

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

Margeta, Isabella

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:874304>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

ZAVRŠNI RAD

Isabella Margeta

Zagreb, srpanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Preddiplomski studij:
Krajobrazna arhitektura

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

ZAVRŠNI RAD

Isabella Margeta

Mentor: izv. prof. dr. sc. Andreja Brigić

Zagreb, srpanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Isabella Margeta, JMBAG 0178127684, izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad pod naslovom:

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga završnog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj završni rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA

Završni rad studentice Isabella Margeta, JMBAG 0178127684, naslova

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je student/ica postigao/la ukupnu ocjenu¹ _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Andreja Brigić mentor

2. izv. prof. dr. sc. Goran Andlar član

3. prof. dr. sc. Krešimir Bošnjak član

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Andreji Brigić i svim profesorima koji su kroz predivne tri godine obrazovanja dijelili svoje znanje sa mojom generacijom i sa mnom. Također se zahvaljujem svojoj obitelji posebice svojoj majci Snježani i baki Anđelki koje su me uvijek podupirale i veselile se mojim uspjesima jednako kao i ja.

Od srca se zahvaljujem svojim prijateljima i najmilijima Alem Kovačević, Nika Vukosav, Jadran Pavlov, Maja Homan, Anamarija Židov i Jakov Aralica koje smatram svojom obitelji i budućim kolegama u znanstvenim i društvenim područjima, te se zahvaljujem kolegama i kolegicama iz generacije, istaknuvši prijateljicu Laru Kontent, s kojom je bilo predivno učiti i stjecati nove vještine. Za kraj se zahvaljujem i svojim najmilijima koji su pokojni, vjerujem da bez njihove potpore i više sile ne bih bila tu gdje jesam.

Hvala svima koji su vjerovali u mene i oslobodili mi put visokom obrazovanju kako bi bilo steknuto sa što manje prepreka, ali puno ambicije i truda.

Sažetak

Završnog rada studentice Isabella Margeta, Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

Oprašivači su važan dio svakog ekosustava u kojem djeluju kroz brojne procese od kojih je najvažniji oprašivanje. Urbana staništa nude oprašivačima raznolike zelene površine koje se mogu adekvatno opremiti za njihov način života. Zelene površine siromašne cvjetnicama mogu se prilagoditi na različite načine kako bi se poboljšala kvaliteta života ne samo za oprašivače, već i za druge oblike života u gradu. Edukacijom o različitim vrstama oprašivača i biljnim vrstama koje ih privlače daje se osnovno znanje o tome kako ih sačuvati u urbanim sredinama. Stoga je iznimno važno govoriti o urbanizaciji i njezinom utjecaju na bioraznolikost niza različitih vrsta. Jedna važna skupina oprašivača su divlje pčele, za koje je sve teže pronaći mjesta za gniježđenje i ishranu u današnjim uvjetima koji se brzo mijenjaju i za koje je potrebno posaditi različite cvjetnice.

Ključne riječi: Oprašivači, divlje pčele, urbanizacija, urbana sredina, bioraznolikost

Summary

Of the final work - student Isabella Margeta, entitled

Urbana staništa kao potencijal za oprašivače

Pollinators are an important part of any ecosystem in which they act through numerous processes, the most important of which is pollination. Urban habitats provide pollinators with a variety of green spaces that can be adequately equipped for their way of life. Green spaces that are poor in flowering plants can be adapted in many ways to improve the quality of life, not only for pollinators but also for other life forms in the city. Learning about different types of pollinators and the plant species they are attracted to provides fundamental knowledge on how to conserve them in urban environments. Therefore, it is extremely important to talk about urbanization and its impact on the biodiversity of a variety of different species. One important group of pollinators are wild bees, for which it is becoming increasingly difficult to find nesting and foraging sites in today's rapidly changing conditions and for which it is necessary to introduce different flowering plants.

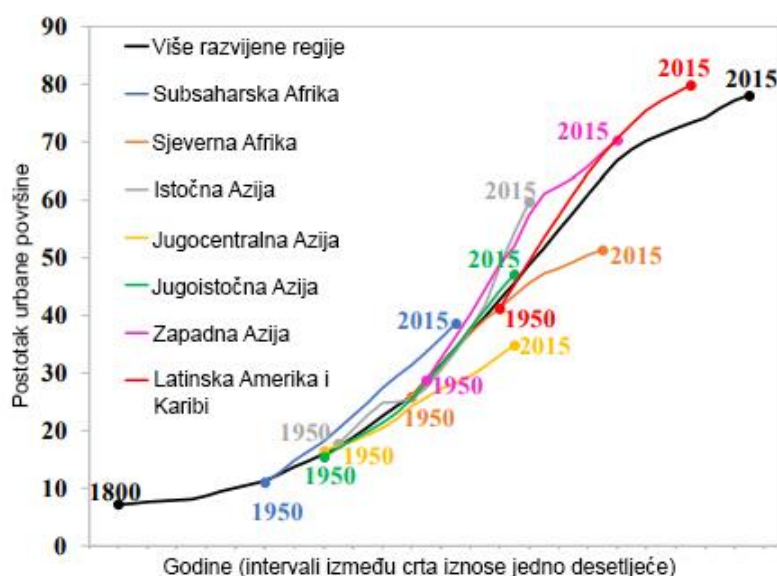
Keywords: Pollinators, wild bees, urbanization, urban environment, biodiversity

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada.....	8
2.1. Urbana staništa i njihove značajke.....	9
2.1.1. Utjecaj širenja urbanog staništa	10
2.2. Odnos između urbanog staništa i oprašivača	12
2.2.1. Utjecaj urbanog staništa na različite oprašivače	13
2.2.2. Utjecaj urbanog staništa na porodicu pčela	15
2.3. Očuvanje urbanog staništa i oprašivača	18
2.4. Unaprjeđenje urbanih staništa za oprašivače	20
2.4.1. Popis biljnih vrsta pogodnih za urbano stanište i očuvanje oprašivača.....	23
3. Zaključak	26
4. Literatura	28
Životopis	33

1. Uvod

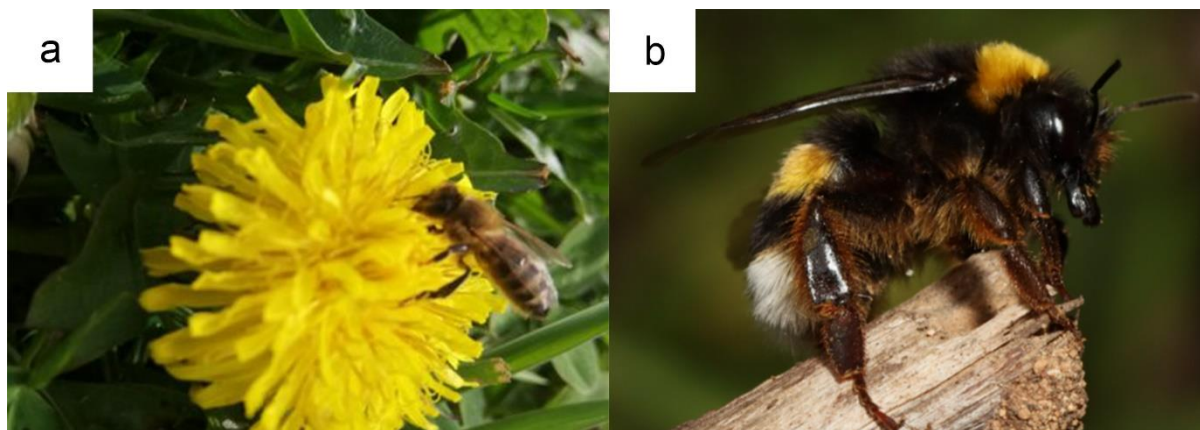
Svakodnevnim napretkom civilizacije dolazi do širenja urbanog krajobraza i promjena u urbanim staništima. Površine koje zauzimaju urbana staništa su u porastu širem svijeta. Korištenjem novih podataka ustanovilo se da je 3 % površine Zemlje prekriveno urbanim područjima (Liu i sur., 2014.) te se taj broj konstantno povećava. Svaka država ima drugačiju brzinu urbanizacije koja ovisi o stopi gospodarske razvijenosti (Slika 1, United Nations, 2018.). Također, potrebno je istaknuti kako nerazvijena područja, poput subsaharske Afrike, imaju znatno nižu stopu urbanizacije u odnosu na područja svijeta koja se ubrzano razvijaju i/ili imaju znatan porast broja stanovnika, poput zapadne Azije i Latinske Amerike (Slika 1).



Slika 1. Prikaz urbanizacije po desetljećima za različite dijelove svijeta, preuzeto i prilagođeno prema: United Nations (2018.).

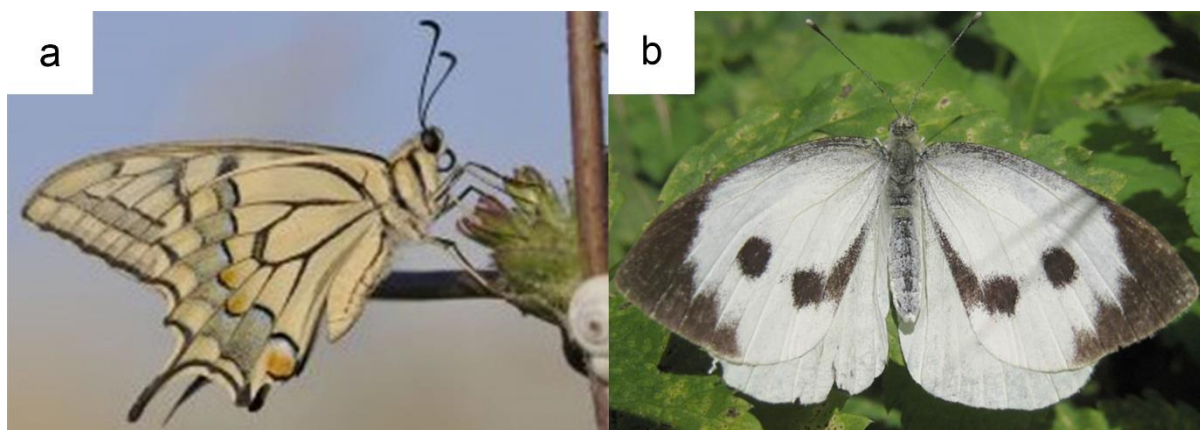
Novonastala urbana staništa imaju dobre i loše uvjete života za različite životinje pa tako i oprašivače tj. polinatore. U oprašivače ubrajamo sljedeće skupine organizama: opnokrilci (Hymenoptera), leptiri (Lepidoptera), dvokrilci (Diptera), kornjaši (Coleoptera) iz razreda kukaca (Insecta), šišmiši (Chiroptera) koji pripadaju razredu sisavaca (Mammalia) te vrste iz porodice kolibrići (Trochilidae) koji pripadaju razredu ptice (Aves). Kukci su najvažniji oprašivači na području Europe, dok je značaj šišmiša i ptica izraženiji u tropskim i subtropskim područjima svijeta. Ukoliko je oprašivanje cvjetnica vezano uz kukce tada je riječ o entomofilnim biljkama.

Opnokrilci (Hymenoptera) obuhvaćaju dva podreda: širokozačani opnokrilci (Symphyta) i utegnutozačani opnokrilci (Apocrita). Razlikuju se po tome što je kod utegnutozačanih opnokrilaca između prsa i zatka utegnuće, koje širokozačani nemaju. Najvažnije porodice podreda Apocrita, s aspekta oprašivanja, su pčele (Apinae) i ose (Vespidae). Pčele su jedne od najpoznatijih oprašivača unatoč tome što čine manji dio svih poznatih oprašivača. Poznato je oko 20 000 vrsta pčela u svijetu, a najpoznatije su pčela medarica (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758; Slika 2a) i predstavnici porodice Megachilidae u koje spadaju pčele samice (rod *Osmia* Panzer, 1806). Bumbari (rod *Bombus* Latreille, 1802) su važni oprašivači samoniklih cvjetnica i kultivara te mogu obavljati oprašivanje tijekom niskih temperatura što je vezano uz pojavu fakultativne heterotermije te su stoga odlični oprašivači na područjima velikih nadmorskih visina. Poznatiije vrste su zemni bumbar (*Bombus terrestris* Latreille, 1802; Slika 2b) i bumbar kamenjar (*Bombus lapidarius* (Linnaeus 1758)). Ose su porodica s oko 5 000 vrsta u svijetu te odlično kontroliraju nametnike i zato su dobre za biološku kontrolu. Najpoznatije su galska osa (*Pollistes galicus* Linnaeus, 1761) i obična osa (*Vespa vulgaris* Linnaeus, 1758) (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024a.).



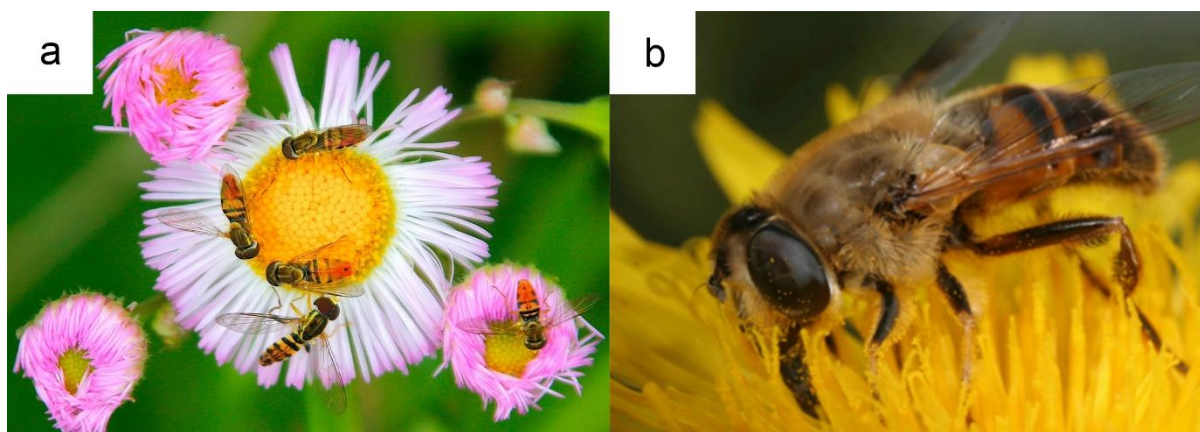
Slika 2. a) Pčela medarica (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758, potporodica *Apinae*) (Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba, 2024.); **b)** Zemni bumbar (*Bombus terrestris* Latreille, 1802, potporodica *Bombinae*) (INaturalist community, 2024.)

Leptiri (Lepidoptera) su red kukaca u koji ubrajamo dnevne leptire i noćne leptire (moljce). U svijetu je zabilježeno oko 160 000 vrsta leptira koji mogu živjeti u različitim ekosustavima. Skupina su kod koje se desila koevolucija s biljkama, te im je za potpun razvojni ciklus nužna biljka hraniteljica na koju ženka polaže jajašca iz kojih se razvijaju gusjenice koje se hrane lišćem biljke hraniteljice. Endemične vrste leptira vezane za geografski manja ili pak izolirana područja su ujedno i najugroženije. Neke od poznatih vrsta leptira su: žučak (*Gonepteryx rhamni* Linnaeus, 1758), lastin rep (*Papilio machaon* Linnaeus, 1758, Slika 3a) i kupusov bijelac (*Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758)). Poznate vrste moljca su: brezova grbica (*Biston betularia* Linnaeus, 1758), dudov svilac (*Bombyx mori* Linnaeus, 1758) i hrastov gubar (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758) (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024a.).



Slika 3. a) Lastin rep (*Papilio machaon* Linnaeus, 1758, porodica *Papilionoidae*) (Plantea, 2024.); **b)** Kupusov bijelac (*Pieris brassicae* Linnaeus, 1758, porodica *Pieridae*) (Plantea, 2024.)

Dvokrilci (Diptera) su red kukaca s preko 100 000 vrsta opisanih u svijetu, a glavna značajka im je jedan par krila iza kojih se nalazi drugi zakržljali par mahalice ili haltere, a kod nekih vrsta je došlo i do redukcije krila. Red se dijeli na dva podreda Nematocera i Brachyspera (Habdija i sur.). Mnoge vrste smatraju se štetnicima usjeva i prenositeljima raznih bolesti, međutim ostali predstavnici reda su iznimno važni za funkcionalnost ekosustava jer sudjeluju u procesu oprašivanja i najčešće kao hrana raznim pticama (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024a.). Neke od poznatih vrsta oprašivača ovog reda su istočni kaligraf (*Toxomerus geminatus* Say, 1823, Slika 4a) i muha trut (*Eristalis tenax* Linnaeus, 1758, Slika 4b)



Slika 4. a) Istočni kaligraf (*Toxomerus geminatus* Say, 1823, porodica *Syrphidae*) (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024a.); **b)** Muha trut (*Eristalis tenax* Linnaeus, 1758, porodica *Syrphidae*) (Current Biology, 2022.)

Kornjaši (Coleoptera) su vrstama najmnogobrojniji red kukaca s preko 350 000 opisanih vrsta u svijetu, koje su sistematski grupirane unutar dva podreda: raznosedci (Polyphaga) i grabežljivci (Adephaga) (Proleksis, 2012.). To je raznovrsni red kukaca s iznimno raznolikim morfološkim i ekološkim značajkama vrsta te se na temelju fosilnih dokaza smatraju, uz muhe, najstarijim oprašivačima iz geološkog razdoblja Jure (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024a.). Kornjaši nisu česti oprašivači, kao što su opnokrilci ili leptiri, ali zasigurno doprinose oprašivanju, kao na primjer zlatna mara (*Cetonia aurata* Linnaeus, 1758, Slika 5). Uz ovu vrstu važno je i spomenuti porodicu pipa (Curculionidae) i prištilica (Meloidae).

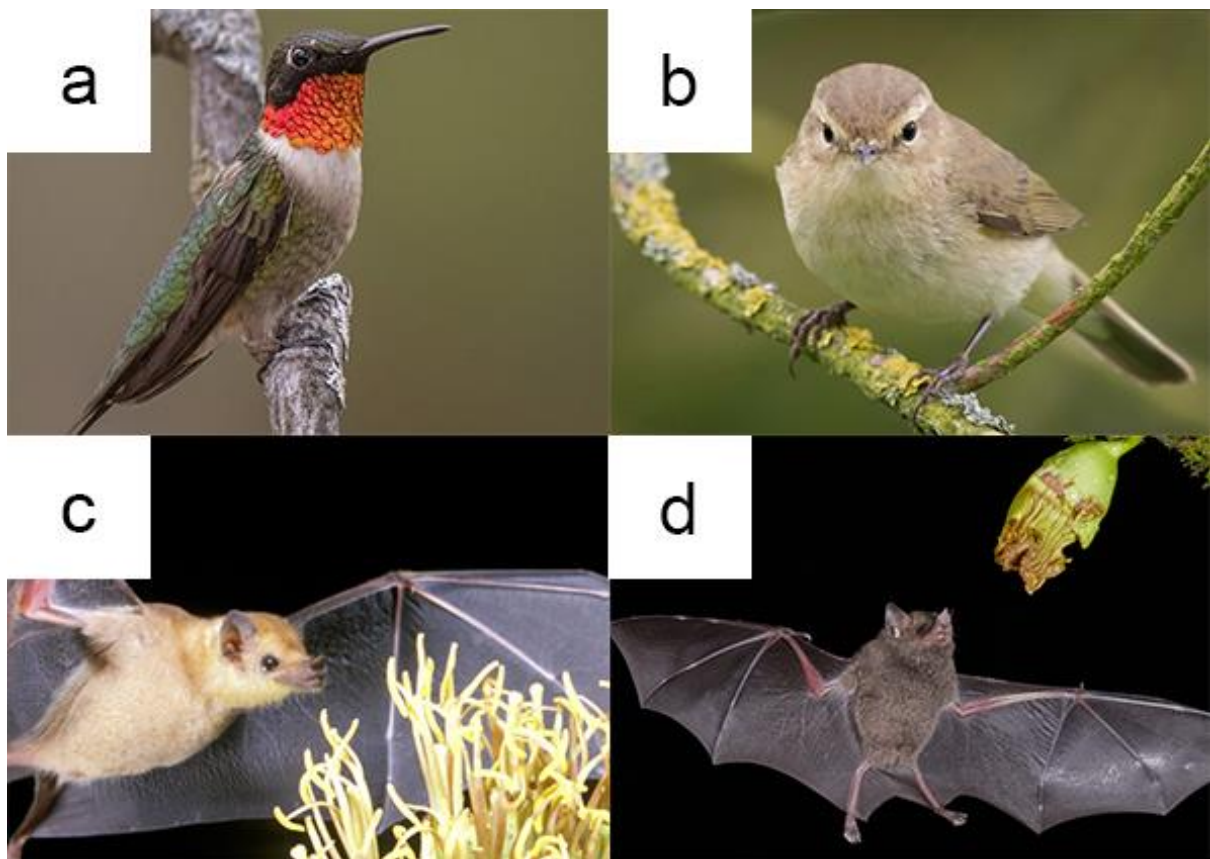


Slika 5. Zlatna mara (*Cetonia aurata* Linnaeus, 1758, porodica *Scarabaeidae*) (Plantea, 2024.)

Uz brojne kukce važni oprašivači su i pojedine skupine razreda ptica (Aves) i sisavaca (Mammalia).

Iz razreda ptica (Aves) posebno se ističe potporodica kolibrića (Trochilinae) koji su važni oprašivači. Vrste poput crvenogrlog kolibrića (*Archilochus colubris* Linnaeus, 1758; Slika 6a) i Aninog kolibrića (*Calypte anna* Lesson, 1829), koji obitavaju na području Sjeverne i Južne Amerike te oprašuju cvjetove intenzivnih boja pomoću svojih uskih kljunova i tankog jezika (Cornell Lab All About Birds, 2024.). Na području Europe dugo vremena se smatralo da nema biljnih vrsta koje se oprašuju putem ptica. Izuzetak su tada predstavljali Kanarski otoci na kojima obitava niz endemskih vrsta biljaka, a neke poput vrsta *Canarina canariensis* (L.) Vatke i *Isoplexis canariensis* (L.) Loudon oprašuju se pticama, preciznije njihov oprašivač je zviždak (*Phylloscopus collybita* Vieillot, 1817, Slika 6b), vrsta iz reda vrapčarki ili pjevica (Passeriformes) (Dalsgaard i sur., 2008). Zanimljivo je istaknuti novije podatke vezane uz floru Lastova na kojem je zabilježena vrsta *Anagyris foetida* L. koju uz zviždka oprašuju i crnokapa grmuša (*Sylvia atricapilla* Linnaeus, 1758.) i crnoglava grmuša (*Sylvia melanocephala* Gmelin, 1789.).

Važni oprašivači iz razreda sisavaca su predstavnici reda šišmiši (Chiroptera), podreda Megachiroptera. Riječ je o šišmišima većih dimenzija tijela, koji su poznati i pod nazivima leteće lisice ili pak letipsi, a rasprostranjeni su u tropskom i suptropskom području (Young, 2001.). Primjerice, vrste *Leptonycteris yerbabuena* (Martinez i Villa 1940, Slika 6c) i *Choeronycteris mexicana* (Tschudi 1844; Slika 6d) hrane se nektarom te su izrazito važni oprašivači na području srednje Amerike. Preko 300 vrsta voća ovisi o njihovom oprašivanju, a među njima su banane i mango. Cvjetovi vrsta koje oprašuju šišmiši nisu intenzivnih boja, već su najčešće bijeli, otvoreni noću i većih su dimenzija te se znatno razlikuju od cvjetova koje oprašuju kukci (Batcon, 2022.).



Slika 6. **a)** Crvenogrli kolibrić (*Archilochus colubris* Linnaeus, 1758, porodica *Trochilidae*) (Cornell Lab All About Birds, 2018.); **b)** Zviždak (*Phylloscopus collybita* Vieillot, 1817, porodica *Phylloscopidae*) (Plantea, 2024.); **c)** *Leptonycteris yerbabuenae* (Martinez i Villa 1940, porodica *Phyllostomidae*) (Batcon, 2022.) **d)** *Choeronycteris mexicana* (Tschudi, 1844, porodica *Phyllostomidae*) (Dennis Skogsbergh Photography, 2024.)

Oprašivači su izrazito raznolika skupina životinja koje imaju različite stanišne preferencije, kao i preferencije prema različitim biljnim vrstama. U posljednjih stotinjak godina stopa urbanizacije je sve izraženija širom svijeta. Stoga je kreiranje zelenih zona i promišljanje o urbanim staništima ključno za njihov opstanak u dinamičnom urbanom ekosustavu (Copernicus Land Monitoring Service, 2024). Zaštita prirode, ponajprije staništa i okoliša, te očuvanje vrsta važni su početni koraci prema poboljšanju i pravilnom korištenju urbanih staništa.

1.1. Cilj rada

Cilj rada je istražiti odnos između oprašivača i njihovog okoliša, ponajviše divljih pčela, s isticanjem izazova, prijetnji i pritiska opstanka u urbanim staništima. U radu će se također dati i prijedlozi inovativnih strategija koje pospješuju očuvanje i opstanak oprašivača u urbanim staništima.

2. Pregled literature

2.1. Urbana staništa i njihove značajke

Postoje različite definicije urbanih staništa i što sve ista obuhvaćaju. Jedan od načina definiranja je putem gustoće naseljenosti prostora gdje se urbanim prostorom smatra područje s gustoćom naseljenosti > 620 stan/km². Druga definicija koja se često koristi za urbana staništa navodi da su to područja pod intenzivnim i stalnim ljudskim utjecajem te se sastoje od gusto naseljenih područja, industrijskih i komercijalnih središta te ostalih autohtonih staništa. Ova područja nastaju procesom urbanizacije gdje se prirodna staništa pretvaraju u različite oblike antropogeno korištenog zemljišta, povećava naseljenost tj. gustoća populacije ljudi te se prirodno stanište fragmentira i izolira (McIntyre i sur., 2001.).

Definicija staništa prema Ministarstvu zaštite okoliša i zelene tranzicije (2017.) glasi: „Stanište je jedinstvena funkcionalna jedinica kopnenog ili vodenog ekosustava, određena geografskim, biotičkim i abiotičkim svojstvima, neovisno o tome je li prirodno ili doprirodno. Sva staništa iste vrste čine jedan stanišni tip.” Međutim, kod urbanog staništa dodatnu komponentu čine ljudi, demografske značajke populacije i korištenje društvenih i ekonomskih alata (Pickett, 2024.).

Urbana staništa se sve jače razvijaju i šire te znatno utječu na ostala susjedna staništa, stoga je važna implementacija zelenih i plavih zona / površina kako bi se očuvala i poboljšala bioraznolikost i životni uvjeti u urbanim sredinama (Vilenica sur., 2024.). Zelene zone obuhvaćaju staništa na kojima je razvijena različita vegetacija, a plave zone obuhvaćaju različite tipove vodenih tijela, od tekućica do stajaćica. Urbani krajobrazi često predstavljaju slučajevne iznimne fragmentacije staništa tako da su dijelovi staništa u urbanoj jezgri više ili manje snažno međusobno izolirani matricom izgrađenog okoliša što znatno otežava i povećava rizik širenja organizama, a takva vrsta fragmentacije može se smanjiti uvođenjem zelenih i plavih površina (Faeth i sur., 2019.).

Urbana staništa su prostorno heterogena i vremenski dinamična područja koja se od svog okruženja razlikuju po: većoj prisutnosti nepropusnih područja (npr. asfaltirane površine), onečišćenju (npr. svjetlosno, toplinsko, atmosfersko, vodeno), većem broju alohtonih biljaka i promjenama u klimatskim uvjetima (npr. povećanje broja toplinskih otoka). Urbana staništa su izrazito nepovoljna za vrste koje nisu prilagođene na uzak raspon ekoloških uvjeta. Također, urbana staništa podložna su različitom onečišćenju, putem vodotoka ili pak vjetrova koji nose različite nečistoće u svoju okolinu. Unos različitih alohtonih vrsta biljaka u urbana staništa također može naštetiti okolnim staništima gdje se takve vrste mogu širiti i negativno utjecati na autohtone biljne vrste (Pickett, 2024.). Urbana staništa također imaju veću potrošnju energije od drugih tipova staništa, pa čak i antropogenih poljoprivrednih staništa (McIntyre i sur., 2001.). Novija istraživanja pokazuju kako urbana staništa uz korištenje resursa tla, kao i antropogena poljoprivredna staništa, koriste npr. i resurse vode i vjetra, koji znatno utječu na bioraznolikost staništa i protok energije (Hamed i Alshare, 2022.).

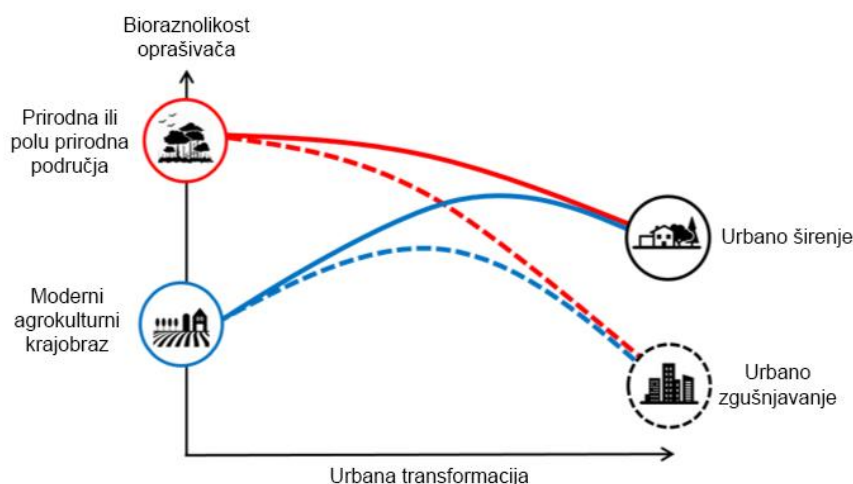
2.1.1. Utjecaj širenja urbanog staništa

Uslijed rasta ljudske populacije dolazi do povećanja urbanih staništa diljem svijeta, te danas više od pola svjetske populacije, točnije 54,5 % ljudske populacije, živi u urbanim sredinama (United Nations, 2016.). Širenje urbanog staništa rezultira pretvaranjem nekadašnjih šuma, močvara, pustinja i ostalih staništa u industrijske, prometne i urbane zone. Zbog toga dolazi do gubitka staništa, fragmentacije i povećanja nepovoljnih životnih uvjeta za brojne skupine organizama (Liu i sur., 2016.). Urbana staništa nemaju definiran rub već urbano stanište prelazi u tzv. suburbano, a potom u prirodno stanište. Većinski dio urbanog staništa je homogen te je proces urbanizacije jedan od glavnih pokretača biotičke homogenizacije koja se definira kao: proces kojim se uslijed invazije i izumiranja vrsta povećava genetska, taksonomska ili funkcionalna sličnost dvaju ili više lokacija u određenom vremenskom intervalu (Olden, 2008.). Navedeni proces je veliki izazov za očuvanje bioraznolikosti uslijed gubitka autohtonih vrsta i homogenizacije biote na svjetskoj razini. Također, postoji problem nepovezanosti ljudi, koji žive u homogeniziranoj urbanoj sredini, s prirodnim okolišem što ima zabrinjavajući učinak na očuvanje autohtonih vrsta. Edukacija stanovništva, koje nije povezano i upoznato s autohtonom florom i faunom, vrlo je otežana jer stanovnicima nedostaje određeno znanje i emocionalna povezanost sa okolišem (McKinney, 2006.).

Urbana staništa mogu podržati različite zajednice biljaka i životinja te je pristup prirodi unutar urbane zajednice prepoznat kao ključna komponenta za stvaranje funkcionalne sredine pogodne za život stanovništva. Međutim, većina urbanih staništa ima veću količinu alohtonih i invazivnih vrsta od autohtonih, a njihova brojnost se usporedno povećava s povećanjem stupnja urbanizacije (Gippet i sur., 2022.). Dodatni problem predstavljaju poljoprivreda i šumarstvo, koji se nalaze u neposrednoj blizini urbanih staništa jer se primjerice u poljoprivrednoj proizvodnji koriste brojna agrokemijska sredstva, a i često se stvaraju monokulture koje zauzimaju velike površine (Simkin i sur., 2022.; Wenzel, 2020.). Ovakvo onečišćenje i prenamjena zemljišta stvaraju dodatni pritisak na lokalnu i regionalnu bioraznolikost (Stoytcheval, 2011.).

2.2. Odnos između urbanog staništa i oprašivača

Urbana staništa pogodna su za različite biljke i životinje, pa tako i oprašivače (Dylewski i sur., 2019.). Međutim, smatra se da heterogena staništa u gradskim i prigradskim središtima imaju različite učinke na oprašivače uslijed razlike u sustavu vegetacije i u antropogenom upravljanju krajolikom. Pozitivni odgovori oprašivača na urbanizaciju uglavnom su vezani za umjereno širenje ruralnog i poljoprivrednog zemljišta s nepropusnosti površine manjom od 50 %, dok je širenje većih urbanih područja s visokim postotcima izgrađene, zatvorene i nepropusne površine iznad 50 % dovelo do smanjenja oprašivača i gubitka usluga ekosustava (oprašivanja), te posljedično smanjenje kvalitete ekosustava (Wenzel, 2020., Slika 7).

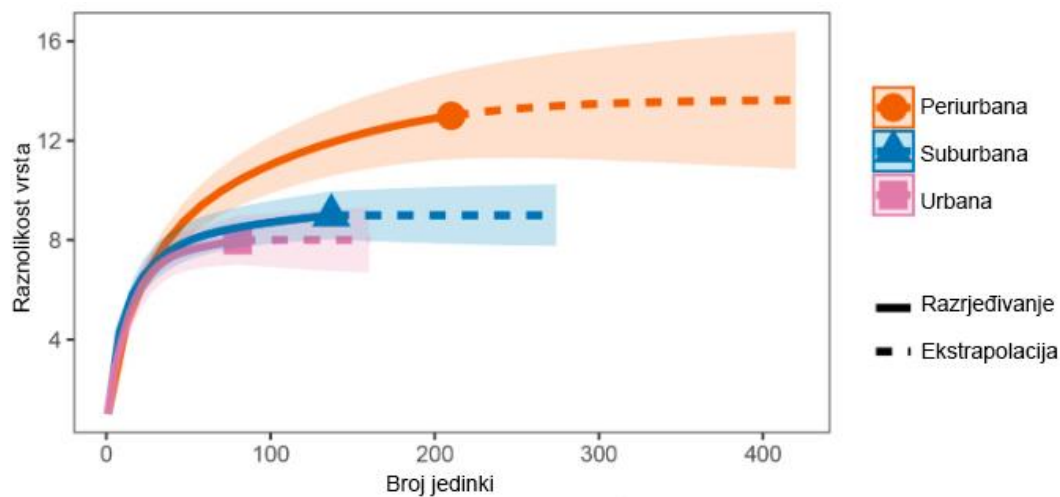


Slika 7. Hipotetski obrasci odgovora bioraznolikosti oprašivača na urbanu transformaciju s različitim ishodišnim točkama (prirodna ili poluprirodna područja u odnosu na intenzivno upravljane moderne poljoprivredne krajobraz) i krajnjim točkama (urbano širenje s 20 – 50 % nepropusne površine u odnosu na urbano zgušnjavanje s nepropusnom površinom većom od 50 %), preuzeto i prilagođeno prema: Wenzel (2022.).

2.2.1. Utjecaj urbanog staništa na različite oprašivače

Utjecaj urbanog staništa na oprašivače određen je s dva glavna čimbenika, a to su prirodnost ne urbanog kontrolnog staništa i snaga urbanog zgušnjavanja tj. porast srednje razine urbanizacije unutar ograničenog područja koje se suprotstavlja urbanom širenju. Umjerena urbanizacija općenito je povezana s pozitivnim utjecajem na bioraznolikost, te je početni proces urbanizacije najčešće utvrđen na rubovima urbanih sredina. Takvo područje predstavlja jedno od povoljnijih staništa za oprašivače uslijed velikog udjela povoljnih staništa za gniježđenje oprašivača, poput vrtova, parkova, velikih zelenih površina i ostataka autohtonih poluprirodnih ili prirodnih staništa. Umjerena razina urbanizacije dovodi do povećanja heterogenosti okoliša što povoljno utječe na raznolikost oprašivača. Naime, ovaj procese se dovodi u vezu s hipotezom srednjeg poremećaja koja predviđa da pri umjerenom poremećaju imamo maksimalnu raznolikost vrsta (Connell, 1978.). Stoga se raznolikost oprašivača povećava s povećanjem zelenih površina u urbanim staništima, a lokalno s dostupnošću resursa za gniježđenje i pokrovnosti cvjetnica (Wenzel, 2020.).

U slučaju izraženije urbanizacije i fragmentacije staništa dolazi do promjena u sastavu zajednica oprašivača i pada brojnosti njihovih populacija. Većina oprašivača izbjegava dulja putovanja do manjih izoliranih fragmenata ili je prisiljena promijeniti način traženja hrane kako bi nadoknadila utrošak energije i vremena. Također, mijenja se i ponašanje oprašivača koji se zadržavaju duže na jednom cvijetu biljke što upućuje na potrebu većeg iskorištavanja nađenih resursa u svrhu nadoknade energije potrošene na putovanje do resursa (Harrison i Winfree, 2015.). Nadalje, lokalne značajke staništa, poput bogatstva biljnih vrsta i pokrovnosti cvjetnica, značajno utječu na bogatstvo vrsta i abundanciju bumbara (Ahrné i sur., 2009.). Prema istim autorima i bogatstvo vrsta i abundancija bumbara u urbanim staništima se smanjuje ukoliko izostaju staništa s prethodno navedenim značajkama. Zanimljiva su i recentna istraživanja leptira u urbanim staništima Lin i sur. (2023.) koja su pokazala kako se raznolikost i brojnost jedinki leptira smanjuje u „najurbaniziranijim“ urbanim parkovima. Nadalje, ista istraživanja su pokazala kako rjeđe naseljeni urbani parkovi podržavaju višu raznolikost i bogatstvo vrsta leptira, a slično je dokazano i za parkove u suburbanoj zoni. Indikatorske vrste, koje indiciraju promjene u ekosustavu i okolišu, poput *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767) i *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758), mogu se koristiti za praćenje učinka urbanizacije u parkovima (Lin i sur., 2023., Slika 8).



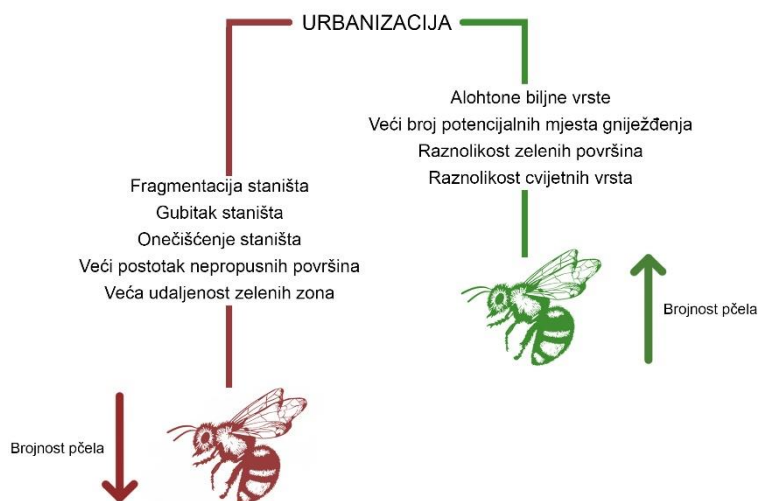
Slika 8. Usporedba metoda rarefakcije i ekstrapolacije za procjenu raznolikosti vrsta oprašivača u različitim urbanim parkovima, preuzeto i prilagođeno prema: Lin i sur. (2023.).

Urbanizacija ima negativan učinak na bogatstvo vrsta autohtonih oprašivača i pozitivan utjecaj na bogatstvo alohtonih vrsta oprašivača. Unatoč manjem bogatstvu oprašivača u urbanim središtima u usporedbi s poluprirodnim područjima, brojnost oprašivača se previše ne razlikuje kao što se razlikuje njihova raznolikost. Umjerene razine urbanizacije mogu povećati heterogenost staništa i dostupnost cvjetnica i resursa za gniježđenje te tako potaknuti brojnost oprašivača u urbanim zelenim zonama i onih u prirodnim područjima (Liang i sur., 2023.).

S jedne strane sve veća zainteresiranost javnosti za praksu “divljeg” vrtlarstva i velika raznolikost cvjetnica u vrtovima i drugim kultiviranim površinama imaju potencijal za dobrobit i očuvanje oprašivača. S druge strane efekt urbanog toplinskog otoka i veliki broj alohtonih biljnih vrsta, koje unatoč povećanju broja cvjetnih resursa, mogu imati negativan učinak na ekosustav i raznolikost pa tako i na oprašivače, a najčešće su izravna posljedica urbanizacije (Baldock, 2020.).

2.2.2. Utjecaj urbanog staništa na porodicu pčela

Proces urbanizacije negativno utječe i na porodicu pčela. Na različite vrste pčela najčešće negativno utječu iste posljedice urbanizacije kao što su gubitak zelenih površina i bioraznolikosti biljnog pokrova. Prema Wilson i Jamieson (2019.) urbanizacija utječe na oprašivače kroz gubitak i promjenu staništa, urbane toplinske otoke i veliku izloženost zagađenju iz novonastalog okoliša. Tako primjerice smanjenje vrsta cvjetnica za određene vrste pčela znači gubitak mjesta za gniježđenje (izostanak određenih stabiljka biljaka). Posebice su ugrožene vrste pčela koje se gnijezde u tlu jer procesom urbanizacije gube pogodne površine za gniježđenje. Međutim, vrste koje se gnijezde unutar različitih pukotina i zapuštenih područja često rastu brojnošću uslijed dodatnih dostupnih mjesta za gniježđenje (Wenzel, 2020.). Istraživanja u Europi pokazuju kako veliki utjecaj na pčele ima i zagađenje tla teškim metalima unutar urbanih staništa poput velikog udjela kadmija, cinka i žive u tlu čije su značajne koncentracije pronađene u pčelinjim proizvodima (Harrison i Winfree, 2015.). To upućuje da se kroz biljke na zagađenim površinama također utječe i na pčele pa i ostale oprašivače (Slika 9).



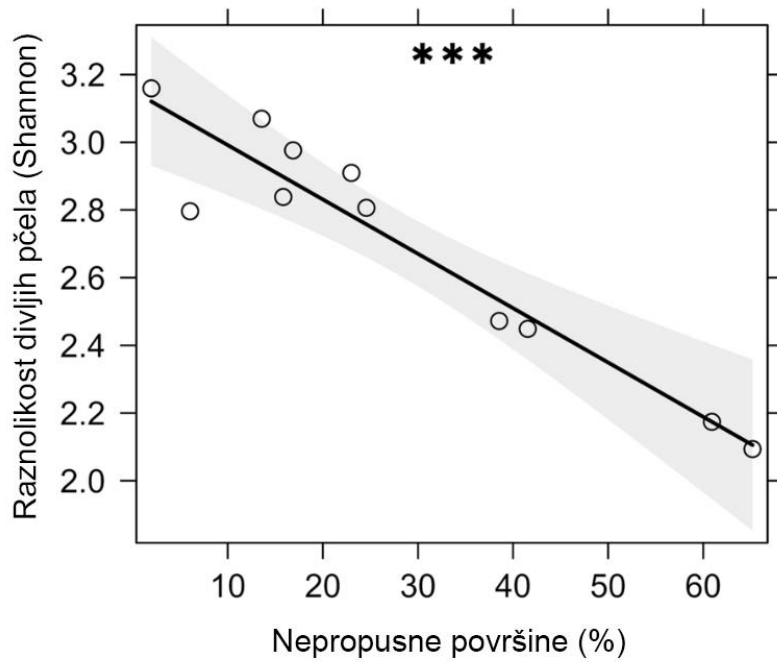
Slika 9. Odnos brojnosti pčela i uvjeta nastalih urbanizacijom.

Na medonosne pčele, poput vrste *Apis mellifera*, utječu ispušni plinovi automobila koji razgrađuju različite cvjetne tvari uslijed čega pčele ne prepoznaju i ne posjećuju zahvaćene cvjetnice (Harrison i Winfree, 2015.). Također, prekomjerna i netočna uporaba pesticida može znatno ugroziti ne samo određenu vrstu medonosnih pčela već i cijelu porodicu. Zbog toga su donesene preventivne mjere za procjenu rizika pesticida na pčele koje nisu još u potpunosti primjenjive (Anonymous, 2020.).

Unatoč mnogim negativnim čimbenicima koji prate urbanizaciju postoje i prednosti koje, ako se iskoriste na pravi način, mogu dovesti do povećanja populacije oprašivača, pa tako i pčela, posebice divljih pčela. Urbani travnjaci mogu, zbog svoje veličine, nuditi površinu za veliki broj različitih biljnih vrsta koje su glavni izvor hrane, područje mogućeg gniježđenja i sklonište za divlje pčele (Dylewski i sur., 2019.).

Divlje pčele u urbanim staništima češće imaju manju veličinu tijela u odnosu na jedinke u prirodnim staništima. Veličina tijela utječe na mogućnost dužeg leta te zbog velikih udaljenosti između urbanih zelenih površina trebaju više odmora. Također istraživanja pokazuju kako divlje pčele koje se izlegnu u kasno proljeće i kasnije kreću s letom bolje prilagode i opstaju u urbanom staništu (Buchholz i Egerer, 2020.).

Brojnost svih pčela unutar urbanih staništa se smanjuje što se broj nepropusnih površina povećava te je zbog toga važan omjer propusnih i nepropusnih površina. Veliki utjecaj na pčele također ima visina vegetacije, gdje se pokazalo da pčelama odgovaraju različite visine vegetacije s važnim naglaskom na višu vegetaciju. Na brojnost pčela još utječe i dužina koridora između zelenih gradskih površina te stupanj urbanizacije. Naime, što je stupanj urbanizacije viši to je brojnost raznolikih vrsta pčela sve manja (Herrmann i sur., 2023., Slika 10).



Slika 10. Raznolikost divljih pčela u odnosu na udio nepropusnih površina u urbanim staništima, preuzeto i prilagođeno prema: Herrmann i sur. (2023.).

2.3. Očuvanje urbanog staništa i oprašivača

Urbana staništa sastoje se od različitih dijelova važnih za kvalitetu života ljudi. Međutim, zelene površine često se zanemaruju u tom pogledu unatoč svim dokazima različitih istraživanja da kvaliteta života raste uz dobro projektirane zelene površine. Unazad nekoliko godina fokus je stavljen na stvaranje takvih površina i na njihovo očuvanje te se različitim mjerama uvodi obavezno projektiranje zelenih površina uz projektiranje novih urbanih cjelina te se provodi rezolucija za inicijativu za oprašivače. Rezolucija naglašava očuvanje biološke raznolikosti i usluge ekosustava u urbanom planiranju te potiče države članice na promatranje i stvaranje adekvatnog staništa za oprašivače u cijeloj Europi, kako bi se stvorila aktivna mreža gradova. U rezoluciji je stavljen naglasak na zelene krovove i zidove koji bi povećali udio zelenih površina u postojećim isplaniranim urbanim cjelinama (Petito, 2023.). Europska komisija potaknula je stvaranje platforme s ciljem očuvanja i stvaranja adekvatnih zelenih površina ne samo za oprašivače, već i za ljude. Detaljnim planom navedene strategije pruža se pomoć zemljama članicama EU te ih se usmjerava k boljem iskorištavanju okolnih resursa na ekološki prihvatljiv način koji će dovesti do adaptacije na klimatske i okolišne promjene te obnovu zelenih površina i bioraznolikosti današnjice (European Commission, 2022.).

Postoje različite mogućnosti očuvanja urbanog staništa i zelenih površina važnih za oprašivače. Poticanje urbane agrikulture i urbanih vrtova jedna su od mogućnosti koje smanjuju efekt toplinskih otoka i povećavaju zelene površine. Povećanjem proizvodnje u urbanim staništima blagotvorno se djeluje na gospodarstvo i na smanjenje ispušnih plinova, jer je prijevoz proizvoda kraći te se smanjuje otpad od ne konzumirane hrane. Zatim je moguće i povećati broj zelenih površina kroz stvaranje zelenih krovova i zidova te bolje projektiranje površina poput parkova. Na taj način se povećava aktivnost i edukacija ljudi paralelno s njihovim zdravljem i zdravljem okoliša. Važno je isto spojiti gradove s ruralnim okruženjem koje pruža gradovima jedan od glavnih izvora radne snage, područja odlaganja otpada i agrikulturne površine za proizvodnju (FAO, 2020.). Očuvanje urbanih staništa i oprašivača su povezani ciljevi ako se izvode na prihvatljive i znanstveno potkrijepljene načine. Uvođenjem zakona za projektiranje novih urbanih cjelina zajedno sa zelenim površinama i pretvaranje mogućih postojećih površina u zelene površine neće naštetiti urbanoj slici prostora već će se podići kvaliteta. Uvođenje i stvaranje površina povoljnih za oprašivače smanjuje negativan utjecaj urbanizacije i klimatskih promjena. Jedan od dokaza su i rezultati različitih istraživanja utjecaja zelenih površina na zdravlje ljudi koje je u pozitivnoj korelaciji s većim brojem i

blizinom zelenih površina. Nguyen i sur. (2021.) su s istraživanjem pokazali da široki raspon zelenih površina utječe na zdravlje i kvalitetu života ljudi, te navode kako se važnost zelenih površina u urbanim sredinama vidjela najbolje 2019. godine za vrijeme COVID-19 pandemije gdje je većinska populacija tražila i pronašla utočište za mir i socijalizaciju baš na urbanim zelenim površinama što je na taj način pokazalo i vodećim politikama važnost zelenila u moru nepropusnih i zatvorenih površina gradova.

2.4. Unaprjedenje urbanih staništa za oprašivače

Zelene zone, kao što je istaknuto i prije, su povoljna staništa za oprašivače, posebice vrstovi. Dijelovi urbanih staništa prekriveni većim udjelom betona ili asfalta su nepovoljna područja, no uz pomoć zelenih krovova i zidova može se smanjiti njihov negativan učinak. Stoga je u urbanim sredinama važno sljedeće: 1) kreirati nove zelene zone i 2) poboljšati postojeće uvjete primjenom tzv. zelenih mjera. Također, u urbanim staništima potrebno je izbjegavati primjenu pesticida i herbicida na zelenim površinama. Pesticidi koji se zadržavaju na cvijetu biljke loše utječu na zdravlje oprašivača te mogu uzrokovati njihovu smrt i različite poremećaje kao što su dezorijentiranost i ne nalaženje puta nazad do košnice ili hranjenje ličinki pčela onečišćenom hranom zbog čega dolazi do transfera onečišćivača unutar košnice (Smitley i sur., 2019.). Primjer dobre prakse uočen je u Parizu koji je prije 15 godina zabranio uporabu pesticida na javnim gradskim površinama te je dokazano da je ta zabrana dovela do povećanja ne samo oprašivača već i drugih organizama (Zaninotto i Dajoz, 2022.).

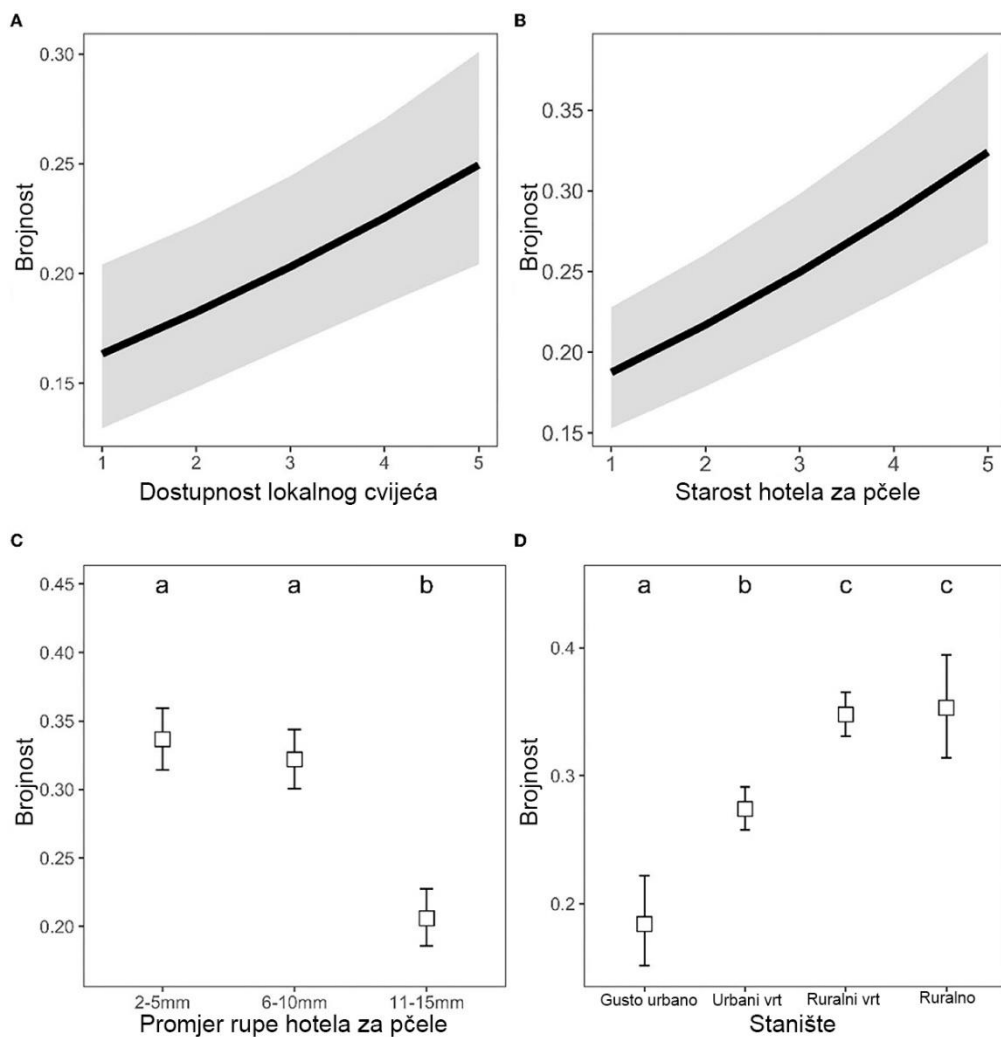
Za razliku od pesticida, herbicidi će neizravno utjecati na oprašivače. Naime, manjak uporabe herbicida povećava i brojnost korova koji privlače divlje vrste oprašivača poput divljih pčela. Sponsler (2019.) navodi kako herbicidi otežavaju pronalazak i oduzimaju moguće izvore hrane te da mogu smanjiti otpornost i zdravlje mladih oprašivača. Herbicidi tako mogu smanjiti vjerojatnost preživljavanja ličinki leptira kod porodica kao što su lastinrepci (*Papilionidae*) i šarenci (*Nymphalidae*) (Albanese, 2019.). Primjena herbicida može se smanjiti pravilnim biranjem vrsta biljaka za tip površine na kojem će biti zasađene, micanja nepoželjnog korova samoinicijativno i sagledanje vlastitog vrta i drugih površina kao zasebnog malog ekosustava koji treba sadržavati raznolikosti zbog čega se mogu ostaviti neki korovi ili dijelovi travnjaka nepokošeni (Sponsler, 2019.).

Pored smanjenja uporabe pesticida i herbicida treba spomenuti i sadnju raznolikih biljnih vrsta koje će privlačiti oprašivače proizvodnjom peludi i nektara. Također, preporuka je i neuklanjanje korovnih cvjetnica sa zelenih površina s ciljem očuvanja raznolikosti. Još jedan dobar način koji pomaže oprašivačima u urbanim sredinama je sadnja biljaka koje cvatu u različito vrijeme što može biti posljedica stvaranja zelenih zona koje imaju cvatuće biljke kroz cijelu godinu (Smitley i sur., 2019.).

Važan čimbenik kod prilagodbe zelenih površina je i uloga temperature. Klimatske promjene i povišena srednja temperatura znatno utječu na neke zajednice oprašivača poput

divljih pčela. Stvaranjem dodatnih zelenih površina i popravak loše izvedenih već postojećih površina može utjecati na temperaturu urbanih područja. Uvođenjem novih zelenih i plavih zona (fontane i sl.) smanjuje se efekt urbanog toplinskog otoka što je povoljno oprašivačima, a ujedno i ljudima (IEEP, 2023.).

Najbolja prilagodba urbanog staništa za različite vrste pčela pa čak i leptira je sadnja veće količine cvjetnica bogatih nektarom koje privlače oprašivače. Uz to je važna i edukacija ljudi o stvaranju raznolikosti unutar njihovih privatnih vrtova koji mogu biti utočište velikom broju oprašivača. U Engleskoj je zabilježen veliki broj vrsta oprašivača baš u privatnim vrtovima bogatim različitim cvjetnim vrstama biljaka. Dobar način za očuvanje pčela je uvođenje hotela za pčele ili hotela za kukce. Tu se pčele mogu lako gnijezditi i povećavati svoju populaciju. Persson i sur. (2023.) navode kako broj pčela pozitivno raste sa starošću hotela za pčele i blizini cvjetnica te da je veća brojnost u hotelima s manjim do srednje velikim rupama za razliku od onih s većim (Slika 11).

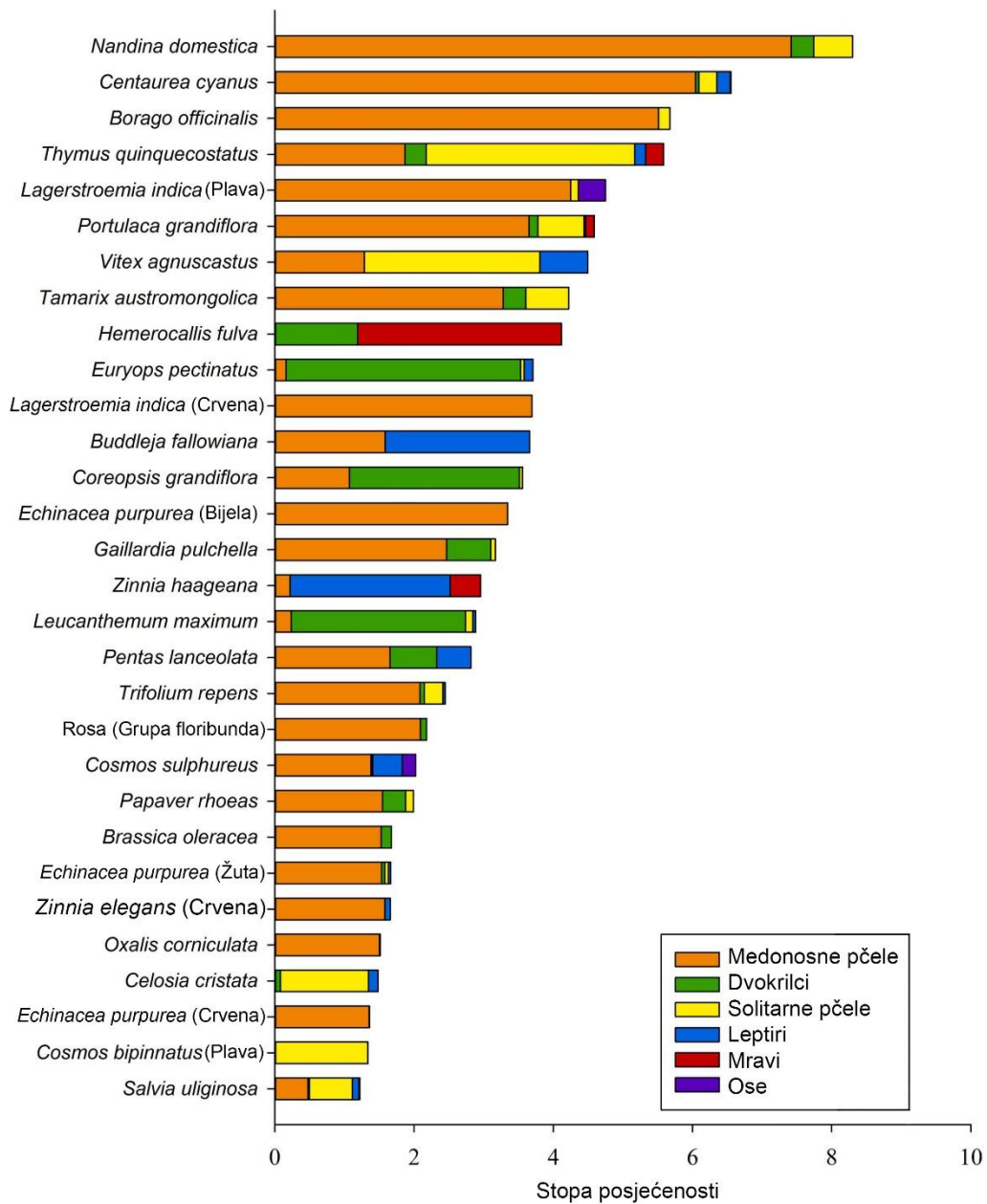


Slika 11. Prikaz popunjenosti hotela za pčele ovisno o sljedećim čimbenicima: a) dostupnosti lokalnog cvijeća, b) starosti hotela za pčele, c) promjera rupe hotela za pčele i d) okoline u kojoj se nalazi vrt, preuzeto i prilagođeno prema: Persson i sur. (2023.).

Divlje pčele imaju drugačije zahtjeve od medonosnih pčela. Primjerice, divlje pčele preferiraju gniježđenje u prirodnom staništu kao što je u tlu ili biljkama. Divlje pčele mogu se privući s ciljanom sadnjom biljaka koja će im nuditi hranu i zaklonu tijekom cijele godine, što se može postići sadnjom biljaka koje rastu i cvatu u različito godišnje doba (Tertilt, 2021.). Važno je i smanjiti štetnost pesticida što je moguće postići čak i najmanje zahtjevnim postupcima kao što je čitanje uputstva primjene pesticida ili manjom uporabom jačih pesticida (Johansen i sur., 2013.). Ukoliko postoji cilj očuvanja divljih pčela i prilagodbi urbanih staništa na njihove potrebe moguće je redovito pratiti stanje njihovih populacija na različitim staništima, kao primjerice rubu grada, privatnim vrtovima i zelenim površinama. Različite političke inicijative i zakoni koji upućuju na zalaganje vladi diljem svijeta za bolja staništa oprašivača pa i zalaganja pojedinaca izrazito su važna za očuvanje divljih pčela (Cornell Atkinson Center of Sustainability, 2024.).

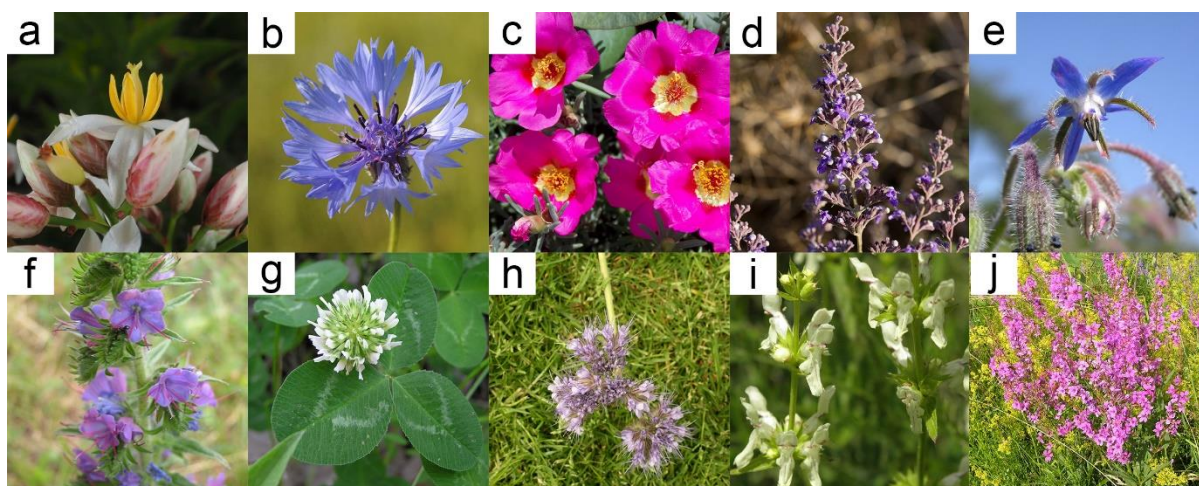
2.4.1. Popis biljnih vrsta pogodnih za urbano stanište i očuvanje oprašivača

Različitim istraživanjima dokazano je da na oprašivanje pojedinih redova oprašivača utječe oblik cvijeta, miris, boja i orijentacija. Tako primjerice pčele najviše posjećuju cvjetove oblika diska ili zdjele, ljubičastih i plavih boja iako neke divlje vrste imaju afinitet prema bijelim ili žutim cvjetovima. Određene vrste leptira najviše privlače uspravni cvjetovi sa zavnutim vjenčićem koji omogućuju podlogu za mirovanje pri oprašivanju te isto kao kod pčela vrste plavih i ljubičastih boja. Pored navedenih značajki utvrđeno je da leptiri i neke vrste dvokrilaca preferiraju glavočike (*Asteraceae*) (Wang i sur., 2024., Slika 12).



Slika 12. Prikaz posjećivanja vrsta biljaka mjereno po satu određenih vrsta oprašivača, preuzeto i prilagođeno prema: Wang i sur. (2024.).

Važno je i spomenuti neke od cvjetnica koje privlače oprašivače, poput sljedećih: nebeski bambus (*Nandina domestica* Thunb., Slika 13a), različak (*Centaurea cyanus*, L., Slika 13b), prkos (*Portulaca grandiflora* Hook., Slika 13c), prstasta konoplja (*Vitex agnus-castus*, L., Slika 13d), boražina (*Borago officinalis* L., Slika 13e) i obična lisičina (*Echium vulgare* L., Slika 13f) (Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2024b.; Wang i sur., 2024.). Divlje pčele najbolje privlače samonikle biljne vrste koje su većinom pod nadzorom i brigom ljudi (Feltham i sur., 2015.). Kao jedne od najposjećenijih vrsta izdvajaju se sljedeće: bijela djetelina (*Trifolium repens* L. Slika br. 13g), crvena djetelina (*Trifolium pratense* L.) i facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth., Slika 13h). Uspravni čistac (*Stachys recta* L., Slika 14i), golublja zvjezdolika (*Scabiosa columbaria* L.), livadna kadulja (*Salvia pratensis* L.) i vrbica (*Lythrum salicaria* L., Slika 13j) su vrste iznimno važne jer cvatu preko ljeta i tako nude dodatnu hranu u vrućim ljetnim danima (Wildbiene und Partner, 2024.; Wang i sur., 2024.).



Slika 13. Prikaz cvjetnih vrsta za oprašivače; **a)** Nebeski bambus (*Nandina domestica* Thunb.), **b)** Različak (*Centaurea cyanus* L.), **c)** Prkos (*Portulaca grandiflora* Hook.), **d)** Prstasta konopija (*Vitex agnus-castus* L.), **e)** Boražina (*Borago officinalis* L.), **f)** Obična lisičina (*Echium vulgare* L.), **g)** Bijela djetelina (*Trifolium repens* L.), **h)** Facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), **i)** Uspravni čistac (*Stachys recta* L.) i **j)** Vrbica (*Lythrum salicaria* L.), preuzeto iz: Royal Botanic Gardens, Kew (2024.).

3. Zaključak

Urbana staništa imaju itekako veliki potencijal za oprašivače, upravo radi mogućnosti uvođenja raznolikih biljnih vrsta i stvaranja veće raznolikosti. Povećana raznolikost i ponuda većeg broja biljnih vrsta privlači oprašivače te im pruža povoljna mjesta za ishranu i gniježđenje. U provedbi uređenja urbanih zelenih zona, s ciljem stvaranja pogodnih staništa za oprašivače, potrebno je uključiti nadležne institucije i stanovnike određenog područja. Politike tj. nadležne vlasti mogu provoditi inicijative i donositi zakone za zaštitu i razvijanje zelenih površina te poticati stanovnike putem različitih manifestacija u očuvanju lokalne raznolikosti oprašivača. Također, potrebno je stalno educirati stanovništvo o raznolikosti i važnosti oprašivača jer uređenje privatnih vrtova u urbanim sredinama pozitivno utječe na njihovu brojnost.

Kod uređenja urbanih zelenih površina važno se fokusirati na preoblikovanje postojećih zelenih površina, kako bi one sadržavale veću količinu i raznolikost biljaka za koje je dokazano da privlače oprašivače, te da se stvore zeleni koridori koji će smanjiti putanju od jedne do druge zelene površine. Raznolikost biljaka može se postići pravilnim odabirima vrsta koje će cvasti u različitim razdobljima godine, ciljanom košnjom livada gdje se neki dijelovi ostavljaju ne pokošeni te primjenom alohtonih vrsta koje privlače nove vrste oprašivača. U privatnim vrtovima stanovnici mogu provoditi iste metode te mogu postavljati hotele za kukce koji će oprašivačima nuditi sklonište i smanjiti nepoželjno gniježđenje unutar zidova i krovova.

Potencijal urbanih staništa najbolje bi se iskoristio da stanovnici i vlasti skupa sudjeluju u uređenju, očuvanju i preoblikovanju zelenih površina. Tako se na primjer mogu uvesti različiti programi u škole i vrtiće koji će educirati djecu o važnosti oprašivača i načinima njihovog očuvanja kroz različite radionice kao što je sadnja pogodnih vrsta biljaka. Također se mogu organizirati manifestacije u kojima sudjeluju različite dobne skupine vezano uz uređenje urbanog zelenila te se mogu uvesti novčani poticaji za izradu zelenih krovova i zidova. Primjerice, u gradu Zagrebu bi se mogli provesti poticaji za stvaranje spomenutih zelenih krovova i zidova na postojećim i na novonastalim objektima te uređenje zelenih otoka kružnih tokova i parkinga koji bi doprinijeli većem broju zelenih zona u gradu. Također, mogu se educirati stanovnici za korištenje hotela za kukce i načina upravljanja privatnim vrtovima kako bi osigurali adekvatno stanište za oprašivače.

Uređenje urbanog zelenila neće samo pomoći oprašivačima već i drugim životinjama i ljudima jer kroz povećanje brojnosti zelenih površina opada efekt toplinskog otoka te je time ugodniji boravak u gradovima tijekom ljetnog razdoblja. Potencijal urbanog staništa je lako zapažen, ali nedovoljno iskorišten ili krivo iskorišten. Kontinuirana edukacija i poticanje razgovora na navedenu temu jedan su od najvažnijih i prvih koraka prema boljem održivom suživotu ljudi i prirode u urbanim sredinama.

4. Literatura

1. Ahrné K., Bengtsson J., Elmqvist T. (2009). Bumble bees (*Bombus* spp.) along a gradient of increasing urbanization. *PloS One*, 4(5), e5574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005574>
2. Albanese D. (2019). Negative effects of common herbicides on non-target invertebrates. Graduate thesis, Faculty of Georgia Southern University Georgia Southern University, Statesboro. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1966>
3. Anonymous. (2020). Tematsko izvješće. Zaštita divljih oprašivača u EU-u - Komisijine inicijative nisu urodile plodom. Europski revizorski sud.
4. Baldock K. C. (2020). Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science*, 38, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006>
5. Batcon (2022). Not just the birds and bees: 6 fast facts about pollinating bats. <https://www.batcon.org/not-just-the-birds-and-bees-6-fast-facts-about-pollinating-bats/> (pristupljeno 21. svibnja 2024.)
6. Batcon (2024). Lesser long-nosed bat (*Leptonycteris yerbabuena*). <https://www.batcon.org/bat/leptonycteris-yerbabuena/>
7. Buchholz S., Egerer M. H. (2020). Functional ecology of wild bees in cities: towards a better understanding of trait-urbanization relationships. *Biodiversity and Conservation*, 29(9–10), 2779–2801. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02003-8>
8. Copernicus Land Monitoring Service (2024). Understanding and managing urban green spaces. <https://land.copernicus.eu/en/use-cases/understanding-and-managing-urban-green-spaces/understanding-and-managing-urban-green-spaces> (pristupljeno 19. svibnja 2024.)
9. Connell J. H. (1979). Response: Intermediate-Disturbance hypothesis. *Science*, 204(4399), 1345. <https://doi.org/10.1126/science.204.4399.1345.a>
10. Cornell Atkinson Center for Sustainability (2024). Wild bee conservation resources. <https://atkinson.cornell.edu/wildbees/resources/> (pristupljeno 2. travnja 2024.)
11. Cornell Lab All About Birds (2018). Ruby-throated hummingbird. https://www.allaboutbirds.org/guide/Ruby-throated_Hummingbird/id (pristupljeno 28. svibnja 2024.)
12. Current Biology (2022). Quick guide. Diptera pollinators. [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(22\)00423-7.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(22)00423-7.pdf) (pristupljeno 29. svibnja 2024.)
13. Dalsgaard B., González A. M. M., Olesen J. M., Timmermann A., Andersen L. H., Ollerton J. (2008). Pollination networks and functional specialization: a test using

- Lesser Antillean plant–hummingbird assemblages. *Oikos*, 117(5), 789–793. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16537.x>
14. Dennis Skogsbergh Photography (2024). Mexican Long-tongued Bat (*Choeronycteris mexicana*). <https://dskogsphoto.com/costa-rica-2019/w7a7954-sharpen-stabilize/> (pristupljeno 6. srpnja 2024.)
 15. Dylewski Ł., Maćkowiak Ł., Banaszak-Cibicka W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*, 44(5), 678–689. <https://doi.org/10.1111/een.12744>
 16. European Commission (2024). Urban Nature Platform. Environment. https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-nature-platform_en (pristupljeno 26. travnja 2024.)
 17. Fath B. D. (2018). *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Amsterdam.
 18. Feltham H., Park K., Minderman J., Goulson D. (2015). Experimental evidence that wildflower strips increase pollinator visits to crops. *Ecology and Evolution*, 5(16), 3523–3530. <https://doi.org/10.1002/ece3.1444>
 - 19.
 20. FAO (2020). Five ways to make cities healthier and more sustainable. <https://www.fao.org/newsroom/story/Five-ways-to-make-cities-healthier-and-more-sustainable/en> (pristupljeno 15. travnja 2024.)
 21. Gippet J. M. W., Rocabert C., Colin T., Grangier J., Tauru H., Dumet A., Mondy N., Kaufmann B. (2022). The observed link between urbanization and invasion can depend on how invasion is measured. *Diversity and Distributions*, 28(6), 1171–1179. <https://doi.org/10.1111/ddi.13509>
 22. Habdija I., Habdija B. P., Radanović I., Špoljar M., Matoničkin Kepčija R., Vujčić Karlo S., Miliša M., Ostojić A., Sertić Perić M. (2021). *Protista - Protozoa; Metazoa – Invertebrata*. Alfa, Zagreb.
 23. Hamed T. A., Alshare A. (2022). Environmental impact of solar and wind energy—a review. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 10(2), 1–23. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d9.0387>
 24. Harrison T., Winfree R. (2015). Urban drivers of plant-pollinator interactions. *Functional Ecology*, 29(7), 879–888. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12486>
 25. Herrmann J., Buchholz S., Theodorou P. (2023). The degree of urbanisation reduces wild bee and butterfly diversity and alters the patterns of flower-visitation in urban dry grasslands. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29275-8>
 26. IEEP (2023). How can cities support pollinators while adapting to climate change?. <https://ieep.eu/news/how-can-cities-support-pollinators-while-adapting-to-climate-change/> (pristupljeno 28. svibnja 2024.)
 27. INaturalist community. (2024). Dunkle erdhummel (*Bombus terrestris*).

28. <https://www.inaturalist.org/taxa/57516-Bombus-terrestris> (pristupljeno 17. lipnja 2024.)
29. Johansen E., Hooven L. A., Sagili R. R. (2013). How to reduce bee poisoning from pesticides. [Corvallis, Or.]: Oregon State University Extension Service. <https://www.uidaho.edu/-/media/UIIdaho-Responsive/Files/Extension/county/Kootenai/gardening/how-to-reduce-bee-poisoning-from-pesticides.pdf>
30. Liang H., He Y., Theodorou P., Yang C. (2023). The effects of urbanization on pollinators and pollination: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 26(9), 1629–1642. <https://doi.org/10.1111/ele.14277>
31. Li G., Fang C., Li Y., Wang Z., Sun S., He S., Qi W., Bao C., Ma H., Fan Y., Feng Y., Liu X. (2022). Global impacts of future urban expansion on terrestrial vertebrate diversity. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29324-2>
32. Lin Y., Huang S., Fang W., Zhao Y., Huang Z., Zheng R., Huang J., Dong J., Fu W. (2023). Butterfly communities vary under different urbanization types in city parks. *Animals*, 13(11), 1775. <https://doi.org/10.3390/ani13111775>
33. Liu Z., He C., Wu J. (2016). The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: an empirical evaluation from 16 World cities. *PloS One*, 11(4), e0154613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154613>
34. Liu Z., He C., Zhou Y., Wu, J. (2014). How much of the world's land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion. *Landscape Ecology*, 29(5), 763–771. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0034-y>
35. McMahon M. (2022). Indicator species: a vital presence. <https://www.reconnectwithnature.org/news-events/big-features/indicator-species-a-vital-presence/> (pristupljeno 7. ožujka 2024.)
36. McIntyre N., Rango J., Fagan W., Faeth S. (2001). Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 52(4), 257–274. [https://doi.org/10.1016/s0169-2046\(00\)00122-5](https://doi.org/10.1016/s0169-2046(00)00122-5)
37. McKinney M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
38. Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije. (2017). Staništa i ekosustavi. <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/stanista-i-ekosustavi/stanista> (pristupljeno 17. travnja 2024.)
39. Nguyen P., Astell-Burt T., Rahimi-Ardabili H., Feng X. (2021). Green space quality and health: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11028. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111028>
40. Olden J. D. (2008). Biotic homogenization. Encyclopedia of Life Sciences. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020471>

41. Persson A. S., Hederström V., Ljungkvist I., Nilsson L., Kendall L. (2023). Citizen science initiatives increase pollinator activity in private gardens and green spaces. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.1099100>
42. Plantea (2024). <https://www.plantea.com.hr/zivotinje> (pristupljeno 17. lipnja 2024.)
43. Royal Botanic gardens KEW. (2024). Welcome to plants of the World online. <https://powo.science.kew.org/> (pristupljeno 28. lipnja 2024.)
44. Simkin R. D., Seto K. C., McDonald R. I., Jetz W. (2022). Biodiversity impacts and conservation implications of urban land expansion projected to 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(12). <https://doi.org/10.1073/pnas.2117297119>
45. Smitley D., Brown D., Finneran R., Elsne E., Landis J. N., Shrewsbury P. M., Herms D. A., Palmer C. L. (2019). Protecting and enhancing pollinators in urban landscapes for the US North Central Region. https://www.canr.msu.edu/home_gardening/uploads/files/pollinators/protectpollinatorsinlandscapes2019-web.pdf (pristupljeno 15. travnja 2024.)
46. Stoytcheva M. (2011). *Pesticides in the modern world: Risks and Benefits*. BoD – Books on Demand. https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=KXWfDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA129&dq=effect+of+pesticides&ots=XLfer6qMBC&sig=Q5g7i1BntFrQMppHIDXA8Y18O_Y&redir_esc=y#v=onepage&q=effect%20of%20pesticides&f=false (pristupljeno 27. svibnja 2024.)
47. Sponsler D. B., Grozinger C. M., Hitaj C., Rundlöf M., Botías C., Code A., Lonsdorf E. V., Melathopoulos A. P., Smith D. J., Suryanarayanan S., Thogmartin W. E., Williams N. M., Zhang M., Douglas M. R. (2019). Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Science of the Total Environment*, 662, 1012–1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.016>
48. Tertilt M. (2021). Darum sind Wildbienen wichtiger als Honigbienen. <https://www.quarks.de/umwelt/tierwelt/darum-sind-wildbienen-wichtiger-als-honigbienen/> (pristupljeno 18. svibnja 2024.)
49. United Nations (2016). The World's Cities in 2016.. In: Statistical papers, series A, Population and vital statistics report. <https://doi.org/10.18356/8519891f-en> (pristupljeno 10. ožujka 2024.)
50. United Nations (2018). The speed of urbanization around the World. https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PopFacts_2018-1.pdf (pristupljeno 13. travnja 2024.)
51. Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba. (2024). Pčela medarica (*Apis mellifera*). <https://zoo.hr/pcela-medarica-apis-mellifera/> (pristupljeno 14. ožujka 2024.)

52. Vogel & Natur (2015). Kuriose Vogelwelt #6: Wie Vögel mit Bestäubung Blumen formen – Vogelbeobachtung in Deutschland. <https://www.vogelundnatur.de/bestaebung-voegel/> (pristupljeno 2. travnja 2024.)
53. Vilenica M., Brigić A., Koren A. Š., Koren T., Perić M. S., Schmidt B., Bužan T., Gottstein S. (2024). Odonata assemblages in urban semi-natural wetlands. *Insects*, 15(3), 207. <https://doi.org/10.3390/insects15030207>
54. Wang H., Ran N., Jiang H., Wang Q., Ye M., Bowler P. A., Jin X., Ye Z. (2024). Complex floral traits shape pollinator attraction to flowering plants in urban greenspaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 91, 128165. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128165>
55. Wenzel A. (2022). Farmland biodiversity and associated ecosystem services across tropical rural-urban landscapes. Doctoral thesis, University of Göttingen, Bremen <https://doi.org/10.53846/goediss-9341>
56. Wildbiene und Partner (2024). Wildblumen und -pflanzen als Lebensgrundlage für Wildbienen. <https://wildbieneundpartner.ch/pages/lebensraum-pflanzen> (pristupljeno 10. lipnja 2024.)
57. Wilson C. J., Jamieson M. A. (2019). The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. *PLoS One*, 14(12), e0225852. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225852>
58. Xerces Society for Invertebrate Conservation (2024a). Who are the pollinators?. <https://xerces.org/pollinator-conservation/about-pollinators> (pristupljeno 15. ožujka 2024.)
59. Xerces Society for Invertebrate Conservation (2024b). Pollinator-Friendly Native Plant List. <https://xerces.org/pollinator-conservation/pollinator-friendly-plant-lists> (pristupljeno 28. svibnja 2024.)
60. Young J. Z. (2001). *The Life of Vertebrates*. Oxford University Press, London.
61. Zaninotto V., Dajoz I. (2022). Keeping up with insect pollinators in Paris. *Animals*, 12(7), 923. <https://doi.org/10.3390/ani12070923>

Životopis

Isabella Margeta rođena je 3. veljače 2002. godine u Grazu, Austrija. Od 2017. do 2021. godine pohađala je IX. opću gimnaziju. U srednjoj školi pohađala je dodatni predmet Astronomiju te je bila član likovne skupine već od osnovne škole. Također je bila član plesnog studija Bailando 8 godina. 2021. godine upisuje Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet smjer Krajobrazna arhitektura kojeg završava 2024. godine obranom završnog rada pod nazivom „Urbana staništa kao potencijal za oprašivače“.

Pozna je dva strana jezika, a to su: engleski jezik (B2 razina) i njemački jezik (B2 razina) koje je položila na državnoj maturi. Njezine računalne vještine su korištenje programa AutoCAD, Adobe Photoshop, QGIS, ProVal i Microsoft Office. U slobodno vrijeme bavi se slikanjem i pisanjem te ima položenu vozačku dozvolu B kategorije. Također je članica studenta tutora na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.