. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za mjesne odbore	109
Tablica 4.35. Indeks zelene infrastrukture za gradske četvrti	110

Tablica 4.36. Statističke vrijednosti indeksa zelene infrastrukture za gradske četvrti.....	112
---	-----

Popis slika

Slika 1.1. Broj publikacija i citata o zelenoj infrastrukturi (Bačić i dr., 2022)	3
Slika 1.2. Broj publikacija i citata o zelenoj infrastrukturi u upravljanju zemljištem (Bačić i dr., 2022).....	4
Slika 2.1. LADM – UML dijagram osnovnih klasa (Lemmen i dr., 2015).....	16
Slika 2.2. LADM II - UML dijagram osnovnih klasa (Kara i dr., 2024)	17
Slika 4.1. Područje istraživanja: Grad Zagreb.....	28
Slika 4.2. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	41
Slika 4.3. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	43
Slika 4.4. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje stabala	44
Slika 4.5. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše stabala ...	45
Slika 4.6. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	46
Slika 4.7. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	47
Slika 4.8. Prikaz dostupnosti stabala u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti	48
Slika 4.9. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	50
Slika 4.10. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	52
Slika 4.11. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje rekreacijskih površina	53
Slika 4.12. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše rekreacijskih površina	53
Slika 4.13. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora.....	54
Slika 4.14. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora.....	55
Slika 4.15. Prikaz dostupnosti rekreacijskih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti.....	57
Slika 4.16. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	59

Slika 4.17. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	60
Slika 4.18. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najmanje javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara	61
Slika 4.19. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi najviše javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara	62
Slika 4.20. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	63
Slika 4.21. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora	64
Slika 4.22. Prikaz dostupnosti javnih zelenih površina većih od 0.5 hektara u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti	65
Slika 4.23. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine katastarske čestice	68
Slika 4.24. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine stambene i mješovite zone namjene	69
Slika 4.25. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se ne nalazi ni jedna vodena površina	70
Slika 4.26. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene u krugu kojih se nalazi barem jedna vodena površina	70
Slika 4.27. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora.....	71
Slika 4.28. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedinog mjesnog odbora.....	72
Slika 4.29. Prikaz dostupnosti vodenih površina u krugu od 300 metara od pojedine gradske četvrti	73
Slika 4.30. Postupak izračunavanja površinske temperature tla pomoću alata SCP u QGIS-u (Ahmad i dr., 2022)	76
Slika 4.31. Površinska temperatura tla na području Grada Zagreba u ljetnim mjesecima.....	77
Slika 4.32. Područje Grada Zagreba s najvećom površinskom temperaturom tla	78
Slika 4.33. Područje Grada Zagreba s najmanjom površinskom temperaturom tla	78

Slika 4.34. Analiza površinske temperature tla po katastarskim česticama.....	79
Slika 4.35. Analiza prosječne površinske temperature tla po stambenim i mješovitim zonama namjene	80
Slika 4.36. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s najvećom površinskom temperaturom tla	81
Slika 4.37. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s najmanjom površinskom temperaturom tla	82
Slika 4.38. Analiza prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima	83
Slika 4.39. Analiza prosječne površinske temperature tla po mjesnim odborima	84
Slika 4.40. Analiza prosječne površinske temperature tla po gradskim četvrtima	85
Slika 4.41. Prikaz brownfield površina na području Grada Zagreba	87
Slika 4.42. Analiza vrijednosti zemljišta po katastarskim česticama.....	90
Slika 4.43. Analiza vrijednosti zemljišta po stambenim i mješovitim zonama namjene	91
Slika 4.44. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s većom vrijednosti zemljišta	92
Slika 4.45. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s manjom vrijednosti zemljišta.....	93
Slika 4.46. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima	94
Slika 4.47. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po mjesnim odborima	95
Slika 4.48. Analiza prosječne vrijednosti zemljišta po gradskim četvrtima	96
Slika 4.49. Indeks zelene infrastrukture za stambene i mješovite zone namjene.....	104
Slika 4.50. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s velikim indeksom zelene infrastrukture	105
Slika 4.51. Prikaz stambenih i mješovitih zona namjene s malim indeksom zelene infrastrukture	106
Slika 4.52. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore	108
Slika 4.53. Indeks zelene infrastrukture za mjesne odbore	109
Slika 4.54. Indeks zelene infrastrukture za gradske četvrti	111
Slika 5.1. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene	115
Slika 5.2. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene	115

Slika 5.3. Usporedba indeksa zelene infrastrukture i vrijednosti zemljišta na razini stambenih i mješovitih zona namjene	116
--	-----

Popis korištenih kratica

AHP	Analitički hijerarhijski proces (engl. Analytic Hierarchy Process)
CNT	Center for Neighborhood Technology
DGU	Državna geodetska uprava (engl. State Geodetic Administration – SGA)
EU	Europska unija (engl. European Union)
FIG	Međunarodno udruženje geodeta (fr. Federation Internationale des Geometres)
GIS	Geografski informacijski sustav (engl. Geographic Information System)
GTZ	Njemačka organizacija za tehničku suradnju (njem. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)
HP	Hedonic Pricing
HTRS96	Hrvatski Terestrički Referentni Sustav za epohu 1995.55
INSPIRE	Inicijativa i prijedlog Europske komisije za stvaranje infrastrukture za prostorni informacijski sustav u Europi (engl. Infrastructure for Spatial Information in Europe)
ISO	Međunarodna udruga za normizaciju (engl. International Organization for Standardization)
LA	Upravljanje zemljištem (engl. Land Administration)
LADM	Model područja upravljanja zemljištem (engl. Land Administration Domain Model)
LST	Površinska temperatura tla (engl. Land Surface Temperature)
MPGI	Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine (engl. Ministry of Physical Planning, Construction and State Assets)
OSS	One-Stop-Shop
QGIS	Quantum Geographic Information System
RH	Republika Hrvatska (engl. Republic of Croatia)
SCP	Semi-Automatic Classification Plugin
TOPSIS	Tehnika za redoslijed preferencija prema sličnosti s idealnim rješenjem (engl. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)
UN	Ujedinjeni narodi (engl. United Nations)

UNECE	Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu (engl. United Nations Economic Commission for Europe)
WHO	Svjetska zdravstvena organizacija (engl. World Health Organization)
ZI	Zelena infrastruktura (engl. Green Infrastructure – GI)
ZIS	Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra (engl. Joint Information System – JIS)

Životopis

Samanta Bačić rođena je 9. srpnja 1993. godine u Zadru. Školovanje je započela 2000. godine u Osnovnoj školi Benkovac te 2008. godine upisuje Gimnaziju Jurja Barakovića u Zadru. Godine 2012. upisala je Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirala je 2017. godine s temom „Određivanje statičke i dinamičke komponente pomaka izmjerenih s RTS-om pri dinamičkom djelovanju opterećenja“ pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ante Marendića. Za vrijeme studiranja nagrađena je Rektorovom nagradom za rad „Analiza vremenskih promjena geoidnih undulacija modela geoida ITSG-Grace2014 na području Europe s posebni osvrtom na područje Republike Hrvatske“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Tomislava Bašića te vođenjem dr. sc. Marijana Grgića.

Tijekom i nakon studija radila je u nekoliko geodetskih i građevinskih tvrtki. Od travnja 2018. do lipnja 2019. radi kao zamjena za asistenticu na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu na Katedri za geodeziju i geoinformatiku. Od tada radi i kao vanjska suradnica na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Mostaru. U studenome 2018. godine upisuje poslijediplomski doktorski studij geodezije i geoinformatike na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od listopada 2019. godine do danas radi kao asistentica na Katedri za geodeziju i geoinformatiku na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu. Kao asistentica sudjeluje u nastavi iz kolegija Analiza i obrada geodetskih mjerenja, Baze podataka, Hidrografska izmjera, Modeliranje geoinformacijama, Osnove geoinformatike te Topografska kartografija na sveučilišnom prijediplomskom studiju geodezije i geoinformatike i iz kolegija Geodezija na sveučilišnom i na stručnom prijediplomskom studiju građevinarstva.

Do sada je kao autorica ili u koautorstvu objavila nekoliko znanstvenih i stručnih članaka u međunarodnim časopisima i u zbornicima radova domaćih i međunarodnih skupova te jednu autorsku knjigu.