

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Jovana M. Bila Dubaić

Prostorno-vremenski obrasci širenja i trofičke interakcije azijske pčele smolarice (*Megachile sculpturalis*) u jugoistočnoj Evropi

doktorska disertacija

Beograd, 2022

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Jovana M. Bila Dubaić

Spatio-temporal patterns of spread and trophic interactions of sculptured resin bee (*Megachile sculpturalis*) in Southeast Europe

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022

Mentor:

dr Aleksandar Četković

docent, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

Članovi komisije:

dr Ljubiša Stanisavljević

redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

dr Milka Glavendekić

redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet

dr Milan Plećaš

docent, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

Datum odbrane: _____

Zahvalnica

Bez stručne i emotivne podrške velikog broja ljudi ova doktorska disertacija ne bi postojala.

Prvo želim da izrazim zahvalnost svom mentoru, doc. dr **Aleksandru Četkoviću** koji mi je pružio priliku da radim na Biološkom fakultetu, uveo me u svet pčela i preneo ljubav prema terenskim istraživanjima. Hvala na trudu koji ste uložili da mi prenesete svoja znanja, idejama i brojnim diskusijama koje su me motivisale da se usavršavam i nastavim da radim na sebi tokom naše dugogodišnje saradnje. Hvala na svim naporima koje ste uložili kako bi ova disertacija poprimila svoj finalni oblik.

Posebnu zahvalnost dugujem članovima komisije, prof. dr **Ljubiši Stanisavljević**, prof. dr **Milki Glavendekić** i doc. dr **Milanu Plećašu**, na korisnim komentarima tokom završne faze izrade teze. Zahvaljujem se i prof. dr **Dmitru Lakušiću**, na velikoj pomoći prilikom determinacije biljaka, kao i prof. dr **Jasmini Krpo-Četković**, na predanom čitanju naših radova i konstruktivnim sugestijama koje su ih značajno unapredile.

Posebnu zahvalnost želim da izrazim kolegama koji su mi sve ove godine pružali podršku.

Pleki - hvala ti što si uvek nesebično delio svoje znanje samnom, naučio me kako da koristim QGIS (i pokušao da me naučiš da koristim R), pomogao mi oko obrade podataka, i neumorno unapređivao svaki tekst koji napišem. Od tebe sam puno naučila. Tebi i **Alex** sam veoma zahvalna što ste preuzeli moje obaveze u nastavi i na taj način olakšali najteži period stvaranja ove disertacije.

Džej Ar - tebi i Plekiju želim da se zahvalim što ste proveli samnom brojne dane (mesece!) na terenu. Sa vama su i zahtevni tereni (na +40°C bez hladovine) bili lagani i zabavni. Posebno cenim tvoju bezuslovnu spremnost da mi uvek pomogneš – to mi je omogućilo da nesmetano napredujem tokom perioda pisanja radova i same disertacije. Hvala ti što si mi pružila taj osećaj da na tebe uvek mogu da se oslonim!

Leli, Korani, Plekiju, Džej Ar, Alex i DISKO ekipi - hvala što ste me neumorno slušali, usmeravali, tešili i pružali podršku - možda niste toga bili svesni, ali nekoliko puta ste me vratili na pravi put i dali mi podstrek da ne odustanem.

Hvala kolegini **Juliji Laner** - da tebe nije bilo ova doktorska disertacija imala bi potpuno drugačiji naslov i tematiku. Zahvalna sam što su nam se putevi ukrstili i drago mi je što si od koleginiće prerasla u velikog prijatelja. Hvala na nesebičnom deljenju svojih iskustava i znanja. Bilo je pravo uživanje sarađivati sa tobom i radujem se budućim idejama i zajedničkim poduhvatima.

Hvala **Milice P.** - na entuzijazmu, neumornom pronalaženju ključnih biljaka za moje istraživanje i što uvek umeš da me oraspoložiš, **Uroše B.** na zaraznom pozitivnom stavu (koji zaista dođe kao melem na ranu) i **Sanja Đ.** na determinaciji brojnih biljaka (uglavnom vikendom i sa nemogućih-za-determinaciju fotografija). Hvala mojoj prvoj drugarici koju sam upoznala na fakultetu **Joci**, na drugarstvu i mogućnosti da radim na projektima izvan fakulteta koji su mi u teškim momentima izrade ove disertacije značili mnogo više nego što bih ikada pretpostavila.

I još jednom hvala svim pomenutim i nepomenutim kolegama sa Katedre za ekologiju i geografiju životinja na prijateljstvu i podršci tokom predhodnih godina.

Hvala mojim prijateljima koji su izvan sveta biologije, **kuma Boki, Ivani, Bixi, Aleksandri i Jeci** što ste bili moj kompas - niste mi dozvoljavali da odlutam i podsećali me da život nije samo doktorat.

Hvala **Miljo** što si me podstakla da zakoračim u svet prenošenja znanja ka široj javnosti. Taj poduhvat mi je omogućio prva iskustva u ovoj oblasti i pomogao da se uspešno upustim u pokretanje projekta građanske nauke, koji je veliki deo ove disertacije.

Posebno želim da istaknem značaj i ulogu građana volontera-naučnika, mojih pomoćnika bez kojih 50% podataka ove disertacije ne bi postojalo. Vi ste odvojili svoje privatno vreme i poklonili ga mom istraživanju, posmatrali, fotografisali, (a mnogi od vas i) otvorili vrata svoga doma kako bih mogla da prikupim uzorke. Moj pogled na nauku se promenio nakon saradnje sa vama, što me je na kraju usmerilo u pravcu u kom želim da se moja dalja karijera razvija. Mnoga od ovih poznanstava, koja su počela kao interakcija građana i naučnika, danas su prerasla u prava prijateljstva (**Kata P., Mitar S., Dragiša P.**).

Hvala mom dedi **Marku** koji me je u detinjstvu uveo u svet ekologije. Verovatno toga nisi bio svestan, ali ti si otvorio vrata vrata ka mom interesovanju za istraživanjem i bavljenjem naukom.

~

Put do konačne verzije ove teze bio je pravi izazov. Počev od potpuno nedefinisane ideje, eksperimentalnih godina, preko naziranja osnovnog okvira, do naglog preokreta i potpune izmene (promene ideje i naslova). Čini mi se da, od upisivanja doktorskih studija do danas, imam sakupljenog materijala za četiri različite doktorske disertacije. Ali, baš zato što je bilo ovako trnovito i neizvesno, na ovom teškom i dugom putu naučila sam mnogo više nego prosečan student doktorand. Neka to ostane kao jedino što je važno.

Đole, hvala ti što si uvek moja baza i oslonac. I u dobrim i u kriznim trenucima. Iako je zbog životnih okolnosti tvoj posao imao prednost nad mojim radom, puno mi je značilo što si uvek navijao za mene i verovao da mogu da istrajem do samog kraja.

Na kraju, zahvalnost dugujem mojim ćerkama koje su, iako često sprečavale i usporavale moj rad na ovoj disertaciji, u suštini bile jedini razlog da ne odustanem. **Ana, Saša i Mila**, želela sam svojim primerom da vam pokažem da čak i onda kada deluje nemoguće, ipak вреди biti uporan i boriti se za ono što volite i želite! Ovu disertaciju posvećujem vama.

**Live the life you love,
love the life you live.**

Prostorno-vremenski obrasci širenja i trofičke interakcije azijske pčele smolarice (*Megachile sculpturalis*) u jugoistočnoj Evropi

Sažetak

Azijska pčela smolarica (*Megachile sculpturalis* Smith, 1853) je prva alohtona vrsta pčele koja je uspešno kolonizovala Evropu. U ovoj studiji analizirani su procesi njene introdukcije i obrasci ekspanzije u regionu jugoistočne Evrope, u periodu 2015–2021. godine, sa evaluacijom karaktera njenih trofičkih interakcija i stanišnih preferencija. Studija je zasnovana na terenskom istraživanju autora, na podacima prikupljenim kroz projekat građanske nauke, kroz međunarodnu naučnu saradnju, kao i kroz sveobuhvatno kompiliranje i evaluaciju podataka iz publikacija i internet izvora. Rezultati ukazuju na postojanje dva glavna žarišta ekspanzije u istraživanom regionu: istočno-panonskog (sa širenjem prema jugu-jugozapadu) i severno-italijanskog (preko Slovenije duž jadranske obale na jugoistok Balkana). Podaci sa većih nadmorskih visina su retki, što potvrđuje značaj većih planinskih masiva kao prirodne barijere frontalnoj ekspanziji. Projekat građanske nauke i prikupljanje podataka iz različitih internet izvora pružilo je ključne informacije za rekonstrukciju rane istorije kolonizacije u regionu i višestruko povećalo geografski opseg istraženog područja. Sa druge strane, sistematska/ciljana istraživanja su omogućila uvid u detalje dinamike populacije, što je osnova za procenu eventualne invazivnosti ove pčele. Na lokalnoj skali detaljno je analiziran obrazac detektabilnosti u odnosu na distribuciju raspoloživih floralnih resursa. Sofora je potvrđena kao pojedinačno najvažnija biljka hraniteljka, ključna za efikasno detektovanje i praćenje, pogotovu tokom rane faze kolonizacije. Suprotno čestom određenju azijske smolarice kao "široko polilektične" vrste, u ovoj studiji utvrđeno je da ona ima mnogo uži opseg korišćenja biljaka za ishranu larvi.

Ključne reči: divlje pčele, Balkan, građanska nauka, introdukovane vrste, monitoring i procena invazivnosti, oprašivači, Srbija

Naučna oblast: Ekologija

Uža naučna oblast: Zaštita biodiverziteta – ekologija invazivnih vrsta

UDK broj:

Spatio-temporal patterns of spread and trophic interactions of sculptured resin bee
(*Megachile sculpturalis*) in Southeast Europe

Abstract

Sculptured resin bee (*Megachile sculpturalis* Smith, 1853) is the first non-native bee species that successfully colonized Europe. Process of its introduction and patterns of expansion in Southeast Europe, in the period 2015–2021, were analyzed in this study, with an evaluation of its trophic interactions and habitat preferences. The study is based on the author's field research, data collected through a citizen science project, international scientific collaboration, as well as a comprehensive compilation and evaluation of data from publications and internet sources. The results indicate presence of two main centers of expansion in the study region: Eastern Pannonian (with expansion towards the south-southwest) and Northern Italian (through Slovenia along the Adriatic coast to the southeast of the Balkans). Data from higher altitudes are rare, which confirms the importance of larger mountain massifs as a natural barrier to frontal expansion. The citizen science project and data collected from various Internet sources provided key information for the reconstruction of the early history of colonization in the region and increased the geographical scope of the study area. On the other hand, systematic/targeted research provided details of population dynamics, as a basis for invasiveness assessment of this bee. Pattern of detectability in relation to the distribution of available floral resources was analyzed in detail on a local scale. Sophora has been confirmed as the single most important host plant, crucial for effective detection and monitoring, especially during the early stages of colonization. Contrary to the previous portrayal of Sculptured resin bee as a "broadly polylectic" species, this study found that it has a much narrow range of larval food plant sources.

Keywords: wild bees, Balkans, citizen science, introduced species, monitoring and assessment of invasiveness, pollinators, Serbia

Scientific field: Ecology

Scientific subfield: Biodiversity conservation – ecology of invasive species

UDC number:

SADRŽAJ

1. Uvod	1
1.1. Biološke invazije	1
1.1.1. Osnovni pojmovi i pristupi u biologiji invazivnih vrsta	1
1.1.2. Protokoli za procenu invazivnosti	2
1.2. Azijska pčela smolarica (<i>Megachile sculpturalis</i> Smith, 1853)	4
1.2.1. Introdukcija alohtonih pčela	4
1.2.2. Geografsko poreklo, sistematika i životni ciklus azijske pčele smolarice	5
1.2.3. Trofičke interakcije azijske pčele smolarice	8
1.2.4. Istorija širenja azijske pčele smolarice u Evropi	9
1.2.5. Rizici od širenja azijske pčele smolarice	10
1.3. Izazovi pravovremenog detektovanja i praćenja statusa populacija introdukovanih vrsta	13
1.3.1. Dometi i značaj građanske nauke u praćenju širenja introdukovanih vrsta	13
1.4. Naučni ciljevi istraživanja	15
2. Materijal i metode	16
2.1. Kompiliranje podataka o prisustvu i interakcijama azijske pčele smolarice iz publikacija i internet-izvora	16
2.2. Aktivno prikupljanje podataka o azijskoj pčeli smolarici kroz sistematska terenska istraživanja	17
2.2.1. Kvantitativno-ekološke procene (područje Beograda)	17
2.2.2. Faunističko-ekološko evidentiranje ekspanzije (region Balkana)	19
2.3. Projekat građanske nauke za praćenje azijske pčele smolarice	20
2.4. Teritorijalni okviri studije	22
2.4.1. Područje Beograda – okvir studije slučaja	22
2.4.2. Regionalni nivo – jugoistočna Evropa i susedna područja	24
2.5. Metodologija obrade i analize	25
2.5.1. Verifikacija i kategorizacija podataka iz različitih izvora	25
2.5.2. Formiranje i organizacija višenamenskih baza podataka	26
2.5.3. Georeferenciranje prostornih podataka i primarna geo-prostorna analiza	27
2.5.4. Analiza prostorno-vremenskih obrazaca i interakcija	30

2.5.4.1. Trofičke interakcije smolarica–biljke (globalni nivo)	30
2.5.4.2. Lokalni obrasci populacione aktivnosti smolarice i cvetanja ključnog floralnog resursa.....	30
3. Rezultati	33
3.1. Trofičke interakcije azijske pčele smolarice (globalni pregled)	33
3.2. Podaci o prisustvu – kvantitativni pregled.....	37
3.2.1. Rezultati terenskih istraživanja	37
3.2.2. Podaci iz internet-izvora i literature.....	38
3.2.3. Pregled rezultata projekta građanske nauke (PGN)	39
3.3. Studija lokalnog slučaja – detekcija i kvantitativno-ekološko praćenje smolarice u Beogradu	44
3.4. Regionalni nivo – introdukcija i hronologija širenja <i>M. sculpturalis</i> u jugoistočnoj Evropi.....	52
4. Diskusija.....	56
4.1. Torfičke interakcije sa biljkama – osnovni obrasci i zablude (globalni nivo).....	56
4.2. Studija lokalnog slučaja – detekcija i kvantitativno-ekološko praćenje azijske pčele smolarice u Beogradu	59
4.3. Regionalni nivo – introdukcija i prostorno-vremenski obrasci širenja smolarice u jugoistočnoj Evropi	62
4.3.1. Scenariji introdukcije i širenja u Panonskoj niziji i na zapadu Balkana	62
4.3.2. Dinamika detekcije i modaliteti širenja kroz Balkansko poluostrvo 2020–2021	63
4.3.3. Osvrt na lokalne i regionalne aspekte interakcija smolarice i važnih floralnih resursa.....	68
4.4. Značaj građanske nauke za efikasno praćenje širenja azijske pčele smolarice	70
4.4.1. Prostorna pokrivenost i predeono-stanišna distribucija podataka.....	70
4.4.2. Podaci iz PGN i drugih izvora "građanskih podataka" – kvalitet, kvantitet, ograničenja, mogućnosti	70
4.5. Metodološki koncepti i izazovi praćenja kvantitativnog statusa populacija azijske pčele smolarice	72
5. Zaključci	74
6. Literatura:.....	78
7. Prilozi.....	91

1. Uvod

1.1. Biološke invazije

Biološka raznovrsnost je od ključne važnosti za procese koji omogućavaju život na Zemlji kakav poznajemo (Altieri 1999; IPBES 2019). Već decenijama se zna da je biodiverzitet na svim nivoima ugrožen (gubi se genetička varijabilnost mnogih divljih i gajenih vrsta, smanjuje se brojnost mnogih populacija i povećava stopa izumiranja, degradiraju cenotičke interakcije i opada funkcionalnost ekosistema) i da su za to u najvećoj meri zaslužne različite antropogene aktivnosti (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2006; IPBES 2019; Raven & Wagner 2021). U poslednjih nekoliko decenija ulažu se značajni naponi ka zaustavljanju trendova opadanja biodiverziteta, čemu su posvećeni brojni međunarodni dokumenti i inicijative, kao što je Konvencija o biološkoj raznovrsnosti (CDB 1992) ili Strategija zaštite biodiverziteta u Evropskoj uniji iz 2020. godine (EU Biodiversity Strategy to 2030). Uprkos tome, danas je biodiverzitet ugroženiji nego ikad.

Čovek sve češće prenosi, namerno ili slučajno, različite vrste van njihovog prirodnog areala. Iako mnoge introdukovane vrste ne uspeju da prežive u novim područjima, one koje uspostave svoje populacije mogu prouzrokovati niz negativnih ekoloških, socijalnih i ekonomskih posledica (Levine & D'Antonio 2003; Hui & Richardson 2017; Seebens *et al.* 2017); ovakve vrste su označene kao invazivne (Hoffmann & Courchamp 2016; IUCN 2020a,b). Brojna istraživanja ukazuju na to da invazivne vrste spadaju u glavne uzročnike opadanja biodiverziteta (Bellard *et al.* 2016; IPBES 2019). Učestalost bioloških invazija višestruko je porasla sa globalizacijom, odnosno sa povećanjem obima međunarodnog saobraćaja, transporta ljudi i različitih dobara, uključujući i ekspanziju turizma (Mooney & Cleland 2001; Lockwood *et al.* 2006; Hulme 2009; Seebens *et al.* 2017). Zbog toga je od izuzetne važnosti stalno praćenje i istraživanje svake introdukovane vrste – uključujući puteve i vektore unošenja, pravce i načine širenja, i naročito procenu njenog uticaja u novoj sredini.

1.1.1. Osnovni pojmovi i pristupi u biologiji invazivnih vrsta

Veličina i položaj areala, tj. geografskog područja koje neka vrsta naseljava u određenom periodu, menja se tokom vremena usled prirodnih procesa u okruženju (Hui & Richardson 2017). Pojava da se vrsta nađe sasvim izvan svog autohtonog, tj. prirodnog istorijskog areala posredstvom čovekovih aktivnosti, i da u novom području uspostavlja svoje populacije, naziva se u literaturi različitim terminima: alohotna, strana, egzotična, uneta, ne-nativna, introdukovana vrsta (Blackburn *et al.* 2011; IUCN 2020a,b). Status autohtonosti se procenjuje u odnosu na način na koji je vrsta dospela u određeno područje, što često zavisi od vremenskog i prostornog okvira posmatanja. Pojednostavljeno, autohtona vrsta je evoluirala na određenom području ili je u njega dospela spontanim, prirodnim širenjem areala, bez ikakvog uticaja čoveka na ovaj proces. Iako ljudi već hiljadama godina, slučajno ili namerno, prenose različite organizme van njihovog prirodnog areala, stopa prenošenja drastično se povećala poslednjih nekoliko decenija. Jasno je da način dispresije (prirodnim putem ili uz pomoć čoveka) utiče na brzinu širenja i mogućnost savladavanja biogeografskih prepreka (Mack *et al.* 2000; Hoffmann & Courchamp 2016; Hui & Richardson 2017).

Kada su jedinke (ili propagule – jaja, semena, spore, delovi tela – zavisno od tipa razmnožavanja) neke vrste introdukovane u novo područje, sledi nekoliko faza procesa

uspostavljanja populacije u tom području i u svakoj se može desiti da introdukcija završiti neuspjehom (Blackburn *et al.* 2011; Hoffmann & Courchamp 2016). Nisu sve introdukovane vrste automatski i invazivne, ali neke od njih to postanu tokom kraćeg ili dužeg vremena. Važno je naglasiti da se termin "invazivna" različito interpretira i koristi od strane različitih autora. U užem smislu, termin obuhvata alohtone vrste koje imaju naglašeni negativan uticaj na autohtoni živi svet – vrste i/ili ekosisteme (Kenis *et al.* 2009; Russo 2016; Vanbergen *et al.* 2018; IUCN 2020a,b). Mnoge alohtone vrste nemaju nikakav ili imaju veoma slab uticaj na autohtoni živi svet u novoj sredini. Međutim, po nekim autorima invazivnim treba smatrati sve alohtone vrste koje se u novonastanjenom području brzo šire, bez obzira na uticaj koji imaju ili nemaju u novom okruženju (Blackburn *et al.* 2011; Hui & Richardson 2017). Drugi autori ističu da i alohtone vrste mogu ući u fazu naglašene ekspanzije, i pod određenim okolnostima imati i negativan uticaj na svoje okruženje; radi preciznosti, za invazivne vrste treba uvek terminološki naglasiti njihovo poreklo – npr. invazivne strane/alohotone vrste (*engl.* IAS – invasive alien species) (Lockwood *et al.* 2006). U ovoj disertaciji termin "invazivna vrsta" korišćen je isključivo u užem smislu, dakle za označavanje vrsta koje imaju značajan i dokazani negativan uticaj na svoje novo okruženje i živi svet u njemu, a u skladu sa Hoffmann & Courchamp (2016), Courchamp *et al.* (2017) i IUCN (2020a,b).

Ranu fazu invazija teško je detektovati (Puth & Post 2005), pre svega zbog inicijalno niske gustine populacija i ograničenog geografskog prisustva (Crooks 2005; Lockwood *et al.* 2006; Hui & Richardson 2017), a od velike je važnosti za razumevanje procesa invazije i za uspešno upravljanje eventualnim posledicama (Myers *et al.* 2000; Simberloff 2008). U većini slučajeva introdukovane vrste bivaju otkrivene tek kada njihove populacije postanu brojne, a tada je teško rekonstruisati istoriju invazije (Hui & Richardson 2017). Efikasnost upravljanja invazivnim vrstama zavisi od faze invazionog procesa u kojoj se ostvari detekcija i procena invazivnosti (Blackburn *et al.* 2011), pri čemu su programi eradikacije neuporedivo uspešniji u ranim fazama (Genovesi *et al.* 2010; Perrings *et al.* 2010). Shodno tome, postoji interes za nadzorom i praćenjem svih introdukovanih vrsta, kako bi se omogućilo njihovo rano otkrivanje u novim prostorima i pravovremena procena rizika (Roy *et al.* 2015).

Zakonska je obaveza (Zakon o zdravlju bilja, Sl. glasnik RS", br. 41/2009 i 17/2019) i dužnost, prema međunarodnim propisima i standardima čija je potpisnica Republika Srbija, sprovođenje preventivnih mera koje bi sprečile (ili umanjile intenzitet, usporile) nove biološke invazije; opšteprihvaćeno mišljenje u načnoj zajednici je da su razmena iskustava i međudržavna saradnja od ključne važnosti u ovom procesu (Lockwood *et al.* 2006; Genovesi *et al.* 2010; Perrings *et al.* 2010; Pyšek *et al.* 2011; García-de-Lomas & Vilà 2015). Za svaku alohtonu vrstu važno je identifikovati puteve unosa, vektore prenosa i faktore koji pospešuju kolonizaciju. Neki smatraju da je, po principu prevencije, neophodno tretirati sve alohtone vrste kao potencijalno invazivne, dok se ne utvrdi tačno u kojoj meri utiču na svoje okruženje (Drossart & Gérard 2020). Međutim, za mnoge organizme nema jasnog protokola na osnovu kog bi se utvrdila šteta koju pričinjavaju. Procena uticaja stranih invazivnih vrsta nije jednostavna, između ostalog i zbog toga što uticaj ne mora odmah biti uočljiv, kao i zbog činjenice da različiti uticaji u životnoj sredini mogu biti povezani i delovati sinergistički tokom dužeg vremenskog perioda (Didham *et al.* 2007). Pored toga, uticaj koji neka vrsta ima u jednoj sredini ne mora biti isti kao uticaj koji će imati u nekoj drugoj sredini (Blackburn *et al.* 2014).

1.1.2. Protokoli za procenu invazivnosti

Sa porastom stope bioloških invazija širom sveta (Seebens *et al.* 2017) pojavila se potreba definisanja standardizovanog protokola za utvrđivanje uticaja alohtonih vrsta u novim područjima. Da bi se utvrdilo da li neka vrsta ima negativan uticaj na svoje okruženje, i u kojoj

meri, neophodno je sprovesti detaljna dugoročna istraživanja, odnosno, izvršiti validnu procenu parametara invazivnosti. Procena rizika od invazivnih vrsta ima za cilj da se eventualne preventivne mere i mere upravljanja ovim vrstama definišu na vreme i efikasno sprovode (Blackburn *et al.* 2014; Roy *et al.* 2018b).

Postoji više različitih protokola i klasifikacija za procenu uticaja koji neka alohtona vrsta ima na svoje okruženje. Jedna od njih je "Klasifikacija alohtonih taksona u odnosu na njihov uticaj na životnu sredinu" tzv. EICAT (*engl.* The Environmental Impact Classification for Alien Taxa), koja omogućava svrstavanje alohtone vrste na osnovu jačine uticaja koju ona ima na svoje okruženje, u jedan od pet definisanih nivoa (Blackburn *et al.* 2014; Volery *et al.* 2020): minimalni, mali, umereni, jak i veoma jak uticaj (*engl.* minimal, minor, moderate, major, massive). Važno je napomenuti da ova klasifikacija uzima u obzir samo uticaje koje alohtona vrsta ima na životnu sredinu, ne i eventualne ekonomske ili društvene posledice koje može izazvati. Na osnovu podataka koji su dostupni o određenoj vrsti, prateći opis definisanih nivoa uticaja EICAT klasifikacije, procenjuje se gde on pripada. Naravno, s obzirom da se klasifikacija vrši na osnovu trenutno dostupnih podataka, sa novim saznanjima može doći do pomeranja taksona u okviru ove skale (Blackburn *et al.* 2014). Postoje i dve kategorije van klasifikacije – "DD" (*engl.* Data Deficient), u slučajevima kada nema dovoljno podataka da bi procena uticaja mogla da bude izvršena i "NE" (*engl.* Not Evaluated), kada na vrstama nije primenjena procedura procene (Blackburn *et al.* 2014).

Blackburn *et al.* (2014) su opisali 12 različitih tipova uticaja, i u odnosu na posledice svakog od njih, vrši se kategorizacija taksona. To su: kompeticija, predatorstvo, herbivorija, hibridizacija, prenošenje bolesti, parazitizam, toksičnost, formiranje biofilma, hemijski, fizički ili strukturni uticaj na ekosisteme, i interakcija sa drugim invazivnim vrstama. Na osnovu EICAT klasifikacije moguće je uporediti uticaj neke alohtone vrste u različitim regionima (i različitim fazama kolonizacije), i na taj način predvideti potencijalni budući rizik koji vrsta može doneti, a u skladu sa tim sprovesti edukaciju interesnih strana o potencijalnim posledicama i planirati konkretne preventivne mere (IUCN 2020a,b).

Još jedna često korišćena klasifikacija je tzv. SEICAT, "Klasifikacija alohtonih taksona u odnosu na društveno-ekonomski uticaj" (*engl.* Socio-Economic Impact Classification of Alien Taxa) koja, za razliku od EICAT sistema, uzima u obzir i društveno-ekonomske posledice uticaja vrsta prilikom procenjivanja njihove invazivnosti (Bacher *et al.* 2017), odnosno na koje sve načine introdukovane vrste utiču na aktivnosti ljudi. Često se koristi kombinacija ove dve klasifikacije, a Probert *et al.* (2020) naglašavaju da je prilikom procene neizostavno dodeliti i "stepen poverenja" procenjenog nivoa uticaja (visok, srednji ili nizak). Svakako treba imati u vidu da je poređenje uticaja između taksona veoma kompleksno jer invazivnost u velikoj meri zavisi od konteksta, ali i količine dostupnih podataka (Courchamp *et al.* 2017).

1.2. Azijska pčela smolarica (*Megachile sculpturalis* Smith, 1853)

1.2.1. Introdukcija alohtonih pčela

Na stalno rastućem spisku alohtonih vrsta, pčele su kao grupa (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) slabo zastupljene: tek oko 80 vrsta je nedavno evidentirano na svetskom nivou, što je relativno mali procenat od oko 20.000 vrsta u svetu (Russo 2016; Michener, 2007; Ascher & Pickering, 2022). Zbog generalno pozitivne percepcije vezane za dominantnu ulogu pčela u oprašivanju, često se zanemaruju potencijalno negativni efekti koje alohtone pčele mogu imati u recipijentnim ekosistemima (Goulson 2003). Međutim, moguće negativne posledice su brojne: kompeticija za resurse (hranu, materijal i mesta za gnežđenje) sa autohtonim oprašivačima, unošenje novih patogena i parazita, narušavanje i remećenje polinatorskih mreža, i pospešivanje širenja invazivnih biljaka (Goulson 2003; Russo 2016; Morales *et al.* 2017). Upravo zbog ovih negativnih efekata u poslednje vreme raste interes za boljim razumevanjem obrazaca širenja i procesa koji utiču na uspešnost kolonizovanja novih prostora od strane alohtonih oprašivača (Vanbergen *et al.* 2018). Invazivne alohtone vrste su prepoznate kao jedna od glavnih pretnji očuvanju diverziteta i funkcionalne uloge polinatora na globalnom nivou (Potts *et al.* 2010, Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019; IPBES 2019).

Zanimljivo je istaći da između dva velika kontinentalna prostora severne umerene zone postoji naglašena razlika u broju i proporciji alohtonih vrsta pčela: u Severnoj Americi je zabeleženo najmanje 55 ovakvih vrsta, u okviru faune koja broji oko 4.000 vrsta, dok Evropska fauna sa oko 2.050 vrsta obuhvata svega nekoliko (4) alohtonih pčela, uglavnom sasvim ograničenog i/ili perifernog rasprostranjenja i nejasnog statusa (Ebmer 2011; Russo 2016; Rasmont *et al.* 2017; Bortolotti *et al.* 2018). U ostalim regionima sveta, prema poslednjoj globalnoj studiji (Russo 2016), broj zabeleženih alohtonih vrsta kreće se u rasponu od 2 (Azija) ili 3 (Afrika) do 10 (Australija), 11 (Južna Amerika) ili 17 (područje pacifičkih ostrva). U relativnoj skali, Evropa se za sada može označiti kao svojevrsna "hladna tačka" (*engl.* coldspot) po pitanju broja alohtonih pčela (Bila Dubaić *et al.* 2022b), zajedno sa Azijom i Afrikom.

Većina alohtonih vrsta pčela (oko 73%) je na novo područje dospela slučajnom introdukcijom, a posmatrajući njihov način života, zapaža se dominacija onih koji se gnezde u različitim šupljinama, i to u drvenastim materijalima ili šupljim stabljikama biljaka (Russo 2016; Poulsen & Rasmussen 2020). Među alohtonim vrstama pčela najviše je onih koje pripadaju porodicama Megachilidae i Apidae (Russo 2016). Ostale alohtone pčele (oko 18%) su namerno unošene zarad veće efikasnosti oprašivanja u poljoprivrednoj proizvodnji, a najbolje proučene među njima su vrste iz roda *Bombus* i *Apis* (Goulson 2003; Russo 2016). Za oko 5% vrsta se smatra da su se proširile prirodnim putem (Russo 2016), dok za preostalih 4% nije poznat način širenja. Uticaj većine alohtonih pčela (izuzev vrsta iz roda *Apis* i *Bombus*) u novonastanjenim područjima je nedovoljno istražen (Russo 2016), o čemu postoje uglavnom hipotetičke procene.

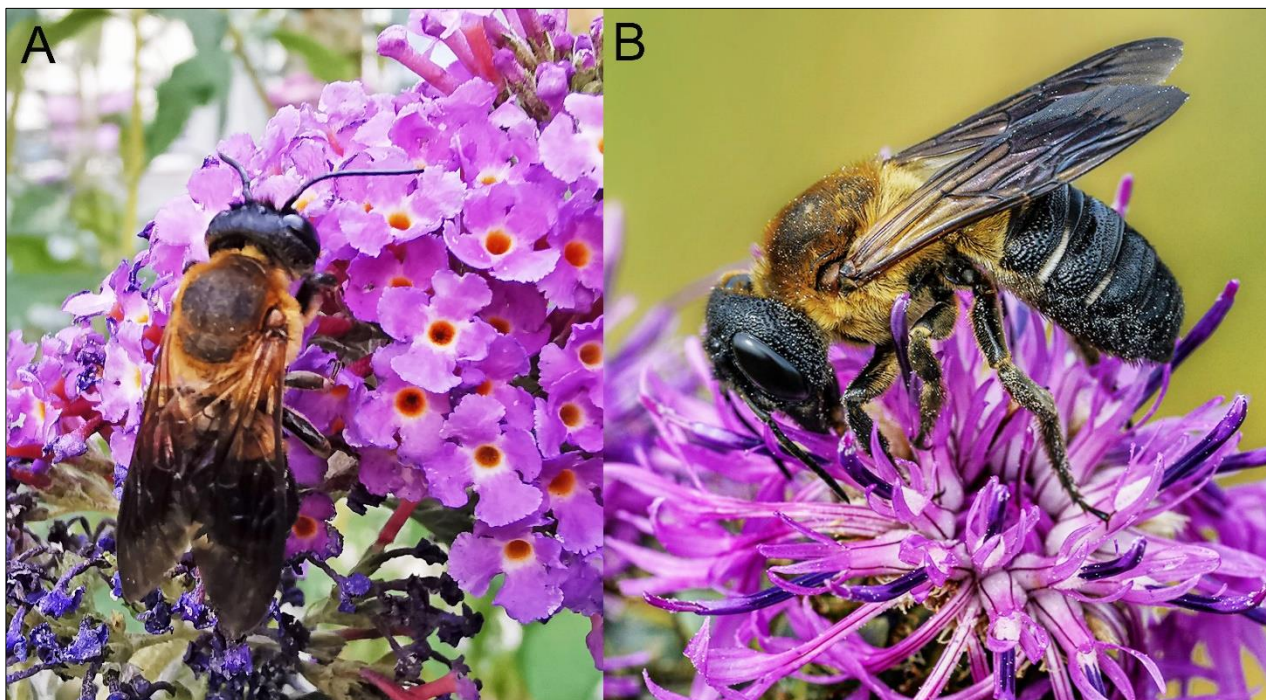
Azijska pčela smolarica (*Megachile sculpturalis* Smith, 1853) je prva alohtonih pčela u Evropi koja je uspostavila stabilne populacije, što je praćeno kontinuiranom i dinamičnom ekspanzijom. Poreklom je iz istočne Azije, u Evropi je otkrivena 2008. godine, u jugozapadnom delu, a njeno širenje rezultiralo je distribucijom koja trenutno obuhvata gotovo 2.800 × 1.100 km (po geografskoj dužini, odnosno, geografskoj širini), u okviru južne i srednje Evrope (Bila Dubaić *et al.* 2021, 2022b; Le Féon *et al.* 2021; detaljnije pod 1.2.4). U jugoistočnoj Evropi je zabeležena od 2015. godine (u Mađarskoj), u severnoj Srbiji od 2017. godine (Četković & Plećaš 2017), od kada traje praćenje njenog širenja koje je predstavljeno u ovoj tezi (Bila Dubaić *et al.* 2021, 2022a,b). U nizu studija koje se bave slučajem introdukcije smolarice u Evropi, više puta

je isticana potreba za praćenjem (“monitoringom”) ove “invazije” (Le Feon *et al.* 2018; IUCN 2020a,b; Ruzzier *et al.* 2020). Kao što je već ranije pomenuto, status invazivnosti u ovoj disertaciji će biti tretiran u restriktivnom značenju, tako da tek treba evaluirati potencijalno negativni efekat ove introdukcije (Bila Dubaić *et al.* 2021, 2022b).

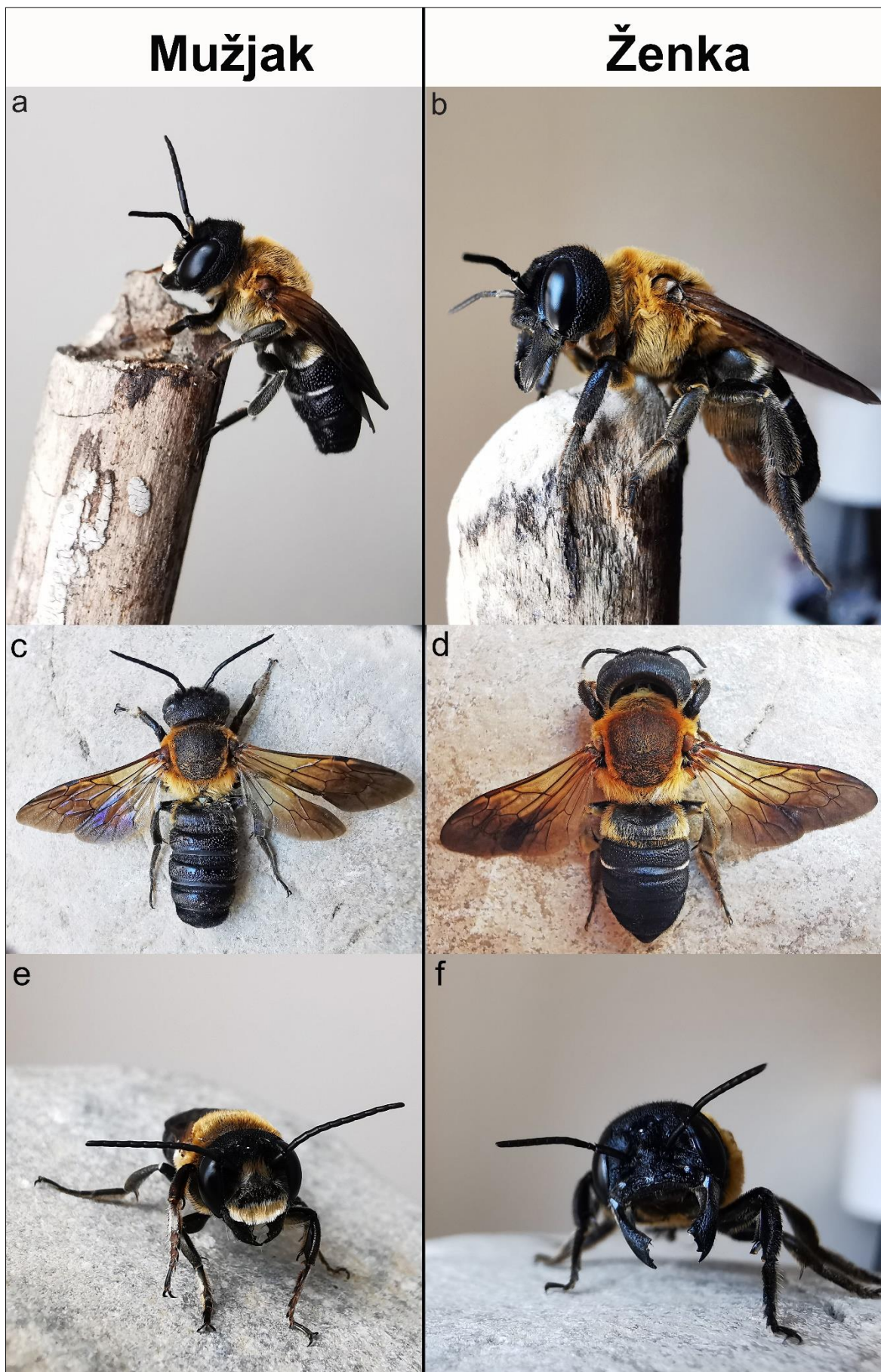
1.2.2. Geografsko poreklo, sistematika i životni ciklus azijske pčele smolarice

Azijska pčela smolarica spada u porodicu Megachilidae (Hymenoptera: Anthophila). Pripada podrodu *Callomegachile* Michener koji je rasprostranjen u tropskom pojasu Starog sveta (Michener 2007; Ascher & Pickering 2022). *Megachile sculpturalis* je redak predstavnik ovog podroda koji pretežno nastanjuje vantsropsku zonu – areal se proteže od Tajvana, preko istočne Kine, Koreje do Japana, tj. približno od 23–26° na jugu do oko 43,4° na severu (Batra 1998; Wu 2006; Ascher & Pickering 2022).

U okvirima Evropske faune pčela, smolarica je jedna od najvećih vrsta: ženke su posebno krupne (dužina 21–29 mm), dok su mužjaci upadljivo manji (12–22 mm) (Hinojosa-Diaz *et al.* 2005; Aguado *et al.* 2018), što je uobičajeno kod roda *Megachile*. Svega nekoliko evropskih vrsta pčela može dostići ovako velike dimenzije (pojedine vrste rodova *Xylocopa* i *Bombus*; Četković *et al.* 2020a), ali se smolarica od njih jasno razlikuje izduženim oblikom tela (sa naglašeno paralelnim bočnim stranama), izraženom grubom skulpturom abdomena, karakterističnim rasporedom bakarno-narandžaste i crne dlakavosti tela i krilima zatamnjenim pri vrhu (Slike 1, 2). Druge evropske vrste roda *Megachile* su značajno manje, sa drugačijom skulpturom abdomena i većinom sa drugačijom obojenošću (Banaszak & Romasenko 1998; Amiet *et al.* 2004; Praz 2017). Šematski prikaz najvažnijih razlika u izgledu azijske smolarice i nekih autohtonih vrsta dat je u Prilogu 1.

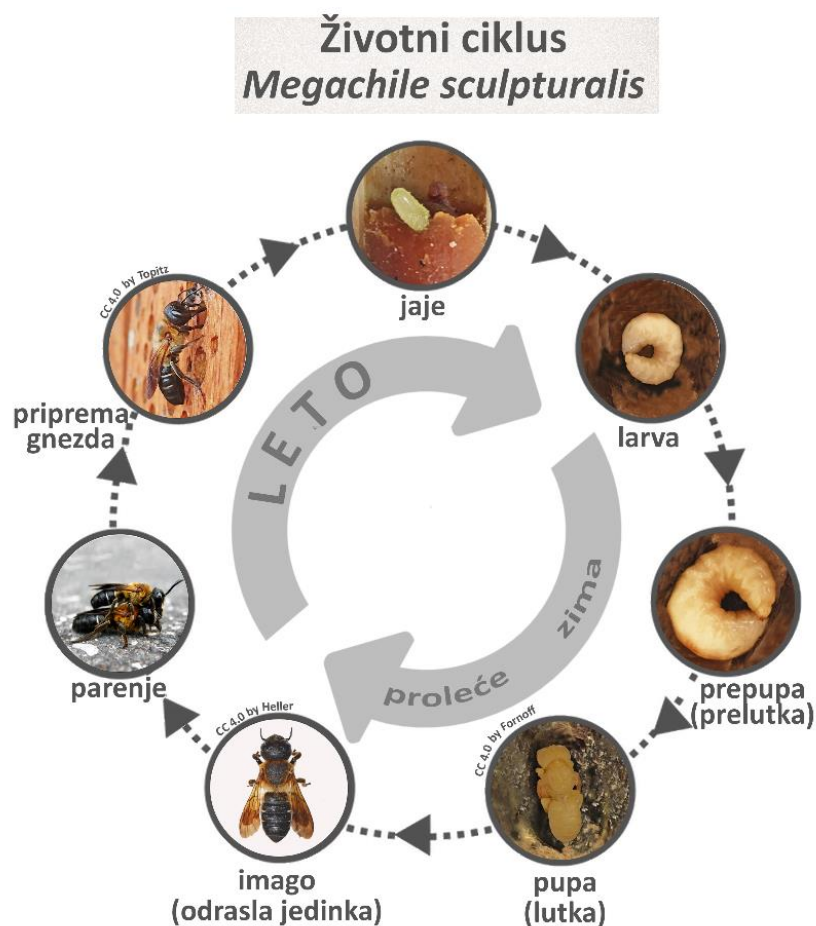


Slika 1. Razlika u položaju antena tokom posećivanja cveća između mužjaka (A) i ženki (B). Foto: Jovana Bila Dubaić (A), Nikola Pedović (B).



Slika 2. Azijska pčela smolarica (*Megachile sculpturalis*), mužjak: a, c, i e i ženka: b, d i f (foto: Jovana Bila Dubaić).

Osim veličine, polovi se jasno razlikuju po nizu osobina (polni dimorfizam), od kojih su najuočljivije: prisustvo ili odsustvo ventralne skope (karakteristična struktura za sakupljanje polena kod ženki iz porodice Megachilidae, sastavljena od čvrstih dlačica na donjoj strani abdomena); boja dlačica na donjoj polovini lica – klipeusu (mužjaci imaju "brkove" od gustih dlačica žućkaste boje, dok je lice ženki kompletno crno, Slika 2 e i f); klipeus ženke je sa markantnim poprečnim grebenom (odsustvuje kod mužjaka); završetak abdomena ima upadljivo različit oblik (Slika 2 c i d); način držanja antena prilikom mirovanja i posete cvetovima (Slika 1). Jasno uočavanje ovih razlika je bitno za prepoznavanje polova na mnogobrojnim fotografijama ove vrste (pre svega na internetu), koje predstavljaju sve značajniji izvor primarnih podataka o nalazima (detaljnije pod 2.1. i 3.2.2). Razlikovanje polova je značajno za dokumentovanje i interpretaciju karaktera ekoloških interakcija, pre svega vezano za trofičke odnose sa biljkama (detaljnije pod 3.1.).



Slika 3. Životni ciklus azijske pčele smolarice (foto: Heller, Topitz, Fornoff CC by 4.0.; vizual: Jovana Bila Dubaić).

Životni ciklus azijske pčele smolarice prikazan je na Slici 3. Početkom sezone aktivnosti iz gnezda prvo izlaze mužjaci, u proseku šest dana pre ženki (Fornoff *et al.* 2022). Oni privučeni feromonima čekaju oko gnezda i odmah po izlasku ženki odvija se parenje (Ivanov *et al.* 2021). Sparene ženke traže povoljne šupljine za gnežđenje i kreću sa pripremom gnezda i sakupljanjem hrane (mešavine polena i nektara) za svoje larve. Nakon izleganja, larva konzumira pripremljenu hranu i dostiže stadijum predlutke (prepupa), koja u stanju mirovanja provodi zimu. Na proleće sledeće godine sledi nastavak razvicia i preobražaj u lutku (pupa).

Preobražaj lutke u odraslu jedinku (imago) odvija se početkom leta, kada pčele sukcesivno izleću iz gnezda i godišnji ciklus kreće iz početka.

Za gnežđenje obično biraju već postojeće šupljine cevastog oblika, u masivnom mrtvom drvetu ili šupljim stabljikama, promera najčešće 10–12 mm (Geslin *et al.* 2020). Zanimljivo je da oblik i karakter šupljine za gnezdo može biti i značajno drugačiji (Fornoff *et al.* 2022), što ukazuje na veliku fleksibilnost i oportunitizam po ovom pitanju. Izgradnja gnezda odvija se kroz pripremu niza odvojenih komorica – ćelija, svaka za po jedno položeno jaje. Komorice su odvojene zidom od mešavine blata i smole; smolu uglavnom sakupljaju sa četinara. Kada popune ceo tunel, otvor u gnezdo zatvaraju različitim prirodnim ili veštačkim materijalima – najčešće opet blatom i smolom (ili mešavinom), i nastavljaju gnežđenje u sledećoj pogodnoj šupljini (Maeta *et al.* 2008; Quaranta *et al.* 2014). Upravo je upotreba smole osnov za kolokvijalni naziv ove vrste – pčela smolarica (*engl.* resin bee).

U umerenoj zoni najveći deo aktivnosti odraslih jedinki azijske pčele smolarice odvija se u periodu jul–avgust; nalazi u Evropi obuhvataju period od kraja proleća (retko pre sredine juna) pa skoro do kraja leta (nalazi u septembru su malobrojni, osim prve dekade), izuzetno do početka oktobra (Ruzzier *et al.* 2020; Fornoff *et al.* 2022; Bila Dubaić *et al.* 2022a; Prilog 7).

1.2.3. Trofičke interakcije azijske pčele smolarice

U zavisnosti od toga da li za ishranu svog potomstva sakupljaju polen sa jednog ili više rodova ili porodica biljaka, pčele se uobičajeno dele na dve široke kategorije trofičnosti – oligolektične (trofički specijalizovane) ili polilektične (generaliste); u upotrebi su i kompleksnije klasifikacije (Cane & Sipes 2006; Müller & Kuhlmann 2008). Važno je naglasiti da se pojmovi oligolektična/polilektična odnose samo na opseg korišćenje polena u ishrani larvi. Oligolektične pčele ponekad ipak koriste alternativne biljke, ukoliko postoji lokalni nedostatak ili odsustvo preferiranog polena (Davis *et al.* 2012), što može dovesti do problema u razviću larvi ili povećane smrtnosti (Praz *et al.* 2008). Pokazano je da se neke oligolektične vrste mogu uspešno završiti razviće i na polenu koji nije od adekvatne biljke hraniteljke, dok druge ne mogu (Cane & Sipes 2006; Praz *et al.* 2008). Sa druge strane, nektar služi za svakodnevne energetske potrebe adultnih jedinki, te mnoge vrste po ovom pitanju nisu ni približno toliko izbirljive, već koriste širi spektar biljaka; ovo važi i za pčele koje su usko specijalizovane za određenu vrstu polena (Cane & Sipes 2006).

Iz prethodno iznetog proističe da je za razumevanje ekologije i bionomije neke vrste pčele neophodno utvrditi spektar biljaka na kojima se hrani i koje potencijalno oprašuje. Posebno je važno razumeti njihove trofičke interakcije u novonaseljenim područjima, kako bi se sagledao uticaj prisutnih biljaka na njihovo dalje širenje, i obrnuto – uticaj alohtonih oprašivača na potencijalno pospešivanje razmnožavanja biljaka, naročito ako se radi o invazivnim vrstama (Russo 2016).

Za autohtoni areal azijske pčele smolarice neobično su oskudni podaci o trofičkim preferencijama. Mangum & Brooks (1997) i Batra (1998) pominju samo tri reference i nešto neobjavljenih podataka, a navode ukupno osam rodova biljaka, od kojih čak šest pripada porodici Fabaceae. Uprkos ovome, u većini naučnih radova azijska pčela smolarica je označena kao polilektična u autohtonom delu areala (Mangum & Brooks 1997; Maeta *et al.* 2008).

U novonaseljenim područjima ova pčela je zabeležena na velikom broju različitih biljaka. Interakcije ove pčele i biljaka obrađene su detaljnije u dva pregleda: kod Quaranta *et al.* (2014) sumirani su podaci za 30 rodova iz 16 porodica biljaka, dok je spisak taksona u Parys *et al.* (2015) obuhvatio ukupno 41 roda iz 21 porodice biljaka. Međutim, ovi pregledi nisu posebno tretirali biljke koje azijska smolarica koristi kao izvor nektara i kao izvor polena. U svega

nekoliko radova (Westrich *et al.* 2015; Le Féon & Geslin 2018) adekvatno je istaknut značaj jasnog kategorisanja biljaka u odnosu na prirodu ove interakcije.

Do sada je u svega nekoliko studija analiziran polen (Quaranta *et al.* 2014; Westrich *et al.* 2015; Aguado *et al.* 2018; Andrieu-Ponel *et al.* 2018; Ivanov & Fateryga 2019): četiri analizirana uzorka su poreklom iz gnezda dok je desetak sakupljeno sa skope ženki. Prilikom analiziranja polenskih uzoraka neophodno je uzeti u obzir da neka polenova zrnca mogu poticati iz šupljine u kojoj je gnezdo, tačnije od predhodnog korišćenja te šupljine (Cane & Sipes 2006). Takođe, smolarica (ili bilo koja druga pčela) može slučajno pokupiti polen i sa biljaka na koje je sletela zbog nektara (Quaranta *et al.* 2014; Andrieu-Ponel *et al.* 2018). Zbog toga se polen koji se u uzorku nalazi u tragovima (5–10% od ukupnog uzorka) označava kao kontaminacija i odstranjuje iz analiza (Cane & Sipes 2006). Samo se polen koji je zastupljen velikim udelom u uzorku računa kao polen koji je pčela ciljano sakupljala i koji ima značaj za uspešno razviće larvi.

U odnosu na potrebu definisanja trofičkog spektra azijske pčele smolarice, od ključnog značaja su sledeći aspekti:

(a) evidentiranje što šireg spektra biljnih vrsta koje ova pčela posećuje;

(b) notiranje porekla posećenih biljaka (da li se radi o autohtonoj ili alohtonoj vrsti), sa posebnim fokusom na "očekivanu" tendenciju da alohtona vrsta pčele preferira alohtone vrste biljaka koje vode poreklo iz istog geografskog područja;

(c) proučiti obrazac dostupnosti i korišćenja biljaka koje služe kao izvor polena (za odgajanje potomstva), u odnosu na druge atraktivne biljke (koje ova pčela koristi samo kao izvor energije, ali sa značajnom frekvencijom), u prostornom i vremenskom smislu.

Sve ove stavke su od ključne važnosti za razumevanje uspešnosti kolonizacije alohtonih vrsta pčela nakon što dospeju u novo područje, a posebno prilikom procenjivanja njihove potencijalne invazivnosti. Osim toga, nezavisno od toga da li jedinke azijske pčele smolarice koriste neku biljku za sopstvenu ishranu ili ishranu potomstva one mogu poslužiti prilikom detektovanja ove vrste, proceni stanja populacija i u eventualnim monitoring programima, posebno u početnim fazama invazije.

Nekoliko alohtonih, dekorativnih biljaka koje cvetaju u letnjim mesecima su od posebnog značaja za praćenje dinamike širenja ove vrste, pre svega u urbanim sredinama (detaljnije pod 2.5.4.3). Na nivou celokupnog trenutnog areala azijska pčela smolarica je do sada zabeležena na širokom spektru biljaka, ali na većini njih nije dokumentovano sakupljanje polena. Neke naučne studije istakle su jaku preferenciju azijske smolarice ka polenu biljaka iz porodice Fabaceae (Mangum & Sumner 2003; Maeta *et al.* 2008; Westrich *et al.* 2015; Aguado *et al.* 2018; Le Féon & Geslin 2018; Le Féon *et al.* 2018; Guariento *et al.* 2019), posebno ka vrsti *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott.

1.2.4. Istorija širenja azijske pčele smolarice u Evropi

Životni ciklus azijske pčele smolarice podrazumeva dugotrajno mirovanje u gnezdu što olakšava prenošenje na velike razdaljine, na primer uvozom drvene građe i drugog materijala pogodnog za gnežđenje (Mangum & Brooks 1997; Quaranta *et al.* 2014; Le Féon *et al.* 2018). Očekivano je da se na sličan način (pasivnim prenošenjem uz pomoć čoveka) ova vrsta može širiti i sekundarno, u okviru novonastanjenih regiona (Westrich *et al.* 2015; Lanner *et al.* 2020a), gde god za to postoje adekvatni opšte-ekološki uslovi, kao i dovoljno hranidbenih resursa. Naime, raseljavanje ove vrste u bilo kom novom području ne dešava se obavezno postepenim kontinuiranim širenjem, već je sasvim očekivano da se nova kolonizacija može

desiti iz bilo kog područja sa visokom lokalnom brojnošću, što znači i iz delova alohtonog areala (Hui & Richardson 2017). Pojava da introdukovane populacije mogu biti čest izvor dodatnih sekundarnih introdukcija, što dovodi do samoubrzanja procesa, pa time i potencijalno veće invazivnosti, naziva se efekat "mostobrana" (*engl.* bridgehead effect) (Bertelsmeier & Keller 2018).

Usled specifičnog i upadljivog izgleda i činjenice da prilikom ishrane posećuje nekoliko dekorativnih vrsta biljaka koje se uglavnom nalaze u neposrednom okruženju ljudi, azijska pčela smolarica se lako uočava. Zbog toga je očekivano da se njeno prisustvo detektuje ubrzo nakon "dolaska" u neko novo područje (O'Brien & Graves 2008; Quaranta *et al.* 2014; Lanner *et al.* 2020a). Izvan granica svog prirodnog areala prvi put je zabeležena još 1994. godine na istočnoj obali Severne Amerike, u Severnoj Karolini (Mangum & Brooks 1997). Do sada je kolonizovala skoro polovinu SAD, od krajnjeg jugoistoka Kanade do Floride, Teksasa i Nebraske (Mangum & Sumner 2003; Hinojosa-Diaz *et al.* 2005; Parys *et al.* 2015; Ascher & Pickering 2022).

U Evropi je prvi put primećena 2008. godine u južnoj Francuskoj (Vereecken & Barbier 2009), a potom i u severozapadnoj Italiji (2009) i južnoj Švajcarskoj (2010) (Amiet 2012; Quaranta *et al.* 2014). Izvorišna populacija introdukcije u Evropu još uvek nije utvrđena – poreklo može biti Azija ili Amerika. Podaci govore da je u periodu od 2011–2014. bila ograničena na pomenuta područja (Westrich *et al.* 2015; Le Féon *et al.* 2018; Ruzzier *et al.* 2020), a od 2015. beleži se dinamičnije širenje areala: detektovana je u području Alpa u Švajcarskoj, južnoj Nemačkoj, Sloveniji, Austriji i Lihtenštajnu (Westrich *et al.* 2015; Dillier 2016; Gogala & Zadavec 2018; Lanner *et al.* 2020a,b; Westrich 2020). Istovremeno širi areal i u Francuskoj i Italiji (Le Féon & Geslin 2018; Le Féon *et al.* 2018; Poggi *et al.* 2020; Ruzzier *et al.* 2020), jugozapadno ka severoistočnoj Španiji (Aguado *et al.* 2018; Ortiz-Sánchez *et al.* 2018), a od skoro i u mediteranskoj zoni, uključujući i ostrvo Majorku, što je trenutno najjužnija tačka u Evropi (Ribas Marquès & Díaz Calafat 2021).

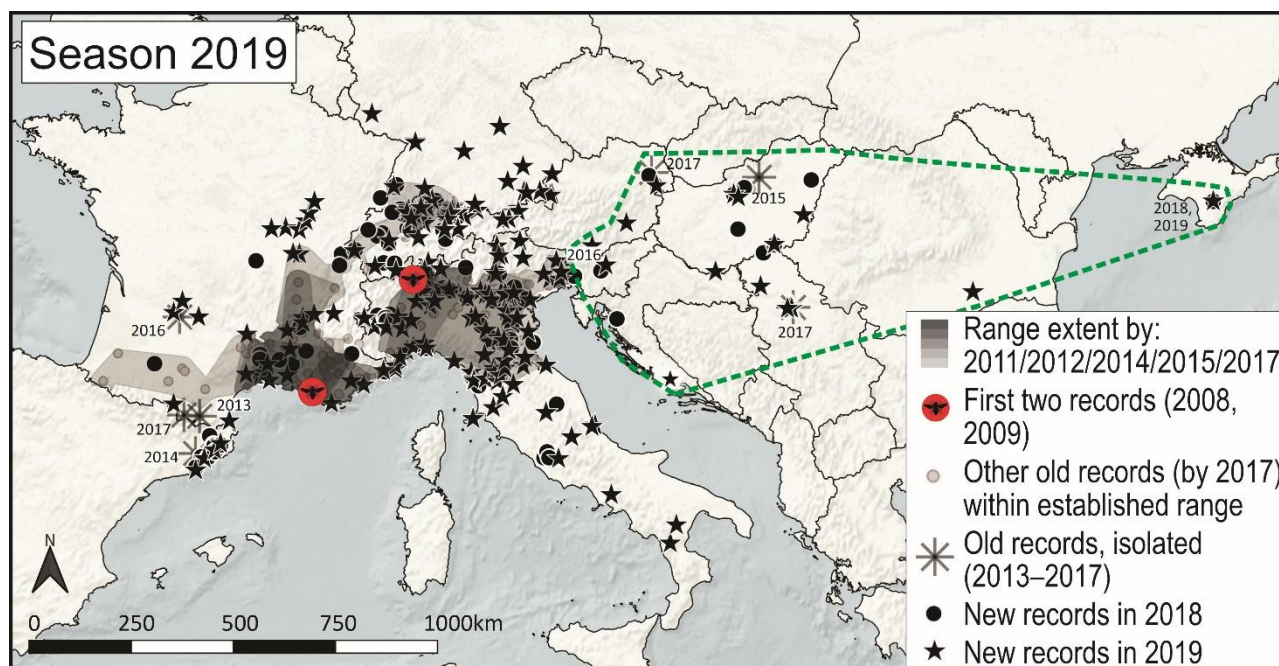
Za razliku od ovog uglavnom kontinuiranog širenja (koje obuhvata i nekoliko manjih "skokova"), kolonizacija južno od Alpa (2015–2019) pre se može opisati kao niz "velikih skokova" u širenju (*engl.* long distance jump dispersal events), čije poreklo nije dovoljno razjašnjeno: severoistočna Mađarska (Kovács 2015), severoistočna Austrija (Westrich 2017), severna Srbija (Četković & Plećaš 2017), južna Hrvatska ("flora_DUMO" 2018; Resl 2018–2021), Rumunija (Hymenopterist forum 2019), Krim (Ivanov & Fateryga 2019), Bosna i Hercegovina (Nikolić 2020) i Bugarska (Valcheva 2021). Kao deo šire studije višegodišnjeg istorijata širenja smolarice u Evropi (Četković *et al.* 2020a), do sada je detaljno analizirana fazna dinamika ekspanzije areala u periodu 2008–2019. (Slika 4).

Do sada je ova vrsta potvrđena u 16 evropskih zemalja: Francuska, Italija, Švajcarska, Lihtenštajn, Španija, Andora, Nemačka, Austrija, Slovenija, Hrvatska, Mađarska, Srbija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Rumunija, Bugarska i područje Krima. Nedavna populaciono-genetička studija na bazi molekularnih markera ukazala je na postojanje dve različite grupe populacija *M. sculpturalis* (zapadnoevropsku i istočnoaustrijsku), a detaljna analiza zapadnoevropskih uzoraka sugerije postojanje i više od dve odvojene introdukcije u Evropu (Lanner *et al.* 2021).

1.2.5. Rizici od širenja azijske pčele smolarice

Već je pomenuto da introdukovane pčele sa sobom nose niz potencijalnih negativnih uticaja na živi svet u novonastanjenim sredinama. To su najčešće kompeticija za resurse (hranu i mesta za gnežđenje), unošenje novih patogena i parazita, narušavanje i remećenje

polinatorskih mreža, i pospešivanje širenja invazivnih biljaka (Goulson 2003; Russo 2016; Morales *et al.* 2017).



Slika 4. Širenje azijske pčele smolarice u Evropi, prikazano šematski kao kumulativne faze povećanja areala, aproksimacijom minimalnih opsega areala (*engl.* convex hull) dostignutih u odabranim sezonama – 2011, 2012, 2014, 2015. i 2017. (nijanse sive: najtamnija u primarnim centrima ekspanzije, najsvetlije u nedavno kolonizovanim oblastima); nalazi za 2018–2019. su posebno naglašeni. Analizirano područje jugoistočne i istočne Evrope, kao i neposredna periferija zapadnog dela areala, oivičeni su zelenom isprekidanom linijom. Modifikovano iz Četković *et al.* (2020a) i Bila Dubaić *et al.* (2022b: Suppl. mat. 1).

S obzirom da pčela smolarica posećuje širok spektar biljaka (Quaranta *et al.* 2014; Parys *et al.* 2015; Le Féon *et al.* 2018; Ruzzier *et al.* 2020) sigurno da postoji preklapanje u korišćenju hrane sa autohtonim polilektičnim vrstama pčela. Kada su mesta za gnežđenje u pitanju, postoji niz zabeleženih slučajeva u oba dela alohtonog areala (i u Severnoj Americi i u Evropi) o agresivnom ponašanju ili destruktivnim aktivnostima azijske smolarice prema odraslim jedinkama i larvama drugih vrsta pčela (rodovi *Xylocopa*, *Osmia*, *Megachile*, *Heriades*) i drugim opnokrilcima (Laport & Minckley 2012; Roulston & Malfi 2012; Lanner *et al.* 2020a,b; Le Féon *et al.* 2018, 2021; Straffon-Díaz *et al.* 2021). U literaturi se pominje izbacivanje iz gnezda (Straffon-Díaz *et al.* 2021), blokiranje gnezda (Straffon-Díaz *et al.* 2021) i direktno agresivno ponašanje (Lanner *et al.* 2020a). U jednoj studiji o hotelima za pčele u urbanim sredinama jugoistočne Francuske prikazana je negativna korelacija između brojnosti azijske smolarice i autohtonih vrsta pčela (Geslin *et al.* 2020). Potencijalni spektar negativnih interakcija mogu obuhvatiti i direktnu i indirektnu kompeticiju (uključujući negativni uticaj na vrste koje su gnežđenje obavile ranije tokom sezone), ali se javljaju i aspekti amensalizma (ubijanje jedinki drugih vrsta koje se gnezde na istom supstratu i lokaciji, ali koriste sasvim različitu veličinu šupljina za gnežđenje). Ipak, i dalje nedostaje adekvatan pristup kojim bi se preciznije izmerio karakter i stepen uticaja na populacije autohtonih vrsta, tj. na promenu populacionih trendova.

Zabrinutost u vezi pospešivanja širenja invazivnih vrsta biljaka od strane azijske smolarice (Mangum & Sumner 2003; Aguado *et al.* 2018) ima smisla samo za neke alohtone biljke iz porodice Fabaceae, npr. rod *Pueraria* i *Lespedeza* koje su se u Americi pokazale kao

izuzetno invazivne (Batra 1998; Lindgren *et al.* 2013; European Commission, 2019; Montagnani *et al.* 2022).

U nekoliko navrata u različitim studijama istaknuta je neophodnost uspostavljanja jedinstvenog monitoringa azijske pčele smolarice u Evropi (Quaranta *et al.* 2014; Aguado *et al.* 2018; Le Féon *et al.* 2018; IUCN 2020a,b; Ruzzier *et al.* 2020; Ribas Marquès & Díaz Calafat 2021). Monitoring sistem omogućio bi realnu procenu invazivnosti ove vrste i pružio informacije o eventualnim akcijama koje bi sprečile ili usporile moguće negativne posledice. Trenutno postojeće aktivnosti predstavljaju nesistematično, oportunističko praćenje širenja azijske pčele smolarice, kroz jednostavno prikupljanje informacija o prisustvu iz različitih izvora. Protokoli koji bi procenjivali i druge relevantne parametre nedostaju.

Bez obzira na trenutno odsustvo merljivog uticaja azijske pčele smolarice, primenom principa predostrožnosti (Stout & Morales 2009), treba je označiti kao potencijalno invazivnom, odnosno moguće štetnom alohtonom vrstom.

1.3. Izazovi pravovremenog detektovanja i praćenja statusa populacija introdukovanih vrsta

Opšte je poznato da je potencijalno problematičnu introdukovanu vrstu lakše držati pod kontrolom ukoliko se prisustvo otkrije u početnim fazama kolonizacije, dok je inicijalna brojnost populacija još niska; međutim, detekcija u ovoj fazi je često veoma otežana, ili praktično nemoguća (Hui & Richardson 2017). Planovi upravljanja invazivnim vrstama su raznovrsni, a pažnja se prvenstveno posvećuje prevenciji – pre nego što dođe do introdukcije postavljaju se pravila, protokoli i sprovodi se nadzor na granicama, ulaže se u rano otkrivanje i brzo reagovanje, odnosno primena već pripremljenih programa suzbijanja. Za prioritete vrste u Srbiji sprovodi se nadzor svake godine, shodno "Pravilniku o utvrđivanju programa mera zaštite zdravlja bilja", čime su obuhvaćene mnoge invazivne vrste (Službeni glasnik RS, br. 58/2022).

Kada su introdukovane pčele u pitanju, među ključnim faktorima koji utiču na uspostavljanje populacija i uspeh kolonizacije, su dostupnost hrane i resursa za gnežđenje, koji mogu značajno da variraju između različitih staništa, predela i/ili načina korišćenja javnih zelenih prostora (Sivakoff *et al.* 2018; Fitch *et al.* 2019). Stoga uspešnost detektovanja može značajno zavisiti od trofičkih i stanišnih preferencija svake pojedinačne vrste.

Do sada se pokazalo da je prisustvo nove vrste često prvobitno detektovano od strane šire javnosti, pogotovo ukoliko se radi o lako uočljivoj, upadljivoj vrsti (Zapponi *et al.* 2016) ili vrsti koju većina ljudi smatra smetnjom, štetočinom ili izvorom straha (Geoghegan *et al.* 2016). Zbog toga je "građanska nauka", noviji pristup u prikupljanju podataka, sve popularniji u naučnim krugovima.

1.3.1. Dometi i značaj građanske nauke u praćenju širenja introdukovanih vrsta

Građanska nauka objedinjuje različite aktivnosti kroz koje se građani mogu uključiti u neko naučno istraživanje (Dickinson & Bonney 2012; Miller-Rushing *et al.* 2012; Eitzel *et al.* 2017). Na engleskom se naziva "*citizen science*", dok u našem jeziku još uvek nema jedinstvenog prevoda, pa tako u literaturi srećemo različite termine: "građani u nauci", "volonterska nauka" ili "građanska naučna istraživanja". Iako je sam termin relativno novijeg datuma, uključivanje šire javnosti u naučna istraživanja prisutno je već duži vremenski period (Dickinson & Bonney 2012; Roy *et al.* 2018a).

Aktivnosti u kojima građani mogu da pomognu su brojne, a uglavnom se radi o prikupljanju, analizi i sistematizaciji podataka. Važno je reći da se učešće javnosti u naučnim istraživanjima odvija na obostranu korist. Sa jedne strane naučnici uz pomoć amatera-volontera mogu prikupiti podatke sa većeg prostora, za kraće vreme ili ih sakupljati duži vremenski period nego što bi to bilo moguće samo uz klasične naučne metode (Silvertown 2009; Dickinson & Bonney 2012; Roy *et al.* 2015; Theobald *et al.* 2015; Soroye *et al.* 2018). Osim toga, učešće šire javnosti u naučnim istraživanjima omogućava prikupljanje podataka sa privatnih poseda, koji inače nisu dostupni naučnicima (Dickinson *et al.* 2010). Primenom građanske nauke prevazilaze se najčešće prepreke sa kojima se naučnici suočavaju tokom sprovođenja naučnih istraživanja – a to su finansijska, logistička i vremenska ograničenja. Sa druge strane motivi građana za volontersko učešće u naučnim istraživanjima su raznoliki – neko jednostavno želi da pomogne rešavanju lokalnog problema, životnoj sredini, ili je motivisan da stiče nova znanja i iskustva, poveže se sa ljudima koji slično razmišljaju, doprinese nekom naučnom istraživanju ili ostavi lični trag u nauci (Maund *et al.* 2020).

Osim što može da pomogne nauci, građanska nauka je odličan edukativni alat uz pomoć koje je podizanje svesti šire javnosti značajno olakšano, a ukazivanje na određene probleme i predstavljanje mogućih rešenja doseže do većeg broja ljudi nego putem standardnih sredstava informisanja i edukacije (Braschler 2009; Dickinson & Bonney 2012). Građanska nauka je odličan način da se nauka približi ljudima, unapredi naučna pismenost, (Lowman *et al.* 2009; Peter *et al.* 2021) i premoste granice koje postoje između naučnika i šire javnosti. Takođe, građanska nauka pruža uvid u to koje teme su važne široj javnosti, na koji način nauka može biti pristupačna svima, primenjena u nekoj lokalnoj sredini, kao i na koje sve načine ljudi usvajaju znanja (Dickinson & Bonney 2012).

Uprkos nekim ograničenjima građanske nauke, kao što je na primer pristrasnost posmatrača i samog postupka uzorkovanja (Dickinson *et al.* 2010; Ward 2014; Isaac & Pocock 2015), ovaj pristup je stekao popularnost u mnogim zapadnim zemljama (Requier *et al.* 2020) u kojima su aktivni brojni participativni projekti koji pokrivaju različite taksonomske grupe (Pocock *et al.* 2018; Anderson *et al.* 2020). Tehnički napreci kao što su pametni telefoni sa visokokvalitetnim kamerama integrisanim GPS informacijama, i lak pristup širokom spektru potencijalnih učesnika, učinili su da građanska naučna istraživanja postanu atraktivan pristup u oblasti zaštite životne sredine i biodiverziteta (Catlin-Groves 2012; Vercayie & Herremans 2015; Suzuki-Ohno *et al.* 2017; De Felici *et al.* 2021). Međutim, građanska nauka je prilično inovativan i nedovoljno iskorišćen pristup u jugoistočnoj Evropi – svega nekoliko naučnih studija do sada je koristilo ovakav pristup prilikom prikupljanja podataka (Golubović *et al.* 2019; Bălăcenoiu *et al.* 2021; Pateman *et al.* 2021).

1.4. Naučni ciljevi istraživanja

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je sveobuhvatna analiza fenomena introdukcije i širenja azijske pčele smolarice (*M. sculpturalis*) u regionu jugoistočne Evrope, kao perspektivnog model-organizma za generalno razumevanje obrazaca ekspanzije alohtonih pčela, a posebno sa stanovišta razvoja metodologije rane detekcije i praćenja eventualnih negativnih efekata (tj. procene invazivnosti). U skladu sa tim, definisani su sledeći naučni ciljevi ove studije:

- Dokumentovanje ekspanzije azijske pčele smolarice u jugoistočnoj Evropi, i to:
 - (a) lokalni kontekst introdukcije i hronologija širenje u Srbiji;
 - (b) regionalni kontekst – širenje kroz Panonsku niziju i Balkansko poluostrvo.
- Utvrđivanje mehanizama i obrazaca ekspanzije smolarice u odnosu na trofičke i stanišne interakcija u novom okruženju, pre svega u odnosu na:
 - (a) distribuciju ključnih resursa (za ishranu i gnežđenje) i karakter interakcija sa relevantnim biljkama;
 - (b) gradijente relevantnih sredinskih uslova u različitim tipovima staništa i predela (od urbanih do prirodnih);
 - (c) obrasce detekcije – kontekst i dinamiku registrovanja prisustva smolarice od lokalne do regionalne skale.
- Formulisanje konceptualnog okvira i metodoloških pristupa za ranu detekciju i praćenje širenja azijske pčele smolarice tokom različitih faza kolonizacije (uključuje valorizaciju upotrebljivosti različitih tipova podataka po karakteru i poreklu).

2. Materijal i metode

2.1. Kompiliranje podataka o prisustvu i interakcijama azijske pčele smolarice iz publikacija i internet-izvora

Radi prikupljanja podataka o pojavljivanju azijske pčele smolarice u jugoistočnoj Evropi, pretražene su mnogobrojne naučne publikacije, naučno-stručne internet-baze o biodiverzitetu, glavne međunarodne (npr. iNaturalist.org, GBIF.org, Observation.org) i relevantne nacionalne i regionalne javne "prirodnjačke" platforme, nekoliko specijalizovanih tematskih entomoloških grupa na društvenim mrežama i fotografski repozitorijumi (kompletna lista pretraživanih izvora data je u Prilogu 2).

Pretraživanje je obavljeno "ručno" (*engl.* manually), uz korišćenje ključnih reči: "sculpturalis", "megachile sculpturalis", "velika azijska pčela", "pčela smolarica" kao i dostupnih kolokvijalnih (narodskih) naziva za ovu vrstu na lokalnim jezicima "azijska pčela smolarica" (do sada korišćeno u Srbiji, Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj), "óriás művészméh" (u Mađarskoj), "giant resin bee" i "sculptured resin bee" (Kaplan & Haenlein 2010; Miller-Rushing *et al.* 2012). Mnogi nalazi na internetu bili su nedostupni usled jezičkih barijera pa je bilo neophodno direktno pretraživati i fotografije (uključujući "Google Lens" i "Google photo search" opcije), bez korišćenja ključnih reči. U nekoliko navrata bilo je neophodno obaviti dodatnu komunikaciju u okviru navedenih izvora, kako bi se proverile/dopunile nejasne informacije.

Iz brojnih izvora pregledanih tokom 2020. prikupljeni su i podaci o interakcijama azijske pčele smolarice i biljaka: ukupno 55 primarnih publikacija ili internet stranica (kompletna lista je data u Prilogu 3). Većina izvora se odnosi na kolonizovani, alohtoni deo areala (što obuhvata period 1994–2019), dok su podaci iz Azije neočekivano oskudni (uglavnom iz 20. veka, ili navodi bez definisanog perioda registrovanja).

parametar “populaciona gustina aktivnosti” (*engl.* population activity-density) (Greenslade 1964; Thomas *et al.* 1998; St. Clair *et al.* 2020), ili kraće, “populaciona aktivnost”. Ovaj relativni parametar koristan je za poređenje statusa prisustva i intenziteta aktivnosti između lokalnih populacija kod ovako vagilnih vrsta; parametar odražava aktuelnu gustinu populacije na širem području (posebno kada se opseg područja ne može egzaktno definisati), ali zavisi i od efektivnog ponašanja jedinki u odnosu na korišćenje ključnih resursa u periodu procene.

Na nekim stablima je samo na vrhu krošnje bilo aktivnih, otvorenih cvetova, te je u takvim slučajevima bila neophodna upotreba dvogleđa (Slika 25 B). Na nekim lokacijama vršeno je i uzorkovanje pčela (entomološkom mrežom), zarad budućih genetičkih studija (Slika 26). Zbog različitih situacija koje su zaticane na različitim lokacijama, kao i drugih logističkih ograničenja, zadržavanje na pojedinim lokacijama variralo je od 1–50 minuta (u većini slučajeva u rasponu 10–20, prosečno $\sim 15,3 \pm 10,7$ SD).

Istovremeno su procenjivani različiti parametri ključnog cvetnog resursa – njegova količina, distribucija i fenologija, a sve u cilju utvrđivanja da li ove vrednosti utiču na lokalnu gustinu i distribuciju populacije pčela smolarica. Na svakoj lokaciji evidentiran je ukupan broj stabala sofore (NoT) i vizuelno procenjivan status cvetanja: broj stabala koja su cvetala te sezone (NoT_iB), procenat krošnje koji je cvetao (ne cveta uvek cela krošnja) predstavljen kao ukupni resurs dostupan od početka sezone (TFR), i na kraju procenat krošnje koji je trenutno u cvetu (CFR), u trenutku vršenja istraživanja (detaljnije u odeljku 3.3. i Prilozima 4. i 5). Beležen je i broj detektovanih jedinki azijske pčele smolarice, koji je kasnije sveden na broj pčela viđenih u toku jednog minuta (BpM, detaljnije u Prilozima 4. i 5). Po završetku cvetanja sofore, u septembru 2019. godine, nastavljen je obilazak lokacija kako bi evidencija o vrednostima ukupnog dostupnog resursa tokom sezone 2019. bila kompletirana.

U toku sezone 2019. posmatrane su i biljke rodova *Lavandula* (Lamiaceae), *Ballota* (Lamiaceae), i sporadično biljke roda *Buddleja* (Scrophulariaceae) (Quaranta *et al.* 2014; Le Féon *et al.* 2018; Ivanov & Fateryga 2019). Tokom ovih sedam dana intenzivnog istraživanja započeto je razvijanje radnog protokola, koji je kasnije, 2020. i 2021. dodatno dopunjavan i dorađivan. U skladu sa novim saznanjima i iskustvima protokol je menjan i dopunjavan svake godine, dodatno je razvijan prostorno-vremenski okvir za kvantitativno procenjivanje populacionih trendova azijske smolarice u odnosu na ključne hranidbene resurse. U Prilogu 5. prikazana je poslednja verzija unapređenog protokola.

Tokom 2020. i 2021. godine istraživanje je obuhvatilo nekoliko aktivnosti:

(a) utvrđivanje prisustva jedinki azijske pčele smolarice na lokacijama sa povoljnim biljkama, sa posebnim osvrtom na ispitivanje svih biljaka “istovremeno”, odnosno obilazak (u kratkom vremenskom razmaku=“istovremeno”) svih biljaka od interesa u okviru jedne lokacije ne bi li se utvrdila preferencija pčela u slučajevima kada mogu da biraju između različitih biljaka.

(b) procenjivanje populacione aktivnosti azijske pčele smolarice, gde god je utvrđeno njihovo prisustvo. Ovo je podrazumevalo testiranje preliminarnog protokola nastalog tokom sezone 2019 i njegovo dopunjavanje i usklađivanje sa potpuno drugačijom situacijom sezone 2020. Procedure za procenu populacione aktivnosti su unapređene i prilagođene varijabilnim brojnostima pčela na terenu.

(c) opsežna procena “jedinice resursa” odabranih rodova biljaka

(d) beleženje detalja o statusu cvetanja (fenologija, količina), nadovezujući se na iskustva iz sezone 2019.

2.2.2. Faunističko-ekološko evidentiranje ekspanzije (region Balkana)

U 2020. godini istraživanje je prošireno na šire područje Srbije, tj. na utvrđivanje eventualnog prisustva ove vrste na prostorima izvan Beograda, to je pre svega bilo očekivano u "međuprostoru" prethodno utvrđenog javljanja unutar istočne Panonske nizije (tj. između Beograda i istočne Mađarske). Radi efikasnijeg pokrivanja ovih relativno velikih prostranstava, pokrenut je projekat građanske nauke – PGN (detaljno u 2.3), koji je omogućio brzi preliminarni uvid u stanje ekspanzije i racionalno planiranje terenskog rada tokom sezone aktivnosti pčele. Ovako isplaniran rad obuhvatio je pretežno lokacije u Vojvodini i severnoj Šumadiji, ali uz angažovanje drugih kolega (ekspertskih učesnika projekta: <https://srbee.bio.bg.ac.rs/azijska-pcela-smolarica/azijska-pcela#h.7l3uexl71wlr>) pokriveno su i neke udaljene tačke – u južnoj Srbiji i (neplanirano) u zapadnoj Bosni (Bila Dubaić *et al.* 2021). U 2021. godini je nastavljeno praćenje poznatih i traženje novih lokacija potencijalnog prisustva azijske pčele smolarice (takođe uz značajno oslanjanje na informacije od strane učesnika PGN), pre svega u provizorno prepoznatim "graničnim područjima" dinamičnog širenja areala, i duž pretpostavljenih pravaca i "koridora" ekspanzije prema jugu i jugoistoku Srbije i Balkana. To je uključilo manje ili više uspešne pokušaje evidentiranja vrste u Crnoj Gori i Grčkoj.

Uz prikupljanje informacija o prisustvu, intenzivno su proučavane ekološke interakcije i stanišni afiniteti smolarice, u cilju boljeg razumevanja parametara uspešnosti kolonizacije, kao i okolnosti koje utiču na efikasnosti detekcije. U tom smislu, tokom sezona 2020. i 2021. povećan je broj intenzivno posmatranih rodova biljaka (u odnosu na 2019), uz *Styphnolobium* kao najznačajniju: *Buddleja* (Scrophulariaceae), *Catalpa* (Bignoniaceae), *Koelreuteria* (Sapindaceae), *Lavandula* i *Vitex* (Lamiaceae), *Verbena* (Verbenaceae), *Ligustrum* (Oleaceae), *Lythrum* (Lythraceae) i *Wisteria* (Fabaceae). Za sada je očigledno da se najefikasnije detektovanje postiže na ovim pretežno alohtonim rodovima, koji su uglavnom dostupni kao ukrasne biljke na javnim zelenim prostorima ili privatnim posedima.

Na nekoliko istraživanih lokacija sakupljeni su uzorci za populaciono-genetička istraživanja, kao i uzorci polena za ispitivanja trofičkih interakcija (Slika 26). Jedinke su sakupljane uglavnom na cvetovima sofore, ređe na gnezdim. Uglavnom je korišćena ručna entomološka mreža, što je ograničavalo uzorkovanje samo na niže pristupačne grane, osim u slučajevima kada su dodatna pomagala bila dostupna (Slika 25 C). Polen je uzorkovan uglavnom direktno sa ženki (sa skope), u nekoliko slučajeva direktno iz gnezda. Svi uzorci su poslani u Institut za integrativno istraživanje zaštite životne sredine u Austriji (Institute for Integrative Nature Conservation Research, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna) na dalju obradu.

Zabeležene su i lokacije na kojima je azijska pčela smolarica tražena (pod optimalnim vremenskim uslovima, na biljkama od interesa), ali njeno prisustvo nije utvrđeno; takozvani "negativni nalazi" predstavljaju posebnu, u ovom slučaju veoma relevantnu kategoriju rezultata (Gu & Swihart 2004; Mackenzie 2005; Miller *et al.* 2011; Wallace *et al.* 2016).

2.3. Projekat građanske nauke za praćenje azijske pčele smolarice

Građanska nauka je u mnogim evropskim državama popularan metod prikupljanja podataka i praksa koja promovise nauku, ali je još uvek relativno nov pristup u zemljama u razvoju i tranziciji. Uzimajući u obzir potencijal brzog širenja *M. sculpturalis*, i iskustva prethodnih studija koje su pokazale da je integrisanje podataka iz različitih izvora najbolji način da se postigne visoka prostorna pokrivenost (Theobald *et al.* 2015; Soroye *et al.* 2018), tokom leta 2020. godine pokrenut je projekat građanske nauke fokusiran na registrovanje prisustva ove vrste pčele širom Srbije i regiona. Ovom prilikom započeta je saradnja sa kolegama koji vode projekat građanske nauke u zemljama Alpskog regiona (Lanner, 2018–2019; www.beeradar.info), sa kojima su razmenjivana iskustva, a aktivnosti usklađene (radi kasnijeg lakšeg poređenja rezultata). Kreirana je posebna internet stranica (<https://srbee.bio.bg.ac.rs/azijska-pcela-smolarica/azijska-pcela-projekat-ucesce>) sa osnovnim informacijama o traženoj vrsti pčele, metodologiji, ciljevima i o samom pristupu građanske nauke.

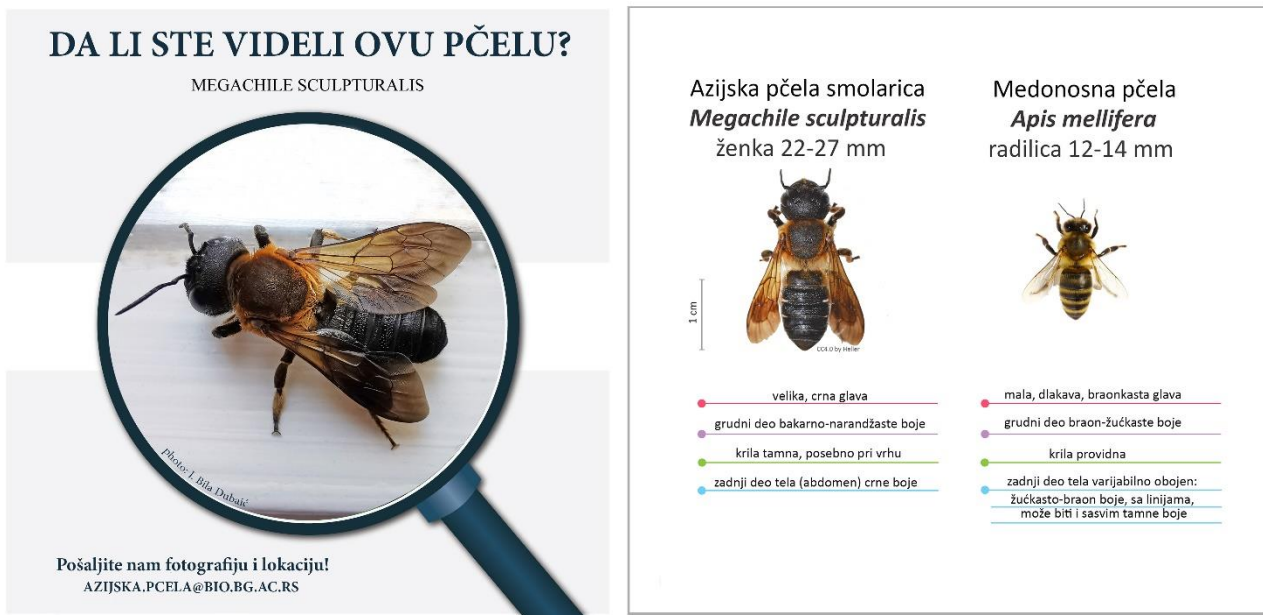
Pripremljeni su i poster pozivi na kojima je objašnjeno kako izgleda azijska pčela smolarica, kada i gde je tražiti, i kome javiti eventuale nalaze (Slike 6 i 7). Ovi pozivi objavljeni su u periodu jun-avgust 2020. i 2021. godine putem konvencionalnih medija (štampani mediji, lokalne i nacionalne TV i radio stanice), i na društvenim mrežama (npr. Fejsbuk, Instagram, Tviter, različiti blogovi) (po uzoru na Kaplan & Haenlein 2010; Chamberlain 2018). Poster-pozivi pisani su na jeziku zemlje u kojima su ciljano objavljeni, ali i na engleskom jeziku sa ciljem omogućavanja učešća i drugih zemalja, osim prvobitno ciljanih (npr. Slovenija, Grčka, Mađarska). Korišćeni su i drugi oblici elektronske komunikacije za diseminaciju projekta – slanje mailova akademskoj mreži Srbije (relevantnim institucijama i institutima), studentima Biološkog fakulteta (Univerziteta u Beogradu), profesionalnim udruženjima pčelara, i privatnim kontaktima i kolegama.

Učesnici su prijavljivali svoja opažanja azijske pčele smolarice putem društvenih mreža (Fejsbuka i Instagrama), formulara na web sajtu projekta, e-maila ili mobilnih telefona (pozivom, sms ili viber porukom). Opažanja/izveštaji građana morali su da imaju obaveznu fotografiju ili video insekta, lokaciju (naziv mesta ili kordinate/adresu) i datum (ili sedmicu kada je zapažanje nastalo). Sve primljene fotografije/videi prolazili su kroz proces verifikacije nakon čega je učesnicima pružena povratna informacija o njihovim nalazima i izražena zahvalnost na učešću.

Ukoliko se radilo o zapažanju tražene vrste, uz povratnu informaciju učesnicima je zatražena dozvola za korišćenje njihovih fotografija/videa (pod creative commons licencom CC by 4.0). Pored informacija o prisustvu azijske pčele smolarice na različitim lokacijama, što je bio primarni cilj (Callaghan *et al.* 2021), učesnici su zamoljeni da podele i druge detalje njihovih opažanja, kako bi bile sakupljene i dodatne informacije (sekundarni, meta-podaci) o njenim biotičkim interakcijama i ekološkim preferencijama (Groom *et al.* 2021). Osim kroz direktnu komunikaciju sa učesnicima, dodatne informacije dobijane su i iz samih fotografija/videa učesnika – o ponašanju, polu i broju jedinki, posećenim biljkama, karakteristikama gnezda i slično. U nekim slučajevima učesnici su sakupljali uzorke (jedinke pčela i uzorke polena) za kasnija genetička istraživanja sprovedena u saradnji sa Institutom za integrativno istraživanje zaštite životne sredine iz Austrije. Još jedan važan podatak koji je dobijen od učesnika je – na koji način (iz kog izvora) su prvi put čuli za ovaj projekat, a sve u cilju efikasnije buduće diseminacije informacija o projektu. Prilikom svake komunikacije sa pripadnicima šire javnosti (građanima) korišćena je prilika da se uspostavi korektna saradnja radi budućeg učešća, sakupljanja uzoraka i potencijalnom uspostavljanju dugoročnog umreženog monitoringa.



Slika 6. Primer poster poziva projekta građanske nauke. (foto: Frank Vassen, flickr; vizual: Jovana Bila Dubaić)



Slika 7. Primer poster poziva projekta građanske nauke. (foto i vizual: Jovana Bila Dubaić; foto: Heller).

2.4. Teritorijalni okviri studije

Analiza širenja azijske pčele smolarice u jugoistočnoj Evropi realizovana je na dve prostorne skale: lokalnoj (područje Beograda) i regionalnoj (ukupni geografski opseg studije).

2.4.1. Područje Beograda – okvir studije slučaja

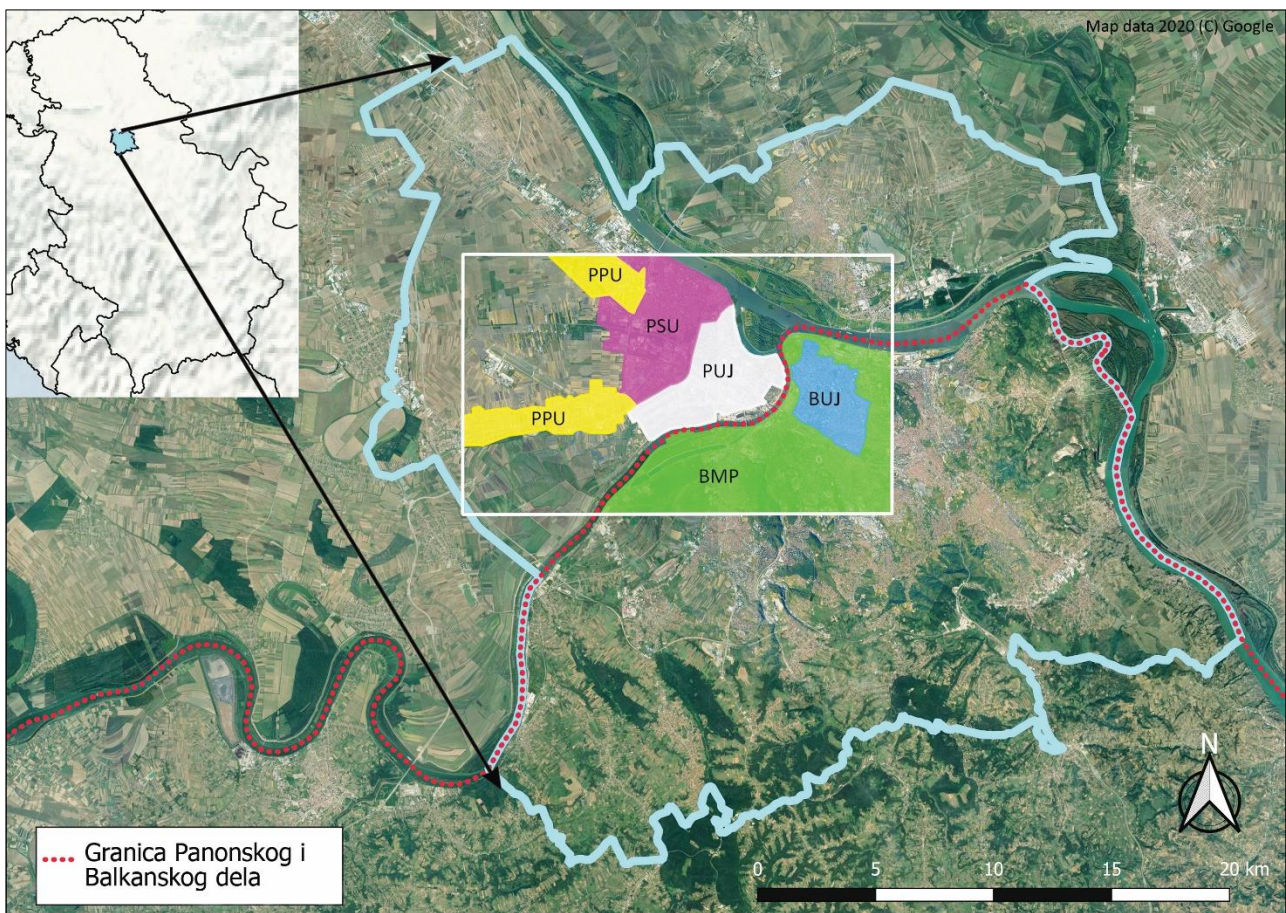
Grad Beograd je glavni grad Srbije i jedan od najvećih gradova jugoistočne Evrope. U njemu živi oko 1.7 miliona stanovnika, a zauzima prostor veličine 35×36 km, odnosno približno 776 km² (Republički zavod za statistiku Srbije 2020). Pozicioniran je na mestu gde se susreću dve velike reke: Dunav i Sava, obe značajne u komercijalno-saobraćajnom smislu, a koje ujedno predstavljaju i prirodnu granicu Balkanskog poluostrva. Beograd se dakle nalazi na granici dve biogeografski veoma različite celine – pretežno brdovito-planinskog Balkanskog poluostrva (južno od Save i Dunava) i prostrane ravnice Panonske nizije (severno od Save i Dunava). Klimatski, Beograd pripada prelaznoj zoni između umereno-kontinentalne i stepске klime, a opseg nadmorskih visina kreće se od 65–506 m.

Za potrebe proučavanja divljih pčela istraživani prostor je neophodno sagledati iz ugla potreba i ograničenja pčela, i u odnosu na to izdvojiti celine i grupisati ih po sličnosti tipova staništa. Za pčele najveći značaj imaju povoljna staništa, odnosno, njihov udeo u posmatranom prostoru. U različitim studijama koje se bave izučavanjem pčela u urbanim sredinama srećemo različite klasifikacije prostora (sumirano u Hernandez *et al.* 2009). Za potrebe razmatranja mogućih efekata varijabilnosti ključnih resursa i drugih ekoloških odlika prostora širom Beograda, u ovoj studiji korišćena je podela na “šire urbanističke zone” (Slika 8) koje se zasnivaju na karakterizaciji dostupnih elemenata zemljišnog pokrivača, gradijenta urbanizacije i karakteristika režima upravljanja (Ćetković *et al.* 2020b). Neke lako uočljive razlike između definisanih zona, kao što su na primer drugačiji temperaturni režimi ili način upravljanja, mogu dosta uticati na obrasce fenologije i aktivnosti biljaka i pčela i potencijalno dovesti do uspostavljanja drugačije dinamike lokalnog rasprostranjenja i korišćenja resursa.

Balkanski deo Beograda predstavlja najseverniji segment šumadijskog dela centralne Srbije i odlikuje se mešavinom brdovitih predela (pretežno 120–250 mnv, dok manji delovi dostižu oko 300–500 m) i relativno zaravnjenih (65–90 mnv), širokih delova oko reka. U ovom delu Beograda jasno se vidi gradijent urbanizacije, uglavnom duž SZ-JI ose, nešto manje ka istoku i jugozapadu. Razlikuju se dve celine:

- balkansko urbano jezgro (BUJ) zauzima oko 10 km², odlikuje se visoko-urbanizovanom strukturom, gustim rasporedom komercijalnih i rezidencijalnih infrastrukturnih objekata;
- balkanska mešovita periferija (BMP), manje gust raspored objekata, sastoji se od niza suburbanih, peri-urbanih i ruralnih naselja, poljoprivrednih sistema, znatno većeg obima različitih zelenih prostora (veštačkih, polu-prirodnih, skoro-prirodnih), kao i više industrijskih objekata i transportne infrastrukture.

Veća zastupljenost prirodnih (delovi preostalih šumskih ekosistema) i polu-prirodnih staništa zapaža se na oko 2–4 km udaljenosti od urbanog jezgra, u kombinaciji sa površinama pod poljoprivredom. Na udaljenosti od 5–7 km od urbanog jezgra ka jugu i istoku poljoprivredni predeli su znatno više zastupljeni, ali se uglavnom ne radi o intenzivnoj poljoprivredi. Ovde se zapaža i prisustvo manjih naselja.



Slika 8. Urbanistička zonacija Beograda u užem smislu, ograničeno svetlo plavom linijom); granica između dve velike celine obeležena je isprekidanom crvenom linijom; područje istraživanja (uokvireno belim) podeljeno je na urbanističke zone: BUJ – Balkansko urbano jezgro; BMP – Balkanska mešovita periferija; PUJ – Panonsko urbano jezgro; PSU – Panonska semi-urbana zona; PPU – Panonska peri-urbana zona. Korišćena pozadinska mapa je Google Satellite™.

Panonski deo Beograda podeljen je na dva dela – sremski (između reka Sava i Dunav) i banatski deo (severno od Dunava). Ovo je ravničarsko, plavno područje, na nekim mestima stalno zamočvareno. Nadmorske visine kreću se uglavnom između 67–80 m (u sremskom delu ima lesnih uzvišenja koja dostižu do oko 100 m). Značajan deo zamočvarenog tla u prošlosti je isušivan i pretvoren u poljoprivredno zemljište. Ovde je poljoprivreda uglavnom intenzivnog tipa. U sremskom delu naselja su locirana uglavnom oko lesnih zaravni koja su manje sklona plavljenju, udaljena od centralnog Beograda širokom močvarnom zonom. Na ovom močvarnom području je 50-ih godina dvadesetog veka izgrađeno novo naselje – Novi Beograd. Ovaj deo Beograda ima velike rezidencijalne višespratnice, široke saobraćajnice i zelene prostore koji su uglavnom međusobno povezani. Postepenim širenjem Novi Beograd se spojio sa okolnim naseljima. Zbog ovakve prostorne dinamike panonski deo Beograda deli se na tri manje celine:

- panonsko urbano jezgro (PUJ) – 16 km² uglavnom ravnomerno raspoređenih objekata i infrastrukture, bez posebno vidljive gradacije nivoa urbanizacije;
- panonska semi-urbana zona (PSU) – nalazi se na periferiji “novog jezgra” i predstavlja spoj nekadašnjih panonskih naselja. Odlikuje ga mešavina raznolikih rezidencijalnih objekata, malih poljoprivrednih gazdinstava, industrijskih objekata i polu-prirodnih staništa;

- panonska peri-urbana zona (PPU) je samo jednim malim delom povezana sa perifernom zonom, urbanistički prelaznog tipa: između seoskog i gradskog. Okružuju je poljoprivredne površine koje predstavljaju “ruralni pojas” panonske zone Beograda.

Površine koje nisu obuhvaćene ovom studijom, isključene su iz zone mapiranja: predeli pod intenzivnom poljoprivredom u Sremu, ceo Banat i delovi obalne zone reke Save. Banatski deo se razlikuje od sremskog po drugačijoj istoriji urbanizacije, konfiguraciji predela i raspoređenosti naselja u odnosu na poljoprivredne površine. Ovaj deo izlazi izvan okvira istraživanog dela Beograda, pa nije detaljno opisan. Takođe, neki delovi, kao što je na primer ruralni pojas balkanske zone, uopšte nisu prikazani na ovoj mapi. Osim dve centralno pozicionirane zone (PUJ i BUJ), sve ostale zone nastavljaju se i izvan ovog definisanog okvira, te zbog toga nisu prikazani.

2.4.2. Regionalni nivo – jugoistočna Evropa i susedna područja

Ukupno područje istraživanja određeno je opsegom širenja azijske pčele smolarice istočno od Alpa, odnosno, istočno od Austrije i Italije (Slika 14; Prilog 7). Ovim su obuhvaćeni istočni i jugoistočni pravci širenja *M. sculpturalis* u Evropi počev od 2015. godine; u ovom periodu je dokumentovan početak kolonizacije Panonske nizije, tj., u širem smislu, jugoistočne i istočne Evrope (u prvih 6 godina širenje je bilo ograničeno na zapad Evrope). U skladu sa tim, širenje “u jugoistočnoj Evropi” u ovom radu obuhvatilo je razmatranje situacije za države koje se prostiru na Balkanskom poluostrvu (bar najmanjim delom) i/ili u Panonskoj niziji: Bosna i Hercegovina, Bugarska, Crna Gora, Grčka, Hrvatska, Mađarska, Rumunija, Slovenija, Srbija. Od interesa je bilo uključiti i nalaze za dva susedna područja: krajnji istok Austrije (u širem smislu obod Panonske nizije) i područje Krima (krajnji istok dosadašnjeg širenja u Evropi).

Severni deo područja istraživanja predstavlja Panonska nizija u okviru Mađarske, severne Hrvatske i severne Srbije. Ovo je relativno uniforman ravničarski i pretežno poljoprivredni region, sa svega nekoliko niskih “ostrvskih” planina. Na jugu se Panonska nizija postepeno diže ka Dinaridima, u formi relativno širokog brdsko-planinskog pojasa srednjih visina na području centralne Hrvatske, Bosne i Hercegovine i centralne Srbije. Sa ujednačenom umerenom kontinentalnom klimom i postojanjem brojnih manjih i većih urbanih i ruralnih naselja, ovaj prostor nema značajnijih geografskih barijera koje bi mogle otežati širenje smolarice. Dalje na jugu nalaze se viši delovi venca Dinarskih planina, koji se sa severozapada nastavljaju na Julijske Alpe, a na jugoistoku prelaze u Šarsko-Pindski planinski sistem. Prosečna nadmorska visina je 1500–2200 m, sa izraženom planinskom klimom. Viši delovi ovog lanca potencijalno predstavljaju barijeru i otežavaju disperziju u pravcu sever-jug, pa su očekivani koridori širenja vrsta sa zapada Evrope uglavnom duž pravca severozapad-jugoistok. To se posebno odnosi na uzani priobalni pojas duž obala Jadranskog i Jonskog mora, sa povoljnom mediteranskom klimom, kao najlakši koridor za širenje smolarice prema jugu Balkana. Na istoku Balkana značajniji planinski masivi imaju uglavnom pravac pružanja zapad-istok (Balkanidi, Rilo-Rodopi), sa značajnim ravničarskim prostorima istog pravca (Vlaška nizija/Podunavlje, Trakijska ravnica). U tom delu je moguće nesmetano širenje na istok iz područja dolinskih koridora centralnog Balkana, sa dominantnim moravsko-varcarskim pravcem (sever-jug). Veliki lanac Karpata ograničava područje ka severu i severoistoku, i predstavlja značajnu barijeru u širenju ove vrste iz Panonske prema Vlaškoj niziji, i dalje prema Crnom moru.

2.5. Metodologija obrade i analize

2.5.1. Verifikacija i kategorizacija podataka iz različitih izvora

Primarni tip podataka u oblasti ekologije invazivnih vrsta tradicionalno potiče iz manje ili više intenzivnih, fokusiranih terenskih istraživanja, organizovanih u skladu sa postavljenim ciljevima, odabranim metodološkim pristupom i planom rada, ali i dostupnim resursima (ljudskim, finansijskim, vremenskim). Podaci iz ovih istraživanja su po definiciji visokopouzdati i naučno nesporni, pa ne zahtevaju posebnu verifikaciju. Međutim, ovakva istraživanja su relativno skupa i podležu brojnim logističkim ograničenjima, naročito u pogledu pokrivanja većeg teritorijalnog opsega u kratkom vremenu. U ovoj disertaciji, takva kategorija podataka (proisteklih iz ličnog ili timskog terenskog rada) označena je kao **sistematska ciljana terenska istraživanja**; ona su realizovana uglavnom u skladu sa definisanim protokolom (Prilozi 4. i 5).

S obzirom na pomenuta ograničenja, sve je zastupljenije korišćenje podataka iz najrazličitijih izvora, u velikoj meri dostupnih preko interneta ili građanskog aktivizma, pretežno od strane ne-profesionalaca. Takav način prikupljanja podataka o prisustvu vrsta (u osnovi faunističkih podataka) rezultira u mnogobrojnim nalazima označenim kao **oportunistički** (Giraud *et al.* 2016), i obavezno podležu proceduri provere kvaliteta, pouzdanosti i preciznosti. Shodno tome, svi nalazi na internetu i oni dobijeni zahvaljujući dojavama građana prvo su provereni i vrednovani, a zatim kategorizovani u odnosu na izvor podatka u jednu od šest potkategorija:

- (a) pretraživanje različitih internet i literaturnih izvora:
 - (i) socijalni mediji
 - (ii) "prirodnjačke" baze podataka
 - (iii) različite publikacije (uključujući privatne blog-postove i sl., zasnovane uglavnom na uzgrednom registrovanju)
- (b) projekat građanske nauke; građani su naš poziv videli putem:
 - (i) konvencionalnih medija – TV, radio stanice, štampani mediji
 - (ii) socijalnih mreža (Fejsbuk, Instagram, Tviter)
 - (iii) razno (npr. lična komunikacija)

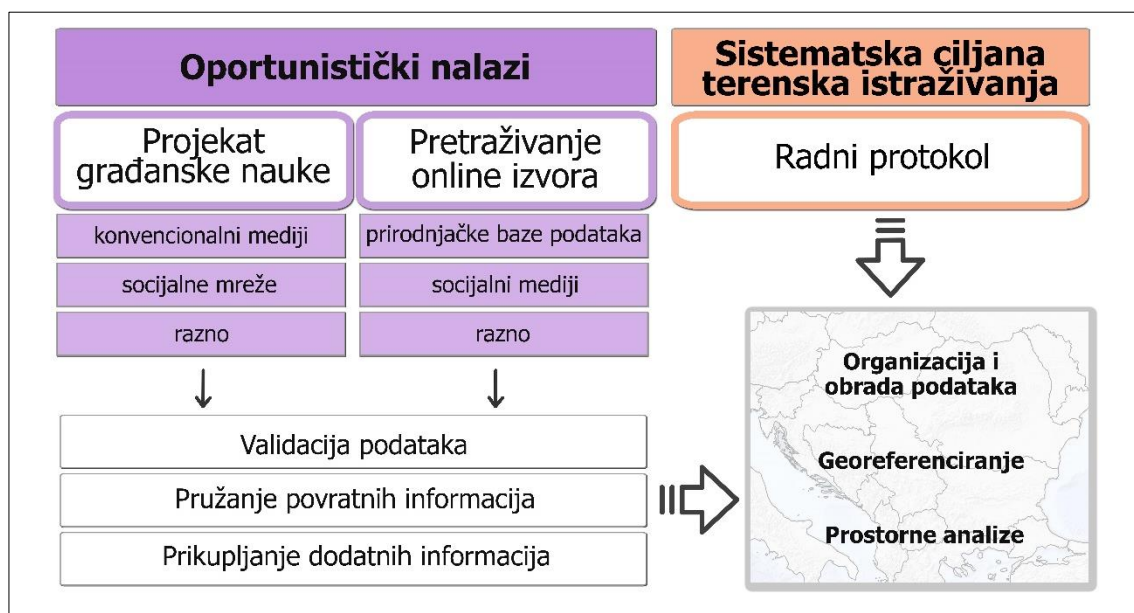
Provera nalaza obavljena je temeljnim pregledom fotografija/video snimaka pčela (odnosno, ostalih insekata – u slučaju pogrešnih identifikacija), kao i biljaka na kojima su nađene. Fotografije nađene u različitim internet izvorima u nekim slučajevima nisu imale ni osnovne, primarne podatke o lokaciji i datumu nalaza, zbog čega su kontaktirani autori fotografija. Neki od građana, iz različitih razloga, nisu dostavili preciznu lokaciju nalaza, pa su u tim slučajevima koordinate određene najpribližnije moguće (detaljnije pod 2.5.3).

Kategorizacija nalaza u odnosu na karakter i tok istraživačkog rada, kao i tip/prirodu podataka, prikazana je i šematski (Slika 9).

2.5.2. Formiranje i organizacija višenamenskih baza podataka

Prikupljeni podaci o interakcijama organizovani su u primarnu bazu (Prilog 6a), pri čemu su zapisi koji se ponavljaju između referenci isključeni iz kalkulacija. Važni kvantitativni parametri (broj lokaliteta, broj jedinki pčela, pol, itd.) preuzimani su direktno iz tekstualnih navoda (odnosno, zapisa u bazama), interpretiranjem priloženih fotografija, ili posredno iz konteksta svakog posebnog nalaza. Međutim, u nekoliko izvora deo podataka je dat samo sumarno, što nije uvršćeno u kvantifikaciju (posebno u: Mangum & Sumner 2003; Le Feon *et al.* 2018; Guariento *et al.* 2019). Ukoliko broj primeraka nije bilo moguće precizirati bilo kojim od navedenih postupaka, uneta je minimalna logična vrednost, rekonstruisana iz konteksta (npr. 1 primerak, za nedefinisani pol; 1Ž+1M kada se pominju oba pola bez ikakvih drugih elemenata; 2Ž+2M ako se oba pola pominju u množini, X+1, za najmanju egzaktno pomenutu vrednost od $\geq X$ primeraka, ili je najmanje X primeraka jasno rekonstruisano, a izvesno je da ih je bilo više, itd.). Prilikom konstrukcije ove baze različito su kategorisane interakcije koje uključuju ženke, i one koje se zasnivaju samo na mužjacima. Posebno je istaknuto da li podatak uključuje evidentiranje prikupljenog polena (na jedinkama ili u gnezdim), kao i eventualno obavljenju analizu polena. Sistematika i/ili nomenklatura biljaka je ažurirana, a dodati su podaci o njihovom poreklu i statusu u odnosu na državu nalaza (detaljnije u Prilogu 6a). U slučajevima kada je za biljke bila dostupna fotografija, sve potencijalno sporne identifikacije proverio je prof. dr D Mitar Lakušić (Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu).

Informacije sakupljene sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima organizovane su u kvantitativno-ekološku i faunističko-ekološku bazu podataka. Kvantitativno-ekološko istraživanje obavljeno je u sezonama 2019 i 2020. Ova baza sadrži detaljne informacije o lokaciji, datumu, satnici, vremenskim uslovima posmatranja, proceni trenutnog i ukupnog resursa (TFR i CFR) (uključujući i status cvetanja), klasi notirane populacione aktivnosti pčela i kvantifikaciji biljaka, kao i dodatne relevantne detalje (npr. vreme provedeno na lokaciji).



Slika 9. Šematski prikaz toka aktivnosti – načina prikupljanja podataka i njihova obrada.

Podaci prikupljeni pretraživanjem literature i internet izvora, kao i nalazi dobijeni zahvaljujući projektu građanske nauke, organizovani su u višenamensku faunističko-ekološku bazu podataka. Ova baza sadrži set primarnih podataka (faunističkih, kvantitativno-ekoloških, podataka o biotičkim interakcijama, i dr.) i sekundarnih, odnosno meta-podataka,

strukturiranih u skladu sa Darwin Core standardima. Notirani su detalji o verifikaciji podataka, identifikaciji vrste (u slučajevima kada su prijavljivani insekti koji nisu *M. sculpturalis*). Navedeni su i: izvor podatka, detalji o legatoru, naziv i detalji lokacije nalaza, nadmorska visina (kao i podatak o izvoru i tačnosti), datum i vreme opservacije, stanišne/predeone karakteristike, kontekst registrovanja, podaci o gnežđenju (tip gnezda i sl.) i posećene biljke (posebno istaknuto ukoliko je zabeleženo sakupljanje polena). Sekundarni meta-podaci su uglavnom naknadno dobijeni, nakon dodatne komunikacije sa učesnicima.

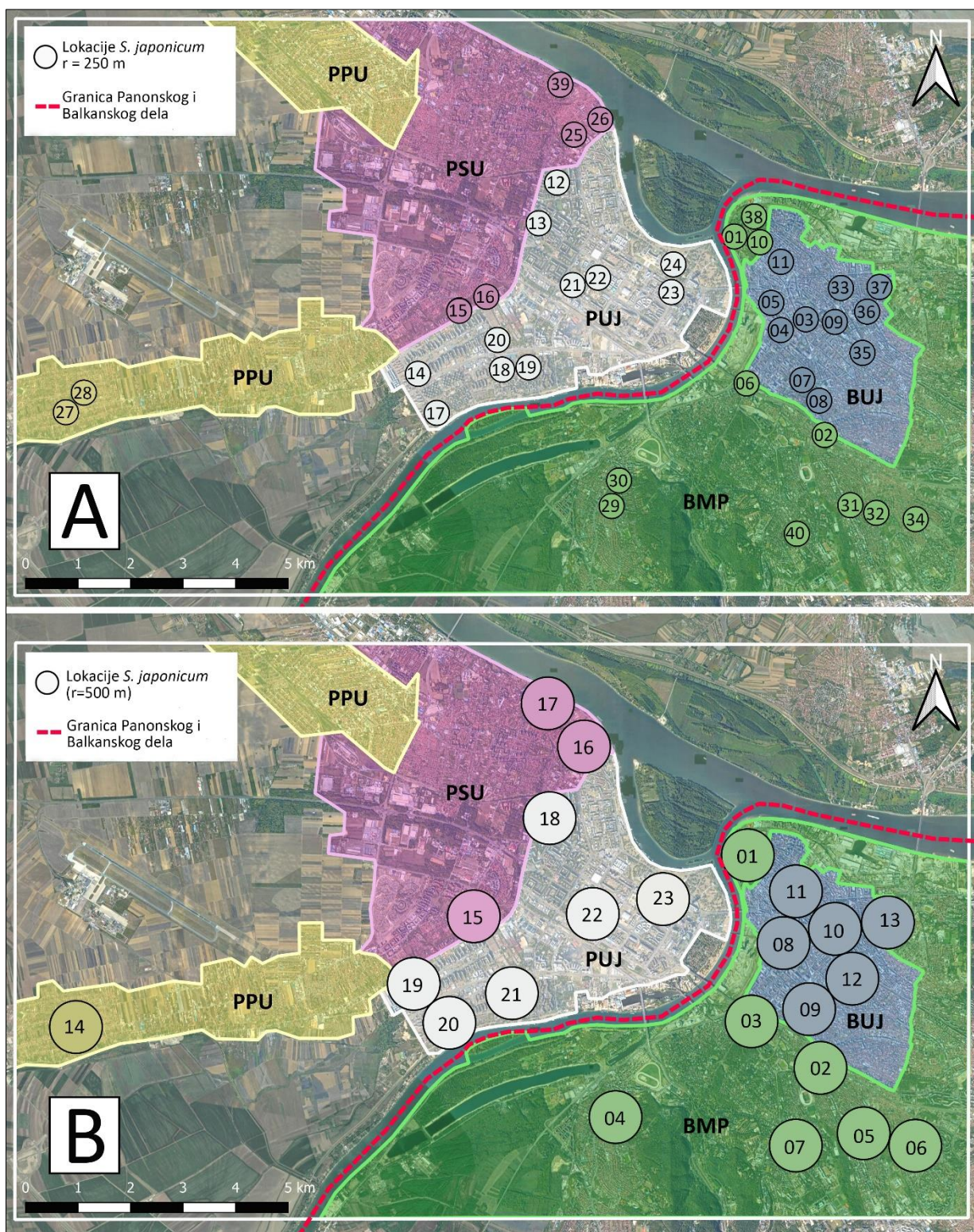
2.5.3. Georeferenciranje prostornih podataka i primarna geo-prostorna analiza

Georeferenciranje prostornih podataka na regionalnom nivou kao i geo-prostorna analiza distribucije nalaza izvršeno je korišćenjem GIS programa: QGIS ver.3.4.12-Madeira (QGIS Development Team 2018), ArcGIS Pro ver.2.8.3 (Esri Inc. 2021) i Google Earth Pro ver.7.1.8.3036 (Google Inc. 2020). Prilikom prikazivanja (a kasnije i analize) podataka primenjen je princip sumiranja prostorno bliskih nalaza (nalazi u krugu poluprečnika 250 m smatrani su jednom lokacijom). U slučajevima da precizna lokacija nije bila dostupna – korišćene su koordinate iz Google Earth Pro programa za dati lokalitet (naziv naselja, grada i sl.). Za merenje rastojanja (vazdušne linije) između pojedinih nalaza korišćena je opcija merenja u Google Earth Pro programu, što je omogućilo analiziranje osnovnih prostornih odlika kolonizacije/disperzije. Finalne mape su dodatno prilagođene različitim softverima za obradu slika.

U okviru područja istraživanja u Beogradu (Slike 8 i 10), definisane su predeone zone i precizirane konkretne lokacije na kojima je tokom prve godine istraživanja (2019) vršeno prikupljanje podataka. Kao što je već pomenuto, stabla sofore grupisana su u kružne sektore poluprečnika 250 m (svaki krug predstavlja jediničnu lokaciju u skali 250 m, što će u daljem tekstu biti označeno kao "S250"); ova dimenzija je često korišćena kao najmanja relevantna prostorna distanca u predeono-ekološkim studijama na divljim pčelama (npr. Steffan-Dewenter *et al.* 2002; Steckel *et al.* 2014; Cohen *et al.* 2020). Precizne lokacije krugova podešene su tako da bliska stabla budu logično grupisana, a da pri tom ne dolazi do preklapanja krugova. Definisano je 40 ovakvih lokacija (kružnih predeonih sektora poluprečnika 250 m) koje su posećivane više puta u toku sezone 2019. Tokom sezone 2020. istraživanje je prošireno na čak 71 predeono definisanu lokaciju (Slika 21).

Različite vrste pčela na različite načine percipiraju svoje okruženje, odnosno predeonu kompoziciju i konfiguraciju (raspoređenost resursa i drugih karakteristika staništa) jer mogućnost prelaženja velikih razdaljina u potrazi za hranom i povoljnim staništima za gnežđenje zavisi uglavnom od njihove veličine – krupnije pčele mogu lako da savladaju veće razdaljine i obrnuto (Gathmann & Tscharrntke 2002; Greenleaf *et al.* 2007). U cilju testiranja efekata potencijalno važnih parametara urbane sredine na različitim skalama posmatranja, grupisanje lokacija i analiza terenskih procena realizovana je i na grubljoj prostornoj rezoluciji, definisanjem kružnih sektora poluprečnika 500 m (u daljem tekstu "S500"). Dakle, 2019. godine sve istraživane lokacije su raspoređene u dve serije kružnih sektora: 40 lokacija S250 (oko 0.2 km²) i 23 lokacije S500 (oko 0.8 km²) i svi parametri koji su uzeti u obzir izračunati su na obe skale. Tokom sezone 2020. vrednosti prikupljene tokom istraživanja prikazane su samo za skalu S250.

Prema tome, sve procenjivane vrednosti sumirane su na nivou sektora. Vrednost TFR je bila izražena na nivou sektora sumiranjem pojedinačnih vrednosti svakog stabla sofore koje je cvetalo tokom date sezone, izražene kao procentualni deo cele krošnje, na osnovu



Slika 10. Sezona 2019. – raspored istraživanih lokacija sa soforom (*S. japonicum*) predstavljenih u dve skale: (A) skala 250 m i (B) skala 500 m: BUJ – Balkansko urbano jezgro: 11/6; BMP – Balkanska mešovita periferija: 11/7; PUJ – Panonsko urbano jezgro: 11/6; PSU – Panonska semi-urbana zona: 5/3; PPU – Panonska peri-urbana zona: 2/1; sektori koji su pozicionirani na granici između zona dodeljeni su onoj zoni gde je bilo više konkretnih biljaka na kojima je vršeno istraživanje (objašnjeno u odeljku 2.4.1.). Brojevi predstavljaju redni broj lokacija u tabeli evidencije (Prilog 9). Korišćena pozadinska mapa je Google Satellite™.

procenjenog maksimalnog obima cvetanja postignutog tokom leta 2019. Na sličan način izračunata je vrednost CFR – kao suma procenjenih procenata cvetajućeg dela svake krošnje u trenutku posmatranja. Za svako posmatrano stablo beležena je vrednost – koji deo (procenat) cele krošnje je trenutno u cvetu, a zatim su te vrednosti sumirane i izražene u decimalnom obliku (na primer, krošnja jednog stabla ima 10% cvetova, drugog 25% i 80% trećeg, što ukupno predstavlja 1,15 “celih” krošnji po sektoru); procedura je detaljnije objašnjena u Prilozima 4 i 5.

Na kraju tri istraživane sezone ispitivano je na koji način učestalost detekcije jedinki *M. sculpturalis* varira duž gradijenta urbanizacije, posebno u odnosu na pristup prikupljanja podataka (oportunistički naspram ciljanih ekspertskih istraživanja). Kako bi okarakterisali lokacije nalaza u odnosu na urbano-ruralno-prirodni gradijent, korišćeni su podaci o stepenu urbanizacije zasnovani na mreži distribucije ljudske populacije “JRC-GEOSTAT 2018” (European Commission 2020) i dve dodatne mreže iz DG AGRI i DG REGIO (Dijkstra & Poelman 2014; European Commission 2016; European Commission 2017).

Svaka lokacija je dodeljena jednoj od tri glavne kategorije zasnovane na mreži ćelija rezolucije 1×1 km i njihovom obrascu grupisanja (Dijkstra & Poelman 2014):

- (1) “**klasteri velike gustine**” (kontinuirane/uzastopne ćelije, svaka sa ≥ 1.500 stanovnika i ukupnom populacijom od ≥ 50.000 , što odgovara urbanim centrima),
- (2) “**urbani klasteri**” (uzastopne ćelije, svaka sa ≥ 300 stanovnika, i ukupnom populacijom od ≥ 5.000), ili
- (3) “**ruralne ćelije**” (ćelije van urbanih klastera: ćelije koje imaju manje od 300 stanovnika svaka, ili ćelije sa većom gustinom, ali ne u blizini urbanih klastera).

Ovakva skala je pogodna za sagledavanje varijabilnosti prisustva ljudi i obrasca aktivnosti krupne, veoma pokretne vrste pčela. Prve dve kategorije pokrivaju širok spektar tipova urbanih predela i mogu se grupisati u odgovarajuće veće jedinice (Dijkstra & Poelman 2014):

- “gusto naseljena područja” (*engl.* densely populated areas) velikih urbanih centara
- “područja srednje gustine” (*engl.* intermediate density areas) gradova ili predgrađa.

Ukoliko se ćelije koje pripadaju “ruralnoj” kategoriji javljaju u vidu većih prostornih agregacija, označavaju se kao “retko naseljena područja” (*engl.* thinly populated areas) (Dijkstra & Poelman 2014) ne-urbanog tipa predela (od poljoprivrednih do prirodnih lokacija). Radi jednostavnosti, ovde su korišćeni sledeći termini:

- urbano – velika gustna,
- urbano – srednja gustina i
- ruralno (ova kategorija se deli na “ruralno – srednja gustina” (ćelije koje imaju ≥ 25 stanovnika svaka) i “ruralno – niska gustina” (ćelije svaka sa < 25 stanovnika).

Za izračunavanje minimalnih konveksnih poligona upotrebljena je alatka “Minimum Bounding Geometry tool” programa ArcGIS Pro, u cilju upoređivanja veličine areala zasnovanih na dva glavna tipa/izvora podataka: oportunistički nalazi (većinom dobijenih kroz građansku nauku) i nalazi dobijeni sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima (Slika 15).

2.5.4. Analiza prostorno-vremenskih obrazaca i interakcija

2.5.4.1. Trofičke interakcije smolarica–biljke (globalni nivo)

Na osnovu sakupljenih podataka o interakcijama između azijske pčele smolarice i biljaka analiziran je broj posećenih porodica i rodova biljaka, a sagledane su i razlike na nivou kontinenta (između Severne Amerike i Evrope). U analizi je posebno istaknut značaj interakcija ženki sa biljkama kao i notirani slučajevi korišćenja polena (Prilog 6a).

2.5.4.2. Lokalni obrasci populacione aktivnosti smolarice i cvetanja ključnog floralnog resursa

Četiri alohtona i dva autohtona roda biljaka su od posebnog značaja za azijsku pčelu smolaricu u Srbiji, pre svega zbog preklapanja perioda cvetanja sa periodom aktivnosti ove pčele. To su: *Styphnolobium*, *Lavandula*, *Buddleja*, *Wisteria*, *Lythrum* i *Ligustrum*. Značaj ovih biljaka ogleda se i u tome što su ovo uglavnom gajene i široko dostupne biljke, pa je time njihovo posmatranje olakšano.

- Japanski bagrem, sofora (*S. japonicum*) – u našem klimatskom području cvetanje počinje u julu, i traje 2–3 nedelje (Slika 11 A). Ovo je pojedinačno najvažnija biljka hraniteljka za azijsku pčelu smolaricu u Evropi (Mangum & Brooks, 1997; Mangum & Sumner, 2003; Maeta *et al.* 2008; Quaranta *et al.* 2014; Parys *et al.* 2015; Westrich *et al.* 2015; Aguado *et al.* 2018; Le Féon & Geslin, 2018; Le Féon *et al.* 2018; Guariento *et al.* 2019; Ruzzier *et al.* 2020).
- Potočnjak (*Lythrum*) – česta biljka na vlažnim područjima Srbije, uključujući i zakorovljena područja kao što su kanali u područjima intenzivne poljoprivrede (Slika 11 B). Dve najpoznatije vrste ovog roda u Evropi, *Lythrum virgatum* i *L. salicaria*, gaje se kao ukrasne biljke. Ova višegodišnja biljka cveta od jula do sredine septembra. Može biti značajna za praćenje aktivnosti azijske pčele smolarice tokom avgusta, kada period cvetanja drugih značajnih biljaka prođe.
- Glicinija, plava kiša (*Wisteria*) – rod *Wisteria* obuhvata desetak vrsta drvenastih puzavica (Slika 11 C), pripada porodici Fabaceae (leptirnjače, leguminoze). U našem klimatskom podneblju prvo cvetanje je u proleće (april-maj), a drugo, sa mnogo manjim intenzitetom, tokom leta. U našoj zemlji njeno najintenzivnije cvetanje se ne poklapa sa periodom maksimalne aktivnosti azijske pčele smolarice.
- Letnji jorgovan, leptirov žbun (*Buddleja*) – česta hortikulturna ukrasna biljka na javnim zelenim prostorima i baštama (Slika 11 D). Najšire gajena vrsta je *Buddleja davidii*, poreklom iz istočne Azije. Letnji jorgovan cveta tokom leta (period cvetanja zavisi od toga koji je kultivar u pitanju i kakav je režim orezivanja).
- Kalina (*Ligustrum*) – obična kalina (*Ligustrum vulgare*) je žbunasta polulistopadna biljka (Slika 11 E). Cveta u toku leta, pa iako raste slobodno u divljini, često se koristi i kao dekorativna živa ograda. Izvan predstavnika porodice Fabaceae (leguminoze), rod *Ligustrum* je među retkim biljkama na kojima je dokazano da pčela smolarica sakuplja polen u značajnijem obimu.
- Lavanda (*Lavandula*) – cveta tokom leta, a često se gaji kao dekorativna biljka; poznata je i kao medonosna, industrijska ili začinska biljka (Slika 11 F). Poslednjih desetak godina u Srbiji se značajno proširila praksa sađenja lavande u okviru različitih javnih zelenih prostora, što je doprinelo povećanom prisustvu niza vrsta divljih pčela. Zabeležena su brojna opažanja pčele smolarice na lavandi, pogotovo u Evropi, međutim još uvek nema jasnog dokaza da ženke sakupljaju polen sa ove biljke.



Slika 11. (A) Sofora, japanski bagrem (*S. japonicum*): celo stablo u punom cvetu i bliži prikaz cvetova u početnoj fazi cvetanja; (B) Potočnjak (*Lythrum* sp.); (C) Plava kiša (*Wisteria* sp.); (D) Leptirov žbun, letnji jorgovan (*Buddleja* sp.), žbun u cvetu i izbliza procvetala cvast; (E) Kalina (*Lygustrum vulgare*) i cvast izbliza.; (F) Lavanda (*Lavandula*); (foto: Jovana Bila Dubaić: A, B, C, D i F; Uroš Buzurović: C cvast; Lazaregagnidze CC 4.0: E; MurielBendel CC 4.0: E cvast).

Testirano je da li različiti aspekti distribucije i sezonske dinamike cvetnih resursa tokom 2019. godine imaju efekta na lokalne razlike u populacionoj aktivnosti pčela. Analiziran je odnos između populacione aktivnosti pčela (BpM) i svih izmerenih parametara ključnog hranidbenog resursa (sofore) (NoT, NoT_iB, TFR, i CFR), na obe pomenute skale (S250 i S500). Korišćena je generalizovana regresija najmanjih kvadrata (GLS) da bi se uzela u obzir i heteroskedastičnost grešaka.

Pored toga, korišćena je i GLS linearna regresija za analiziranje zavisnosti između BpM i TFR, CFR, procentualne vrednosti TFR (TFR/NoT), i procentualne vrednost CFR (CFR/NoT), uprosečene za svaku urbanističku zonu. Pretpostavke analiza testirane su ispitivanjem reziduala modela, odnosno razlike između očekivanih i dobijenih vrednosti zavisne varijable. Dodatno, ispitano je da li postoji neki lokalni obrazac u redukciji cvetanja sofore, odnosno ima li bilo kakvih razlika u cvetanju koje nastaje zbog različitih vrednosti faktora životne sredine u okviru različitih zona, koristeći urbanističke zone kao privremene proksije. Ovaj deo analiza rađen je u cilju utvrđivanja eventualnog uticaja na populacionu aktivnost pčela. Razlike u NoT, NoT_iB, TFR, CFR, i BpM između različitih urbanističkih zona analizirane su neparametrijskim Kruskal-Wallis testom. Sve analize rađene su u statističkom programu R v3.6.3 (R Core Team 2020) i R-paketu nlme v3.1-144 (Pinheiro *et al.* 2020).

3. Rezultati

3.1. Trofičke interakcije azijske pčele smolarice (globalni pregled)

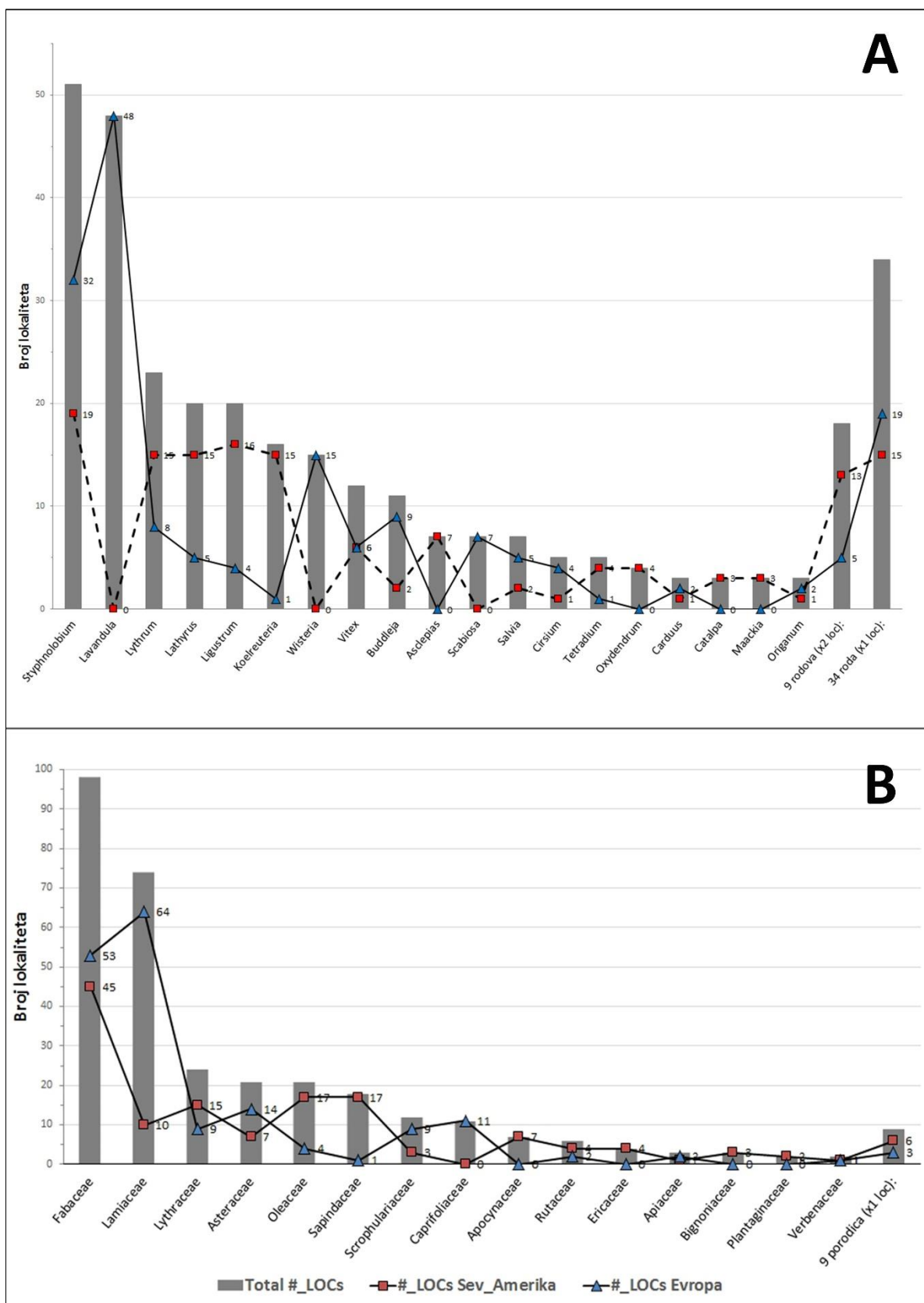
Prikupljeni podaci o trofičkim interakcijama organizovani su u bazu podataka koja je rezultirala sa 236 jedinstvenih kombinacija takson × država × izvor (Prilog 6a). Kompilirani su podaci za najmanje 73 roda biljaka iz 24 porodice na kojima su registrovane jedinke *M. sculpturalis* širom sveta (Prilog 6b–6c; Slike 12–13). Većina zabeleženih rodova zastupljena je sa po jednom vrstom (ili vrsta nije precizirana). U okviru 12 rodova zabeleženo je više vrsta (2–3, ili označeno kao “spp.”). Broj rodova po porodici dosta varira (1–16, srednja vrednost $3,0 \pm 4,0$), pri čemu su samo tri porodice bile zastupljene sa ≥ 9 rodova: Fabaceae – 16, Asteraceae – 13 i Lamiaceae – 9.

Daleko najveći udeo zabeleženih interakcija potiče iz alohtonog dela areala: 62 roda biljaka iz 24 porodice. Za autohtoni areal zabeležene su interakcije samo sa 16 rodova iz 7 porodica, od toga 9 rodova do sada nije dokumentovano kao domaćin izvan ovog regiona (iako su dva roda usevi, neautohtoni za Aziju). Najmanje 7 rodova biljaka azijskog porekla smolarica posećuje širom alohtonog areala; takođe, u okviru 5 rodova široko rasprostranjenih u Evroaziji i Americi zabeležene su interakcije sa vrstama istočno-azijskog porekla. Zanimljivo je da su za čak 7 od ovih 12 rodova interakcije zabeležene samo izvan Azije.

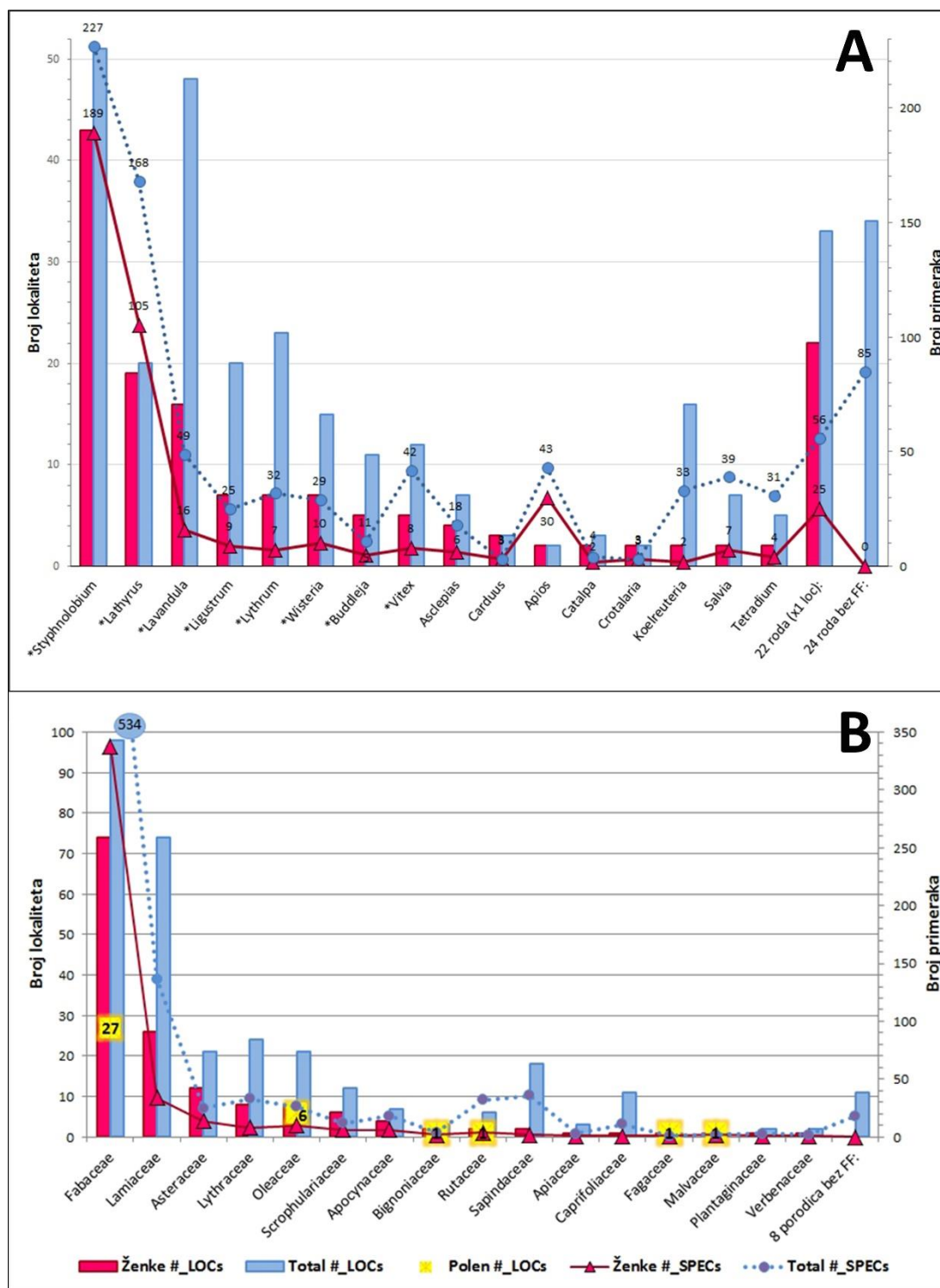
Kompilirano je ukupno 315 registrovanih interakcija između azijske pčele smolarice i biljaka (na bazi jedinstvene kombinacije biljka/lokacija/godina): 142 u Severnoj Americi u periodu 1994–2017 (uglavnom iz SAD, uključuje najmanje 573 zabeležena primerka pčele), i 173 u Evropi u periodu 2008–2019 (9 država, najmanje 324 primerka). Relativno mali broj taksona biljaka javlja se značajno češće od ostalih: svega 8 porodica i 9 rodova beleženo je sa $\geq 3\%$ svih zapisa). U okviru 8 najčešćih porodica (koje obuhvataju 45 zabeleženih rodova) registrovano je skoro 89% svih interakcija i skoro 91% svih zabeleženih primeraka; interakcije sa 9 najčešćih rodova čine oko 68% svih registrovanih i skoro 69% od svih primeraka. Svi najčešći rodovi biljaka spadaju u 6 od 8 najčešćih porodica, a dve preostale porodice bile su zastupljene samo retko zabeleženim predstavnicima (Asteraceae: 13 rodova sa ≤ 5 zapisa svaki; Caprifoliaceae: 4 roda sa ≤ 7 zapisa).

Dve najčešće registrovane porodice bile su Fabaceae (98 interakcija / 534 primerka) i Lamiaceae (75 interakcija / 138 primeraka), koje obuhvataju 5 od 9 najčešćih rodova i skoro 55% svih interakcija. Sa druge strane, relativno retko beleženi taksoni (sa ≤ 7 kombinacija lokaliteta/godina) obuhvataju čak 16 porodica biljaka (sa prosečno $2,3 \pm 1,9$ zabeleženih interakcija) i 55 rodova (sa prosečno $1,8 \pm 1,5$ zabeleženih interakcija); oko 38% svih porodica i 55% rodova zabeleženo je samo jednom. Sumarno na nivou kolonizovanih kontinenta: zabeležene su interakcije sa 38 rodova iz 20 porodica u Severnoj Americi, odnosno, 39 rodova iz 14 porodica u Evropi.

Na osnovu 150 zapisa (jedinstvenih kombinacija lokalitet/godina) sa oba kolonizovana kontinenta, u okviru kojih je zabeležena najmanje 431 ženka azijske pčele smolarice, posebno su analizirane interakcije ženki smolarice i posećenih biljaka (u daljem tekstu “FF” zapisi). Oni uključuju 39 rodova biljaka iz 16 porodica. Šest najčešće evidentiranih porodica biljaka (sa > 5 FF-zapisa) čine oko 43% ukupno evidentiranih i oko 89% FF zapisa (sa 410 primeraka). Osam najčešćih rodova biljaka (sa ≥ 5 FF zapisa svaki) bili su: *Styphnolobium* – 42, *Lathirus* – 19, *Lavandula* – 16, *Lithrum*, *Ligustrum* i *Wisteria* – 7, *Buddleja* i *Vitex* – 5, koji čine oko 34% ukupnih zapisa i oko 72% FF zapisa (sa 348 primeraka); pripadaju 5 od 6 čestih porodica,



Slika 12. Kvantifikacija interakcija *M. sculpturalis* sa biljakama iz (A) 62 roda, odnosno, (B) 24 porodice, na osnovu broja evidentiranih lokaliteta (#_LOCs) na nivou celine kolonizovanog areala i odvojeno po kontinentima (rangirano po opadajućem redosledu ukupnih vrednosti). Retko posećivani biljni rodovi (43 je zabeleženo na samo 1 ili 2 lokaliteta, = 69%) i porodice (9 je zabeleženo na samo jednom lokalitetu, = 38%) prikazani su sumarno.



Slika 13. Kvantifikacija interakcija *M. sculpturalis* sa biljkama iz različitih (A) rodova i (B) porodica, prikazano paralelno kroz broj zabeleženih lokaliteta (#_LOCs) i broj dokumentovanih primeraka (#_SPECS), sumarno za celi kolonizovani areal; posebno su prikazane sve evidentirane interakcije, kao i one koje uključuju ženke (rangirano po opadajućem redosledu broja lokaliteta na kojima su registrovane i ženke). Na 24 roda (od ukupno 62) i 8 porodica biljaka (od ukupno 24) nisu dokumentovane ženke, a za dodatna 22 roda postoji samo po jedan nalaz koji uključuje aktivnost ženki (svi ovi taksoni su prikazani sumarnim vrednostima). Rodovi sa 5 ili više nalaza koji uključuju ženke označeni su zvezdicom (*). Za samo 6 porodica biljaka postoje nalazi koji uključuju dokumentovano sakupljanje polena – takvi slučajevi su kvantifikovani brojem evidentiranih lokaliteta.

a najčešće su Fabaceae – 74, Lamiaceae – 26, Asteraceae – 12, Lythraceae i Oleaceae – 8, Scrophulariaceae – 6 nalaza.

Ostatak registrovanih interakcija predstavlja kategoriju bez dokumentovanog učešća ženki (“ne-FF”; 166 zapisa zasnovanih ili samo na mužjacima ili na nejasnim dokazima o polu jedinke). Na 8 porodica biljaka (sa po jednim rodovima) zabeležene su samo ovakve posete; takođe, na još 25 rodova iz drugih porodica nije bilo dokazanog prisustva ženki pčela.

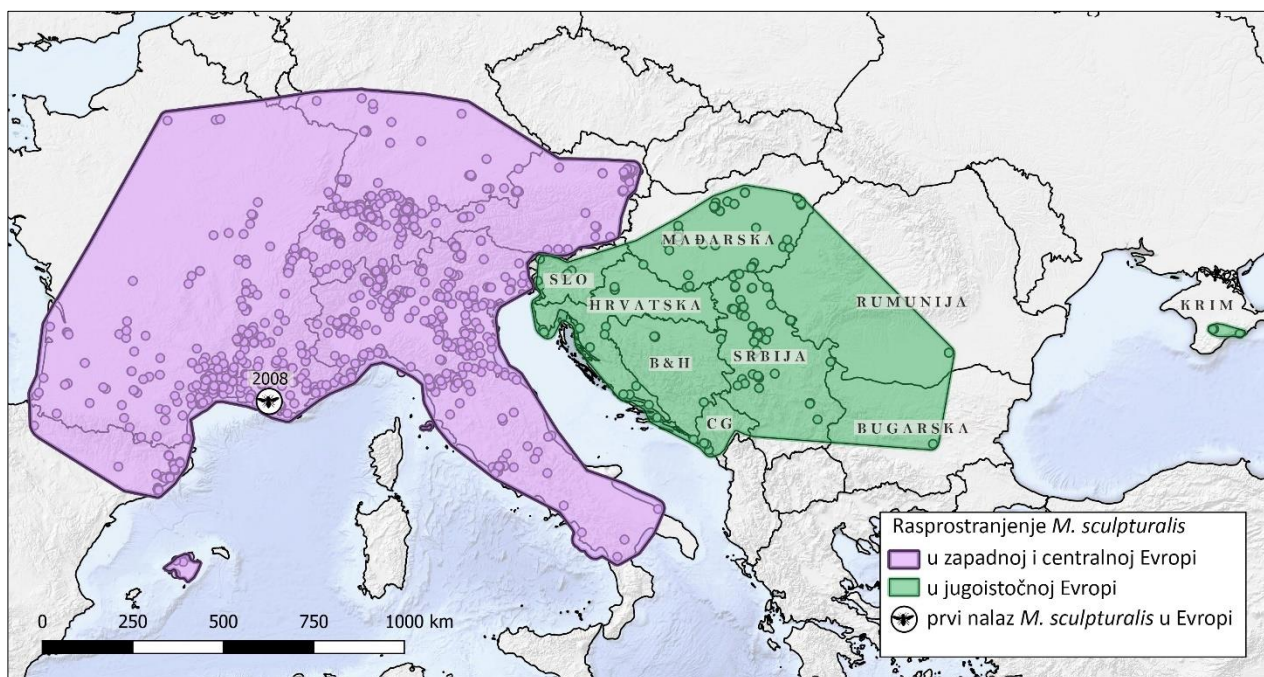
Od svih zapisa o interakcijama u kolonizovanom delu areala (n=315), samo 37 je sadržalo dokaze o sakupljanju polena (tj. 12%, a skoro 25% FF podskupa). Ovo je uključivalo 10 interakcija (4 biljna roda sa 9 lokacija): 5 na osnovu uzoraka polena iz gnezda (3 biljna roda iz 4 gnezda) i 4 na osnovu uzoraka uzetih sa skope ženki (3 biljna roda u najmanje 10 uzoraka), dok su isključene 3 interakcije zasnovane na $\leq 3\%$ detektovanog tipa polena (Prilog 6d). Zabeležene su interakcije sa 11 rodova iz 6 porodica biljaka, sa izrazito neujednačenom distribucijom: dve porodice čine 89% svih polen-zapisa (Fabaceae – 27, Oleaceae – 6 zapisa), koje obuhvataju 5, odnosno, 2 roda (3 od njih čine $>70\%$ zapisa: *Styphnolobium* – 17, *Lathyrus* i *Ligustrum* – 5 zapisa svaki); za sve ostale rodove dokumentovane su samo 1–2 interakcije, neke od njih iz prilično retko zabeleženih porodica biljaka.

Zapisi o interakcijama širom alohtonog areala azijske pčele smolarice uključuju najmanje 7 biljnih rodova koji su prirodno rasprostranjeni u Aziji (samo u Istočnoj Aziji, ili širom azijsko-pacifičkog područja), kao i nekoliko vrsta iz 5 drugih rodova. Zanimljivo je da na samo 5 od ovih 12 rodova postoji zabeležena interakcija sa smolaricom u Aziji. Zbir podataka za sve istočno-azijske egzote u okviru 12 rodova (u daljem tekstu: EAE, *engl.* East Asian Exotics) je 114 (36% ukupnog; 1–50 po rodu, prosečno $9,5 \pm 14,2$); od kojih je 8 takođe zastupljeno u FF podskupu (61 nalaz, 41% svih FF), ali sa 65% zapisa zasnovanih na polenu. Većina interakcija sa EAE biljkama je koncentrisana u porodici Fabaceae (5 rodova, 23% ukupnih zapisa, 34% FF), dok jedan rod, *Styphnolobium*, čini 28% svih FF i $>43\%$ zapisa zasnovanih na polenu. Inače, 12 rodova iz EAE podskupa pripada 7 porodica, od kojih je većina bila zastupljena i sa taksonima ne-azijskog porekla: 8 rodova sa 33 zapisa (od toga 5 sa 26 FF=17%).

Na preostalim taksonima ženke su retko zabeležene (≤ 4 FF-zapisa svaka): 10 porodica biljaka, sa srednjom vrednosti od $1,6 \pm 1,0$ zapisa, i 31 rod (iz svih 16 porodica) sa srednjom vrednošću od $1,4 \pm 0,7$ zapisa; u okviru ovog seta podataka koji uključuju FF, oko 38% porodica i 59% rodova zabeleženo je samo jednom. Interakcije sa biljkama iz preostala 21 roda bile su zasnovane samo na mužjacima, a još nekoliko sa nejasnim dokazima o tome koji pol pčela je uključen u interakciju; ovo uključuje predstavnike čak 8 porodica biljaka bez jasne evidencije poseta zasnovane na ženkama. Važno je napomenuti da je među zabeleženim biljkama nedefinisanog statusa interakcije bila vrsta leptirnjača iz roda *Pueraria*, koja se inače smatra glavnom biljkom hraniteljkom za *M. sculpturalis* u istočnoj Aziji (Batra 1998; Sasaki & Maeta 2018).

3.2. Podaci o prisustvu – kvantitativni pregled

Na osnovu istraživanja sprovedenih zaključno sa sezonom 2021, kao i kompilacijom svih raspoloživih podataka o prisustvu vrste, ova analiza je obuhvatila 270 nalaza azijske pčele smolarice, sa 178 lokacija u sedam zemalja jugoistočne Evrope i sa poluostrva Krim (Slike 14 i 15, Prilog 7). Oportunističkim pristupom ostvarena su 133 nalaza sa 115 lokacija, a sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima 137 nalaza sa 77 lokacija.

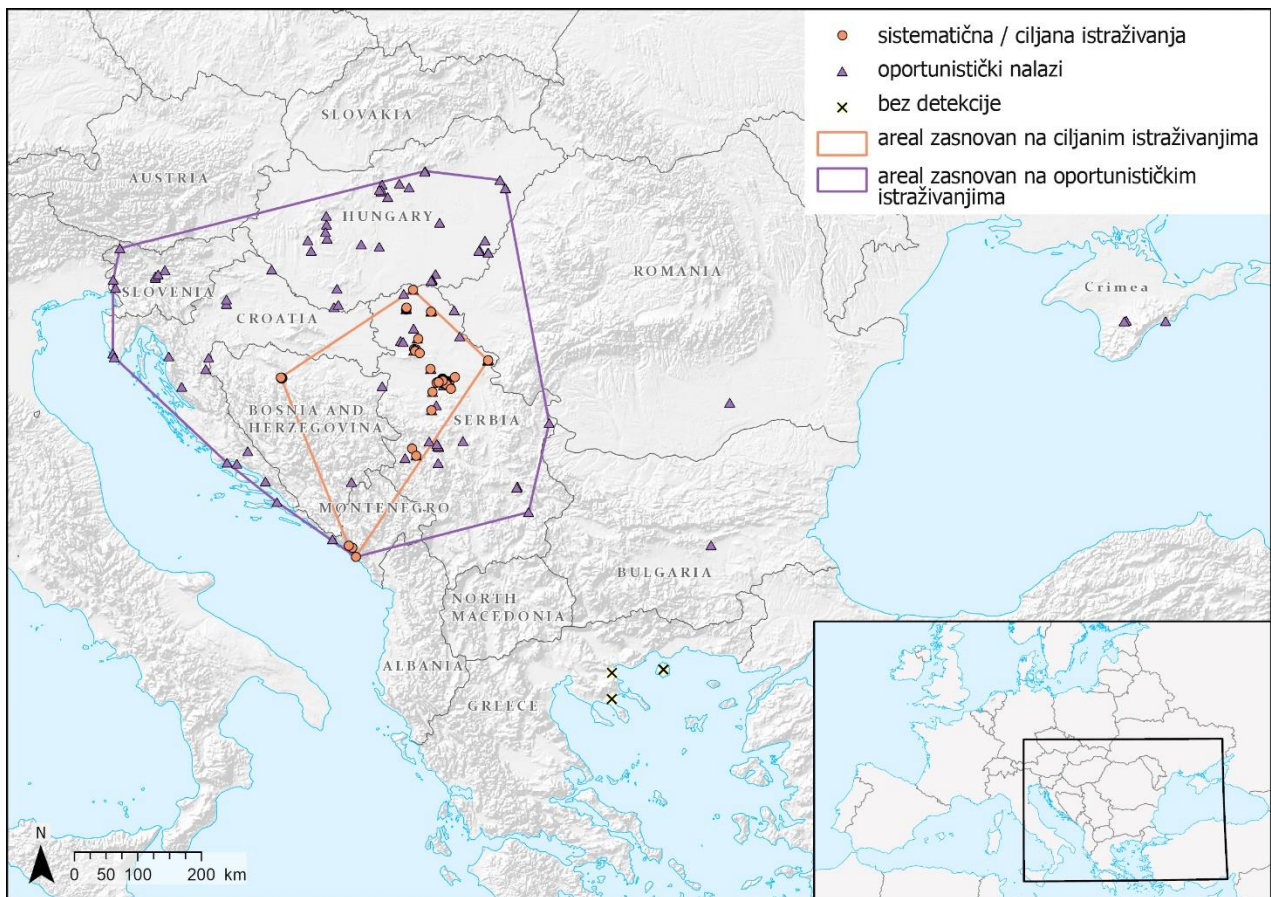


Slika 14. Trenutni areal *M. sculpturalis* u Evropi. Deo areala prikazan zelenom bojom predstavlja efektivno područje analize i razmatranja ove disertacije. Zapadni deo areala prikazan je na osnovu kompilacije iz nekoliko najobuhvatnijih izvora (Le Feon *et al.* 2018; Lanner *et al.* 2020a; Ruzzier *et al.* 2020; Westrich 2021; Ortiz-Sánchez & Bakuero 2021), sa ažuriranjem na osnovu nedavnih nalaza na platformi iNaturalist (do kraja 2021. godine).

3.2.1. Rezultati terenskih istraživanja

Sistematska ciljana terenska istraživanja sprovedena 2019, 2020. i 2021. godine imaju za rezultat 137 nalaza *M. sculpturalis* sa 77 lokacija: 68 u Srbiji (2019–2021), pet u Bosni i Hercegovini (2020) i četiri u Crnoj Gori (2021) (Slika 15). Ovi nalazi uglavnom potiču iz visoko urbanizovanih područja: urbano – velika gustina (51%) i urbano – srednja gustina (30%), dok su ruralne lokacije znatno manje zastupljene (11% za obe potkategorije) (Slika 16); većina ruralnih lokacija su prvobitno bile prijavljene od strane građana, nakon čega su na njima vršena ciljana terenska istraživanja.

Tokom sezone 2021. terenski rad je uključio i pet lokacija u Grčkoj i Crnoj Gori na kojima nije bilo moguće potvrditi prisustvo azijske pčele smolarice, uprkos ponavljanim posmatranjima na obilnom biljnom resursu – *S. japonicum* i *Vitex agnus-castus* (sedam nezavisnih 15-minutnih opservacija, sa učešćem pet angažovanih građana i dva istraživača; Prilog 7). Lokacije u Grčkoj su prikazane na mapi (oznaka “bez detekcije” – Slika 15), kao relevantne za buduće evidentiranje hronologije širenja.



Slika 15. Nalazi *M. sculpturalis* u jugoistočnoj Evropi predstavljeni u dve različite kategorije — oportunistički podaci (uglavnom podaci iz građanske nauke: N=114 lokacija; od 2015. do 2021. godine, površina=300.606 km²); nalazi dobijeni sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima (N=64 lokacije; od 2019. do 2021. godine, površina=68.000 km²); lokacije na kojima je azijska pčela smolarica tražena, ali nije detektovana (N=3). Iz konveksnih poligona su isključeni izolovani nalazi iz Bugarske i Rumunije, jer oni verovatno predstavljaju događaje “preskoka na velike udaljenosti” (Bila Dubaić *et al.* 2022a), slično nalazima na Krimu.

3.2.2. Podaci iz internet-izvora i literature

Kroz intenzivne **pretrage na platformama društvenih medija** došlo se do 38 podataka o prisustvu smolarice (na 27 lokacija), uključujući prvi nalaz za Rumuniju, dok je pretraživanje “prirodnjačkih” baza podataka otkrilo 17 nalaza (sve sa različitih lokacija), uključujući prvi nalaz za Bugarsku. Preostalih sedam nalaza bilo je iz literaturnih izvora (publikacije različitih kategorija). Sumarno, 62 nalaza iz ovih nekoliko kategorija potiču sa 50 lokacija u sledećim državama: Bugarska (1), Hrvatska (4), Mađarska (33), Rumunija (1) Srbija (4), Slovenija (3) i područje Krima (4). Mali broj nalaza proistekao je iz rada raznih istraživača, uglavnom kroz uzgredne aktivnosti entomologa (5), sve ostale podatke obezbedili su različite kategorije “građana” – pre svega kroz sporadično amatersko angažovanje; sve ove podatke klasifikujemo kao oportunističke po kontekstu evidentiranja (uključujući one poreklom od profesionalnih entomologa).

3.2.3. Pregled rezultata projekta građanske nauke (PGN)

Područje dokumentovanog prisustva *M. sculpturalis* na osnovu **oportunističkih nalaza** procenjeno je kao pet puta veće od područja dobijenog sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima (oko 300.606 km² naspram 68.000 km², Slika 15).

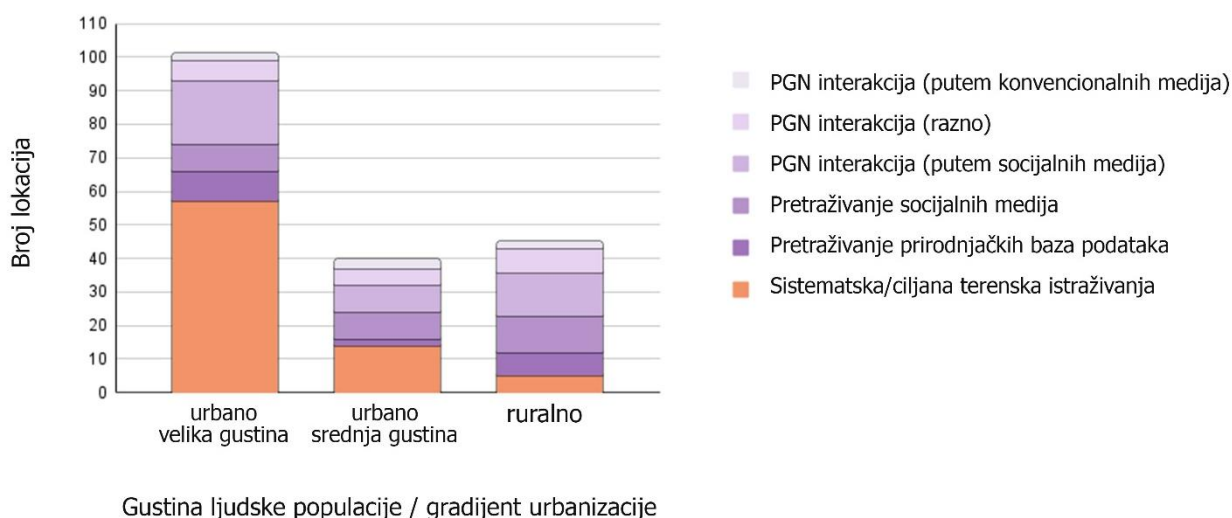
Ukupno, 71 nalaz *M. sculpturalis* (26% od ukupnog broja nalaza) potiče iz **projekta građanske nauke (PGN)**: 46 zahvaljujući društvenim medijima, sedam zahvaljujući konvencionalnim medijima i 18 zahvaljujući različitim izvorima (podaci prijavljeni od strane kolega ili članova porodice). Rezime strukture nalaza dobijenih zahvaljujući dojavama građana dat je u Tabelama 1 i 2.

Na nivou obe sezone, 41% od svih pristiglih fotografija je potvrđeno kao *M. sculpturalis*, dok su na preostalim bili neki drugi insekti, najčešće *Bombus pascuorum* (23%) i *Apis mellifera* (20%). Prijavljeno je i nekoliko drugih vrsta (1–6 puta): druge pčele (*Amegilla* sp., *Andrena* sp., *Bombus* sp., *Halictus* sp., *Lithurgus* sp., *Megachile* sp., *Xylocopa* sp.); razne porodice osa – Scoliidae (*Scolia* sp., *Megascolia maculata*), Vespidae (*Polistes* sp., gnezdo Eumeninae) i Sphecidae; Syrphidae i drugi dvokrilci.

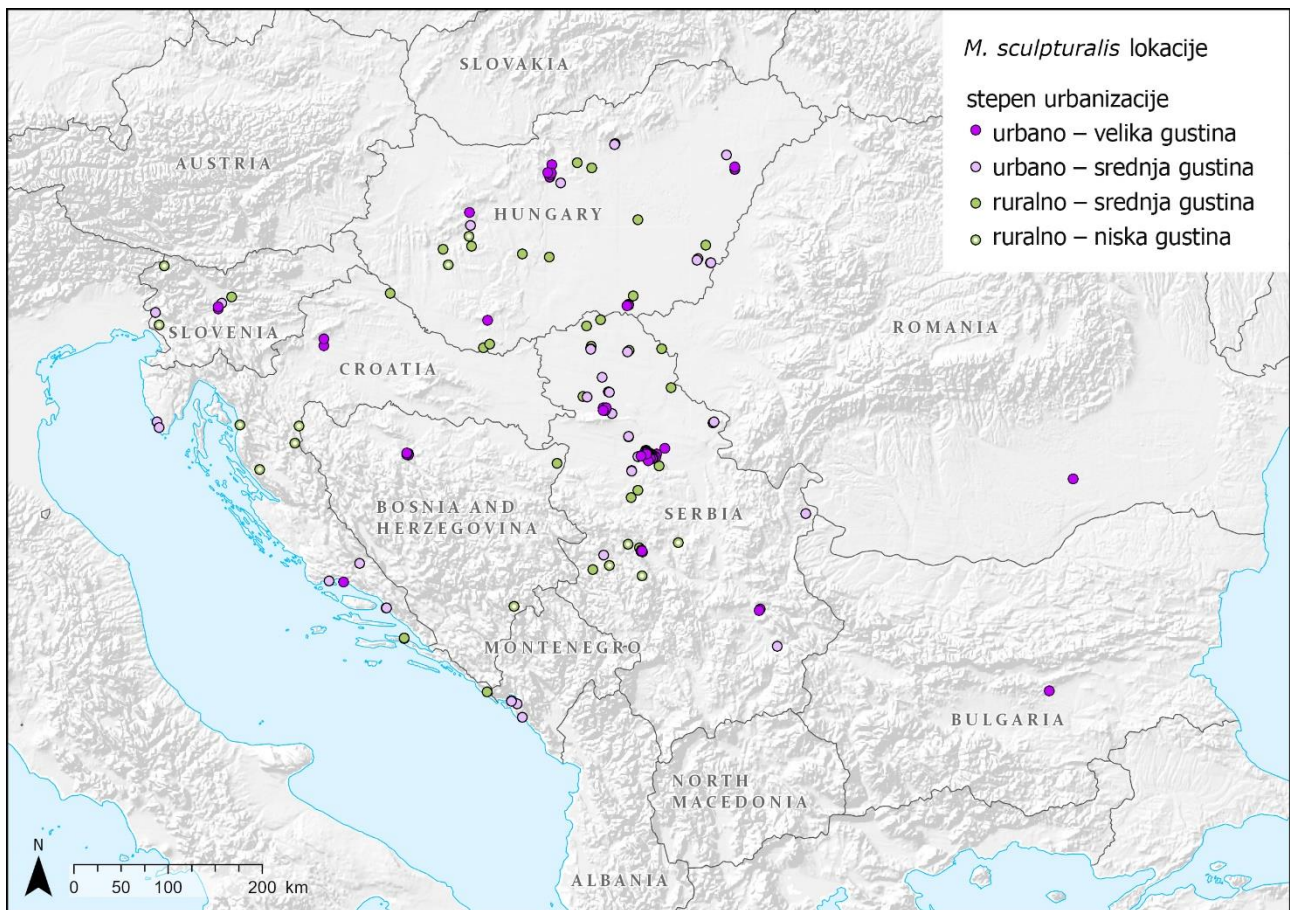
Različiti učesnici su izveštavali sa lokacija koje se razlikuju po urbano-ruralnom statusu (Slika 16). Najveći broj nalaza građanske nauke jesu iz urbanizovanih područja, ali istovremeno najveći deo nalaza iz ruralnih područja (89%) proistekao je upravo iz aktivnosti u sklopu PGN.

Jedna posebno angažovana porodica iz Beograda sprovela je detaljna posmatranja gnežđena *M. sculpturalis* tokom sezone 2020–2021, i time pružila niz relevantnih informacija o fenologiji vrste (Slika 18; Prilog 8).

Najveći deo lokacija spada u kategoriju urbano – velika gustina sa 96 (55%) lokacija; 38 je u urbanim – srednja gustina (22%); 44 je u ruralnim – umerena gustina (16%), a 16 u ruralnim – niska gustina (Slika 16 i 17). Nadmorske visine prikupljenih nalaza kreću se od 0 do 1.060 m. Od ostalih značajnih informacija, izvori iz kategorije oportunističkih nalaza doprineli su boljem poznavanju fenologije ove vrste u Evropi (npr. izuzetno kasni nalaz žive ženke u Mađarskoj, 1. oktobra).



Slika 16. Distribucija lokacija nalaza *M. sculpturalis* po gradijentu urbanizacije. PGN – projekat građanske nauke.



Slika 17. Lokacije nalaza *M. sculpturalis* u jugoistočnoj Evropi prikazane prema kategorijama gustine ljudske populacije, odnosno, stepena urbanizacije u predeonom okruženju obuhvaćenih lokaliteta.

Tabela 1. Rezime nalaza dobijenih dojavama građana kroz projekat građanske nauke (PGN), sezona 2020.

Projekat građanske nauke (PGN), sezona 2020			
Ukupno	Potvrđeno <i>M. sculpturalis</i>	Drugi insekti (pčele, ose, muve)	Dojave bez fotografije ili videa
77	16 (21%)	51	10

Potvrđeni nalazi <i>M. sculpturalis</i> (16)		
Region		
Beograd	Srbija (osim Beograda)	Bosna i Hercegovina
3	12	1

Pol jedinke		
Ženke	Mušjaci	Oba pola
12	4	1

Kontekst nalaza			
Na cveću		Tokom sakupljanja materijala za gnezdo	
<i>Styphnolobium</i>	<i>Buddleja</i>	Smola (četinarsko drveće)	Kalemarski vosak (u voćnjaku)
4	1	3	1
Gnežđenje	Druge situacije		
	Živa (u zatvorenom prostoru)	Mrtva - napolju	Mrtva (u zatvorenom prostoru)
3	1	1	2

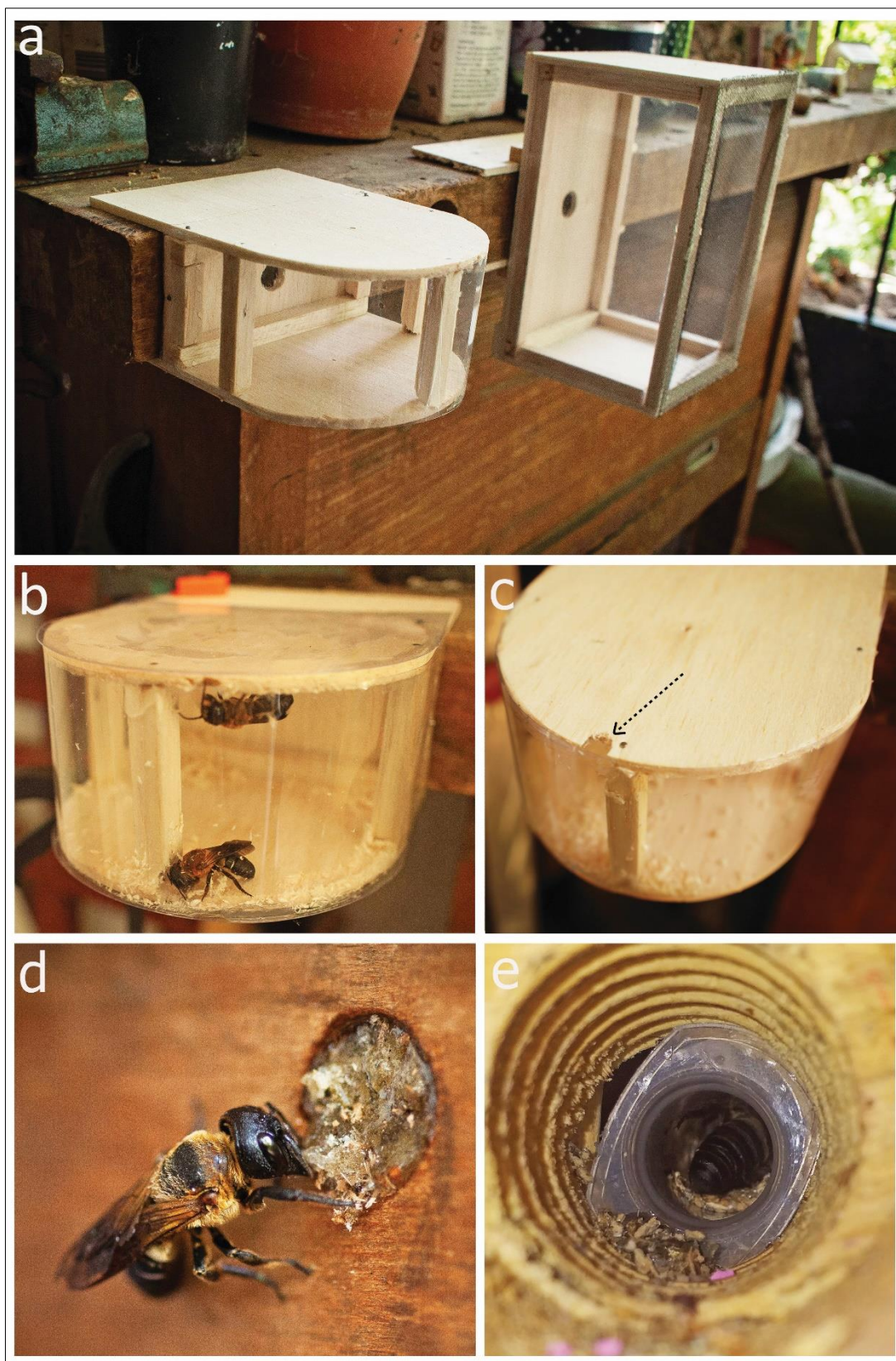
Tabela 2. Rezime nalaza dobijenih dojavama građana kroz projekat građanske nauke (PGN), sezona 2021.

Projekat građanske nauke (PGN), sezona 2021			
Ukupno	Potvrđeno <i>M. sculpturalis</i>	Drugi insekti (pčele, ose, muve)	Dojave bez fotografije ili videa
79	49 (62%)	29	1

Potvrđeni nalazi <i>M. sculpturalis</i> (49)				
Region				
Beograd	Srbija (osim Beograda)	Bosna i Hercegovina	Hrvatska	Slovenija
14	28	1	5	1

Pol jedinke		
Ženke	Mužjaci	Oba pola
23	12	3

Kontekst nalaza								
Na cveću								
<i>Styphnolobium</i>	<i>Buddleja</i>	<i>Lavandula</i>	<i>Centaurea</i>	<i>Dipsacus</i>	<i>Tetradium</i>	<i>Asclepias syriaca</i>	<i>Jacobaea maritima</i>	<i>Verbena</i>
15	3	3	2	2	2	1	1	1
Gnežđenje	Druge situacije							
	Živa (u zatvorenom prostoru)	Mrtva	Sakupljanje smole (četinarsko drveće)					
9	1	3	2					



Slika 18. Detalji opažanja građana-naučnika o gneždenju *M. sculpturalis* tokom 2020–2021: (a) “kavez-kutije” postavljene na kraju sezone 2020, sa ciljem hvatanja jedinki koje budu izlazile iz gnezda u sezoni 2021; (b) tek izašli mužjak i ženka *M. sculpturalis* (c) prva jedinka koja se izlegla 2021. godine, uspjela je da pregrize poklopac od balse za modeliranje i pobegne (d) ženka zatvara gnezdo smolom i biljnim materijalom; (e) ženka popunjava šuplji deo plastičnog šprica, zaglavljenog u tunelu. (foto: R. Samurović). Više detalja dato je u Prilogu 8.

3.3. Studija lokalnog slučaja – detekcija i kvantitativno-ekološko praćenje smolarice u Beogradu

Prvo opažanje jedinke (mužjaka) azijske pčele smolarice u Srbiji zabeleženo je 2017. godine na beloj detelini (*Trifolium repens*), u centru Beograda. Tokom sezone 2017. i 2018. istraživanja su obuhvatila 12 lokacija širom Beograda, tokom 18 terenskih dana (ukupno 26 jedinstvenih kombinacija datum/lokacija), što je iznosilo ukupno 440 čovek-minuta (=7,25 čovek-sati) utrošenih na posmatranje (uglavnom) sofore. Nije bilo novih opažanja jedinki *M. sculpturalis*.

Zapažanja jedinki azijske pčele smolarice tokom sezone 2019. skoro isključivo se zasnivaju na evidentiranju jedinki na cvetovima sofore (*S. japonicum*) (Prilozi 4 i 5). Izuzetak je jedno opažanje na žbunu biljke roda *Buddleja*. Na posmatranja biljaka roda *Lavandula* (8 lokacija, 18 dana, 21 unikatna kombinacija, ukupno oko 490 čovek-minuta), i *Ballota* (13 lokacija, 27 dana, 32 jedinstvene kombinacije, ukupno nešto više od 1190 čovek-minuta) utrošeno je oko 28 čovek-sati tokom letnjih sezona 2017–2019. Uprkos značajnim vremenskim ulaganjima, ni jedna od ovih opservacija nije rezultirala uočavanjem jedinki azijske pčele smolarice.

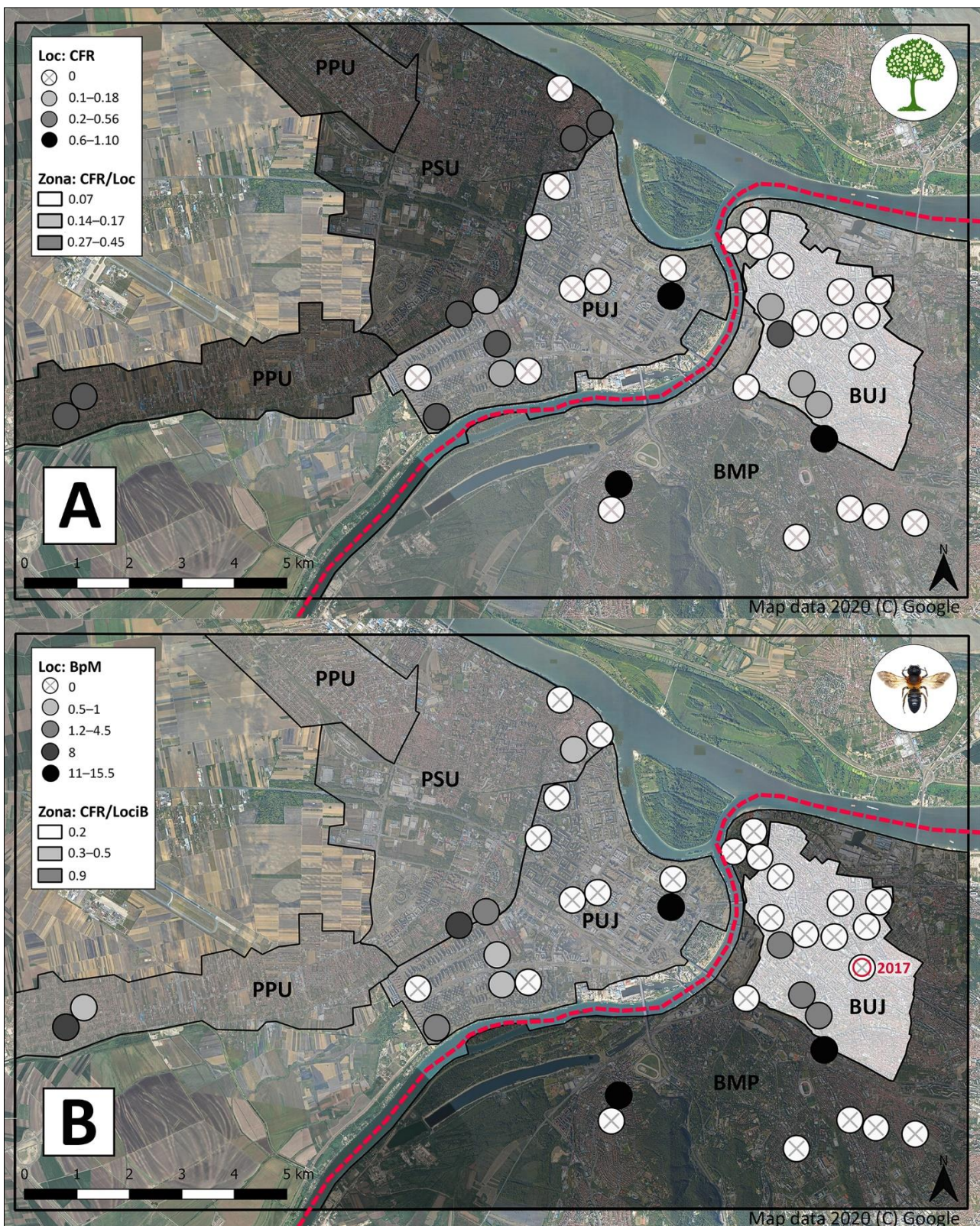
Na procenjivanje populacione aktivnosti *M. sculpturalis* tokom istraživanja sezone 2019 ukupno je utrošeno oko 300 čovek-minuta (5 čovek-sati) na 16 lokacija na kojima je bilo cvetajućih stabala sofore (od ukupno 40 posećenih lokacija). Većina ovog vremena (>260 minuta) utrošeno je na posmatranje i brojanje. Sve vrednosti zabeležene tokom terenskih istraživanja u sezoni 2019. prikazani su u Prilogu 9. Većina dobijenih vrednosti za skalu S500 nije pokazala značajnost prilikom analiziranja (Prilog 10).

Na većini lokacija širom Beograda na kojima je bilo dovoljno resursa da privuče pčele (CFR) zabeleženo je prisustvo jedinki azijske pčele smolarice (Slika 19 A). Minimalna dovoljna količina resusa od $CFR \geq 0,1$, zabeležena je na 16 od 40 sektora (40%). Pčele su bile prisutne na 14 od pogodnih 16 sektora (88%). Na pet lokacija prikupljeni su i uzorci pčela (22 ženke, 3 mužjaka). Procenjena populaciona aktivnost pčela po sektoru kretala se od 0 do 15,5 BpM (srednja vrednost $4,66 \pm 5,35$ SD).

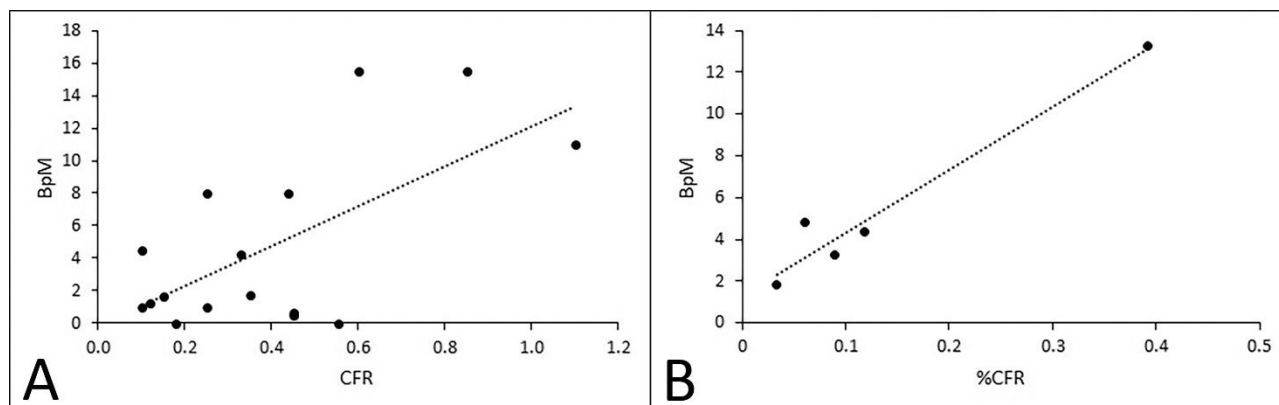
Preostali sektori su bili evidentirani ili bez cvetajućih sofora ili sa već završenim cvetanjem pre perioda istraživanja, dakle bez mogućnosti detekcije pčela (sektori sa vrednostima za NoT_{iB}, TFR, ili CFR manjim od 0,05). Od svih ispitivanih vrednosti jedino je vrednost CFR imala značajan efekat na BpM (Slike 19 A i 20, Tabela 3).

Kada su vrednosti uprosečene za svaku urbanističku zonu, samo CFR i %CFR su imale značajan uticaj na BpM (Slika 19 B i 20 B; Tabela 4). Nije utvrđena značajna razlika u populacionoj aktivnosti pčela između različitih urbanističkih zona Beograda ($H(4)=4,521$, $p\text{-value}=0,341$).

Unutar istraživanog područja pokrivene su sve urbanističke zone, sa različitim brojem istraživanih lokacija između zona (2–11). Prebrojano je ukupno 490 stabala sofore (NoT) neravnomerno raspoređenih po području istraživanja (1–64 po sektoru). U 17 sektora (koji obuhvataju 196 stabala) nije bilo cvetanja tokom sezone 2019. U okviru preostala 23 sektora, samo 51 stablo je cvetalo, makar nekim delom krošnje (NoT_{iB}; 12,2% od ukupnog NoT). Ova stabla koja su cvetala nisu imala isti udeo krošnje koji učestvuje u cvetanju (TFR; 48,4% od ukupnog NoT_{iB}); izraženo po sektoru TFR vrednosti su se kretale od 0,2 do 3,0 unutar ova 23 sektora.



Slika 19. Sezona 2019: distribucija (A) efektivnog resursa (CFR) i (B) odgovarajućih vrednosti populacione aktivnosti azijske pčele smolarice (BpM), predstavljene u okviru S250 skale (kružni sektori $r=250$ m; vrednosti prikazane u klasama). Siva nijansa svake urbanističke zone predstavlja prosečnu vrednost CFR po zoni izračunatu ili za (A) svih 40 sektora, ili (B) samo za 16 sektora koji imaju vrednost CFR $\geq 0,1$. Lokacija prvog nalaza označena je crvenim krugom i "2017". Pozadinska mapa i oznake urbanističkih zona kao na Slikama 8. i 10.



Slika 20. Odnos između (A) BpM i CFR, i (B) Bpm i %CFR uprosečene za svaku urbanističku zonu.

Tabela 3. Rezultati Generalizovane regresije najmanjih kvadrata (GLS) – odnos populacione aktivnosti pčela (BpM) i vrednosti NoT, NoT_iB, TFR, i CFR, izračunate za lokacije skale S250. Značajne p-vrednosti podebljane (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$).

	Model	Estimate	SE	t-vrednost	p-vrednost
S250 (N=16)					
NoT	Odsečak	6,368	1,638	3,887	0,002**
	Varijabla	-0,144	0,854	-1,644	0,122
NoT_iB	Odsečak	6,092	2,001	3,045	0,008**
	Varijabla	-0,557	0,579	-0,962	0,352
TFR	Odsečak	3,459	2,689	1,286	0,219
	Varijabla	0,951	1,824	0,521	0,611
CFR	Odsečak	-0,154	1,858	-0,089	0,935
	Varijabla	12,276	3,891	3,154	0,007**

Na osnovu istraživanja 2017–2021. ustanovljeno je da je referentna visoka vrednost za intenzitet cvetanja *S. japonicum* u “dobrim” sezonama najmanje $\geq 85\%$ ukupne zapremine svih krošnji. Na osnovu toga, suma zabeleženih TFR vrednosti dostupnih pčelama tokom leta 2019. predstavlja oko 5,9% od prosečne dostupnosti resursa tokom “dobrih” sezona.

U periodu istraživanja 2019. godine (02–09 avgust 2019) raspoloživost resursa (CFR) je bila dodatno smanjena: samo oko 1,5% svih krošnji je i dalje bilo u cvetu. Efektivni cvetni resurs početkom avgusta (tj. vrednosti $CFR \geq 0.1$) zabeležen je u samo 16 sektora (što je oko 30% odgovarajuće zbirne TFR vrednosti). Efektivne CFR vrednosti kretale su se od 0,1 do 1,1 po sektoru (Slika 19 A).

Radi boljeg vizuelnog sagledavanja eventualnih zonalnih obrazaca u Prilogu 11. prikazana je distribucija sva četiri aspekta dostupnosti resursa, i odgovarajuće vrednosti populacione aktivnosti jedinki azijske pčele smolarice. Nisu utvrđene značajne statističke razlike ni u jednoj vrednosti cvetnog resursa (NoT, NoT_iB, TFR, CFR) između različitih urbanističkih zona.

Tabela 4. Rezultati Generalizovane regresije najmanjih kvadrata (GLS) – odnos populacione aktivnosti pčela (BpM) i vrednosti TFR, CFR, %TFR, %CFR izračunate za svaku zonu, skala S250. Značajne p-vrednosti podebljane (* p≤0,05; ** p≤0,01; *** p≤0,001).

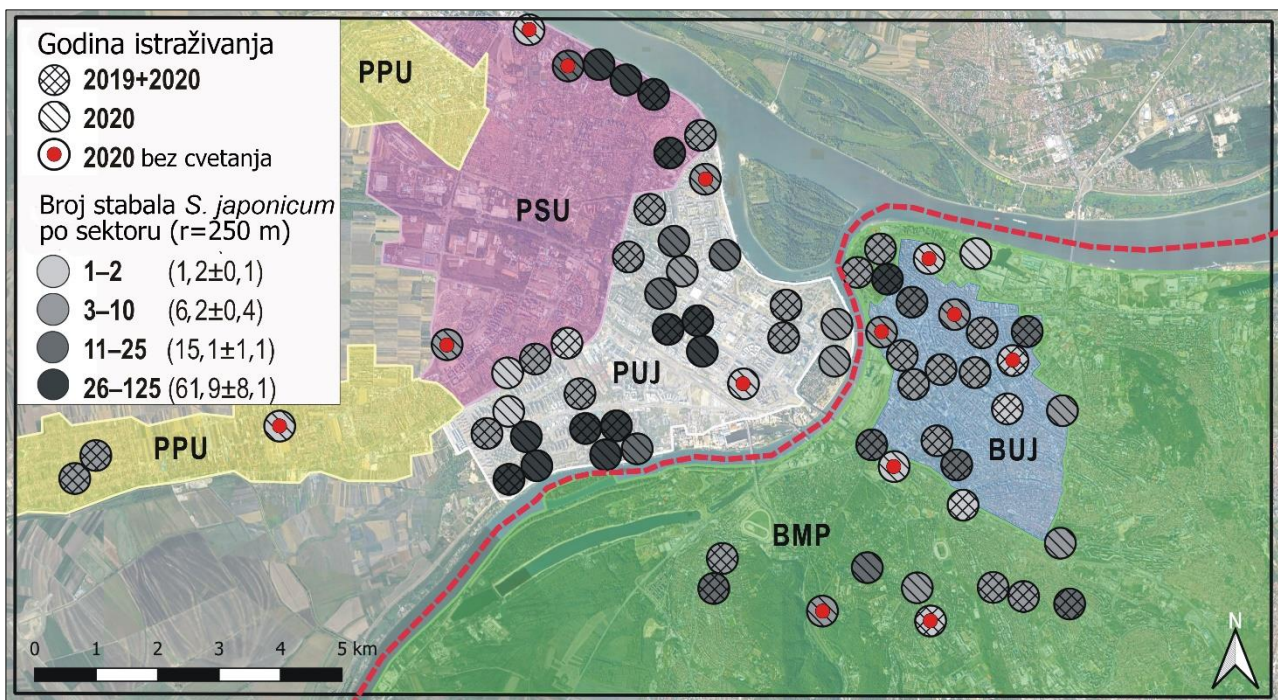
Model		Estimate	SE	t-vrednost	p-vrednost
S250 (N=5)					
TFR	Odsečak	1,575	5,663	0,278	0,799
	Varijabla	3,121	4,184	0,745	0,509
%TFR	Odsečak	0,568	2,388	0,238	0,827
	Varijabla	15,359	6,196	2,479	0,089
CFR	Odsečak	-2,492	0,909	-2,741	0,071
	Varijabla	18,008	1,838	9,798	0,002**
%CFR	Odsečak	1,293	0,756	1,711	0,186
	Varijabla	30,223	3,981	7,592	0,005**

U 2020. godini u Beogradu istraživano je više lokacija nego 2019. godine (Slika 21). Za svaku lokaciju na kojoj je posmatrano i beleženo prisustvo pčela, evidentirano je i vreme utrošeno (po osobi) na različite aktivnosti. Ukoliko je na lokaciji obavljano više različitih aktivnosti (na primer i brojanje i uzorkovanje), beleženo je vreme za svaku od njih. Ciljano uobičajeno trajanje posmatranja po lokaciji iznosilo je ≥10 minuta, ali su i kraća (slučajna/usputna) zapažanja takođe uključena u rezultate. U slučajevima kada prisustvo pčela nije uočeno u prvih 10 minuta (uprkos prisustvu dovoljne količine cvetnog resursa), vreme posmatranja je produžavano (duže vreme zadržavanja ukazuje na nisku populacionu aktivnost pčela).

Na osnovu iskustva iz 2019, detekcija je izražena u vidu populacione aktivnosti tokom određenog vremenskog intervala (“timed counts”) ili trenutnim brojanjem (“snapshot counts”), a zatim kategorizovana u odgovarajuću klasu procenjene populacione aktivnosti (po jedinici vremena). Čak i u slučajevima veoma varijabilnog i neujednačenog režima istraživanja/brojanja, svođenje na jedinicu uložene truda omogućilo je poređenje vrednosti.

Istraživanje biljaka započeto je 30. maja 2020. godine, oko četiri nedelje pre prve detektovane jedinice *M. sculpturalis*. Celokupno istraživanje u ovoj sezoni trajalo je do 04. septembra, oko dve nedelje nakon detekcije poslednje jedinice. Usled veoma komplikovane fenologije različitih biljaka na predeonom nivou, intenzitet terenskih istraživanja varirao je u intenzitetu i učestalosti, tokom cele sezone. Posmatrano na nivou cele sezone, terenski rad trajao je 60 kalendarskih dana, od toga 37 dana tokom perioda aktivnosti azijske pčele smolarice.

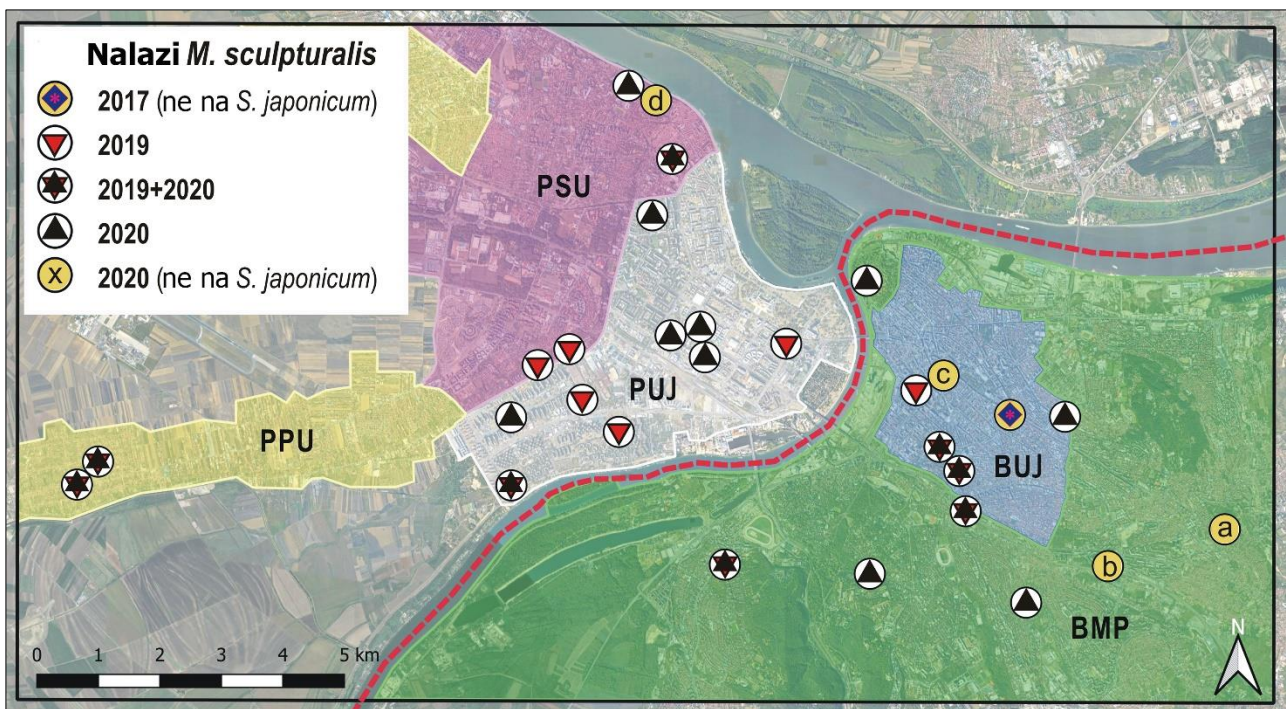
Tokom sezone 2020. prisustvo azijske pčele smolarice evidentirano je na 22 lokacije u svim urbanističkim zonama Beograda, 19 zahvaljujući sopstvenim terenskim istraživanjima, a tri na osnovu dojava građana (Slika 22). Od toga, na osam lokacija azijska pčela smolarica je već bila detektovana 2019, dok na sedam lokacija iz prethodnog perioda nije ponovljeno opažanje. Većina opažanja predstavlja aktivnost na cvetovima (skoro sve na *S. japonicum*; jedan mužjak na *Buddleja*), tri nalaza su bila na gnezdim (od kojih dva u blizini stabala sofore), a jedan nalaz je ženka koja sakuplja smolu na četinaru.



Slika 21. Lokalna skala istraživanja, Beograd: Distribucija svih zabeleženih stabala sofore (*S. japonicum*): glavni hranidbeni resurs azijske pčele smolarice kao osnovna sub-jedinica monitoringa. Evidentirana stabala grupisana su u kružne sektore (S250) koji su prikazani jednom od četiri četiri klase brojnosti/nijanse sive boje. U ukupno 13 sektora sofore nisu cvetale (označeno crvenom tačkom). Pozadinska mapa i oznake urbanističkih zona kao na Slikama 8. i 10.

Nekoliko najranijih nalaza u sezoni (29. jun, 09. jul) poklopili su se sa cvetanjem nekoliko ranije procvetalih stabala sofora (što je predstavljalo $\leq 20\%$ krošnji); poslednji nalaz sezone zabeležen je u periodu završetka cvetanja većine stabala sofore. Trajanje perioda tokom kojih je bilo pozitivnih nalaza jedinki azijske pčele smolarice je 50 dana (29. jun–17. avgust), ali efektivno samo 14 dana (od ukupnog angažovanja tokom 37 dana). Ženke su bile aktivne tokom čitavog navedenog perioda, dok su mužjaci notirani samo do 24. jula (efektivno tokom 5 dana, na 6 lokacija). Generalno, broj zabeleženih primeraka bio je relativno nizak na većini mesta i retko je prelazio 1–2 po opažanju.

Zbog neravnomerne distribucije posećenih lokaliteta sa soforom (Slika 21) različite urbanističke zone nisu bile ujednačeno istraživane i kao posledica toga istraživane lokacije su neravnomerno raspoređene. Azijska pčela smolarica detektovana je na oko 35% svih posećenih lokacija. Udeo lokacija sa pozitivnim nalazima varirao je između zona (26–100%). Uprkos logističkim ograničenjima, pokriveno je čak 58 lokacija tokom perioda cvetanja sofore, sa različitim intenzitetom obilazaka (različite učestalosti i utrošenog vremena po lokaciji). Od 159 posmatranja, 45 su bila veoma kratka ($\leq 2'$) i/ili sprovedena na stablima sa veoma malom količinom aktivnih cvetova, a samim tim i smanjenim mogućnostima za detekciju pčela. Ostala posmatranja su bila adekvatnog trajanja (najčešće $>10'$). Ponovljena posmatranja su sprovedena na 37 lokacija tokom cvetajuće sezone: 27 lokacija je posećeno 2–4 puta, a 10 lokacija je posećeno 5–10 puta. Ipak, samo na tri lokacije pčele su bile zabeležene u više odvojenih posmatranja: dva puta na lokaciji u okviru BUJ zone (u intervalu od 28 dana) i tri puta na dve lokacije u PPU zoni (tokom 17/18 dana). Ukupno je zabeleženo 24 nalaza na 19 lokacija.



Slika 22. Sumiran pregled dokumentovanog prisustva *M. sculpturalis* u Beogradu za period 2017–2020. Lokaliteti grupisani u predeone sektore (S250). Većina nalaza bilo je na cvetovima sofore (*S. japonicum*), izuzeci su obeleženi krugom žute boje i simbolom “x” u legendi, odnosno, različitim slovima na mapi: a – ženka sakuplja smolu sa četinarara, b – ženka pravi gnezdo u šupljini u drvenom stolu, c – mužjak na cvetovima biljke roda *Buddleja*, d – pregledanje šupljina ciglenog stuba od strane jedne ženke (stub u blizini procvetalih stabala sofore); a, b i c su nalazi građana. Pozadinska mapa i oznake urbanističkih zona kao na Slikama 8. i 10.

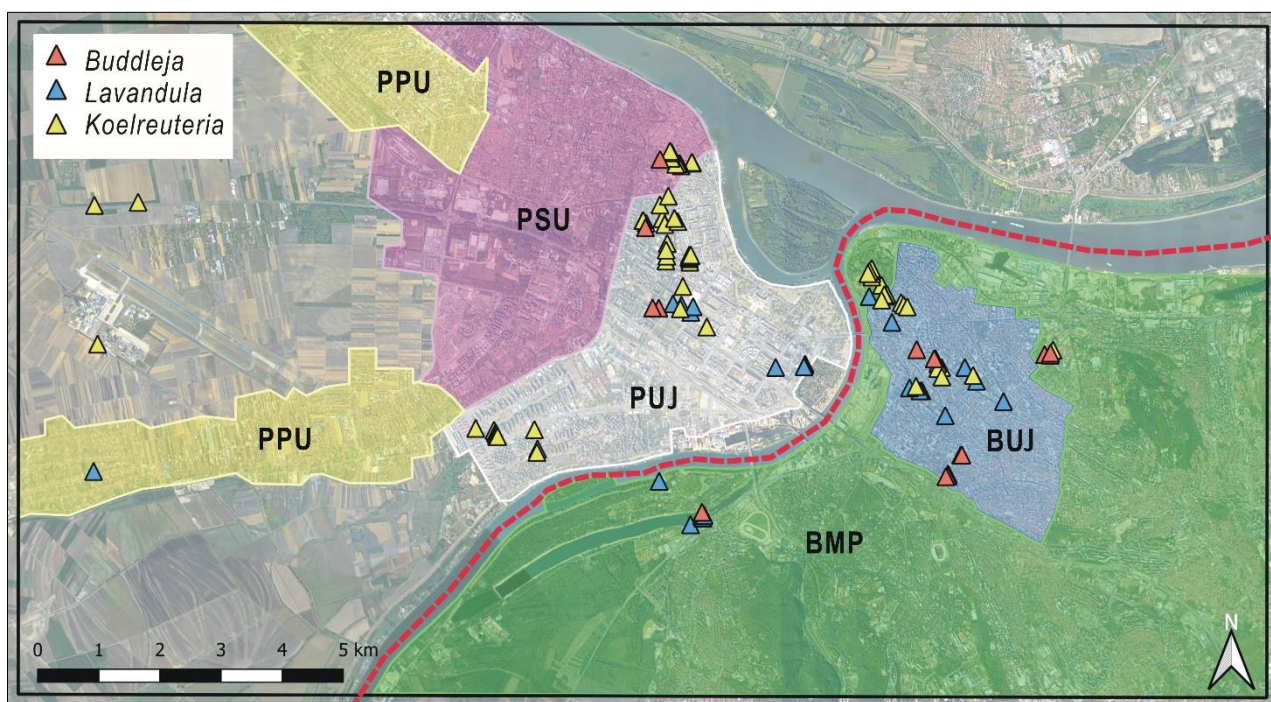
Uporedo sa utvrđivanjem prisustva/odustva azijskih pčela smolarica, ispitivana su i kvantifikovana stabla sofore u okviru 71 sektora ($r=250$ m), ukupne površine oko 14 km^2 (Slika 21). U poređenju sa sezonom 2019, prostorna pokrivenost je značajno povećana tokom 2020. Dodat je 31 novi sektor (povećanje od skoro 78%), što je obuhvatilo oko 550 cvetajućih stabala. Takođe, zabeleženo je dodatnih 216 stabala u okviru sektora koji su obilaženi 2019. godine, pod nepovoljnim uslovima (povećanje od 45%). Ukupno je notirano oko 1250 stabala sofore u okviru područja istraživanja, što je verovatno blizu realnom broju stabala prisutnih u okvirima uzorkovanog prostora.

Prvi cvetovi na soforama u sezoni 2020. zabeleženi su 29. juna, na svega tri lokacije (u okviru PUJ zone). Tek nakon 09–11 jula cvetanje je bilo masovno, tako da je mnogo stabala u većini ispitanih sektora bilo pogodno za procenu populacione gustine aktivnosti pčela. U 11 sektora (19%) zabeležena su i stabla koja su relativno kasno procvetala (imala su $\leq 3\%$ otvorenih cvetova u periodu 16–21 jul). Najveći broj stabala završilo je cvetanje 15–17 avgusta (većina cvasti sa $\leq 5\%$ aktivnih cvetova). Nekoliko stabala završilo je cvetanje već 27–31 jula.

Pojedine lokacije sa soforama bilo je moguće obići tek po završetku perioda cvetanja (13 od 71 sektora je procenjeno tek nakon završetka cvetanja, do kraja oktobra). Iako ova stabla nisu obuhvaćena istraživanjem obeležena su na mapi (Slika 21) kako bi potpuni pregled resursa za celu sezonu bio prikazan (kao i za potrebe budućih studija). Raspored sektora (ukupno u odnosu na cvetajuće: 71/58) po urbanističkim zonama: 15/11 u BUJ, 17/14 u BMP, 25/23 u PUC, 11/8 u PSU, 3/2 u PPU. Bez obzira na različite fenofaze u kojima je vršeno procenjivanje različitih stabala u sektorima, uspešno je utvrđeno da je većina stabala sofore cvetalo tokom

sezone 2020. Većina stabala je cvetalo sa preko >95% udela krošnje, manji broj sa oko 85–95%, dok su svega četiri stabla “preskočila” cvetanje 2020. sezone. Dakle, cvetni resurs dostupan azijskim smolaricama tokom sezone 2020. bio je u izobilju i skoro ravnomerno raspoređen po proučavanim sektorima tokom perioda od 30–35 dana (osim tokom perioda ranog i kasnog cvetanja).

Istraživanja na drugim biljkama od interesa (pored sofore) nisu donela rezultate u 2020, osim jednog opažanja građana na biljci roda *Buddleja*. Od sedam prvobitno planiranih rodova biljaka istraživanje je obavljeno samo na tri: *Lavandula*, *Koelreuteria* i *Buddleja* (Slika 22). Dok su informacije o rasprostanjenosti i fenologiji biljaka roda *Lavandula* postojali zahvaljujući predhodnim istraživanjima u Beogradu, istraživanje na druga dva roda tokom 2020. godine obezbedilo je samo osnovne, početne podatke.



Slika 23. Distribucija ostalih biljaka od interesa obuhvaćenih istraživanjem 2020, prikazane samo u vidu lokacija (bez kvantifikacije). Pozadinska mapa i oznake urbanističkih zona kao na Slikama 8. i 10.

Istraživano je 14 širih lokacija sa parcelama lavande (različitog prostornog rasporeda i veličine) i sprovedeno je 25 posmatranja u periodu 04. jun–03. septembar (18 dana, samo 12 sa povoljnim cvetanjem; računata su i posmatranja veoma kratkog trajanja). Pronađeno je 20 lokacija sa više od 140 stabala *Koelreuteria* (različito grupisanih, od 1–6 do >50 stabala po lokaciji), i izvršeno je 28 posmatranja u periodu 30. maj–15. jul (16 efektivnih dana). Na većini lokacija značajna faza cvetanja dostignuta je oko 10. juna, a cvetanje je trajalo do 05. jula (zabeleženo je samo nekoliko kasno-cvetajućih stabala). Pronađeno je šest lokacija sa žbunovima *Buddleja* (različite veličine, 1–5 izdvojenih jedinica po lokaciji), na kojima je obavljeno 29 posmatranja, tokom perioda 29. jun–4. septembar (22 efektivna dana). Tokom ovog perioda količina cvetnog resursa ove biljke bila je zadovoljavajuća. Kako ni na jednoj od ovih biljaka (*Lavandula*, *Koelreuteria*, *Buddleja*) nije pronađena azijska pčela smolarica, nije vršena dalja detaljna procena količine i distribucije ovih resursa (lokacije su date na slici 27). Preostala četiri roda biljaka prvobitno razmatranih za monitoring azijske pčele smolarice nisu ušla u istraživanje usled različitih ograničenja:

- 1) *Catalpa* je notirana na 10 lokacija (iako je prisutna na mnogo više lokacija u Beogradu), a posmatrana na samo šest u periodu od 12. do 29. juna. Sva posmatrana stabla su već bila u punom cvetu do 20. juna, tako da se fenološki jedva preklapala sa periodom aktivnosti azijske pčele smolarice, barem u sezoni 2020.
- 2) *Wisteria* je zabeležena na >15 lokacija, ali nijedna od njih nije cvetala posle početka maja, pa je samim tim ocenjena kao fenološki neodgovarajuća. S obzirom da je ovakav period cvetanja u suprotnosti sa dokumentovanim primerima u drugim delovima Evrope, pretpostavlja se da je to zbog drugačijih lokalnih kultivara.
- 3) *Ligustrum* – ni jedna od brojnih lokacija u Beogradu na kojima rastu različiti ukrasni varijeteti ove česte biljke nije imala kultivar koji cveta tokom leta. Nakon što je utvrđeno da je sezona 2020. bogata cvetajućim soforama i da su jedinke azijske pčele smolarice rasute širom Beograda, odnosno da je uz veliki napor registrovana veoma niska populaciona aktivnost ovih pčela, odlučeno je da se ne sprovodi pretraživanje terena u potrazi za divljim individuama *Ligustrum* sp. (koji je rasprostranjen u perifernim zonama grada).
- 4) *Lithrum* – iz sličnih razloga nije sprovedeno detaljno istraživanje ni na ovoj biljci. Izvršeno je samo pet posmatranja tokom avgusta, bez pozitivnih nalaza azijske pčele smolarice. Divlje populacije ove biljke su uobičajene oko vlažnih i vodenih staništa širom Beograda, uglavnom oko sredine jula. Nije locirana nijedna lokacija sa ukrasnim kultivarom ove biljke, koja je na mnogim drugim mestima u Evropi i SAD-u česta među nalazima ove pčele.

Tokom sezone 2021, zbog tehničkih i logističkih ograničenja, obilasci su nastavljeni samo na ograničenom broju lokacija u Beogradu. Rezultati opažanja prikazani su u Prilogu 7.

3.4. Regionalni nivo – introdukcija i hronologija širenja *M. sculpturalis* u jugoistočnoj Evropi

Prvi nalaz u Srbiji (2017, u Beogradu) bio je među najranijim poznatim “istočnim” nalazima koji je značajno udaljen od kolonizovanih oblasti zapadne Evrope (Ćetković & Plećaš, 2017). Do tada najbliži nalaz postojao je u severoistočnoj Mađarskoj (Kovács 2015; otprilike 330 km vazdušnom linijom ka severu) i u severozapadnoj Sloveniji u 2016. (Gogala & Zadravec 2018; oko 550 km zapadno).

Najbliži nalaz u Austriji bio je prvi nalaz u toj zemlji (Westrich 2017; oko 490 km severo-istočno od Beograda). Novi nalazi iz 2018. godine smanjili su prazninu u distribuciji na istoku Panonske nizije na 160 km (od Beograda severno do Palića i Segedina). Susedni nalazi ka zapadu (Austrija, Slovenija i Hrvatska) tokom 2018–2019 su ostali na prilično velikoj udaljenosti (≥ 440 km). Nalazi dalje na istok (2018–2019) još više su udaljeni: oko 1000–1150 km između Krima (2018) i najbližeg nalaza u Mađarskoj (2015–2018) ili Srbiji (2017–2018); 450–530 km između nalaza u Srbiji i Rumuniji (2019); 470–530 km između nalaza u Mađarskoj i Rumuniji; 640 km između nalaza na Krimu i u Rumuniji. Prostor između susednih nalaza u Panonskoj niziji je dodatno smanjen do kraja sezone 2019 (kretao se uglavnom oko 80–105 km, ređe 115–130 km, ali na nekim mestima i svega 30–40), naizgled se približavajući skoro kontinuiranoj distribuciji (Slika 4). Važno je napomenuti da je najveći broj nalaza iz ovog regiona bio na gnezdima, a ni jedan na biljkama koje smolarice posećuju radi sakupljanja polena.

Tokom sezone 2020. zahvaljujući projektu građanske nauke utvrđeno je prisustvo azijske pčele smolarice na brojnim (ukupno 16) lokacijama u Srbiji (uglavnom u severnom delu), i dve lokacije u Bosni i Hercegovini (Slika 24; Prilog 7).

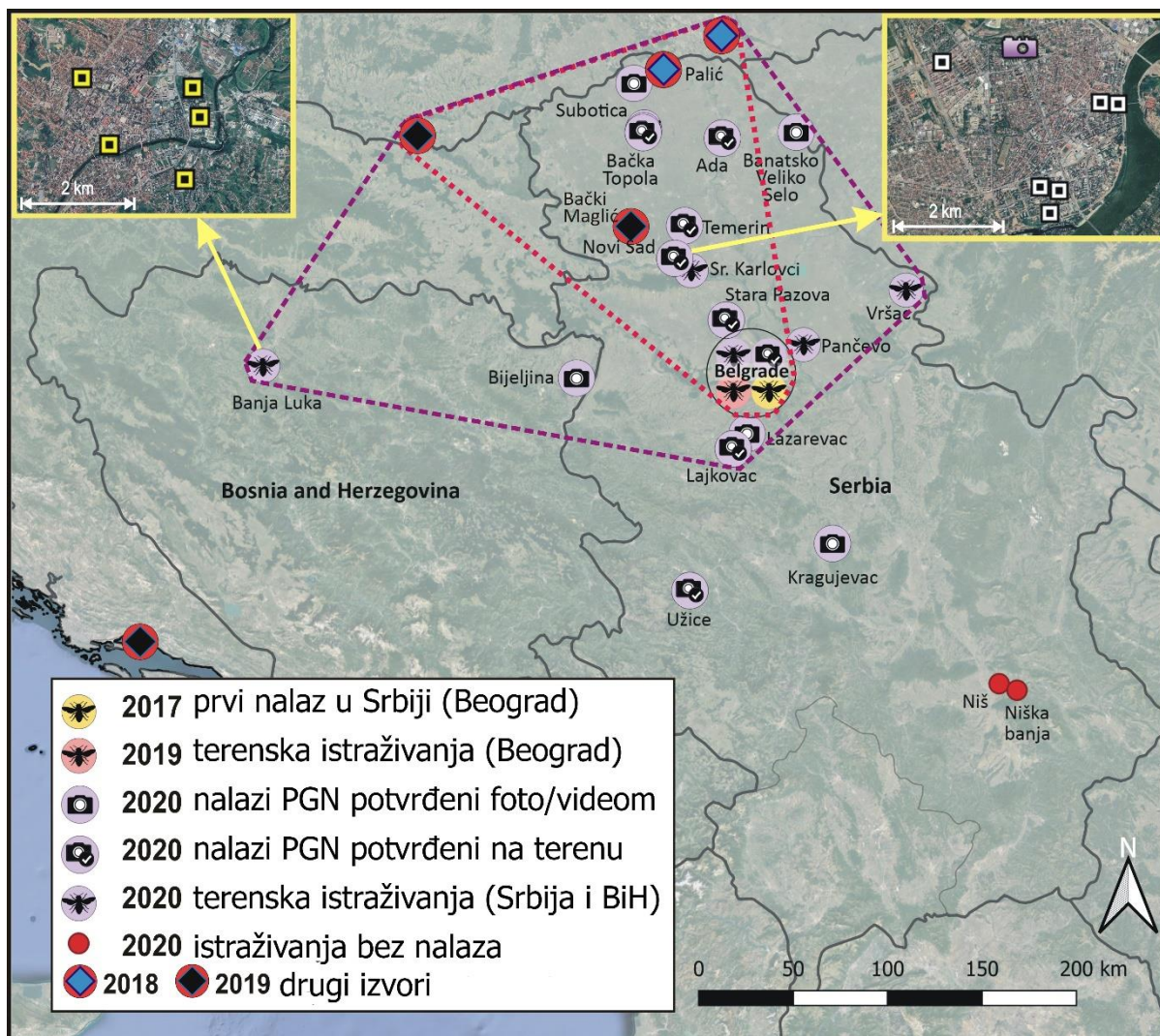
Od 29 lokacija tri se sastoje od nekoliko podlokaliteta (sedam u Novom Sadu, četiri u Bačkoj Topoli, i dva u Temerinu), što čini krajnji broj od 26 jediničnih lokacija (veličina lokacija određena je tako da približno odgovaraju onima u Beogradu). Na samo dva od ovih lokaliteta smolarica je zabeležena i pre 2020. godine: Palić (2018) i Bački Maglić (2019). U Bosni i Hercegovini je dokumentovano prisustvo *M. sculpturalis* na dva šira lokaliteta (u Banjaluci i blizini Bijeljine).

U okviru nekoliko većih lokaliteta smolarica je detektovana na skoro svim podlokalitetima (Banjaluka: 5/5, Bačka Topola: 4/4, Novi Sad: 6/9), dok je na ostalima zapažanje bilo manje uspešno (Vršac: 1/5, Pančevo: 1/3, Temerin: 1/2). Značajan deo istraživačkih napora rezultirao je “negativnim nalazima”, odnosno bez detekcije – uprkos uloženom naporu jedinke *M. sculpturalis* nisu pronađene na cvetovima sofore. U Srbiji je bilo 19 ovakvih lokacija van Beograda (pored 38 lokacija sa soforama u Beogradu). Na mapi (Slika 24) su prikazane samo dve ovakve lokacije bez detekcije – lokacije u južnoj Srbiji, u centru Niša, i u obližnjem naselju Niška Banja. Ove dve lokacije su ujedno i najjužnije lokacije istraživanja tokom 2020. godine.

Učesnici projekta građanske nauke tokom 2020. godine doprineli su istraživanju sa 15 novih nalaza pčele smolarice u Srbiji (tri u Beogradu) i jednom lokacijom u BiH (Slike 24 i 25).

Terenskim istraživanjima potvrđeno je prisustvo na još 16 lokacija u Srbiji (ne računajući Beograd), i pet lokacija u BiH (u Banjaluci). Na 11 od 29 lokacija posmatranje na soforama je ponovljeno više puta (2–5 puta), što je rezultiralo u ponovljenim detekcijama pčele smolarice na šest lokacija (55%). Građani su nalaze prijavljivali tokom dvomesečnog perioda: 01. jula–31. avgusta, što je takođe bio period tokom kojeg su vršena terenska istraživanja: 05. jul–05. septembar. Dokumentovana fenologija azijske smolarice je generalno bila slična na celom istraživanom području, pomerena samo nekoliko dana na lokacijama van Beograda.

Izuzetak je najjužniji nalaz u zapadnoj Srbiji (Slika 25 C i Prilog 7, #250–251: Skržuti, 31. avgust–05. septembar).

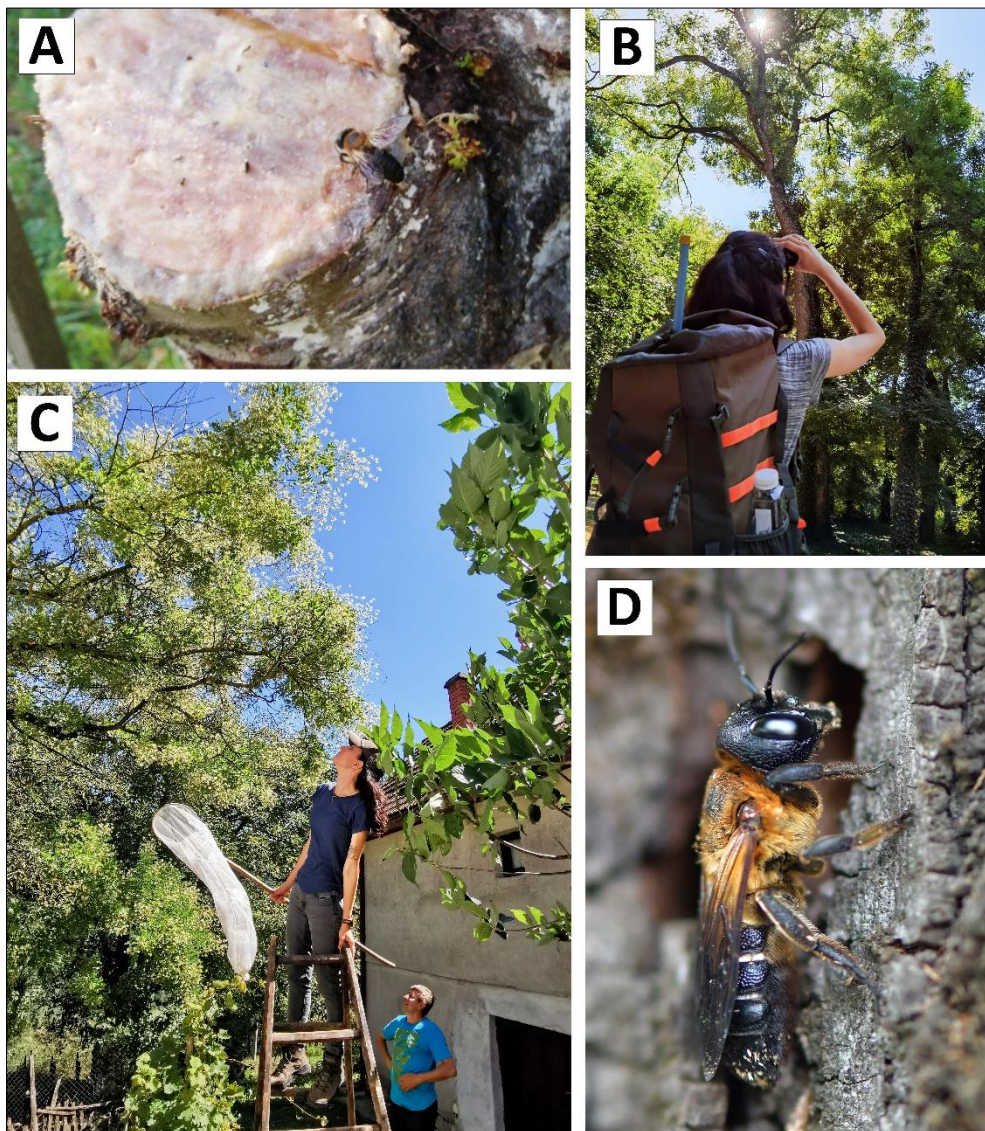


Slika 24. Sumarni pregled nalaza *M. sculpturalis* u Srbiji i Bosni i Hercegovini, za period 2017–2020, prikazani prema tipu izvora i kvalitetu podatka. Za područje Beograda prikazani su sumarno, samo po tipovima nalaza (a detaljnije na Slici 21). Umetnute manje mape prikazuju detaljni prikaz nalaza u gradovima Novi Sad i Banjaluka. Dve najjužnije istraživane lokacije predstavljaju mesta gde je istraživanje sprovedeno, ali *M. sculpturalis* nije detektovana. Prikazane su i dve hipotetičke površine koje opisuju približni minimalni opseg rasprostranjenja (*engl. convex hull*) azijske pčele smolarice u ovom području pre odgovarajuće sezone cvetanja: 2019. (isprekidana crvena linija), i 2020. (isprekidana ljubičasta linija).

Nalazi iz sezone 2020. sumirani su u 61 jediničnu lokaciju potvrđenog prisustva azijske smolarice u Srbiji i BiH: jednu iz 2017, jednu iz 2018, 15 iz 2019. i 53 iz 2020. godine. Iz praktičnih razloga, na mapi je prikazano 18 glavnih lokaliteta (Slika 24), dok je Beogradsko područje prikazano na kompleksniji način (Slika 22).

Prva detekcija u Bosni i Hercegovini (Nikolić 2020) zasnovana je na opažanju gneždenja (tri ženke) u veštačkom gnezdu tipa “lamelarnih kutija” (postavljenih za uzgoj pčela iz roda *Osmia*) početkom avgusta 2020. godine u Banjaluci; nakon ovog opažanja usledilo je ograničeno istraživanje (sprovedeno od strane P. Nikolića, a prema uputstvima autora ove disertacije)

posmatranjem stabala sofore širom grada, prilikom kog je dokumentovana umerena do visoka aktivnost lokalne populacije azijske smolarice. Kasnije je preko dojave građana prijavljena još jedna lokacija u Bosni i Hercegovini (Nikolić & Bila Dubaić 2021).



Slika 25. Istraživanje tokom 2020. godine: (A) – ženka *M. sculpturalis* sakuplja sveže nanešen vosak za kalemljenje sa drveta trešnje: Pučile, Bijeljina (PGN nalaz, #6); (B) – upotreba dvogleda neophodna prilikom procenjivanja prisustva/populacione aktivnosti azijskih pčela smolarica na visokim delovima krošnji sofore: istraživanje u Temerinu, #248; (C) – uzorkovanje jedinki azijske pčele smolarice na stablu sofore u izolovanom malom naselju Skržuti u ruralnom predelu okruženom polu-prirodnim ekosistemima. Ovo je ujedno i najjužniji nalaz 2020. godine, a kalendarski najkasniji u odnosu na sve godine istraživanja (izlazak na teren nakon dojave nalaza PGN #251); (D) – ženka azijske pčele smolarice pravi gnezdo u polu-osušenom stablu lipe (*Tilia* sp.): crkveno dvorište u centru Ade (nalaz PGN, #75). (Foto: Nikola Simanić: A; Đorđe Dubaić: B i C; Gergely József: D).

Za dve sezone istraživanja (2019. i 2020.) definisana su dva hipotetička konveksna poligona kako bi minimalni areal azijske pčele smolarice južno od Mađarske bio prikazan. Pod pretpostavkom da je ovaj deo areala uspostavljen kao posledica kontinuiranog širenja Panonskom i peripanonskom regijom, procenjeno povećanje areala je više nego udvostručeno, sa oko 27.000 km² do 2019. godine na skoro 56.000 km² u 2020. (Slika 24).



Slika 26. Posmatranje ženki azijske pčele smolarice na gnezdima, uzorkovanje jedinki i polena (na području Beograda).

4. Diskusija

4.1. Torfičke interakcije sa biljkama – osnovni obrasci i zablude (globalni nivo)

Ova studija ukazuje na potrebu reevaluacije lektičnosti azijske pčele smolarice i utvrđivanje da li se larve *M. sculpturalis* mogu razviti na polenu različitih biljaka koje ne pripadaju porodici Fabaceae, uključujući i one za koje postoje retka, ali neosporna zapažanja sakupljanja polena (ili koje su potvrđene analizom uzoraka polena). Od ključnog značaja je efekat koji korišćenje alternativnih izvora polena ima na pčelinje larve, u pogledu pravilnog razvića i preživljavanja (Cane & Sipes 2006).

Sasaki & Maeta (1994) i Maeta *et al.* (2008) su primetili da nakon što omiljena biljka azijske pčele smolarice u Japanu, *Pueraria*, prestane da cveta, jedinke ove pčele prelaze na drugi raspoloživi rod leptirnjača, *Lespedeza*; međutim, samo sitne ženke uspevaju da izvuku polen iz ovih cvetova, koji su znatno manji od cvetova roda *Pueraria*. I obrnuto, kada su okolnosti bile takve da je došlo do neusklađenosti aktivnosti pčele smolarice i cvetanja *Pueraria* (kašnjenje početka cvetanja), polen kojima su ženke hranile larve uključivao je čak tri različite biljke (Maeta *et al.* 2008), pre nego što su striktno prešle na svoju glavnu biljku hraniteljku (čim je procvetala). Složeno ponašanje i uspešnost ženki *M. sculpturalis* prilikom ekstrakcije polena iz velikih cvetova različitih Fabaceae (u koje je većini pčela teško da uđu), kao što je *Crotalaria* i *Apios* (Hall & Avila 2016; Paris & Boyd 2018) mogu ukazivati na to da je njena izražena sklonost prema leptirnjačama sa krupnim cvetovima (uglavnom u potporodici Faboideae) više povezana sa određenim obrascima ponašanja, nego oportunistička privlačnost prema obilnom resursu. Važno je napomenuti da je *Pueraria* retko zabeležena u interakcijama sa ovom pčelom unutar alohtonog područja (samo 2 nalaza, navedeno bez specificiranja pola pčele), iako je ova biljka bila široko rasprostranjena u istočnom delu S. Amerike mnogo pre dolaska ove pčele. Ova biljka se u Americi smatra veoma invazivnom i štetnom. Od velikog značaja bi bilo utvrditi prisustvo ove biljke u Evropi (Montagnani *et al.* 2022) i sprovesti programe suzbijanja, pre nego što se značajnije proširi usled prisustva azijske pčele smolarice.

Detaljno revidiran concept trofičnosti (oligolektičnosti naspram polilektičnosti) dat je u Cane & Sipes (2006) i Müller & Kuhlmann (2008). Na osnovu trenutnih podataka o ustanovljenim slučajevima upotrebe polena (Četković *et al.* 2022) *M. sculpturalis* se može kategorizovati kao "eklektično-oligolektična", ili "mezolektična" vrsta. U širem smislu, dolazi u obzir i "polilektična sa jakom preferencijom za vrlo mali broj porodica biljaka ili rodova" (Müller & Kuhlmann 2008). Pčele koje spadaju u ovu poslednju kategoriju mogu ispoljavati jasnu preferenciju u ishrani, prelazeći na alternativne resurse samo u nedostatku onih preferiranih (Davis *et al.* 2012). Može se očekivati da će efekat "dostupnost preferiranih biljaka" postati očigledniji pri većoj gustini populacije azijske pčele smolarice, dakle, sa određenim vremenskim zakašnjenjem u odnosu na postizanje lokalno uspostavljene populacije.

Uprkos relativno velikom udelu zabeleženih interakcija sa biljkama istočno-azijskog porekla, posebno unutar FF podskupine (41%), ima malo opravdanja da se obrazac ishrane azijske pčele smolarice definiše kao preferencija prema alohtonim biljkama sa kojima ima zajedničko geografsko poreklo. Naime, većina ovih interakcija zasnovana je na pripadnicima istočno-azijskih Fabaceae (34% svih FF-interakcija), sa najvećim učešćem jednog roda – *Styphnolobium* (28% FF-interakcija, >43% zapisa zasnovanih na polenu). Generalno, Fabaceae čine skoro 49% svih FF interakcija i >70% interakcija koje uključuju korišćenje polena, bez obzira na geografsko poreklo biljke. S druge strane, unutar 7 porodica koje sadrže istočno-azijske biljke, interakcije sa rodovima koji nisu uneti iz Azije čine >29% odgovarajuće FF

podgrupe. Čini se da naglašena preferencija prema jednoj istočno-azijskoj vrsti (sofora) predstavlja iskrivljenu sliku o razlozima ovakve trofičke orijentacije smolarice širom alohtonog areala. Naime, zbog velike dostupnosti i fenološke podobnosti ove biljke u gradovima i drugim naseljima širom neautohtonog područja distribucije (za razliku od situacije u Japanu, gde je ova biljka mnogo ređa – Yasuo Maeta, usmena komunikacija), verovatno je došlo do pristrasnosti u procesu registrovanja, pa time i u obrascima detekcije ove pčele.

Osim biljaka iz porodice Fabaceae, samo još jedan rod se može smatrati značajnim kao verovatni izvor polena u sva tri aktuelna dela areala: *Ligustrum* (Oleaceae). Vrste ovog roda su autohtone širom Azije i Evrope, ali najčešće zabeležena vrsta je istočno-azijska *L. lucidum* (često gajena kao ukrasna u alohtonom delu areala ove pčele). Ova porodica je filogenetski prilično udaljena od Fabaceae i većine drugih biljaka evidentiranih kao izvor polena (Fagaceae, Malvaceae, Rutaceae). Međutim, većina interakcija zasnovanih na polenu *Ligustrum*-a bili su pojedinačni nalazi ili pojedinačne analize polena sa ženki, zbog čega ih je teško interpretirati. Nijedna evidencija sakupljanja polena u alohtonim oblastima nije zasnovana na eksperimentima odgajivanju larvi azijske pčele smolarice, tako da se učinak različitih tipova polena na njihov razvoj ne može proceniti. Uspešno odgajanje je proučavano jedino na polenu *Pueraria* u Japanu (Sasaki & Maeta 1994; Maeta *et al.* 2008). Većinom su uzorci polena uzetih sa aktivnih ženki i/ili iz ćelija gnezda čist polen sofore, ili polen nekoliko drugih Fabaceae (*Lathirus*, *Wisteria*, *Crotalaria*), što jasno označava snažnu preferenciju smolarice prema ovoj porodici biljaka. Takođe, moramo uzeti u obzir da postoje i druga objašnjenja za polen koji je retko detektovan u uzorcima – to mogu biti situacije kada ženke prelaze na alternativni izvor zbog lokalnog nedostatka/odsustva željenog izvora polena (Cane & Sipes 2006). Na primer, za dve vrste iz roda *Colletes* koje su prvobitno smatrane striktno oligolektnim (*C. cunicularius* (L.) i *C. hederiae* Schmidt & Westrich), reevaluacijom je utvrđeno da su privremeno polilektnične zbog ograničenja ili nedostupnosti optimalnog polena (Bischoff *et al.* 2003; Westrich 2008; ali videti i Teppner & Brosch 2015).

Ponašanje prilikom potrage za hranom može varirati u čitavom arealu neke vrste pčele zbog razlike u lokalnoj ili regionalnoj dostupnosti biljaka (Davis *et al.* 2012), zbog čega incidencu interakcija treba interpretirati u skladu sa kvantifikacijom alternativnih biljaka – barem sa onima koje su identifikovane kao “privlačne” za istraživanu vrstu pčele i široko dostupne na istraživanim lokacijama.

Uporedni podaci o dostupnosti alternativnih cvetnih resursa generalno nedostaju u većini studija koje su evidentirale interakcije azijske pčele smolarice i biljaka. Kvantifikaciju cvetnog resursa treba izvršiti na odgovarajućoj predeonoj skali – unutar prostora poluprečnika ne manjeg od 500 m, s obzirom na veličinu i snagu/kapacitet leta ove pčele.

Konkretno, i eksperimenti odgajivanja larvi i predeone analize dostupnosti određenih cvetnih resursa treba koristiti za procenu statusa polena Oleaceae u ishrani *M. sculpturalis*. S druge strane, brojne zabeležene posete određenim čestim i dostupnim biljkama (npr. *Lavandula*, *Lythrum*, *Buddleja*, *Vitex*, *Koelreuteria*), bez dokumentovanja sakupljanja polena, mogu se tumačiti samo kao dokaz da ih *M. sculpturalis* koristi samo kao izvor nektara. Zanimljivo je da je *Lavandula* drugi najčešće zabeleženi rod, posle *Styphnolobium*-a, ili čak prvi u evidencijama interakcija nekih zemalja (Francuska: Le Feon *et al.* 2018; Italija: Ruzzier *et al.* 2020). Međutim, sama “učestalost interakcije” može da dovede do pogrešnih zaključaka i pomenute rodove ne treba tumačiti kao važan prehrambeni resurs za širenje *M. sculpturalis*. Nezavisno od toga, one predstavljaju korisne komplementarne “biljke za praćenje”. Posećivanje ovih biljaka od strane azijske pčele smolarice može da ukazuje na to da je lokalna populacija dostigla nivo koji omogućava “efekat preliivanja” sa glavnih biljaka izvora polena – što je posebno često kad su u pitanju mužjaci.

Od skoro se azijska pčela smolarica navodi (zajedno sa *M. disjunctiformis*) u tehničkom uputstvu namenjenom upravljanju invazivnim stranim vrstama, sa akcentom na zaštiti divljih oprašivača (IUCN 2020b). U njemu se sugerše da je neophodno "sprečavanje novih introdukcija" azijske smolarice, "ograničavanje kretanja materijala za njeno gnežđenje", "redukcija sadnje *S. japonicum*, i podsticanje sadnje autohtonih vrsta drveća" – preporuke za poslednju meru su ranije bile predložene i u drugim studijama (Aguado *et al.* 2018; Le Feon *et al.* 2018). Ukrasno drvo *S. japonicum* smatra se važnim izvorom hrane za gajene medonosne pčele u različitim urbanim sredinama u jeku leta (Sponsler *et al.* 2020), i kao takvo, generalno se ceni kao medonosna biljka među pčelarima (kao izvor polena i nektara). S obzirom na zastupljenost i obim trenutnog prisustva širom severne hemisfere, malo je verovatno da bi smanjena sadnja uticala na potencijal širenja *M. sculpturalis* i njenu dinamiku u bliskoj budućnosti, a takva mera bi svakako naišla na otpor među pejzažnim arhitektama i pčelarima. S druge strane, *S. japonicum* se generalno nigde ne smatra invazivnom, uprkos tome što se sporadično pominje kao odomaćena u nekim šumskim oblastima SAD (Sponsler *et al.* 2020). Ako uzmemo u obzir grupu često posećenih biljnih rodova od strane azijske smolarice, od kojih su neki dokazano invazivni u Severnoj Americi i/ili Evropi (npr. *Wisteria*, *Buddleja*, itd.), postojeći rizik od pospešivanja uspeha oprašivanja bi verovatno bio zanemarljiv, s obzirom da one privlače i mnoge druge pčele i insekte oprašivače, domaće ili alohtone (*Apis*, *Bombus*, *Xylocopa*, *Anthidium*, itd.).

Realniji rizik postoji od drugih vrsta leptirnjača, na koje bi trebalo usmeriti pažnju: biljke iz rodova *Pueraria* i *Lespedeza*. Ove dve vrste poreklom iz Istočne Azije nedavno su navedene kao "Invazivne alohtone vrste od interesa za Uniju" (*engl.* Invasive Alien Species of Union concern), što znači da se smatraju potencijalno visoko invazivnim: *Pueraria lobata* (= *Pueraria montana* var. *lobata*; navedena kao ustanovljena samo u Italiji i Švajcarskoj) i *Lespedeza cuneata* (još nije poznata u prirodnom/divljem okruženju Evrope) (European Commission 2020). Međutim, novija studija o rodu *Pueraria* pokazuje da je ona mnogo više raširena u Evropi nego što se ranije smatralo (Montagnani *et al.* 2022). Obe vrste su poznate kao invazivne i veoma štetne u SAD i širom sveta, a s obzirom na činjenicu da bi *M. sculpturalis* mogla doprineti boljoj proizvodnji semena (Forseth & Innis 2004; Lindgren *et al.* 2013), mere predostrožnosti i akcije bi trebalo da budu usmerene na iskorenjivanje ovih biljaka.

4.2. Studija lokalnog slučaja – detekcija i kvantitativno-ekološko praćenje azijske pčele smolarice u Beogradu

Otkrivanje *M. sculpturalis* u početnim fazama kolonizacije u Srbiji omogućeno je zahvaljujući efektu “koncentracije” aktivnosti pčela oko ograničene količine primarnog hranidbenog resursa. Naime, leto 2019. bilo je okarakterisano izuzetnim smanjenjem cvetanja ključne biljke hraniteljke (*S. japonicum*): manje od 13% stabala sofore u Beogradu je cvetalo, a samo oko 6% potencijalnog “volumena cvetanja” je bilo dostupno u momentu istraživanja (TFR; u poređenju sa sezonama “dobrog”, neredukovanog cvetanja). Dostupnost cvenog resursa je dodatno smanjena tokom kratkog perioda istraživanja (na 1,5%). Pod ovakvim okolnostima, prosečna aktivnost pčela na cveću bila je koncentrisana sa faktorom od skoro 67 (tj. verovatnoća da pčele budu viđene na cvetovima biljke hraniteljke je bila 67 puta veća). Shodno tome, uočavanje pčela je bilo veoma uspešno: jedinke azijske pčele smolarice su detektovane u 88% sektora u kojima je cvetanje *S. japonicum* bilo prisutno (granična vrednost od CFR \geq 0,1).

Naizmenične fluktuacije intenziteta cvetanja hranidbenog resursa utiču na bolji ili lošiji reproduktivni uspeh pčela koje se na njima hrane (Tepedino & Stanton 1981; Crone 2013). Efekat koncentracije može biti posebno izražen ukoliko sezona “lošeg”, redukovanog cvetanja nastupa nakon sezone obilnog cvetanja. Naime, usled neusklađenosti između dostupnog cvetnog resursa i gustine populacije pčela dolazi do smene efekta “koncentracije” i “razblaživanja”. Sofora ima nepravilan obrazac cvetanja, fenomen čest kod mnogih vrsta drveća iz različitih porodica (Monselise & Goldschmidt 1982). Faza “dobrog” cvetanja sofore u Beogradu tokom prve dve godine dokumentovanog prisustva jedinki azijske pčele smolarice (2017–2018) bila je povoljna za početno povećanje brojnosti i uspostavljanje populacije. Sa druge strane, tokom ovog početnog perioda malobrojna populacija pčela bila je “rasuta” po ovom veoma čestom i široko dostupnom cvetnom resursu, pa je i samo uočavanje pčela bilo otežano.

U okviru sektora u kojima je detekcija pčela bila moguća (CFR \geq 0.1), tokom sezone 2019. utvrđeno je da je intenzitet populacione aktivnosti (BpM) isključivo bio pod uticajem stepena trenutno dostupnog resursa (CFR); ovo se pokazalo na obe skale istraživanja. Nije utvrđen uticaj drugih merenih parametara resursa (NoT, NoT_{iB}, TFR) na populacionu aktivnost i obrasce distribucije pčela, niti drugih mogućih karakteristika životne sredine koje variraju između definisanih urbanističkih zona. Moguće je da se odsustvo značajnih efekata može pripisati velikoj varijabilnosti ključnog cvetnog resursa i/ili maloj veličini uzorka (usled ograničenog trajanja istraživanja tokom sezone 2019). Međutim, ovo takođe može da ukaže na sposobnost azijske pčele smolarice da efikasno pronađe hranidbeni resurs, zahvaljujući svojoj veličini i očekivano velikom kapacitetu letenja (Quaranta *et al.* 2014; Westrich *et al.* 2015). Shodno tome, ova pčela može brzo da pređe veće udaljenosti u potrazi za hranom, što je posebno važno u slučajevima kada je resurs ograničen. Tek nakon dostizanja veće brojnosti i stabilnosti populacije, moguće je testirati da li i neki drugi aspekti (osim dostupnosti ključnog hranidbenog resursa) životne sredine takođe utiču na lokalnu distribuciju i obrasce aktivnosti.

Od različitih odlika urbanih sredina za koje se često naglašava da utiču na diverzitet i/ili dinamiku divljih pčela (Hernandez *et al.* 2009; Fortel *et al.* 2014; Fischer *et al.* 2016; Leong *et al.* 2016; Baldock 2020), samo nekoliko bi moglo biti efikasno prilikom procenjivanja lokalnih razlika dinamike i obrazaca distribucije azijske pčele smolarice. Verovatno su najrelevantnije karakteristike one koje su povezane sa gradijentima temperaturnog režima – uključujući i efekat toplotnog ostrva i promene koje idu uz njega (promene u fenologiji relevantnih biljaka). Fenologija pčela i sezonska dostupnost biljaka kojima se hrane (biljaka koje koriste kao izvor nektara ili kao izvor polena) mogu biti dodatno izmenjeni pod uticajem režima (načina i

intenziteta) upravljanja javnim zelenim prostorima u urbanim sredinama (zalivanje, orezivanje i dr.). Ukoliko se određene lokalne razlike pokažu značajnim to bi omogućilo osmišljavanje preciznog protokola za buduće programe praćenja.

Tokom sezone 2020. značajno je povećan obim istraživanja, ne samo u prostornom smislu (povećan prostorni obuhvat istraživanja cvetnog resursa stabala sofore: +78% jediničnih-lokacija, +158% ispitanih stabala), već i kroz uključivanje drugih biljaka od interesa, i sa daleko intenzivnijim terenskim radom. Međutim, jedinke azijske smolarice detektovane su na samo 19 lokacija sa soforama širom Beograda. Uzimajući u obzir samo fenološki odgovarajuća posmatranja u periodu od 50 dana cvetanja sofore, pozitivnih nalaza pčela bio je samo oko 35% u 2020. (19 od 58 lokacija), u poređenju sa 88% u 2019. (14 od 16 pogodnih lokacija, obilazanih samo u poslednjih osam dana oskudnog cvetanja sofora). Ostali parametri gustine populacije pokazali su veoma niske vrednosti (i nisku efikasnost detekcije), u poređenju sa ukupnim intenzitetom istraživanja/posmatranja.

Prema tome, dok je istraživanje sprovedeno tokom 2019. godine zabeležilo značajnu lokalnu koncentraciju aktivnosti pčela oko oskudnih resursa, omogućavajući lako i masovno opažanje, istraživanje tokom sezone 2020. odvijalo se pod suprotnim okolnostima – sezona je bila okarakterisana veoma uspešnim cvetanjem sofora, pružajući izuzetno obilan i ravnomerno raspoređen hranidbeni resurs. Sveukupni rezultati istraživanja u 2020. godini ukazuju na to da se dogodio očekivani “efekat razblaživanja” lokalne populacije pčela smolarica. Moguće je da je, bar na području Beograda, populacija azijskih smolarica bila dodatno smanjena zbog nižeg nivoa reprodukcije tokom leta 2019. (usled ograničenog hranidbenog resursa te godine).

Azijska pčela smolarica je detektovana na ukupno 29 različitih lokacija tokom perioda 2017–2020 (Slika 24). Poređenje uspešnosti detektovanja između definisanih predeonourbanističkih zona ukazuje na značajne razlike. Najveći nivo detekcije (100%) zabeležen je u Panonskoj peri-urbanoj zoni (PPU), tokom obe sezone (2019–2020). Ova zona predstavlja izolovano naselje na periferiji Beograda, okruženo širokim nepovoljnim prostorom intenzivne poljoprivrede (nepovoljan iz ugla azijske smolarice), sa stablima sofore na samo nekoliko tačaka. Ponovljene detekcije azijske smolarice na obe lokacije PPU zone, uključujući visoku učestalost ponovljenih nalaza tokom 2020. godine, dodatno podržavaju ideju da lokalizovana koncentracija resursa značajno poboljšava detektabilnost. Najmanji nivo detekcije zabeležen je u zoni Panonsko urbano jezgro (PUJ) (26%), gde je posmatran najveći broj stabala sofora, a to je ujedno i zona u kojoj ima najviše otkrivenih stabala (skoro 62% svih stabala otkrivenih na području Beograda). U preostale tri zone zabeležen je skoro ujednačen nivo detekcije (36–38%), nešto iznad proseka za područje Beograda (35%). Uprkos naizgled sličnim obrascima populacije u različitim zonama, realna situacija se verovatno ne može dobiti kroz direktno tumačenje dobijenih vrednosti. U najurbanizovanoj zoni Beograda (BUJ) istraživanje je bilo intenzivno i po broju lokaliteta i po intenzitetu obilazaka, a rezultati nisu bili adekvatni – pozitivni nalazi su uglavnom bili na periferiji ove zone, bliže zoni Balkanska mešovita periferija (BMP), pa se ponovljeni nalazi (2019–2020) na dve lokacije ne mogu smatrati tako izuzetnim kao u slučaju PUJ zone.

Ipak, posmatrano na većoj razmeri, nivo detekcije u okviru panonskog naspram balkanskog dela bio je sličnih prosečnih vrednosti (33% i 36%). Potrebno je još istraživanja kako bi se utvrdila relevantnost odnosa “napora naspram detektabilnosti”: da li bi uspeh detekcije od oko 35% (sa odgovarajućom pokrivenošću) mogao da obezbedi procenu lokalne populacione aktivnosti pčela tokom niske početne brojnosti populacije. Paralelno, trebalo bi testirati koliki je reprezentativni broj jediničnih lokacija na određenom prostoru potreban da bi se omogućilo pouzdano praćenje. Dosadašnja istraživanja pokazala su da je kružni predeoni sektor poluprečnika $r=250$ m veoma praktičan za početna istraživanja. Međutim, za procenu

obrazaca populacione aktivnosti i preferencija ovako krupne i veoma vagilne pčele, verovatno da su neophodne i grublje skale istraživanja.

Efekat koncentracije vezan samo za jednu vrstu biljke, koji je zabeležen tokom sezone 2019, bio je presudan za detekciju i masovno javljanje ove vrste pčele u ovako ranoj fazi kolonizacije. Da su okolnosti bile drugačije i da nije ispoljen efekat koncentracije, nalazi azijske pčele smolarice bili bi slučajni i sporadični, usled uobičajenog sporog rasta populacija tokom inicijalnih faza kolonizacije. Zbog toga, detekcija azijske pčele smolarice na mnogim mestima kasni u odnosu na vreme realnog uspostavljanja i širenja njenih populacija. Upravo ovakvi obrasci detekcije zabeleženi su na više mesta u Evropi (na primer studije Le Féon *et al.* 2018; Lanner *et al.* 2020a; Ruzzier *et al.* 2020, itd.).

Dakle, tokom istraživanja u sezoni 2020. na području Beograda azijska pčela smolarica je zabeležena na većem broju lokacija nego u 2019. godini (36%), dok je efikasnost registrovanja značajno smanjena (35%, u odnosu na 88% u 2019), uprkos znatno povećanom intenzitetu istraživanja. Ovakvi rezultati su dodatno potvrdili značaj međusezonskog variranja ključnih hranidbenih resursa (koji izazivaju smenu “efekta koncentracije“ i “efekta razređivanja“) na detektabilnost ove pčele. Jaka veza između efikasnosti detekcije azijske pčele smolarice i dostupnosti njene glavne biljke hraniteljke od velike je važnosti za definisanje mehanizma praćenja.

4.3. Regionalni nivo – introdukcija i prostorno-vremenski obrasci širenja smolarice u jugoistočnoj Evropi

4.3.1. Scenariji introdukcije i širenja u Panonskoj niziji i na zapadu Balkana

Podaci prikupljeni u ovoj studiji potvrđuju uspešno širenje *M. sculpturalis* u mnogim zemljama jugoistočne Evrope (Slika 14 i 28). Dokumentovani nalazi populacija azijske pčele smolarice u periodu od nekoliko godina potvrđuju da je ova vrsta sada naturalizovana i široko rasprostranjena u regionu. Međutim, utvrđivanje načina disperzije kao i identifikovanje mogućih puteva unosa i puteva širenja može biti veoma teško i često spekulativno, a veoma je važno za razumevanje prostorno-vremenskih obrazaca širenja alohtonih vrsta (Suarez *et al.* 2001; Trakhtenbrot *et al.* 2005; Hui & Richardson 2017). Imajući u vidu da je širenje azijske pčele smolarice kroz zapadnu Evropu (2008–2019) dokumentovano kao pretežno kontinuirano, bilo je posebno informativno analizirati inicijalno izolovane slučajeve detekcije vrste u perifernim područjima Panonske nizije (2015–2017), kao potencijalne “preskoke na velike udaljenosti” (*engl.* long-distance jump dispersal).

Detekcije *M. sculpturalis* u severoistočnoj Mađarskoj (Kovács 2015), severoistočnoj Austriji (Westrich 2017) i u Beogradu (Ćetković & Plećaš 2017) predstavljale su prve nalaze ove vrste u jugoistočnoj Evropi, tj. na području istočno od Alpa. Njihova međusobna udaljenost, kao i udaljenost od glavnog dela dotadašnjeg područja ekspanzije u Evropi, ukazivali su na scenario “preskoka” kao verovatni mehanizam širenja (Kovács 2015; Ćetković & Plećaš 2017; Lanner *et al.* 2020a). Između ovih udaljenih lokacija, veći deo Panonske nizije predstavljao je 2017. godine široki prostor bez nalaza. Položaj jedinog rumunskog nalaza, dve godine kasnije (Hymenopterists Forum 2019), takođe odgovara po rastojanju “preskoku na velike udaljenosti”. Još udaljeniji je za sada najistočniji evropski nalaz, na poluostrvu Krim 2018. godine (Ivanov & Fateryga 2019).

Status Beograda kao glavnog grada i njegov položaj na važnim saobraćajnim raskrsnicama nekoliko glavnih puteva iz centralne i zapadne Evrope prema jugoistoku, čini ga veoma izloženim efektima masovnog transporta raznovrsne robe. Odsustvo nalaza (u to vreme) u većem delu Srbije, kao i u većini susednih zemalja, dodatno je podržavalo hipotezu da je Beograd mogao biti mesto prve introdukcije ove vrste pčele za Srbiju, kao i za centralni Balkan. Imajući u vidu značajnu početnu udaljenosti nalaza u jugoistočnoj Evropi, generalno nije moguće konkretnije razmatranje porekla jedinki uključenih u ove inicijalne introdukcije. Odgovor na ovo pitanje mogu dati jedino molekularno-genetičke analize jedinki iz celokupnog areala ove vrste, koje su u toku (Bila Dubaić & Lanner 2021; Lanner *et al.* 2021). Sekundarne, antropogeno potpomognute introdukcije, među nedavno uspostavljenim ali izolovanim lokacijama u okviru jugoistočne Evrope, nisu mnogo verovatne, s obzirom da male inicijalne brojnosti smanjuju šansu da jedinke budu često zahvaćene slučajnim pasivnim transportom (Bertelsmeier & Keller 2018). Prema tome, izvor ovih pretpostavljenih “preskoka” u jugoistočnoj Evropi mogla je biti bilo koja populacija iz ranije uspostavljenog areala u zapadnoj Evropi. Ne treba isključiti ni mogućnost introdukcije iz prekookeanskih izvora (Kovács 2015), uključujući autohtoni areal u Aziji. Skorije genetičke studije sugerišu da introdukcija u severoistočnu Austriju predstavlja odvojen događaj, tj. da ne potiče od već uspostavljenih populacija u Francuskoj i Švajcarskoj (Lanner *et al.* 2021).

Međutim, detaljnim razmatranjem šireg konteksta kasnijih beogradskih nalaza (počev od 2019) u odnosu na panonske (pre svega širom Mađarske), dolazi se do mogućeg alternativnog scenarija: difuzno širenje kroz severnu Srbiju (Suarez *et al.* 2001). Naime, zabeleženo gnežđenje brojnih jedinki u malom mađarskom gradu Gyöngyös (Kovács 2015)

ukazuje na to da se uspostavljanje populacije verovatno dogodilo jednu ili više sezona pre samog uočavanja. Duže prisustvo i šire rasprostranjenje u severoistočnom delu Panonske nizije indirektno je potvrđeno činjenicom da je većina nalaza tokom 2018. godine zasnovana na opažanju gnežđenja, a ne na aktivnosti na biljkama; dok su lokalne brojnosti male, opažanje na biljkama može se smatrati verovatnijim nego opažanje gnežđenja (Bila Dubaić *et al.* 2022b). Naizgled nagla ekspanzija areala širom severoistočne Panonske nizije u 2018. godini, samo tri godine nakon prve detekcije, ne može biti zasnovano isključivo na antropogenom lokalnom prenošenju. Stoga je verovatnije da ovaj slučaj predstavlja kontinuirano sporo difuzno širenje, koje je ostalo neprimećeno. Pre nego što je brojnost populacije postala veća, a samim tim i prisustvo uočljivije (istovremeno širom regiona), širenje prema jugu preko Panonske nizije moglo je već da dostigne severne granice Balkana (tj. do Beograda 2017. godine), a da ne bude otkriveno u međuprostoru pre 2018. godine. U sklopu ove interpretacije realističnih okolnosti i naknadno dokumentovanih činjenica, introdukcija mehanizmom “preskoka u Beograd” predstavlja manje verovatno objašnjenje. To bi značilo da je pojava vrste na severu Balkana 2017. godine verovatno ipak povezana sa predhodnom introdukcijom u severoistočnoj Mađarskoj, tj. da predstavlja slučaj kašnjenja “tipa III” u ekspanziji alohtone vrste (Hui & Richardson 2017, prema Crooks 2005).

4.3.2. Dinamika detekcije i modaliteti širenja kroz Balkansko poluostrvo 2020–2021

Do sezone 2020. *M. sculpturalis* je kolonizovala više od trećine teritorije Srbije i verovatno veći deo severne Bosne i Hercegovine. Tokom perioda 2017–2020. azijska smolarica je detektovana na 61 jediničnoj-lokaciji i ukupno 19 lokacija (jediničnih-lokacija grupisanih u lokacije poluprečnika 250 m), od kojih su samo tri dokumentovane pre 2020. Pri tome, značaj sofore za otkrivanje *M. sculpturalis* dodatno je naglašen i na regionalnoj skali: do 2020. samo za 13 nalaza nije bilo eksplicitno dokumentovano prisustvo ove biljke. Shodno tome, vremenski raspon svih nalaza širom regiona bio je striktno ograničen na period cvetanja stabala sofore (29. jun–5. septembar).

Na osnovu prethodno prikazanih obrazaca distribucije i dinamike detekcije tokom perioda 2017–2020, može se zaključiti da je panonski deo Srbije (AP Vojvodina) u potpunosti kolonizovan mnogo pre 2020. godine, uprkos retkom beleženju na početku ovog perioda. Tokom 2020. godine nalazi azijske smolarice bili su veoma česti širom Vojvodine. Prosečan uspeh prilikom terenskih posmatranja lokacija sa soforama bio je mnogo veći nego na području Beograda (oko 50% naspram 35%), uprkos znatno manje intenzivnom istraživanju. Ovo bi mogla biti posledica veće gustine populacije (zbog ranijeg uspostavljanja populacija) i/ili efikasnijeg uočavanja jedinki usled situacije koja je ranije objašnjena – grupisanja pčela oko povoljnih lokacija koje su prostorno ograničene.

Azijska pčela smolarica je tokom 2020. godine detektovana u nizu uglavnom urbanih sredina uključujući nekoliko većih gradova (Novi Sad, Vršac, Subotica) i nekoliko manjih mesta, ali i u ruralnim naseljima. Čitav region se odlikuje ravničarskim terenom, u kome uglavnom dominira poljoprivredno zemljište, što je generalno nepovoljna sredina za ovu vrstu pčela (s obzirom na nedostupnost glavne biljke hraniteljke ili drugih biljaka izvora adekvatnog polena). Međutim, područje je ispresecano brojnim naseljima (međusobno udaljenim uglavnom manje od 10–15 km), u kojima je sofora uobičajeno prisutna. Često gajenje ove ukrasne i medonosne vrste u svim tipovima naselja u Srbiji vrlo verovatno je značajno podstaklo širenje azijske smolarice. Sumarni pregled rezultata za 2020. godinu dodatno sugerišu da je način introdukcije i širenja azijske pčele smolarice u Srbiju najverovatnije bio difuzno kontinuirano širenje prema jugu od severoistočne Mađarske.

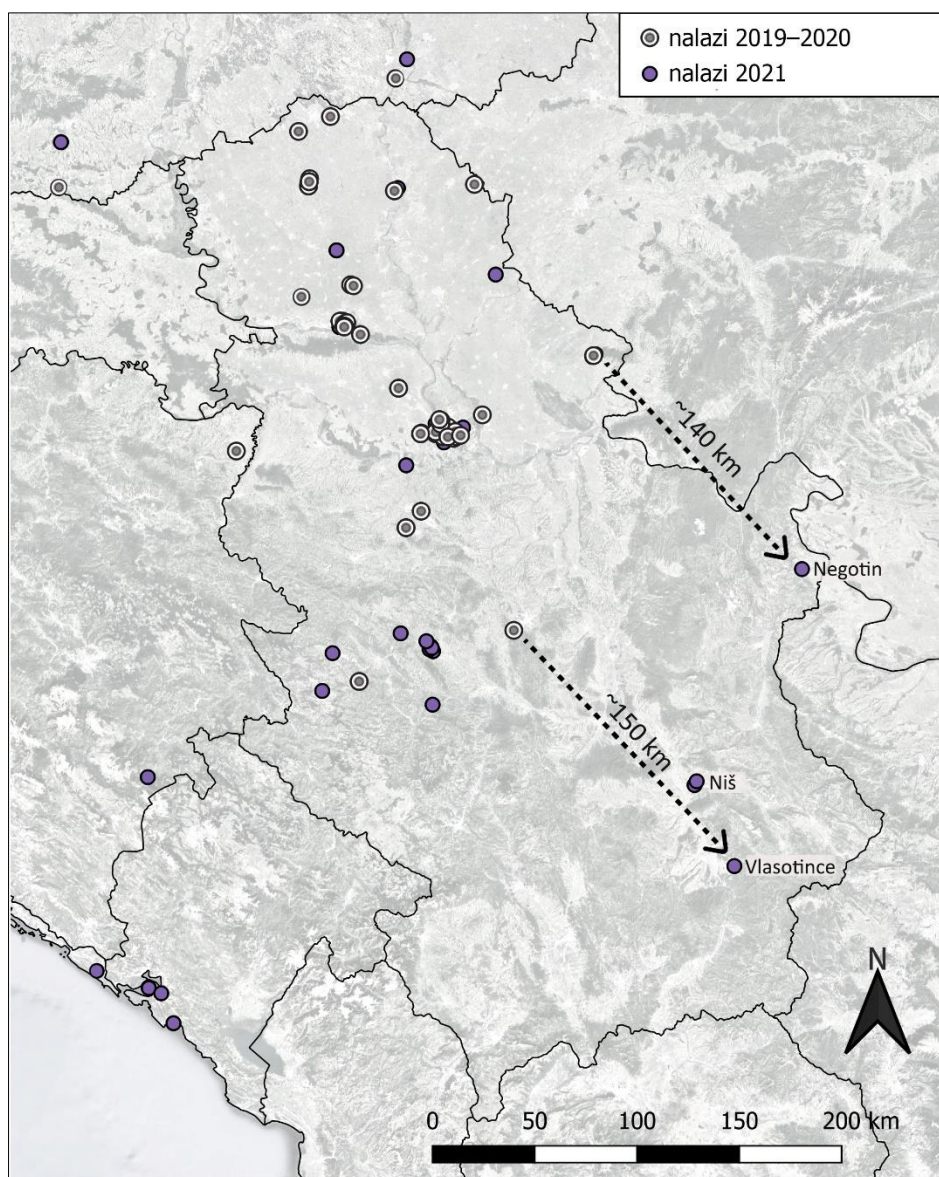
Nalazi širom peripanonske zone, od severozapadne Bosne preko centralne Srbije, su tokom 2020. i dalje bili sporadični, što verovatno ukazuje na postupnu široko-frontalnu ekspanziju od Panonske nizije ka jugu. Ova privremena zona širenja 2020. godine obuhvatala je potez od oko 250 km zapad-istok, od Banjaluke, preko Bijeljine do Lajkovca. Najzapadniji bosanski nalazi su vazдушnom linijom oko 137 km udaljeni jugozapadno od najbližeg poznatog nalaza u južnoj Mađarskoj (iz 2019; Rovarok, pokok, 2017–2019). Alternativni izvori su mogle biti populacije sa područja Beograda i/ili Vojvodine (nalazi 2017–2019), ili iz Slovenije (nalazi 2018–2019), obe na oko 250 km vazдушnom linijom. Važno je napomenuti da su opažanja u Banjaluci u samo jednom danu bila izuzetno uspešna (100%), a jedinke azijske smolarice veoma brojne, što ukazuje na verovatno ranije lokalno uspostavljanje populacija (Nikolić & Bila Dubaić 2021). Polazeći od modela kontinuiranog i neograničenog širenja kroz ove nizijske predele, uključujući čitavu severoistočnu Hrvatsku (odakle do 2021. nije bilo dostupnih podataka; Landeka *et al.* 2021), grubom konzervativnom kvantifikacijom ekspanzije unutar područja južno od Mađarske dolazi se do udvostručenih vrednosti samo tokom perioda 2019–2020 (Slika 24).

Tokom 2020. godine bilo je samo dva južnija nalaza, u centralno do zapadnim brdsko-planinskim predelima, što je ukazivalo da se širenje u središte Balkanskog poluostrva odvija nešto sporije i nekontinuirano: ova vrsta se proširila za oko 95–125 km vazдушnom linijom tokom (najmanje) tri sezone (od prvog beogradskog nalaza 2017). Južnije, uprkos opsežnim posmatranja u Nišu i Niškoj banji tokom jula i avgusta 2020. godine, na dva lokaliteta sa brojnim stablima sofore u punom cvetu, nije bilo pozitivnih nalaza (Slika 24). Ovo je navodilo na zaključak da ekspanzija još nije stigla do područja južne Srbije, ili da je populacija bila još uvek nedovoljne brojnosti za detekciju. Već sledeće sezone bilo je nekoliko dojava građana iz ovog područja pa se može reći da je širenje na ovom potezu praćeno skoro u “realnom vremenu” – dokumentovano je širenje areala od oko 140–150 km u periodu 2020–2021 (Slika 27). Iako je dostupno veoma malo nalaza iz centralne, istočne i južne Srbije, tri dokumentovana nalaza (Negotin, Niš i Vlasotince) verovatno ukazuju na to da se širenje areala odvijalo kontinuirano od severne i /ili zapadne Srbije, duž glavnih rečnih dolina (Dunav, Velika Morava, Vlasina).

Donekle kontrastni obrasci širenja azijske pčele smolarice u dve analizirane prostorno-vremenske skale (lokalne i regionalne) ukazuju na to da prava faza kašnjenja ekspanzije (tj. “tip II” po Hui & Richardson 2017) ovde odsustvuje. Uobičajeno spor porast brojnosti inicijalne populacije ne ometa aktivno i uspešno širenje ove pčele, ali u kombinaciji sa relativno retkim faunističkim istraživanjima nekih oblasti, može da rezultira slabom detekcijom. Već je pokazano da čak i intenzivna i detaljna potraga na terenu za ovako upadljivom pčelom, ne mora da rezultira uspešnim otkrivanjem ukoliko se radi o ranim fazama kolonizacije, zbog inicijalno niske brojnosti populacije. Shodno tome, područje retkog nalaženja tokom 2021. godine, od jugoistočne do istočne Srbije, može se provizorno shvatiti kao aktuelni front širenja vrste prema jugoistoku. Iz toga sledi da su ova terenska istraživanja u kombinaciji sa angažovanjem građana omogućila praćenje širenja u skoro realnom vremenu, smanjujući uobičajeno vremensko kašnjenje između dinamike širenja i detekcije introdukovanih vrsta (Bila Dubaić *et al.* 2022a).

Dokumentovano prisustvo *M. sculpturalis* na nekoliko primorskih lokacija u Crnoj Gori (2020) predstavlja prve nalaze za tu zemlju, i do sada najjužnije nalaze u jugoistočnoj Evropi. Nalazi predstavljaju i najjugoistočnije potvrđene lokacije na jadranskoj obali, što ukazuje na verovatno kontinuirano širenje vrste prema istoku duž obale Hrvatske (Slika 28). Inicijalni nalazi za Hrvatsku (iz 2018) obuhvatili su relativno prostran segment od severnog do srednje-jadranskog primorja. Po analogiji sa prethodno analiziranim širenjem u Mađarskoj, i ovi nalazi verovatno kasne najmanje 1–2 godine, u odnosu na realnu kolonizaciju. Na osnovu kompilacije nalaza dostupnih zaključno sa sezonom 2021. (Slike 15. i 17), uočava se jasan porast frekvencije detektovanja i nesporna kolonizacija širokih poteza u okviru ove države. Hronologija dostupnih

nalaza ukazuje na postojanje dva glavna pravca ekspanzije u jugoistočnoj Evropi: od istočno-panonskog centra (2015) prema jugu-jugozapadu i od severne Italije (2014–2015) preko Slovenije (2016–2018) ka istoku-jugoistoku, naročito duž jadranske obale zapadnog Balkana (Slika 28). Ruta širenja duž jadranske obale verovatno još nije spojena sa panonsko-centralno-balkanskom zonom širenja kroz Srbiju, ali su ova dva dela istočnog areala najverovatnije spojena u Hrvatskoj i/ili Sloveniji najkasnije tokom sezone 2021. godine. Poreklo nalaza u jugoistočnoj Bosni (Tjentište 2021) može biti povezano sa bilo kojim od ova dva pravca, odnosno, žarišta ekspanzije; zato lokacija za sada nije pridružena ni jednom poligonu na mapi. Generalno, u Bosni i Hercegovini, kao i većem delu Crne Gore i jugozapadne Srbije, još uvek ima veoma malo nalaza *M. sculpturalis*. Široki sistem Dinarskih planina, sa dominantnim pravcem pružanja severozapad-jugoistok u ovoj oblasti, verovatno predstavlja barijeru za širenje obalnih populacija dublje u kontinentalne zone. S druge strane, uglavnom ravničarska peripanonska zona Bosne je verovatno kolonizovana (sa severa), u znatno većoj meri nego što je trenutno dokumentovano.



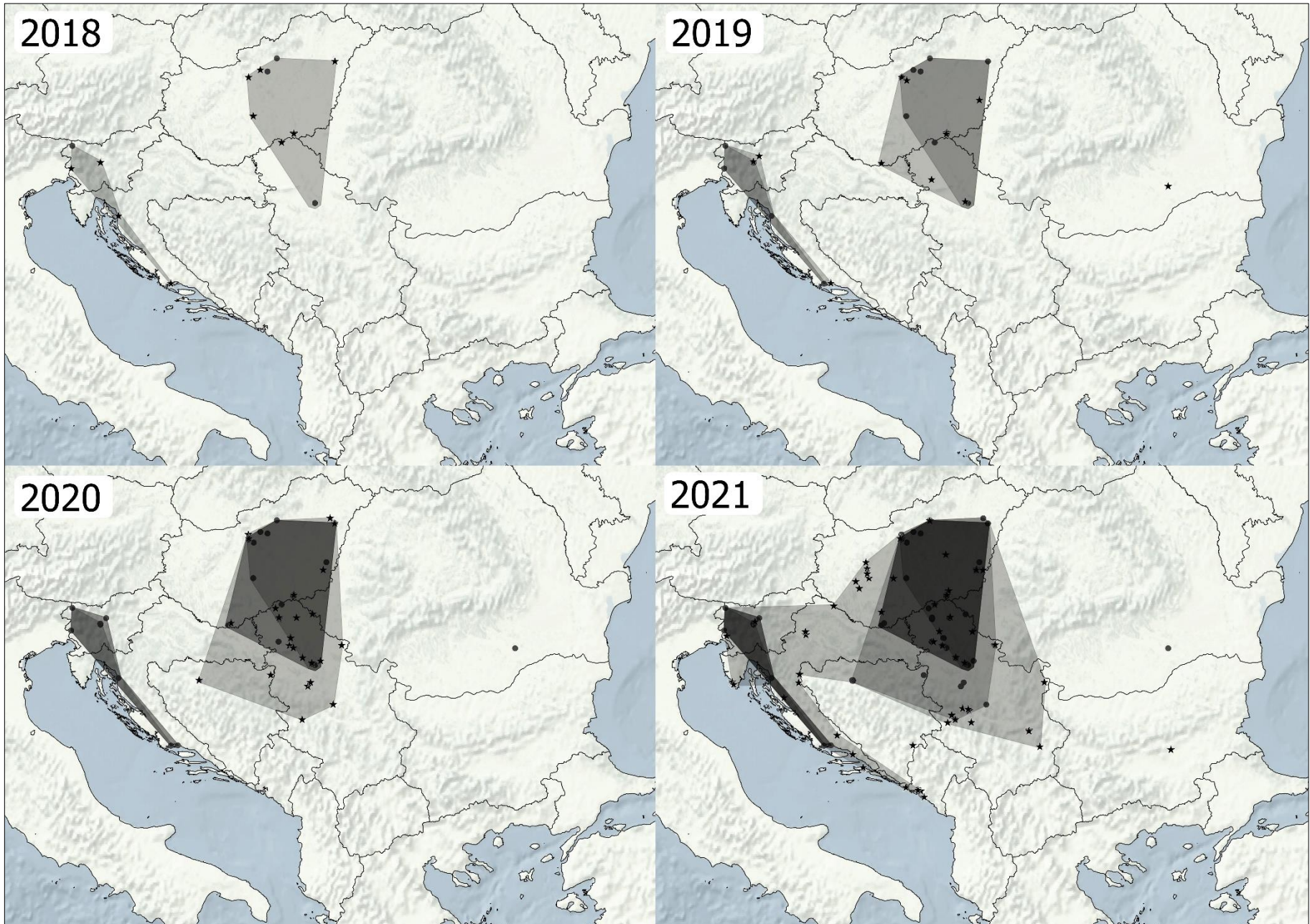
Slika 27. Širenje areala *M. sculpturalis* ka jugoistoku Srbije od 2020. do 2021.

Za sada nema potvrde da je azijska smolarica stigla do južnog Balkana (Severna Makedonija, Albanija i Grčka), ali se to svakako očekuje u bliskoj budućnosti. Dostupni nalazi jasno ukazuju na difuzno širenje kroz nizijske prostore Panonsko-peripanonskog basena, kao i dalje ka jugu (duž glavnih rečnih dolina), dok u planinskim oblastima centralnog i zapadnog Balkana hronologija širenja ne može biti rekonstruisana na zadovoljavajući način. Sličan prostorni obrazac širenja i obrazac detekcije u jugoistočnoj Evropi dokumentovan je za nekoliko introdukovanih vrsta apoidnih osa (Sphecidae; Četković *et al.* 2004, 2011, 2012). Tekuće studije o genetičkoj strukturi balkanskih i panonskih populacija trebalo bi da pruže jasniju sliku o putevima i dinamici kolonizacije u ovom regionu.

Prvi nalazi *M. sculpturalis* za Rumuniju (iz 2019) i Bugarsku (iz 2021) udaljeni su od ostalih nalaza u jugoistočnoj Evropi. Rumunski nalaz je bio na oko 450 km vazdušnom linijom od najbližeg poznatog nalazišta u Srbiji (što je smanjeno na 290 km 2021. godine) i 630 km od nalaza na poluostrvu Krim; bugarski nalaz je 300 km udaljen od najbližih nalaza u južnoj Srbiji, 740 km od Krima, a 230 km od rumunskog nalaza. Ova dva nalaza na istočnom Balkanu mogu predstavljati nove slučajeve "preskoka na velike udaljenosti", slično prvom nalazu u Mađarskoj (Kovács 2015; Lanner *et al.* 2020a) i na Krimu (Slike 15. i 28; Ivanov & Fateryga 2019). Nedostatak novih nalaza verovatno ukazuje na nedovoljno istraživanja, pa uspostavljanje *M. sculpturalis* tek treba da bude potvrđeno i u Rumuniji i u Bugarskoj. Dodatna dva nalaza na poluostrvu Krim i ponovljeni nalazi tokom četvorogodišnjeg perioda (Ivanov *et al.* 2021), jasno potvrđuju da su populacije azijske pčele smolarice u potpunosti uspostavljene u tom regionu.

Generalno, kad su u pitanju osrednje do manje distance između perifernih nalaza (duž pretpostavljenih pravaca verovatne ekspanzije), za sada je metodološki skoro nemoguće razlikovati pasivne sekundarne introdukcije (potpomognute čovekom) i moguće prirodno skokovito širenje smolarice na osnovu velike vagilnosti odraslih ženki (tj. njihovog nespornog kapaciteta da aktivno savladaju velike distance u kratkom vremenu).

Slika 28. (na sledećoj strani) Dinamika širenja areala *Megachile sculpturalis* u jugoistočnoj Evropi, prikazana kao niz faza širenja za period 2015–2021. Prikazane hipotetičke površine opisuju približni minimalni opseg rasprostranjenja (*engl.* convex hull) koji je dostignut u sezonama 2018, 2019, 2020, odnosno, 2021, što je predstavljeno progresivno sve tamnijom nijansom sive: najtamnija nijansa označava dva hipotetička jezgra širenja (istočno-panonski i severno-jadranski), dok svetlo-sive nijanse označavaju skorašnje-kolonizovane oblasti. Novi nalazi u svakoj od predstavljenih sezona su prikazani crnom zvezdicom, a stariji nalazi (sive tačke) su vidljivi samo ako se ne preklapaju sa najnovijim. Tri nalaza su prikazana van obeleženog hipotetičkog areala (u Rumuniji, Bugarskoj i južnoj Bosni), jer njihov trenutni status nije moguće adekvatno interpretirati (detaljnije u tekstu).



4.3.3. Osvrt na lokalne i regionalne aspekte interakcija smolarice i važnih floralnih resursa

Rezultati ove studije ukazali su na određena odstupanja, u obrascima interakcije azijske pčele smolarice i analiziranih biljaka, u odnosu na druga područja Evrope. Od posebnog interesa je dokumentovano odsustvo ove vrste na drugim biljkama (osim sofore) tokom 2019, uprkos dramatične redukcije ovog ključnog resursa. Tokom perioda 2017–2020. u samo dva slučaja primećeni su mužjaci tokom hranjenja na biljkama koje nisu sofora (Slika 22). Tokom sezone 2021 zabeleženo je svega nekoliko zapažanja *M. sculpturalis* na lavandi, uprkos njenom širokom prisustvu. Često gajene i široko dostupne biljke iz roda *Lavandula* po broju poseta od strane jedinki *M. sculpturalis* u evropskom delu areala ove pčele su na drugom mestu, odmah iza sofore. U nekim zemljama, kao što je Francuska (Le Féon *et al.* 2018) i Italija (Ruzzier *et al.* 2020) lavanda je po dostupnim podacima rangirana na prvom mestu po učestalosti poseta *M. sculpturalis*. Ipak, opažanje jedinki na biljkama iz roda *Lavandula* u ovim zemljama postalo je učestalo tek posle više od osam godina od prve detekcije. Dakle, ovakve razlike u obrascima posećivanja biljaka između zapadne Evrope i Srbije je verovatno posledica razlike u gustini populacije – na mestima gde je azijska pčela smolarica duže prisutna tu je i brojnost populacije veća, a samim moglo bi doći do “prelivanja” jedinki koje su prinuđene da sa glavnom hranidbenog resursa pređu i na druge biljke u okruženju, makar kada je u pitanju snabdevanje nektarom (*Lavandula* i *Buddleja* verovatno nisu dobar izvor polena za ovu pčelu). Po istoj logici, odsustvo jedinki azijske pčele smolarice na alternativnim biljkama u Beogradu može ukazivati na to da lokalna populacija pčela još uvek nije dostigla kritičnu gustinu koja bi dovela do efekta “prelivanja”.

Pored još uvek niskog nivoa populacije azijske pčele smolarice, postoje i drugi razlozi koji mogu umanjiti pogodnost lavande u Beogradu: njen nepogodan režim održavanja na većini javnih zelenih prostora i/ili neodgovarajući izbor sorti. Tokom dužeg perioda (>8 godina, nepublikovana zapažanja) cvetanje lavande u Beogradu je obično znatno smanjeno ili čak završeno već 10–15. jula (kada je često potpuno isečena), dok se značajan obim cvetanja oporavlja samo na nekoliko mesta, i to krajem avgusta. Zbog toga bi se u Beogradu lavanda mogla smatrati atraktivnom za *M. sculpturalis* samo do sredine jula, što znači da bi posmatranje ove biljke bilo izvodljivo samo na početku sezone aktivnosti ove pčele.

Od ostalih biljaka *Koelreuteria* je u velikoj meri uporediva sa lavandom u fenološkom smislu, pa je stoga potencijalno korisna za ispitivanje u istom periodu, posebno od sredine juna. Ovo drvo, kao i u slučaju sofore, veoma je rasprostranjeno i često gajeno širom Beograda (Slika 23). *Buddleja* bi mogla biti korisna kao alternativna ili “kontrolna” jedinica monitoringa, jer cveta kontinuirano tokom najvećeg dela aktivnosti ženki *M. sculpturalis*, a period cvetanja se u značajnoj meri preklapa sa ostale tri pomenute biljke – sredina jula. Sve četiri razmatrane biljke su od posebnog interesa i za proučavanje preferencija i eventualno izmenjenih interakcija među nekim uobičajenim letnjim pčelama (rodovi *Apis*, *Bombus*, *Anthidium*, *Xylocopa*, autohtone *Megachile*, itd.).

Rezultati predstavljeni u ovoj disertaciji dodatno naglašavaju značaj *S. japonicum* kao najvažnije biljke za uspostavljanje i širenje populacija azijske pčele smolarice, kao i za njeno efikasno evidentiranje, barem dok je brojnost populacije mala. Uprkos brojnim biljnim taksonima koji se navode u studijama o azijskoj pčeli smolarici, biljke iz porodice Fabaceae čine se daleko najrelevantnije kada su potrebe za polenom u pitanju. Treba imati u vidu i to da je *S. japonicum* jedini široko rasprostranjeni, masovno-cvetajući i fenološki odgovarajući predstavnik “krupnocvetnih” Fabaceae u Beogradu, kao i u većini naselja i gradova u Srbiji.

Kada je vremenski raspon beleženja aktivnosti *M. sculpturalis* u pitanju, izuzetak je predstavljala lokacija Skržuti (kod Užica; Slika 25 C i Prilog 7: #250–251). U tom području je zabeležena živopisna aktivnost azijskih pčela smolarica veoma kasno u toku sezone: 31. avgusta

do 5. septembra. Među uzorkovanim jedinkama nije bilo onih sa znakovima starenja (okrzana krila i dlačice), već su sve jedinke bile u prilično dobrom stanju (dakle, nedavno izašle iz gnezda) i intenzivno su se hranile na drvetu sofore u punom cvetu (dok je na ostalim istraživanim lokalitetima aktivnost azijske pčele smolarice bila značajno redukovana već sredinom avgusta (poslednji nalaz je bio 22. avgusta 2020.). Lokalitet Skržuti je takođe bio najviši (512 m) od svih nalaza u jugoistočnoj Evropi do 2020. (nadmorske visine ostalih nalaza do 2020. kretale su se 75–232 m, srednja visina 118 m). Svakako nadmorska visina sama po sebi ne može objasniti toliko značajno kašnjenje u fenologiji. Naime, ovo malo seosko naselje se nalazi u širem planinskom regionu jugoistočne Srbije, kojim dominira prostrana obližnja visoravan Peštera (oko 1.000 m prosečne visine), koja je poznata po izuzetno niskim zimskim temperaturama. Stoga, ovo pomeranje aktivnosti možemo pripisati topografiji ovog regiona, odnosno sveukupno drugačijim klimatskim parametrima, koji su na sličan način uticali i na azijsku pčelu smolaricu i na njenu ključnu biljku hraniteljku. Intenzivna aktivnost (ili gnežđenje) azijske pčele smolarice tako kasno u sezoni do sada je prilično retko dokumentovano u Evropi, a poznato je i iz severnih oblasti u okviru njenog izvornog područja u Japanu (Sasaki & Maeta, 1994). Inače, nalaz u Skržutima je izuzetan i po svojoj udaljenoj/odsečenoj/izolovanoj poziciji – udaljenoj od važnih saobraćajnih pravaca i drugih (poznatih) nalaza *M. sculpturalis*. Okruženje ovog lokaliteta je polu-prirodnog tipa, verovatno samo sa sporadičnim, raštrkanim javljanjem relevantnih cvetnih resursa.

4.4. Značaj građanske nauke za efikasno praćenje širenja azijske pčele smolarice

4.4.1. Prostorna pokrivenost i predeono-stanišna distribucija podataka

Tokom prve tri godine dokumentovanog prisustva u Srbiji (2017–2019), nalazi *M. sculpturalis* su bili raštrkani i slučajni (Kovács 2015; Četković & Plećaš 2017; Gogala & Zadravec 2018; takođe i međunarodne platforme iNaturalist, GBIF), tako da nije bilo racionalno preduzimati intenzivna i geografski opsežna terenska istraživanja. Pionirski projekat građanske, volonterske nauke se pokazao prilično efikasnim i posebno pogodnim za regionalnu skalu istraživanja, s obzirom na činjenicu da su većinu nalaza azijske smolarice van Beograda prvobitno dojavili građani-naučnici. Poredeći prostornu pokrivenost nalaza dobijenih zahvaljujući građanima vidi se da je ona skoro pet puta veća nego ona dobijena sistematskim ciljanim terenskim istraživanjima (Slika 15).

Za širenje *M. sculpturalis* od suštinskog značaja može biti distribucija biljaka koje koristi kao izvor polena, s obzirom na njene relativno uske potvrđene preferencije. Budući da su ukrasne alohtone biljke trenutno dokumentovane kao dominantni izvori hrane u celom neautohtonom arealu ove pčele, mnogi nalazi u Evropi su povezani sa različitim ljudskim naseljima, od urbanih do ruralnih. Azijska pčela smolarica uspeva u urbanim sredinama (Lanner *et al.* 2022), prateći koncentraciju ključnih biljaka (Bila Dubaić *et al.* 2021, 2022b) i brojna pogodna mesta za gnežđenje (Fortel *et al.* 2014). S druge strane, različite tipove naselja karakteriše različita gustina ljudske populacije duž ruralno-urbanog gradijenta, kao i različiti obrasci ljudskih aktivnosti, što može uticati na učestalost detekcije *M. sculpturalis*. Interakcija svih navedenih faktora takođe može varirati u vremenu, kroz međusezonsku varijabilnost hranidbenih resursa i dinamiku povećanja lokalne populacije pčela (Bila Dubaić *et al.* 2021, 2022b). Shodno tome, učestalost i prostorni obrazac detekcije od strane građana i u ovoj studiji su bili očekivano "pomerani" (*engl.* biased) prema gušće naseljenim ljudskim naseljima, odnosno, tipovima predela sa većim stepenom urbanizacije (77% nalaza). Mnoge studije građanske nauke takođe beleže pristrasnost u strukturi, frekvenciji i distribuciji prikupljanja podataka, pre svega u prostornom smislu (Silvertown 2009; Suzuki-Ohno *et al.* 2017; Pernat *et al.* 2020). Međutim, važno je istaći da osim informacija iz urbanih sredina, građanska nauka obezbeđuje prostorno širi uvid u prisustvo vrste u ređe naseljenim i nenaseljenim područjima (uključujući prirodne ekosisteme), očigledno u većoj meri nego ciljana istraživanja profesionalnih naučnika. Ovo je veoma važno za kompletniju sliku o realnom korišćenju prostora od strane azijske pčele smolarice – pre svega u pogledu izolovanih, teže pristupačnih, odnosno, predela divljine, a nalazi iz ruralnih područja u najvećoj meri (89% nalaza) su dobijeni zahvaljujući građanskoj nauci.

Očigledno je da za prikupljanje sveobuhvatnih podataka o distribuciji i ekologiji azijske pčele smolarice treba primeniti kombinaciju različitih pristupa, koji se međusobno dopunjuju.

4.4.2. Podaci iz PGN i drugih izvora "građanskih podataka" – kvalitet, kvantitet, ograničenja, mogućnosti

Generalno, projekti građanske nauke i drugi oblici uključivanja šire javnosti su se potvrdili kao odlični načini za prikupljanje informacija i praćenje širenja *M. sculpturalis* širom Evrope (Le Feon *et al.* 2018; Lanner, 2018–2019; Lanner *et al.* 2020a; Ruzzier *et al.* 2020; www.beeradar.info). Međutim, ovaj pristup mora biti praćen dobro osmišljenim i fokusiranim istraživanjima od strane profesionalnih stručnjaka za pčele, kako bi se uspostavila preko potrebna naučna osnova za upravljanje ovom potencijalno problematičnom vrstom.

Pozivi za učešće u projektima praćenja (invazivnih) alohtonih vrsta na različitim društvenim platformama mogu doseći široku i raznoliku publiku (Koen & Newton 2021). Forumi i grupe koji okupljaju zaljubljenike u prirodu ("prirodnjački" forumi i grupe) na društvenim mrežama sadrže veliku količinu često neiskorišćenih podataka o biodiverzitetu, koje treba uključiti u studije praćenja (De Felici *et al.* 2021). Društveni mediji su efikasan alat za oglašavanje i širenje poziva za učešće u građanskim naučnim istraživanjima, naučnu komunikaciju, i važan izvor podataka o biodiverzitetu (Fortel *et al.* 2014; Araujo *et al.* 2018; Chamberlain 2018; Bautista-Puig *et al.* 2019; Daru *et al.* 2021).

Osim informacija o prisustvu, u ovoj studiji su građani-naučnici dokumentovali i važne aspekte ekologije *M. sculpturalis*, kao što su interakcije sa biljkama, što doprinosi još uvek neadekvatnom razumevanju opsega ishrane ove vrste. Poseban izazov u korišćenju različitih internet izvora predstavljali su podaci tehnički nedostupni za standardno pretraživanje. Tek dodatnim ručnim pretragama otkriveni su neki od veoma važnih nalaza, koji pružaju bolji uvid u rane faze kolonizacije, odnosno, doprinose rekonstruisanju rane istorije kolonizacije u regionu; primeri su nalaz na Paliću (iz 2018; nedostupan zbog pogrešne identifikacije), ili prvi nalaz u Bugarskoj (iz 2021; nedostupan usled greške u unetim koordinatama). Jezik može biti prepreka kada se radi na međudržavnim i multilateralim kulturnim skalama (Pocock *et al.* 2018), pa je u nekoliko navrata bila neophodna dodatna komunikacija u okviru navedenih izvora, kako bi se proverile ili dopunile nejasne informacije.

Stopa tačnosti identifikacije od strane učesnika projekta građanske nauke bila je prilično niska prve godine sprovođenja projekta građanske nauke u Srbiji (2020) – samo 21%, dok je na primer ovaj procenat u studiji o bumbarima u Velikoj Britaniji bio oko 40–60% (Falk *et al.* 2019). Ovo jasno naglašava potrebu za stručnom verifikacijom identifikacija vrste (Soroye *et al.* 2018; MacPhail *et al.* 2020), čak i u slučaju pčele sa veoma upadljivim i specifičnim izgledom. Stopa se značajno promenila već druge godine sprovođenja projekta (2021), kada je dostigla 60% tačnosti. Ovoj promeni je samo delimično doprinelo ponovljeno javljanje nekolicine istih učesnika (6). Najverovatnije da je ključni napredak ostvaren kao rezultat povećanog angažovanja na edukaciji šire javnosti i promociji učešća u projektu, kumulativno tokom dve sezone.

Nesporno je da kvalitet podataka prikupljenih uz pomoć građana može varirati u različitim aspektima, što uključuje i nekoliko kategorija "pristrasnosti": na primer, neujednačena prostorna pokrivenost posmatranja/prikupljanja ili različito vremensko ulaganje u posmatranja (Isaac *et al.* 2014; Isaac & Pocock 2015). U ovoj studiji, podaci prikupljeni uz pomoć građana pokazuju nerealistično učestalo javljanje vrste u urbanim područjima. Sa druge strane, karakteristično je da su nalazi sa ruralnih lokacijama pre svega ostvareni od strane građana-naučnika, uključujući neka teže pristupačna područja, i kao takvi su od posebne važnosti za kompletnije sagledavanje dinamike širenja, trofičkih interakcija i ponašanja *M. sculpturalis* u novonaseljenim regionima. Ovakvi pionirski nalazi omogućili su racionalnije planiranje ciljanih terenskih istraživanja odabranih lokaliteta, sa korišćenjem standardizovanog kvantitativnog uzorkovanja i drugih kompleksnijih analiza (sa fokusom na dinamizam populacija, detektabilnost, i moguće pravce ekspanzije – što je detaljno elaborirano u prethodnim poglavljima).

4.5. Metodološki koncepti i izazovi praćenja kvantitativnog statusa populacija azijske pčele smolarice

U ovoj studiji primenjen je integrativni pristup u prikupljanju podataka – sprovedeno je posmatranje ključnih cvetnih resursa u kombinaciji sa projektom građanske nauke i pretraživanjem podataka iz različitih objavljenih izvora. Prethodne studije pokazale su da je integrisanje podataka iz različitih izvora rezultiralo značajno boljom prostornom pokrivenošću, posebno kada se od šire javnosti zatraži prijavljivanje potencijalno invazivne alohtone vrste (Roy-Dufresne *et al.* 2019; Pernat *et al.* 2020; Boersch-Supan & Robinson 2021).

Nekoliko do sada objavljenih studija apelovalo je na uspostavljanje programa monitoringa kako bi se pratilo širenje i procenio eventualni uticaj koji azijska pčela smolarica ima na svoje okruženje (Quaranta *et al.* 2014; Le Féon *et al.* 2018; IUCN 2020a,b; Ruzzier *et al.* 2020; Ribas Marquès & Díaz Calafat 2021). Dosadašnje studije u kolonizovanim regionima Evrope uglavnom su bazirane ili na oportunističkim opažanjima azijske pčele smolarice na gnezdima, često uz značajno učešće građana, ili na nalazima koji se povremeno pojavljuju na javnim repozitorijumima (Le Féon *et al.* 2018; Lanner *et al.* 2020a,b; Ruzzier *et al.* 2020; Westrich 2020). Monitoring zasnovan na gnežđenju može se pokazati kao efikasan u prostornom smislu, pod uslovom da se organizuje i motiviše dovoljno velika mreža dobrovoljnih posmatrača da postave materijal za gnežđenje i redovno posmatraju i dokumentuju dešavanja na gnezdima. Međutim, ovaj pristup nije izvodljiv u nekim zemljama Evrope usled značajnih regionalnih razlika koje postoje u stavovima građana volontera i njihovim iskustvima u građanskim naučnim istraživanjima (Pocock *et al.* 2018; Requier *et al.* 2020), pa posmatranje ne bi bilo prostorno ujednačeno. Takođe, ovaj pristup najverovatnije nije najpogodniji za ranu fazu kolonizacije, zbog početnih malih brojnosti populacije koja može biti “rasuta” u prostoru. Zbog toga monitoring na postavljenim gnezdima treba smatrati kao dopunu aktivnom i intenzivnom terenskom istraživanju. Nesumnjivo je da će kombinacija oba pristupa biti neophodna za procenu uticaja azijske pčele smolarice, odnosno za procenu njene invazivnosti.

Još uvek ne postoji sveobuhvatan protokol za praćenje ne samo ove nego i bilo koje druge alohtone vrste pčela. U ovoj disertaciji predstavljen je konceptualni i metodološki okvir za ranu detekciju, procenu i praćenje populacionih parametara azijske pčele smolarice sa akcentom na praćenje dinamike i distribucije ključnih hranidbenih resursa. Neophodan je nastavak dopunjavanja i doradivanja protokola kroz intenzivnu procenu populacione aktivnosti jedinki azijske pčele smolarice, prikupljanje podataka o njenoj bionomiji i preferencijama, uključujući i distribuciju u odnosu na glavne urbanističko-predeone zone, uz uporednu procenu relevantnih biljaka (distribucija, fenologija, kvantifikacija cvetnih resursa), kao i beleženje svih aspekata interakcije između biljaka i pčela.

Otkrivanje i praćenje novo-introdotovanih vrsta može biti veoma izazovno tokom inicijalnih faza kolonizacije, pre nego što lokalna populacija dostigne primetno povećanje (Hui & Richardson 2017), što obično uključuje i vremensko kašnjenje nakon inicijalne introdukcije (Crooks 2005). U ovim istraživanjima, uspostavljanje populacija azijske pčele smolarice na području Beograda potvrđeno je samo dve godine nakon prvog nalaza u Srbiji. Iz inicijalno lokalne studije proizašao je radni protokol, odnosno pristup za kvantitativnu procenu populacione aktivnosti azijske pčele smolarice u odnosu na dostupnost cvetnog resursa, što je doprinelo razvijanju pristupa za rano otkrivanje njenog širenja. Ovaj protokol u sadašnjoj fazi i dalje predstavlja radni koncept, koji je neophodno dodatno testirati na što širem opsegu različitih sredinskih uslova i predeonih skala, i na gradijentu korišćenja zemljišta ovog geografskog područja. Krajnji cilj je kreiranje sveobuhvatnog protokola koji bi mogao biti

primenjen u različitim prostorno-vremenskim skalama i koji bi ispunio trenutne i buduće potrebe i ciljeve:

(i) protokol koji bi mogao lako biti prilagođen najrazličitijim lokalnim uslovima, a standardizovan u tolikoj meri da omogućava poređenje rezultata u različitim prostornim i vremenskim skalama i fazama kolonizacije;

(ii) protokol koji obuhvata različite biljke od interesa za ovu vrstu pčele, a koje se mogu naći u značajnijoj meri u kolonizovanim regionima, na gradijentu tipova staništa (od urbanih do prirodnih);

(iii) protokol koji je fleksibilan, u smislu da omogućava različit intenzitet monitoringa i obim istraživanja.

Takođe, neophodno je objediniti metode posmatranja ove vrste pčele na biljkama i gnezdima, što je posebno važno da bi se ispravno procenio potencijal invazivnosti (npr. iskustva predhodnih studija: Geslin *et al.* 2020; Lanner *et al.* 2020a,b; Straffon-Díaz *et al.* 2021; vidi takođe: MacIvor & Packer, 2015). Po Blackburn *et al.* (2014) – da bi alohtona vrsta bila okarakterisana kao srednje štetna (kategorija "moderate"), ona mora da izazove smanjenje veličine populacije makar jednog autohtonog taksona (ne računajući prirodno, periodično opadanje/oscilacije brojnosti). Nivo uticaja ispod srednjeg označen je kao "mali", u slučajevima kada vrsta stupa u negativne interakcije sa autohtonim vrstama (npr. kompeticija, predatorstvo, itd.), ali ne izaziva pad brojnosti njihovih populacija (Blackburn *et al.* 2014; IUCN 2020a,b). Trenutno nema dovoljno podataka o uticaju koji azijska pčela smolarica ima na autohtone vrste, te se zasad ona može okarakterisati kao potencijalno invazivna vrsta. Njen mogući negativan uticaj na autohtone vrste pčela (i drugih oprašivača), floru i polinatorske mreže neophodno je detaljnije ispitati.

5. Zaključci

U disertaciji su dokumentovani i analizirani procesi introdukcije i dinamičnog širenja azijske pčele smolarice (*M. sculpturalis*) u regionu jugoistočne i istočne Evrope, odnosno, njenog kolonizovanja Panonske nizije i Balkanskog poluostrva, u periodu 2015–2021. godine. Istraživanje je obuhvatilo sledeće aspekte ovog fenomena:

- a) karakter interakcija ove pčele sa relevantnim biljkama (kao hranidbenim resursima) i obrasci distribucije ovih resursa (pre svega ključnih taksona);
- b) kontekst detektovanja vrste u različitim geografskim celinama obuhvaćenog područja (okarakterisanih razlikama u trajanju kolonizacije, stanišno-predeonim i regionalno-geografskim uslovima, dinamizmu detekcije, izvorima podataka, itd);
- c) potreba za standardizacijom procedura za efikasno detektovanje i kvantifikaciju populacija azijske smolarice u odnosu na različite kombinacije lokalnih uslova od značaja za njeno širenje.

Studija je zasnovana na: terenskom istraživanju autora (2019–2021: obuhvaćene su Srbija i Crna Gora), zatim, na prikupljanju podataka kroz organizovanje projekta građanske nauke i kroz širu međunarodnu saradnju (2020–2021: učesnici iz Srbije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Austrije), kao i na sveobuhvatnoj kompilaciji faunističko-ekološke građe (u publikacijama i internet izvorima) o prisustvu azijske pčele smolarice (period 2015–2021, pretraga je obuhvatila sve zemlje regiona), odnosno, o njenim interakcijama sa biljkama (analiza zaključno sa sezonom 2019, ali sa globalnim obuhvatom).

Interpretirano je 315 pojedinačnih **trofičkih interakcija pčela-biljka**, od kojih blizu 50% uključuje evidentiranu aktivnost ženki, dok samo oko 12% uključuje i sakupljanje polena. Ključni rezultati i zaključci ovog segmenta studije su:

- a) Verifikovane su interakcije sa biljkama iz 73 roda i 24 porodice, dok je najmanje 23 roda svrstano u pogrešne ili sporne navode. Najčešće beležene interakcije uključuju samo 9 rodova i 8 porodica biljaka, sa ukupnim udelom od skoro 70% interakcija na nivou rodova i oko 90% na nivou porodica. Sa druge strane, veliki broj rodova i porodica je zabeležen izuzetno retko. Sakupljanje polena je validno dokumentovano na svega 12 rodova iz 7 porodica; od toga 3 roda iz dve najčešće beležene porodice čine >70% ovih interakcija. Na nizu često beleženih rodova biljaka, iz 6 od 8 najčešćih porodica, nikad nije potvrđeno sakupljanje polena; ipak, ove biljke predstavljaju važne izvore nektara.
- b) Na porodici Fabaceae je zabeležen ubedljivo najznačajniji udeo interakcija (31% od ukupnog broja, 49% od onih sa dokumentovanim ženkama, preko 70% od nalaza sa sakupljanjem polena).
- c) Izuzetno velika zastupljenost nalaza samo sa jednog roda biljaka (sofora – *Styphnolobium*, Fabaceae) doprinela je dosadašnjoj nerealističnoj percepciji da vrsta naglašeno preferira alohtone biljke iz područja svog porekla (istočne Azije); ova analiza postulira da je za interakciju mnogo važnija filogenetska pripadnost biljke, i njena prostorna i fenološka dostupnost (tj. masovnost).
- d) Takođe, suprotno čestom određenju azijske smolarice kao "široko polilektične" vrste, ona realno ima mnogo uži opseg korišćenja biljaka; za preciznije određenje (mezolektična ili polilektična sa jakim preferencijom) potrebne su dodatne eksperimentalne analize.
- e) Unapređena trofička karakterizacija (kako za lektičnost, tako i za važne izvore nektara) od velikog je značaja za lokalnu i regionalnu interpretaciju uslova za uspešno širenje

smolarice, uključujući i potencijal njene eventualne invazivnosti, ali i za optimizaciju metodologije monitoringa ili eventualnih mera kontrole.

Na **lokalnoj skali** (područje Beograda) detaljno je analiziran obrazac detektabilnosti tokom procesa lokalne kolonizacije, u odnosu na fenološki i međusezonski dinamizam, kao i lokalnu distribuciju raspoloživih floralnih (trofičkih) resursa. Ova studija lokalnog slučaja obuhvatila je potvrdu prisustva vrste posle inicijalne detekcije (2017–2019) i kvantitativno-ekološko praćenje azijske smolarice (2019–2021). Ključni rezultati i zaključci su:

- a) Sofora je potvrđena kao ključna biljka za efikasno detektovanje i praćenje populacionog dinamizma azijske smolarice, pogotovu dok je gustina lokalne populacije ove pčele mala (tokom rane faze kolonizacije).
- b) Ključni aspekt ranog potvrđivanja uspostavljene populacije, širom područja Beograda 2019. godine, bio je “efekat koncentracije” aktivnosti azijske smolarice na dramatično redukovanom osnovnom hranidbenom resursu, zbog izuzetno loše sezone cvetanja sofore. Relativnom kvantifikacijom empirijskih parametara cvetanja za period 2017–2019. ovaj efekat je izražen kroz skoro 67 puta povećanu verovatnoću detekcije; uprkos malom uzorku, ovaj efekat je potvrđen i statistički.
- c) U sklopu empirijski (terenski) razrađene tehnike za paralelno kvantifikovanje dostignute gustine populacije smolarice (kroz parametar “populaciona aktivnosti”) i lokalnog floralnog resursa (kao prostorne jedinice na kojoj se registruje ova aktivnosti), definisan je pionirski koncept za standardizovano kvantitativno praćenje populacije ove vrste. Pristup je tokom sledeće sezone testiran i potvrđen kao efikasan na sofori, a elaboriran i publikovan u vidu radnog protokola. Sa uspehom je testiran i u sklopu partnerskog istraživanja na području Austrije.
- d) Rezultati iz sezone 2020. potvrdili su očekivani “efekat razređivanja”, tj. otežano registrovanje smolarice u uslovima sezone obilnog cvetanja.
- e) Ostale potencijalno pogodne biljke, koje su često beležene u drugim geografskim područjima (kao *Lavandula*, *Koelreuteria* ili *Buddleja*), nisu u dovoljnoj meri privlačile jedinice smolarice u prvih nekoliko godina uspostavljanja lokalne populacije. Tek je u sezoni 2021. došlo do povećane efikasnosti detekcije i kvantifikacije na rodovima *Buddleja* i *Koelreuteria*, ali samo u najranijoj fenofazi aktivnosti adultnih jedinki – pre početka cvetanja sofore.

Na **regionalnoj skali**, analizirani su prostorni trendovi i dinamika širenja smolarice u okvirima jugoistočne i istočne Evrope, u kontekstu mogućih scenarija introdukcije. Ključni zaključci ovog segmenta studije su:

- a) Retroaktivna analiza dinamizma detekcije smolarice širom Panonske nizije pokazala je kao verovatniji scenario postojanje samo jedne “skokovite” introdukcije (u severoistočnu Mađarsku), i daljeg postupno-difuznog širenja (za sada dokumentovano prema jugu i jugozapadu). Izvorna populacija ove najranije introdukcije najverovatnije ne potiče iz zapadne Evrope. Direktna introdukcija u Beograd ocenjena je kao malo verovatna, a slično će se verovatno pokazati i za nalaze na istoku Austrije.
- b) U skladu sa tim, obrazac širenja smolarice kroz Srbiju uglavnom odgovara dominantnom pravcu sever-jug, u smislu frontalno-difuznog raseljavanja kroz Panonsku niziju, a zatim pretežno kroz nizijsko-dolinske rute unutar balkanskog dela Srbije. Podaci sa većih nadmorskih visina su veoma retki (kao i drugde u Evropi), što potvrđuje značaj većih planinskih masiva kao prirodne barijere frontalnoj ekspanziji.
- c) U zapadnom delu Balkanskog poluostrva, prostorno-vremenski trendovi širenja smolarice ukazuju na poreklo ove kolonizacije iz severne Italije, kroz Sloveniju dalje na

jugoistok, pre svega kroz priobalna područja Hrvatske, za sada zaključno sa severozapadnim priobaljem Crne Gore. Dalja ekspanzija prema jugu Balkana je verovatno u toku. Veliki planinski masivi u zaleđu zapadnih obala Balkana verovatno i dalje značajno usporavaju ili sprečavaju spajanje sa panonskim pravcem širenja prema jugoistoku/istoku. Mali broj nalaza u Bosni i Hercegovini, kao i velikim delovima kontinentalne Hrvatske (naročito pre 2021) ukazuju na nedovoljnu pokrivenost opažanjima. Širenje u severnim nizijskim prostorima (panonskim i peripanonskim) verovatno ima isto poreklo kao i u Srbiji, dok je status kolonizacije širom pojasa Dinarida za sada nejasan.

- d) Na osnovu celokupne istorije detektovanja vrste u jugoistočnoj Evropi, nesporno je višegodišnje postojanje dva glavna žarišta introdukcije i/ili pravca pretežno kontinuiranog širenja: severnog (panonskog) i zapadnog (severna Italija); do verovatnog spajanja ova dva pravca moglo je doći tek u poslednje 1–2 sezone, kroz zapadna područja Hrvatske.
- e) Izolovanost nalaza dalje na istoku, na Krimu, u južnoj Rumuniji i u središnjoj Bugarskoj, ukazuju na veoma verovatan scenario skokovitog raseljavanja (bar u prva dva slučaja); nalaz iz Bugarske je sasvim skorašnji, pa su procene statusa i trendova još nedovoljno pouzdane. Kad su u pitanju osrednje do manje distance između perifernih nalaza, za sada je metodološki skoro nemoguće razlikovati pasivne sekundarne introdukcije i moguće prirodno skokovito širenje smolarice na osnovu velike vagilnosti odraslih ženki (tj. njihovog nespornog kapaciteta da aktivno savladaju velike distance u kratkom vremenu).

Evaluacijom **doprinosa i značaja građanske nauke** za efikasno praćenje pčele smolarice došlo se do sledećih zaključaka:

- a) Regionalna prostorna pokrivenost nalaza dobijenih zahvaljujući interakciji sa građanima bila je skoro pet puta veća nego ona dobijena sistematskim terenskim istraživanjima.
- b) Potvrđena je očekivana pristrasnost u stanišnoj distribuciji dojava građana – nerealistično učestalo detektovanje vrste u urbanim područjima (oko 77%). Međutim, nalazi sa ruralnih lokacija (uključujući neka izolovana i/ili teže pristupačna područja) u velikoj većini su ostvareni upravo zahvaljujući građanskoj nauci (89%). To predstavlja veliki doprinos kompletnijem sagledavanju dinamike širenja i trofičkih interakcija smolarice.
- c) Uključivanje građana u naučna istraživanja uključuje standardne rizike i ograničenja u pogledu pouzdanosti i preciznosti, pre svega vezano za validnost identifikacije; ovde je pokazano da se ovaj aspekt može značajno unaprediti adekvatnom komunikacijom (sa 21% na 60% tačnosti tokom dvogodišnjeg trajanja projekta).

Azijska pčela smolarica je ovom studijom potvrđena kao perspektivni model-organizam za generalno razumevanje obrazaca ekspanzije alohtonih pčela, a posebno sa stanovišta **razvoja metodologije rane detekcije i praćenja** eventualnih negativnih efekata (tj. procene invazivnosti). Dosadašnjim istraživanjima, kroz integrativni pristup, omogućeno je znatno bolje razumevanje detalja procesa rane kolonizacije (koji često ostaju nedostupni), a pre svega, veze između dinamike širenja i dinamike detekcije ovakve vrste u novonaseljenim područjima. Formulisan je fleksibilan konceptualni okvir i metodološki pristup za ranu detekciju i dalje praćenje širenja azijske pčele smolarice, uključujući promene kvantitativnog statusa populacija tokom različitih faza kolonizacije. Koncept je i dalje u razvoju, tj. zahteva dodatna testiranja i uporednu evaluaciju na širim prostorno-vremenskim skalama, ali ključni polazni elementi su pokazali zadovoljavajuće performanse i praktičnu upotrebljivost. Ujedno, ovo je prvi

metodološki elaborirani koncept za praćenje aktivne ekspanzije alohtone vrste pčele. Dinamika detekcije u odnosu na intenzitet angažovanja tokom 2020–2021. godine ukazuje na to da se primenjeni metodološki pristup približio “idealnom”, u smislu praćenja ekspanzije u skoro realnom vremenu. Neki od verifikovanih elemenata uključuju:

- a) Za ranu detekciju prisustva smolarice, kao i za dalje praćenje dinamizma populacija (bez obzira na željeni/moguć intenzitet angažovanja), ključni aspekt je lokalno kvantifikovanje distribucije nekoliko ključnih biljaka hraniteljki, sa fokusom na one koje predstavljaju bitan izvor polena. U proučavanom regionu, pojedinačno najvažnija ovakva biljka je sofora, pa se u limitiranim uslovima celokupna procedura može ograničiti samo na nju.
- b) Obrazac alterniranja uspešnih (obilnih) i neuspešnih sezona cvetanja sofore mora biti kvantifikovan i uključen u metodološke protokole. Najpovoljnije okolnosti za sigurno detektovanje su sezone sa redukovanim resursima, kada nastupa “efekat koncentracije” aktivnosti pčele smolarice na malom prostoru. Analogno povoljne okolnosti mogu se naći u malim naseljima, sa malobrojnim (često i grupisanim) soforama, pod uslovom da u širem okruženju nedostaju potrebni resursi.
- c) Velika urbana područja sa bogatim i disperzno prisutnim flornim resursima (kao što je situacija u Beogradu) tokom većeg dela sezone nisu pogodna za efikasno detektovanje malih populacionih gustina azijske smolarice. Izuzetno, mogu biti odabrani delovi grada koji predeono predstavljaju analog izolovanim malim naseljima (sa koncentracijom ključnog resursa).
- d) Neke od biljaka koje predstavljaju samo izvor nektara, ali ih smolarica često posećuje, mogu biti veoma korisne pre svega u ranim fazama sezonske fenologije (pre glavnog cvetanja sofore). Posebno je važno detaljno i paralelno praćenje fenologije aktivnosti smolarice i cvetanja svih najvažnijih floralnih resursa (na lokalnom, ali i regionalnom nivou), što omogućava praktično modifikovanje procedure terenskog registrovanja u skladu sa međusezonskim i regionalnim variranjem ovih parametara.

6. Literatura:

- Abrol, D. P., 2012. Pollination biology. Biodiversity conservation and agricultural production. Springer – Dordrecht.
- Aguado, O., C. Hernández-Castellano, E. Bassols, M. Miralles, D. Navarro, C. Stefanescu & N. Vicens, 2018. *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853 (Apoidea: Megachilidae): a new exotic species in the Iberian Peninsula, and some notes about its biology. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 82:157–162.
- Altieri, M., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74:19–31.
- Amiet, F., 2012. Kurzbeitrag Die Blattschneiderbiene *Megachile sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera, Apidae) nun auch in der Schweiz. *Entomo Helvetica* 5:157–159.
- Amiet, F., M. Herrmann, A. Müller & R. Neumeyer, 2004. Apidae 4 (*Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*). *Fauna Helvetica* 9 Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna & Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Neuchatel.
- Anderson, H. B., A. Robinson, A. Siddharthan, N. Sharma, H. Bostock, A. Salisbury, S. P. M. Roberts & R. van der Wal, 2020. Citizen science data reveals the need for keeping garden plant recommendations up-to-date to help pollinators. *Scientific Reports* 10(1):20483 doi:10.1038/s41598-020-77537-6.
- Andrieu-Ponel, V., P. Ponel, V. Le Féon, B. Geslin & G. Duvallet, 2018. À propos du comportement de butinage de *Megachile sculpturalis* Smith, 1853, en France méditerranéenne (Nîmes et Montpellier) (Hymenoptera, Megachilidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 123(1):49–54.
- Araujo, A. C., A. M. Martín González, B. Sandel, P. K. Maruyama, E. Fischer, J. Vizontin-Bugoni, F. P. de Araújo, A. G. Coelho, R. R. Faria, G. Kohler, F. M. G. Las-Casas, A. V. Lopes, A. O. Machado, C. G. Machado, I. C. Machado, J. A. McGuire, A. C. Moura, G. M. Oliveira, P. E. Oliveira, M. A. Rocca, L. d. C. Rodrigues, M. Rodrigues, A. M. Rui, I. Sazima, M. Sazima, I. G. Varassin, Z. Wang, B. Dalsgaard & J.-C. Svenning, 2018. Spatial distance and climate determine modularity in a cross-biomes plant-hummingbird interaction network in Brazil. *Journal of Biogeography* 45(8):1846–1858 doi:10.1111/jbi.13367.
- Ascher, J. S. & J. Pickering, 2022. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species Accessed 01 June 2022.
- Bacher, S., T. M. Blackburn, F. Essl, P. Genovesi, J. Heikkilä, J. M. Jeschke, G. Jones, R. Keller, M. Kenis, C. Kueffer, A. F. Martinou, W. Nentwig, J. Pergl, P. Pyšek, W. Rabitsch, D. M. Richardson, H. E. Roy, W. C. Saul, R. Scalera, M. Vilà, J. R. U. Wilson, S. Kumschick & S. Ramula, 2017. Socio-economic impact classification of alien taxa (SEICAT). *Methods in Ecology and Evolution* 9(1):159–168 doi:10.1111/2041-210x.12844.
- Bălăcenoiu, F., A. Japelj, I. Bernardinelli, B. Castagnyrol, G. Csóka, M. Glavendekić, G. Hoch, B. Hrašovec, S. Krajter Ostoic, M. Paulin, D. Williams, J. Witters & M. de Groot, 2021. *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae) in its invasive range in Europe: perception, knowledge and willingness to act in foresters and citizens. *NeoBiota* 69:133–153 doi:10.3897/neobiota.69.71851.
- Baldock, K. C. R., 2020. Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science* 38:63–71 doi:10.1016/j.cois.2020.01.006.
- Banaszak, J. & L. Romasenko, 1998. Megachilid bees of Europe (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). Pedagogical University of Bydgoszcz.

- Barraclough, R., 2000. Distance sampling: a discussion document produced for the Department of Conservation. Science & Research Internal Reports 175 Department of Conservation, Auckland, New Zealand.
- Batra, S. W. T., 1998. Biology of the giant resin bee, *Megachile sculpturalis* Smith, a conspicuous new immigrant in Maryland. Maryland Naturalist 42(1–2):1–3.
- Bautista-Puig, N., D. De Filippo, E. Mauleón & E. Sanz-Casado, 2019. Scientific landscape of citizen science publications: dynamics, content and presence in social media. Publications 7(1):12 doi:10.3390/publications7010012.
- Bellard, C., P. Cassey & T. M. Blackburn, 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. Biology Letters 12(2):20150623 doi:10.1098/rsbl.2015.0623.
- Bertelsmeier, C. & L. Keller, 2018. Bridgehead effects and role of adaptive evolution in invasive populations. Trends in Ecology & Evolution 33(7):527–534 doi:10.1016/j.tree.2018.04.014.
- Bila Dubaić, J. & J. Lanner, 2021. *Megachile sculpturalis* (Hymenoptera: Megachilidae): a valuable study organism for invasive pollinators and the role of beekeepers in ongoing monitoring programs. Bee World 98(3):78–82 doi:10.1080/0005772x.2021.1940580.
- Bila Dubaić, J., J. Raičević, M. Plečaš, J. Lanner, P. Nikolić, V. Žikić, L. Stanisavljević & A. Četković, 2021. Further range expansion of the sculptured resin bee (*Megachile sculpturalis*) in Serbia and Bosnia & Herzegovina. Acta entomologica serbica 26(2):37–63 doi:10.5281/zenodo.5537059.
- Bila Dubaić, J., J. Lanner, C. Rohrbach, H. Meimberg, F. Wyatt, M. Čačija, M. Galešić, A. Ješovnik, K. Samurović, M. Plečaš, J. Raičević & A. Četković, 2022a. Towards a real-time tracking of a range expanding alien bee species in Southeast Europe through citizen science and floral host monitoring. Environmental Research Communication 4:085001 doi:10.1088/2515-7620/ac8398.
- Bila Dubaić, J., M. Plečaš, J. Raičević, J. Lanner & A. Četković, 2022b. Early-phase colonisation by introduced sculptured resin bee (Hymenoptera, Megachilidae, *Megachile sculpturalis*) revealed by local floral resource variability. NeoBiota 73:57–85 doi:10.3897/neobiota.73.80343.
- Bischoff, I., K. Feltgen & D. Breckner, 2003. Foraging strategy and pollen preferences of *Andrena vaga* (Panzer) and *Colletes cunicularius* (L.) (Hymenoptera: Apidae). Journal of Hymenoptera Research 12(2):220–237.
- Blackburn, T. M., P. Pyšek, S. Bacher, J. T. Carlton, R. P. Duncan, V. Jarosik, J. R. U. Wilson & D. M. Richardson, 2011. A proposed unified framework for biological invasions. Trends in Ecology & Evolution 26(7):333–339 doi:10.1016/j.tree.2011.03.023.
- Blackburn, T. M., F. Essl, T. Evans, P. E. Hulme, J. M. Jeschke, I. Kühn, S. Kumschick, Z. Markova, A. Mrugała, W. Nentwig, J. Pergl, P. Pyšek, W. Rabitsch, A. Ricciardi, D. M. Richardson, A. Sendek, M. Vila, J. R. U. Wilson, M. Winter, P. Genovesi & S. Bacher, 2014. Classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. PLoS Biology 12(5):e1001850 doi:10.1371/journal.pbio.1001850.
- Boersch-Supan, P. H. & R. A. Robinson, 2021. Integrating structured and unstructured citizen science data to improve wildlife population monitoring. bioRxiv [preprint] 37 pp doi:10.1101/2021.03.03.431294.
- Bortolotti, L., F. Luthi, S. Flaminio, G. Bogo & F. Sgolastra, 2018. First record of the Asiatic bee *Megachile disjunctiformis* in Europe. Bulletin of Insectology 71(1):143–149.
- Braschler, B., 2009. Successfully implementing a citizen-scientist approach to insect monitoring in a resource-poor country. BioScience 59(2):103–104 doi:10.1525/bio.2009.59.2.2.
- Callaghan, C. T., A. G. B. Poore, T. Mesaglio, A. T. Moles, S. Nakagawa, C. Roberts, J. J. L. Rowley, A. Vergés, J. H. Wilshire & W. K. Cornwell, 2021. Three frontiers for the future of biodiversity research using citizen science data. BioScience 71:55–63 doi:10.1093/biosci/biaa131.

- Cane, J. H. & S. D. Sipes, 2006. Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. [Chapter 5]. In Waser, N. M. & J. Ollerton (eds) Plant–pollinator interactions: From specialization to generalization. University of Chicago Press, 99–122.
- Catlin-Groves, C. L., 2012. The citizen science landscape: from volunteers to citizen sensors and beyond. *International Journal of Zoology* 2012:1–14 doi:10.1155/2012/349630.
- Ćetković, A. & M. Plećaš, 2017. Dalje širenje alohtone azijske pčele u Evropi: prvi nalaz *Megachile sculpturalis* na Balkanu. Str. 82–83. Simpozijum entomologa Srbije 2017, Goč, Zbornik rezimea, Septembar 17–21, 2017.
- Ćetković, A., I. Radović & L. Đorović, 2004. Further evidence of the Asian mud-daubing wasps in Europe (Hymenoptera: Sphecidae). *Entomological Science* 7: 225–229 doi:10.1111/j.1479-8298.2004.00067.x.
- Ćetković, A., M. V. Mokrousov, M. Plećaš, P. Bogusch, D. Antić, L. Đorović-Jovanović, J. Krpo-Ćetković & M. Karaman, 2011. Status of the potentially invasive asian species *Sceliphron deforme* in Europe, and an update on the distribution of *S. curvatum* (Hymenoptera: Sphecidae). *Acta entomologica serbica* 16:91–114.
- Ćetković, A., B. Čubrilović, M. Plećaš, A. Popović, D. Savić & L. Stanisavljević, 2012. First records of the invasive American wasp *Isodontia mexicana* (Hymenoptera: Sphecidae) in Serbia. *Acta entomologica serbica* 17:63–72.
- Ćetković, A., L. Stanisavljević, M. Plećaš, J. Raičević, V. Žikić, M. Glavendekić & J. Bila Dubaić, 2020a. Project: Monitoring the spread of sculptured resin bee (*Megachile sculpturalis*) in Serbia. In. [<https://sites.google.com/bio.bg.ac.rs/srbee/english?authuser=0>] Accessed March 2021.
- Ćetković, A., L. Stanisavljević, M. Plećaš, J. Raičević, V. Žikić, M. Glavendekić & J. Bila Dubaić, 2020b. Zonation of Belgrade, version_01: *M. sculpturalis* 2019 survey. Centar za biologiju pčela, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. In. <https://srbee.bio.bg.ac.rs/english/m-sculpturalis-2019-survey>.
- Ćetković, A., J. Lanner, M. Plećaš, J. Raičević, L. Stanisavljević & J. Bila Dubaić, 2022. Bee-plant interactions of *Megachile sculpturalis*: evidence vs. misconceptions, basic patterns, and the way forward. 9th European Congress of Apidology (EurBee 9), Belgrade, Serbia, 20–22 September 2022.
- Chamberlain, J., 2018. Using social media for biomonitoring: how Facebook, Twitter, Flickr and other social networking platforms can provide large-scale biodiversity data. *Advances in Ecological Research* 59:133–168 doi:10.1016/bs.aecr.2018.06.001.
- Courchamp, F., A. Fournier, C. Bellard, C. Bertelsmeier, E. Bonnaud, J. M. Jeschke & J. C. Russell, 2017. Invasion biology: specific problems and possible solutions. *Trends in Ecology & Evolution* 32(1):13–22 doi:10.1016/j.tree.2016.11.001.
- Crone, E. E., 2013. Responses of social and solitary bees to pulsed floral resources. *The American Naturalist* 182(4):465–473 doi:10.5061/dryad.v0668.
- Crooks, J. A., 2005. Lag times and exotic species: The ecology and management of biological invasions in slow-motion. *Ecoscience* 12(3):316–329 doi:10.2980/i1195-6860-12-3-316.1.
- Daru, B. H., T. J. Davies, C. G. Willis, E. K. Meineke, A. Ronk, M. Zobel, M. Partel, A. Antonelli & C. C. Davis, 2021. Widespread homogenization of plant communities in the Anthropocene. *Nature Communications* 12(1):6983 doi:10.1038/s41467-021-27186-8.
- Davis, E. S., N. Reid & R. J. Paxton, 2012. Quantifying forage specialisation in polyphagic insects: the polylectic and rare solitary bee, *Colletes floralis* (Hymenoptera: Colletidae). *Insect Conservation and Diversity* 5(4):289–297 doi:10.1111/j.1752-4598.2011.00166.x.
- De Felici, S., P. Mazzei, V. Sbordoni & D. Cesaroni, 2021. Scientists by chance: reliability of non-structured primary biodiversity data. *Insights from Italian Forums of Natural Sciences. Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography* 36(0):s002 doi:10.21426/b636049648.

- Dickinson, J. & R. Bonney, 2012. Citizen Science: Public Participation in Environmental Research. Cornell University Press.
- Dickinson, J. L., B. Zuckerberg & D. N. Bontar, 2010. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41(1):149–172 doi:10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636.
- Didham, R. K., J. M. Tylianakis, N. J. Gemmill, T. A. Rand & R. M. Ewers, 2007. Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. *Trends in Ecology & Evolution* 22(9):489–96 doi:10.1016/j.tree.2007.07.001.
- Dijkstra, L. & H. Poelman, 2014. A harmonised definition of cities and rural areas: the new degree of urbanisation. European Commission Working Papers, WP 01/2014.
- Dillier, F.-X., 2016. Eingeschleppte Asiatische Mörtelbiene *Megachile sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera, Apidae) erstmals nördlich der Alpen gesichtet. *Entomo Helvetica* 9:153–156.
- Drossart, M. & M. Gérard, 2020. Beyond the decline of wild bees: optimizing conservation measures and bringing together the actors. *Insects* 11(9):649 doi:10.3390/insects11090649.
- Ebmer, A. W., 2011. Holarktische Bienenarten – autochthon, eingeführt, eingeschleppt. *Linzer biologische Beiträge* 43(1):5–83.
- Eitzel, M. V., J. L. Cappadonna, C. Santos-Lang, R. E. Duerr, A. Virapongse, S. E. West, C. C. M. Kyba, A. Bowser, C. B. Cooper, A. Sforzi, A. N. Metcalfe, E. S. Harris, M. Thiel, M. Haklay, L. Ponciano, J. Roche, L. Ceccaroni, F. M. Shilling, D. Dörler, F. Heigl, T. Kiessling, B. Y. Davis & Q. Jiang, 2017. Citizen science terminology matters: exploring key terms. *Citizen Science: Theory and Practice* 2(1):1 doi:10.5334/cstp.96.
- Esri Inc., 2021. ArcGIS Pro (Version 2.8.3).
- European Commission, 2016. Urban clusters, 2011. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/population-distribution-demography/clusters#clustersurb11>.
- European Commission, 2017. High-density clusters 2011. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/population-distribution-demography/clusters#clustersurb11>.
- European Commission, 2019. List of Invasive Alien Species of Union concern. https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/list/index_en.htm Accessed March 2022.
- European Commission, 2020. JRC-GEOSTAT 2018. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/population-distribution-demography/geostat#geostat11>.
- Falk, S., G. Foster, R. Comont, J. Conroy, H. Bostock, A. Salisbury, D. Kilbey, J. Bennett & B. Smith, 2019. Evaluating the ability of citizen scientists to identify bumblebee (*Bombus*) species. *PLoS ONE* doi:10.1371/journal.pone.0218614.
- Fischer, L. K., J. Eichfeld, I. Kowarik & S. Buchholz, 2016. Disentangling urban habitat and matrix effects on wild bee species. *PeerJ* 4:e2729 doi:10.7717/peerj.2729.
- Fitch, G., C. J. Wilson, P. Glaum, C. Vaidya, M.-C. Simao & M. A. Jamieson, 2019. Does urbanization favour exotic bee species? Implications for the conservation of native bees in cities. *Biology Letters* 15(12):20190574 doi:10.1098/rsbl.2019.0574.
- 'flora_DUMO', 2018. Sculptured Resin Bee (*Megachile sculpturalis*). In: iNaturalist.org. [<https://www.inaturalist.org/observations/105094264>] Accessed February 2020.
- Fornoff, F., J. Lanner, M. C. Orr, T. Xie, S. Guo, E. Guariento, T. Tuerlings, G. Smagghe, K. Parys, A. Četković, J. Bila Dubaić, B. Geslin, V. Scharnhorst, B. Pachinger, A.-M. Klein & H. Meimberg, 2022. Home-and-away comparisons of life history traits indicate enemy release and founder effects of the solitary bee species, *Megachile sculpturalis*. (submitted for review).

- Forseth, I. N. & A. F. Innis, 2004. Kudzu (*Pueraria montana*): history, physiology, and ecology combine to make a major ecosystem threat. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23(5):401–413 doi:10.1080/07352680490505150.
- Fortel, L., M. Henry, L. Guilbaud, A. L. Guirao, M. Kuhlmann, H. Mouret, O. Rollin & B. E. Vaissière, 2014. Decreasing abundance, increasing diversity and changing structure of the wild bee community (Hymenoptera: Anthophila) along an urbanization gradient. *PLoS ONE* 9(8):e104679 doi:10.1371/journal.pone.0104679.g001.
- García-de-Lomas, J. & M. Vilà, 2015. Lists of harmful alien organisms: Are the national regulations adapted to the global world? *Biological Invasions* 17(11):3081–3091 doi:10.1007/s10530-015-0939-7.
- Gaston, A. J., B. L. Collins & A. W. Diamond, 1987. The "Snapshot" count for estimating densities of flying seabirds during boat transects: a cautionary comment. *The Auk* 104:336–338 doi:10.1093/auk/104.2.336.
- Gathmann, A. & T. Tschardt, 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71:757–764 doi:10.1046/j.1365-2656.2002.00641.x.
- Genovesi, P., R. Scalera, S. Brunel, D. B. Roy & W. Solarz, 2010. Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe. EEA Technical report No 5/2010. European Environment Agency, Copenhagen.
- Geoghegan, H., A. Dyke, R. Pateman, S. West & G. Everett, 2016. Understanding motivations for citizen science. Final report on behalf of UKEOF. University of Reading, Stockholm Environment Institute (University of York) and University of the West of England.
- Geslin, B., S. Gachet, M. Deschamps-Cottin, F. Flacher, B. Ignace, C. Knoploch, É. Meineri, C. Robles, L. Ropars, L. Schurr & V. Le Féon, 2020. Bee hotels host a high abundance of exotic bees in an urban context. *Acta Oecologica* 105:103556 doi:10.1016/j.actao.2020.103556.
- Giraud, C., C. Calenge, C. Coron & R. Julliard, 2016. Capitalizing on opportunistic data for monitoring relative abundances of species. *Biometrics* 72(2):649–58 doi:10.1111/biom.12431.
- Gogala, A. & B. Zadavec, 2018. First record of *Megachile sculpturalis* Smith in Slovenia (Hymenoptera: Megachilidae). *Acta Entomologica slovenica* 26(1):79–81.
- Golubović, A., L. Tomović, M. Nikolić, S. Nikolić, M. Anđelković, D. Arsovski, V. Iković, S. Gvozdenović & M. Popović, 2019. Distribution of Hermann's tortoise across Serbia with implications for conservation. *Archives of Biological Sciences* 71(3):509–516 doi:10.2298/abs190406034g.
- Goulson, D., 2003. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34(1):1–26 doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355.
- Greene, T. & M. Efford, 2012. Birds: estimates of absolute density and abundance – distance sampling. Department of Conservation Te Papa Atawhai DOC/DM-534993(v1.0).
- Greenleaf, S. S., N. M. Williams, R. Winfree & C. Kremen, 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153(3):589–596 doi:10.1007/s00442-007-0752-9.
- Greenslade, P. J. M., 1964. The distribution, dispersal and size of a population of *Nebria brevicollis* (F.), with comparative studies on three other Carabidae. *Journal of Animal Ecology* 33(2):311–333.
- Groom, Q., N. Pernat, T. Adriaens, M. de Groot, S. D. Jelaska, D. Marčičulynienė, A. F. Martinou, J. Skuhrovec, E. Tricarico, E. C. Wit & H. E. Roy, 2021. Species interactions: next-level citizen science. *Ecography* 44(12):1781–1789 doi:10.1111/ecog.05790.
- Gu, W. & R. K. Swihart, 2004. Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife-habitat models. *Biological Conservation* 116(2):195–203 doi:10.1016/s0006-3207(03)00190-3.
- Guariento, E., J. Lanner, M. A. Staggl & P. Kranebitter, 2019. *Megachile sculpturalis* (Smith, 1853) (Hymenoptera: Megachilidae), the giant resin bee new to South Tyrol with a newly described plant species interaction. *Gredleriana* 19:209–215 doi:10.5281/zenodo.3565365.

- Hall, H. G. & L. Avila, 2016. *Megachile sculpturalis*, the giant resin bee, overcomes the blossom structure of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) that impedes pollination. *Journal of Melittology* 65:1–11 doi:10.17161/jom.v0i65.5887.
- Hernandez, J. L., G. W. Frankie & R. W. Thorp, 2009. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the Environment* 2(1):3.
- Hinojosa-Diaz, I. A., O. Yanez-Ordóñez, G. Chen, A. T. Peterson & M. S. Engel, 2005. The North American invasion of the giant resin bee (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Hymenoptera Research* 14(1):69–77.
- Hoffmann, B. D. & F. Courchamp, 2016. Biological invasions and natural colonisations: are they that different? *NeoBiota* 29:1–14 doi:10.3897/neobiota.29.6959.
- Hui, C. & M. Richardson, David, 2017. *Invasion dynamics*. Oxford University Press.
- Hulme, P. E., 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1):10–18 doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x.
- Hymenopterists Forum, 2019. Stefan-Fotin, Alexandru: Romania, Bucharest, 16.07.2019, *Megachile sculpturalis* [det. by Vereecken N. 2019]. In: Hymenopterists Forum – private Facebook group. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2295375623879014&set=pcb.1627477290719458> Accessed December 2021.
- IPBES, 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In: Brondízio, E. S., J. Settele, S. Díaz & H. T. Ngo (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 1144.
- Isaac, N. J. B. & M. J. Pocock, 2015. Bias and information in biological records. *Biological Journal of the Linnean Society* 115:522–531 doi:10.1111/bij.12517/abstract.
- Isaac, N. J. B., A. J. van Strien, T. A. August, M. P. de Zeeuw, D. B. Roy & B. Anderson, 2014. Statistics for citizen science: extracting signals of change from noisy ecological data. *Methods in Ecology and Evolution* 5(10):1052–1060 doi:10.1111/2041-210x.12254.
- IUCN, 2020a. IUCN EICAT Categories and Criteria. The Environmental Impact Classification for Alien Taxa First edition. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.05.en>.
- IUCN, 2020b. Managing invasive alien species to protect wild pollinators. Technical guidance prepared for the European Commission under contract No 07.0202/2018/795538/SER/ENV.D.2 “Technical support related to the implementation of the EU Pollinators Initiative”. European Commission, 43.
- IUCN, 2020c. SSC Invasive Species Specialist Group: Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/> Accessed January 2022.
- Ivanov, S. P. & A. V. Fateryga, 2019. First record of the invasive giant resin bee *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in the Crimea. *Far Eastern entomologist* 395:7–13 doi:10.25221/fee.395.2.
- Ivanov, S. P., A. V. Fateryga, V. Y. Zhidkov & N. A. Pivovarenko, 2021. Giant resin bee *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae), an invasive species in the Crimea (notes on its biology). *Ekosistemy* 28:122–128.
- Izeltlabuak.hu, 2018. Forum "Izeltlabuak.hu, segítünk egymásnak megismerni Magyarországot ízeltlábú élővilágát" [<https://www.izeltlabuak.hu>]. [<https://www.izeltlabuak.hu/talalat/33684>], [<https://www.izeltlabuak.hu/talalat/33628>], [<https://www.izeltlabuak.hu/talalat/33775>], [<https://www.izeltlabuak.hu/talalat/33516>] Accessed June 2020.
- Kaplan, A. M. & M. Haenlein, 2010. Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons* 53(1):59–68 doi:10.1016/j.bushor.2009.09.003.
- Kenis, M., M.-A. Auger-Rozenberg, A. Roques, L. Timms, C. Péré, M. J. W. Cock, J. Settele, S. Augustin & C. Lopez-Vaamonde, 2009. Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions* 11(1):21–45 doi:10.1007/s10530-008-9318-y.

- Klein, A.-M., B. E. Vaissière, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen & T. Tscharntke, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1608):303–133 doi:10.1098/rspb.2006.3721.
- Koen, E. L. & E. J. Newton, 2021. Outreach increases detections of an invasive species in a crowdsourced monitoring program. *Biological Invasions* 23(8):2611–2620 doi:10.1007/s10530-021-02526-3.
- Kovács, T., 2015. *Megachile sculpturalis* Smith, 1853 in Hungary (Hymenoptera, Megachilidae). *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 39:73–76.
- Landeka, N., T. Koren, M. Jakac, A. Ješovnik & J. Bila Dubaić, 2021. Spread of the large resin bee, *Megachile sculpturalis*, in Croatia. 4th Croatian Symposium on Invasive Species, Zagreb, Croatia, November 29–30, 2021.
- Lanner, J., 2018–2019. Asiatische Mörtelbiene Projekt. In: Österreich forscht, Citizen Science Network Austria (CSNA), Universität für Bodenkultur Wien. <https://www.citizen-science.at/projekte/asiatische-moertelbiene> Accessed April 2020.
- Lanner, J., K. Huchler, B. Pachinger, C. Sedivy & H. Meimberg, 2020a. Dispersal patterns of an introduced wild bee, *Megachile sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in European alpine countries. *PLoS ONE* 15(7):e0236042 doi:10.1371/journal.pone.0236042.
- Lanner, J., P. Meyer, F. Harmetzky, H. Meimberg & B. Pachinger, 2020b. Die Asiatische Mörtelbiene (Hymenoptera: *Megachile sculpturalis* Smith, 1853) – eine neue Bienenart für Österreich. *Beiträge zur Entomofaunistik* 21:87–95.
- Lanner, J., N. Dubos, B. Geslin, B. Leroy, C. Hernandez-Castellano, J. B. Dubaić, L. Bortolotti, J. D. Calafat, A. Četković, S. Flaminio, V. Le Feon, J. Margalef-Marrase, M. Orr, B. Pachinger, E. Ruzzier, G. Smagge, T. Tuerlings, N. Vereecken & H. Meimberg, 2022. On the road: Anthropogenic factors drive the invasion risk of a wild solitary bee species. *Science of the Total Environment* 827:154246 doi:10.1016/j.scitotenv.2022.154246.
- Laport, R. G. & R. L. Minckley, 2012. Occupation of active *Xylocopa virginica* nests by the recently invasive *Megachile sculpturalis* in upstate New York. *Journal of the Kansas Entomological Society* 85(4):384–386 doi:10.2317/0022-8567-85.4.384.
- Le Féon, V. & B. Geslin, 2018. Écologie et distribution de l'abeille originaire d'Asie *Megachile sculpturalis* Smith 1853 (Apoidea – Megachilidae – Megachilini): un état des connaissances dix ans après sa première observation en Europe. *Osmia* 7:31–39.
- Le Féon, V., M. Aubert, D. Genoud, V. Andrieu-Ponel, P. Westrich & B. Geslin, 2018. Range expansion of the Asian native giant resin bee *Megachile sculpturalis* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) in France. *Ecology and Evolution* 8(3):1534–1542 doi:10.1002/ece3.3758.
- Le Féon, V., D. Genoud & B. Geslin, 2021. Actualisation des connaissances sur l'abeille *Megachile sculpturalis* Smith, 1853 en France et en Europe (Hymenoptera: Megachilidae). *Osmia* 9:25–36 doi:10.47446/osmia9.4.
- Leong, M., L. C. Ponisio, C. Kremen, R. W. Thorp & G. K. Roderick, 2016. Temporal dynamics influenced by global change: Bee community phenology in urban, agricultural, and natural landscapes. *Global Change Biology* 22:1046–1053 doi:10.1111/gcb.13141.
- Levine, J. & C. D'Antonio, 2003. Forecasting biological invasions with increasing international trade. *Conservation Biology* 17(1):322–326 doi:10.1046/j.1523-1739.2003.02038.x.
- Lindgren, C. J., K. L. Castro, H. A. Coiner, R. E. Nurse & S. J. Darbyshire, 2013. The biology of invasive alien plants in Canada. 12. *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Predeep. *Canadian Journal of Plant Science* 93(1):71–95 doi:10.4141/cjps2012-128.
- Lockwood, J., M. Hoopes & M. Michael, 2006. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing.
- Lowman, M., C. D'Avanzo & C. Brewer, 2009. A National ecological network for research and education. *Science* 323(5918):1172–1173 doi:10.1126/science.1166945.

- MacIvor, J. S. & L. Packer, 2015. 'Bee hotels' as tools for native pollinator conservation: a premature verdict? *PLoS ONE* 10(3):e0122126 doi:10.1371/journal.pone.0122126.g001.
- Mackenzie, I. D., 2005. What are the issues with the presence-absence data for Wildlife Managers? *Journal of Wildlife Management* 63(3):849–860.
- MacPhail, V. J., S. D. Gibson, R. G. Hatfield & S. R. Colla, 2020. Using Bumble Bee Watch to investigate the accuracy and perception of bumble bee (*Bombus* spp.) identification by community scientists. *PeerJ* 8:e9412 doi:10.7717/peerj.9412.
- Maeta, Y., K. Kitamura, Y. Kagino & N. Ikegami, 2008. In-nest behaviors and labor economy of *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith (Hymenoptera, Megachilidae). *Chugoku Kontyu* 22:1–22.
- Mangum, W. A. & R. W. Brooks, 1997. First records of *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith (Hymenoptera: Megachilidae) in the continental United States. *Journal of the Kansas Entomological Society* 70(2):140–142.
- Mangum, W. A. & S. Sumner, 2003. A survey of the North American range of *Megachile (Callomegachile) sculpturalis*, an adventive species in North America. *Journal of the Kansas Entomological Society* 76(4):658–662.
- Maund, P. R., K. N. Irvine, B. Lawson, J. Steadman, K. Risely, A. A. Cunningham & Z. G. Davies, 2020. What motivates the masses: Understanding why people contribute to conservation citizen science projects. *Biological Conservation* 246:108587 doi:10.1016/j.biocon.2020.108587.
- Michener, C. D., 2007. *The Bees of the World*. [Second edition]. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Miller, D., J. Nichols, B. McClintock, E. Grant, L. Bailey & L. Weir, 2011. Improving occupancy estimation when two types of observational error occur: non-detection and species misidentification. *Ecology* 92(7):1422–1428.
- Miller-Rushing, A., R. Primack & R. Bonney, 2012. The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(6):285–290 doi:10.1890/110278.
- Monselise, S. P. & E. E. Goldschmidt, 1982. Alternate bearing in fruit trees. [Chapter 5]. *Horticultural Reviews* 4:128–173 doi:10.1002/9781118060773.ch5.
- Montagnani, C., G. Casazza, R. Gentili, S. Caronni & S. Citterio, 2022. Kudzu in Europe: niche conservatism for a highly invasive plant. *Biological Invasions* 24: 1–16 doi:10.1007/s10530-021-02706-1.
- Mooney, H. A. & E. E. Cleland, 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98(10):5446–51 doi:10.1073/pnas.091093398.
- Morales, C. L., A. Sáez, L. A. Garibaldi & M. A. Aizen, 2017. Disruption of pollination services by invasive pollinator species. [Chapter 13]. In Vilà, M. & P. E. Hulme (eds) *Impact of biological invasions on ecosystem services*. *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology* 12. Springer International Publishing, Switzerland, 203–220.
- Müller, A. & M. Kuhlmann, 2008. Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society* 95:719–733 doi:10.1111/j.1095-8312.2008.01113.x.
- Myers, J. H., D. Simberloff, A. M. Kuris & J. R. Carey, 2000. Eradication revisited: dealing with exotic species. *Trends in Ecology & Evolution* 15(8):316–320 doi:10.1016/S0169-5347(00)01914-5.
- Nikolić, P. & J. Bila Dubaić, 2021. First finding of sculptured resin bee (*Megachile sculpturalis* Smith) in Bosnia and Herzegovina. *X International Symposium on Agricultural Sciences – AgroReS 2021 Book of Abstracts*, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, May 27–29, 2021.
- O'Brien, M. F. & J. Craves, 2008. *Megachile sculpturalis* Smith - a new bee for Michigan (Hymenoptera: Megachilidae). *Newsletter of the Michigan Entomological Society* 53(1&2):4.

- Ortiz-Sánchez, F. J., J. F. Navarro & U. Taeger, 2018. *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853, nueva especie para la fauna Ibérica (Hymenoptera, Megachilidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 63:259–261.
- Ortiz-Sánchez, F., Javier & E. Baquero, 2021. *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853: nuevos e interesantes datos de distribución en la península ibérica (Hymenoptera, Megachilidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 69:257–258 doi:10.47446/OSMIA9.4.
- Paris, N. J. & R. S. Boyd, 2018. Floral biology of the federally threatened *Apios priceana* (Fabaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 145(2):163–174 doi:10.3159/torrey-d-17-00042.1.
- Parys, K., A. D. Tripodi & B. J. Sampson, 2015. The giant resin bee, *Megachile sculpturalis* Smith: New distributional records for the mid- and gulf-south USA. *Biodiversity Data Journal* 3:e6733 doi:10.3897/BDJ.3.e6733.
- Pateman, R., A. Dyke & S. West, 2021. The Diversity of participants in environmental citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice* 6(1):9 doi:10.5334/cstp.369.
- Pernat, N., H. Kampen, J. M. Jeschke, D. Werner & Y. Wiersma, 2020. Citizen science versus professional data collection: Comparison of approaches to mosquito monitoring in Germany. *Journal of Applied Ecology* 58(2):214–223 doi:10.1111/1365-2664.13767.
- Perrings, C., A. H. Mooney & M. H. Williamson, 2010. *Bioinvasions and globalization. Ecology, economics, management and policy.* Oxford University Press.
- Peter, M., T. Diekötter, T. Höffler, K. Kremer & A. Mascarenhas, 2021. Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens. *People and Nature* 3(2):294–311 doi:10.1002/pan3.10193.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., R Core Team, 2020. *Pinhlme: Linear and nonlinear mixed effects models.* R package version 3.1-144. In. [<https://CRAN.R-project.org/package=nlme>].
- Pocock, M. J. O., M. Chandler, R. Bonney, I. Thornhill, A. Albin, T. August, S. Bachman, P. M. J. Brown, D. G. F. Cunha, A. Grez, C. Jackson, M. Peters, N. R. Rabarijaon, H. E. Roy, T. Zaviezo & F. Danielsen, 2018. A Vision for global biodiversity monitoring with citizen science. *Advances in Ecological Research* 59:169–223 doi:10.1016/bs.aecr.2018.06.003.
- Poggi, R., M. L. Tavano & M. Bonifacino, 2020. Reperti liguri di *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853 (Hymenoptera, Megachilidae). *Doriana* 9(410):1–6.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger & W. E. Kunin, 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25(6):345–353 doi:10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Poulsen, N. R. & C. Rasmussen, 2020. Island bees: do wood nesting bees have better island dispersal abilities? *Apidologie* 51(6):1006–1017 doi:10.1007/s13592-020-00778-x.
- Praz, C., A. Müller & S. Dorn, 2008. Specialized bees fail to develop on non-host pollen: do plants chemically protect pollen? *Ecology* 89(3):795–804.
- Praz, C. J., 2017. Subgeneric classification and biology of the leafcutter and dauber bees (genus *Megachile* Latreille) of the western Palearctic (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). *Journal of Hymenoptera Research* 55:1–54 doi:10.3897/jhr.55.11255.
- Probert, A. F., L. Volery, S. Kumschick, G. Vimercati & S. Bacher, 2020. Understanding uncertainty in the Impact Classification for Alien Taxa (ICAT) assessments. *NeoBiota* 62:387–405 doi:10.3897/neobiota.62.52010.
- Pyšek, P., V. Jarošík, M. Chytrý, J. Danihelka, I. Kühn, J. Pergl, L. Tichý, J. C. Biesmeijer, W. N. Ellis, W. E. Kunin & J. Settele, 2011. Successful invaders co-opt pollinators of native flora and accumulate insect pollinators with increasing residence time. *Ecological Monographs* 81(2):277–293 doi:10.1890/10-0630.1.
- QGIS Development Team, 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. In. [<http://qgis.org>].

- Quaranta, M., A. Sommaruga, P. Balzarini & A. Felicioli, 2014. A new species for the bee fauna of Italy: *Megachile sculpturalis* continues its colonization of Europe. *Bulletin of Insectology* 67(2):287–293.
- R Core Development Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing.
- Rasmont, P., J. Devalez, A. Pauly, D. Michez & V. G. Radchenko, 2017. Addition to the checklist of IUCN European wild bees (Hymenoptera: Apoidea). *Annales de la Société entomologique de France (NS)* 53(1):17–32 doi:10.1080/00379271.2017.1307696.
- Republički zavod za statistiku Srbije, 2020. Saopštenje, broj 181 – god. LXXI, 01.07.2021.
- Requier, F., G. K. S. Andersson, F. J. Oddi & L. A. Garibaldi, 2020. Citizen science in developing countries: how to improve volunteer participation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 18(2):101–108 doi:10.1002/fee.2150.
- Resl, J., 2018–2021. *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith, 1853. In: Scarabaeidae; Aktivita; Zajímavé objevy. In: scarabaeidae.cz. [<https://www.scarabaeidae.cz/products/megachile-callomegachile-sculpturalis-smith-1853/>]; [<http://files.listorozi.webnode.cz/200000105-50fb451f64/Megachilidae%20moje.pdf>] Accessed January 2021.
- Ribas Marquès, E. & J. Díaz Calafat, 2021. The Asian giant resin bee *Megachile sculpturalis* Smith 1853 (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae), a new exotic species for the bee fauna of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Journal of Apicultural Research* 60(3):506–511 doi:10.1080/00218839.2021.1874177.
- Roulston, T. a. & R. Malfi, 2012. Aggressive eviction of the eastern carpenter bee (*Xylocopa virginica* (Linnaeus)) from its nest by the giant resin bee (*Megachile sculpturalis* Smith). *Journal of the Kansas Entomological Society* 85(4):387–388 doi:10.2317/0022-8567-85.4.387.
- Roy, H. E., S. L. Rorke, B. Beckmann, O. Booy, M. S. Botham, P. M. J. Brown, C. Harrower, D. Noble, J. Sewell & K. Walker, 2015. The contribution of volunteer recorders to our understanding of biological invasions. *Biological Journal of the Linnean Society* 115(3):678–689 doi:10.1111/bij.12518.
- Roy, H., Q. Groom, T. Adriaens, G. Agnello, M. Antic, A.-S. Archambeau, S. Bacher, A. Bonn, P. Brown, G. Brundu, B. López, M. Cleary, D. Cogălniceanu, M. de Groot, T. De Sousa, A. Deidun, F. Essl, Ž. Fišer Pečnikar, A. Gazda, E. Gervasini, M. Glavendekic, G. Gigot, S. Jelaska, J. Jeschke, D. Kaminski, P. Karachle, T. Komives, K. Lapin, F. Lucy, E. Marchante, D. Marisavljevic, R. Marja, L. Martín Torrijos, A. Martinou, D. Matosevic, C. Mifsud, J. Motiejūnaitė, H. Ojaveer, N. Pasalic, L. Pekárik, E. Per, J. Pergl, V. Pesic, M. Pocock, L. Reino, C. Ries, L. Rozyłowicz, S. Schade, S. Sigurdsson, O. Steinitz, N. Stern, A. Teofilovski, J. Thorsson, R. Tomov, E. Tricarico, T. Trichkova, K. Tsiamis, J. van Valkenburg, N. Vella, L. Verbrugge, G. Véték, C. Villaverde, J. Witzell, A. Zenetos & A. C. Cardoso, 2018a. Increasing understanding of alien species through citizen science (Alien-CSI). *Research Ideas and Outcomes* 4:e31412 doi:10.3897/rio.4.e31412.
- Roy, H. E., W. Rabitsch, R. Scalera, A. Stewart, B. Gallardo, P. Genovesi, F. Essl, T. Adriaens, S. Bacher, O. Booy, E. Branquart, S. Brunel, G. H. Copp, H. Dean, B. D'Hondt, M. Josefsson, M. Kenis, M. Kettunen, M. Linnamagi, F. Lucy, A. Martinou, N. Moore, W. Nentwig, A. Nieto, J. Pergl, J. Peyton, A. Roques, S. Schindler, K. Schönrogge, W. Solarz, P. D. Stebbing, T. Trichkova, S. Vanderhoeven, J. van Valkenburg, A. Zenetos & R. M. Nally, 2018b. Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species. *Journal of Applied Ecology* 55(2):526–538 doi:10.1111/1365-2664.13025.
- Roy-Dufresne, E., F. Saltre, B. D. Cooke, C. Mellin, G. Mutze, T. Cox & D. A. Fordham, 2019. Modeling the distribution of a wide-ranging invasive species using the sampling efforts of expert and citizen scientists. *Ecology and Evolution* 9(19):11053–11063 doi:10.1002/ece3.5609.
- Russo, L., 2016. Positive and negative impacts of non-native bee species around the world. *Insects* 7(4):69 doi:10.3390/insects7040069.

- Ruzzier, E., M. Menchetti, L. Bortolotti, M. Selis, E. Monterastelli & L. Forbicioni, 2020. Updated distribution of the invasive *Megachile sculpturalis* (Hymenoptera: Megachilidae) in Italy and its first record on a Mediterranean island. *Biodiversity Data Journal* 8:e57783 doi:10.3897/BDJ.8.e57783.
- Sánchez-Bayo, F. & K. A. G. Wyckhuys, 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8–27 doi:10.1016/j.biocon.2019.01.020.
- Sasaki, Y. & Y. Maeta, 1994. Occurrence of fresh adults of *Chalicodoma sculpturalis* (Smith) in autumn (Hymenoptera: Megachilidae). *Chugoku Kontyu* 8:37–48.
- Sasaki, Y. & Y. Maeta, 2018. Diurnal activity and reproduction of *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith (Hymenoptera, Megachilidae). [In Japanese, English abstract]. *Bulletin of the Hoshizaki Green Foundation* 21:209–218.
- Seebens, H., T. M. Blackburn, E. E. Dyer, P. Genovesi, P. E. Hulme, J. M. Jeschke, S. Pagad, P. Pysek, M. Winter, M. Arianoutsou, S. Bacher, B. Blasius, G. Brundu, C. Capinha, L. Celesti-Gradow, W. Dawson, S. Dullinger, N. Fuentes, H. Jäger, J. Kartesz, M. Kenis, H. Kreft, I. Kuhn, B. Lenzner, A. Liebhold, A. Mosena, D. Moser, M. Nishino, D. Pearman, J. Pergl, W. Rabitsch, J. Rojas-Sandoval, A. Roques, S. Rorke, S. Rossinelli, H. E. Roy, R. Scalera, S. Schindler, K. Stajero, B. Tokarska-Guzik, M. van Kleunen, K. Walker, P. Weigelt, T. Yamanaka & F. Essl, 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* 8:14435 doi:10.1038/ncomms14435.
- Sheffield, C. S., C. Ratti, L. Packer & T. L. Griswold, 2011. Leafcutter and mason bees of the genus *Megachile* Latreille (Hymenoptera: Megachilidae) in Canada and Alaska. *Canadian Journal of Arthropod Identification* 18:1–107 doi:10.3752/cjai.2011.18.
- Silvertown, J., 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution* 24(9):467–71 doi:10.1016/j.tree.2009.03.017.
- Simberloff, D., 2008. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. *Biological Invasions* 11(1):149–157 doi:10.1007/s10530-008-9317-z.
- Sivakoff, F., S. Prajzner & M. Gardiner, 2018. Unique bee communities within vacant lots and urban farms result from variation in surrounding urbanization intensity. *Sustainability* 10(6):1926 doi:10.3390/su10061926.
- Službeni glasnik RS, br. 58/2022. Pravilnik o utvrđivanju programa mera zaštite zdravlja bilja za 2022. godinu. Dostupno na: <http://www.minpolj.gov.rs/download/pravilnik-o-utvrđivanju-programa-mera-zastite-zdravlja-bilja-za-2022-godinu/>
- Soroye, P., N. Ahmed & J. T. Kerr, 2018. Opportunistic citizen science data transform understanding of species distributions, phenology, and diversity gradients for global change research. *Global Change Biology* 24(11):5281–5291 doi:10.1111/gcb.14358.
- Sponsler, D. B., D. Shump, R. T. Richardson & C. M. Grozinger, 2020. Characterizing the floral resources of a North American metropolis using a honey bee foraging assay. *Ecosphere* 11(4):e03102 doi:10.1002/ecs2.3102.
- Steckel, J., C. Westphal, M. K. Peters, M. Bellach, C. Rothenwoehrer, S. Erasmi, C. Scherber, T. Tschardt & I. Steffan-Dewenter, 2014. Landscape composition and configuration differently affect trap-nesting bees, wasps and their antagonists. *Biological Conservation* 172:56–64 doi:10.1016/j.biocon.2014.02.015.
- Steffan-Dewenter, I., U. Münzenberg, C. Bürger, C. Thies & T. Tschardt, 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology* 83(5):1421–1432 doi:10.1890/0012-9658(2002)083[1421:SDEOLC]2.0.CO;2.
- Stout, J. C. & C. L. Morales, 2009. Ecological impacts of invasive alien species on bees. *Apidologie* 40(3):388–409 doi:10.1051/apido/2009023.

- Straffon-Díaz, S., L. Carisio, A. Manino, P. Biella & M. Porporato, 2021. Nesting, Sex Ratio and Natural Enemies of the Giant Resin Bee in Relation to Native Species in Europe. *Insects* 12:545 doi:10.3390/insects12060545.
- Suarez, A. V., D. A. Holway & T. J. Case, 2001. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98(3):1095–1100 doi:10.1073/pnas.98.3.1095.
- Suzuki-Ohno, Y., J. Yokoyama, T. Nakashizuka & M. Kawata, 2017. Utilization of photographs taken by citizens for estimating bumblebee distributions. *Scientific Reports* 7(1):11215 doi:10.1038/s41598-017-10581-x.
- Tepedino, V. J. & N. L. Stanton, 1981. Diversity and competition in bee–plant communities on short-grass prairie. *Oikos* 36(1):35–44.
- Teppner, H. & U. Brosch, 2015. Pseudo-oligolecty in *Colletes hederæ* (Apidae-Colletinae, Hymenoptera). *Linzer biologische Beiträge* 47(1):301–306.
- Theobald, E. J., A. K. Ettinger, H. K. Burgess, L. B. DeBey, N. R. Schmidt, H. E. Froehlich, C. Wagner, J. HilleRisLambers, J. Tewksbury, M. A. Harsch & J. K. Parrish, 2015. Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation* 181:236–244 doi:10.1016/j.biocon.2014.10.021.
- Thomas, C. F. G., L. Parkinson & E. J. Marshall, 1998. Isolating the components of activity-density for the carabid beetle *Pterostichus melanurius* in farmland. *Oecologia* 116:103–112.
- Trakhtenbrot, A., R. Nathan, G. Perry & D. M. Richardson, 2005. The importance of long-distance dispersal in biodiversity conservation. *Diversity and Distributions* 11(2):173–181 doi:10.1111/j.1366-9516.2005.00156.x.
- Vanbergen, A. J., A. Espindola & M. A. Aizen, 2018. Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. *Nature Ecology & Evolution* 2(1):16–25 doi:10.1038/s41559-017-0412-3.
- Vercayie, D. & M. Herremans, 2015. Citizen science and smartphones take roadkill monitoring to the next level. *Nature Conservation* 11:29–40 doi:10.3897/natureconservation.11.4439.
- Vereecken, N. J. & E. Barbier, 2009. Premières données sur la présence de l'abeille asiatique *Megachile (Callomegachile) sculpturalis* Smith (Hymenoptera, Megachilidae) en Europe. *Osmia* 3:4–6.
- Volery, L., T. M. Blackburn, S. Bertolino, T. Evans, P. Genovesi, S. Kumschick, H. E. Roy, K. G. Smith & S. Bacher, 2020. Improving the Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT): a summary of revisions to the framework and guidelines. *NeoBiota* 62:547–567 doi:10.3897/neobiota.62.52723.
- Wallace, R. D., C. T. Barger, D. J. Moorhead & J. H. LaForest, 2016. IveGot1: Reporting and tracking invasive species in Florida. *Southeastern Naturalist* 15(sp8):51–62 doi:10.1656/058.015.sp805.
- Ward, D. F., 2014. Understanding sampling and taxonomic biases recorded by citizen scientists. *Journal of Insect Conservation* 18(4):753–756 doi:10.1007/s10841-014-9676-y.
- Westrich, P., 2008. Flexibles Pollensammelverhalten der ansonsten streng oligolektischen Seidenbiene *Colletes hederæ* Schmidt & Westrich (Hymenoptera: Apidae). *Eucera* 1(2):17–29.
- Westrich, P., 2017. Erstnachweis der Asiatischen Mörtelbiene (*Megachile sculpturalis*) in Österreich! [Projekte *Megachile sculpturalis* 7]. In: wildbienen.info. https://www.wildbienen.info/forschung/projekte_17.php Accessed August 2019.
- Westrich, P., 2020. Neues zur Ausbreitung der Mörtelbiene *Megachile sculpturalis* Smith 1853 (Hymenoptera: Anthophila) in Deutschland – Stand Oktober 2019. *Eucera* 14:12–15.
- Westrich, P., 2021. Erstnachweis der Asiatischen Mörtelbiene (*Megachile sculpturalis*) in Österreich! [Projekte *Megachile sculpturalis* 11]. In: wildbienen.info. https://www.wildbienen.info/forschung/projekte_21.php Accessed January 2022.

- Westrich, P., A. Knapp & I. Berney, 2015. *Megachile sculpturalis* Smith 1853 (Hymenoptera, Apidae), a new species for the bee fauna of Germany, now north of the Alps. *Eucera* 9:3–10.
- Winfree, R., I. Bartomeus & D. P. Cariveau, 2011. Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42(1):1–22 doi:10.1146/annurev-ecolsys-102710-145042.
- Wu, Y.-R., 2006. Hymenoptera, Megachilidae. *Fauna Sinica, Insecta*. Vol. 44. [In Chinese, English summary]. Science Press, Beijing.
- Zapponi, L., A. Cini, M. Bardiani, S. Hardersen, M. Maura, E. Maurizi, L. Redolfi De Zan, P. Audisio, M. A. Bologna, G. M. Carpaneto, P. F. Roversi, G. Sabbatini Peverieri, F. Mason & A. Campanaro, 2016. Citizen science data as an efficient tool for mapping protected saproxylic beetles. *Biological Conservation* 208:139–145 doi:10.1016/j.biocon.2016.04.035.

7. Prilozi

Prilog 1. Šematske tablice za razlikovanje azijske pčele smolarice i nekoliko autohtonih i alohtonih insekata, kod kojih postoji najveća šansa za pogrešnu identifikaciju (pre svega na osnovu veličine tela, ali donekle i obojenosti, strukture/oblika tela, elemenata ponašanja, itd.); vizuali su kreirani u cilju edukacije šire javnosti, a pre svega građana koji će participirati u PGN (<https://srbee.bio.bg.ac.rs/azijska-pcela-smolarica/azijska-pcela-projekat-ucesce>).

Obični (evropski, evroaziski) stršljen – *Vespa crabro*

radilice
18-26 mm



matica
25-35 mm



Azijski žutonogi stršljen – *Vespa velutina ssp. nigritorax* (još uvek NIJE STIGAO u Srbiju, nama najbliža zemlja Italija)

radilice
17-25 mm



matica
24-32 mm



Azijska pčela smolarica – *Megachile sculpturalis*

ženke
22-27 mm



mužjak
14-19 mm



PO NEČEMU SLIČNE, MNOGO
VIŠE RAZLIČITE



MEGACHILE SCULPTURALIS



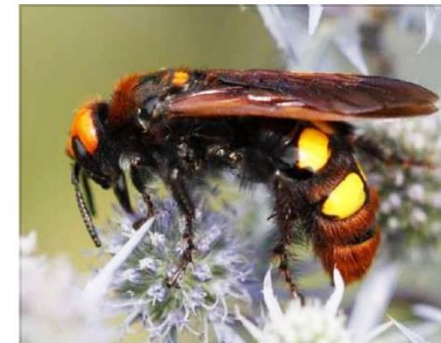
XYLOCOPA SP.

- | | |
|---|--|
| → IZDUŽENIJE TELO | → VIŠE "ZDEPASTA" |
| → BAKARNO-NARANDŽASTE
DLAKE NA GRUDNOM DELU TELA | → NEMA BAKARNO-NARANDŽASTE
DLAKE |
| → KRILA ZATAMNJENA SAMO U
VRŠNOM DELU | → KRILA RAVNOMERNO ZATAMNJENA
JAK LJUBIČASTI ODSJAJ |
| → NOGE SLABO DLAKAVE | → NOGE JAKO DLAKAVE |

SAMO NA PRVI POGLED SLIČNE!



MEGACHILE SCULPTURALIS



MEGASCOLIA MACULATA

- | | |
|--|---|
| → CRNA GLAVA | → NARANDŽASTA GLAVA |
| → GRUDNI DEO POKRIVEN
DEBELIM OMOČEM GUSTIH
JAKIH NARANDŽASTIH DLAKA | → NARANDŽASTE DLAKE NA
GRUDNOM DELU REDE, KRAČE I
SLABIJE (=LAKO BUDU OGULJENE) |
| → KRILA ZATAMNJENA
SAMO U VRŠNOM DELU | → KRILA CELA UJEDNAČENO
ZATAMNJENA |
| → ABDOMEN PRETEŽNO CRN,
RETKE NARANDŽASTE
DLAČICE SAMO NA POČETKU | → ABDOMEN SA UPADLJIVIM ŽUTIM
TAČKAMA, DOSTA NARANDŽASTIH
DLAKA U ZADNJEM DELU |

SAMO NA PRVI POGLED SLIČNE!



MEGACHILE SCULPTURALIS



BOMBUS PASCUORUM

→ IZDUŽENIJE TELO

→ KRILA ZATAMNJENA PRI VRHU

→ ABDOMEN PRETEŽNO CRN I BEZ
DLAKA, RETKE NARANDŽASTE
DLAČICE SAMO NA POČETKU

→ VIŠE "ZDEPASTO" TELO

→ KRILA NISU ZATAMNJENA

→ ABDOMEN CELO POKRIVEN GUSTIM
DLAČICAMA, VARIJABILNO OBOJENIM
(NARANDŽASTO-SMEDE ČESTE U
ZADNJOJ POLOVINI)

PO NEČEMU SLIČNE, MNOGO VIŠE RAZLIČITE



MEGACHILE SCULPTURALIS

→ IZDUŽENIJE TELO

→ GRUDNI DEO SA OMOTAČEM
NARANDŽASTIH DLAKA

→ KRILA ZATAMNJENA
SAMO U VRŠNOM DELU



BOMBUS ARGILLACEUS

→ TELO ZDEPASTO

→ GRUDNI DEO SA UPADLJIVIM
CRNO-ZUTIM TRAKAMA

→ KRILA SU CELA
UJEDNAČENO ZATAMNJENA

Prilog 2. Izvori podataka za regionalnu studiju (2015–2021): pregled svih pretraživanih internet-stranica i korišćenih publikacija. Status "DA*" u koloni podataka označava da su u određenom izvoru zastupljeni samo duplirani nalazi (u bazu su uneti samo nalazi iz primarnih izvora).

Naziv izvora ili citat	Link ili puna referenca	Naden podatak	Država nalaza / obuhvata
INTERNET IZVORI			
Alciphron	http://alciphron.habiprot.org.rs/	DA*	Srbija
Beewatching.it	http://www.beewatching.it/	NE	Evropa
Biologer	https://biologer.org/	NE	Srbija
BioRas	http://bioras.petnica.rs/home.php	NE	Srbija
Българските Любители на Насекоми (Bulgarian Insect Lovers)	https://www.facebook.com/groups/127922994052751/	NE	Bugarska
Divlji Beograd	https://www.facebook.com/groups/divljibeograd	NE	Srbija
flickr.com	https://www.flickr.com/	NE	Globalno
GBIF.org	https://www.gbif.org/	NE	Globalno
HabiProt on Facebook	https://www.facebook.com/habiprot/	DA*	Srbija
Hymenoptera Romania	https://www.facebook.com/groups/1015568478633279/	NE	Rumunija
Hymenopterists Forum	https://www.facebook.com/groups/HymenopteristsForum88/	DA	Globalno
iNaturalist.org	https://www.inaturalist.org/home	DA	Hrvatska, Slovenija, Mađarska, BiH, Bugarska / Globalno
Insects and other Invertebrates of Britain and Europe	https://www.facebook.com/groups/invertid/	NE	Velika Britanija / Evropa
Insects Macedonia – Инсекти Македонија	https://www.facebook.com/insectsmacedonia	NE	Severna Makedonija
Insects of Greece & Cyprus	https://www.facebook.com/groups/708035362603739/	NE	Grčka
Insects of Romania and Europe	https://www.facebook.com/groups/255115031327840/	NE	Rumunija
Insektenfotos.de-Forum	https://insektenfotos.de/forum/index.php	NE	Evropa
Insekti Srbije	https://www.facebook.com/groups/insectserbia	DA	Srbija
Insetti e altri Artropodi	https://www.facebook.com/groups/96614526499/	NE	Evropa
Ízeltlábú határozó – lepkek, bogarak, pókok, poloskák, egyéb rovarok és tsai	https://www.facebook.com/groups/izeltlabuhatarozo	DA	Mađarska
izeltlabuak.hu	https://www.izeltlabuak.hu/	DA	Mađarska
Koji je ovo pauk/kukac?	https://www.facebook.com/groups/pauci.i.kukci/	NE	Hrvatska
Le Monde des insectes	https://www.insecte.org/		Francuska / Evropa
Lepkek, pókok, bogarak határozója	https://www.facebook.com/groups/462464877176298	DA	Mađarska
Насекомите и ентомолозите	https://www.facebook.com/groups/634529326598212/	NE	Bugarska
naturgucker.de	https://www.naturgucker.info/start/herzlich-willkommen	NE	Evropa
Observation.org	https://observation.org/	NE	Globalno

Rovarok, pókok	https://www.facebook.com/groups/rovarokpokok/	DA	Mađarska
UK Bees, Wasps and Ants	https://www.facebook.com/groups/1590641777855221/	NE	Velika Britanija
Wild bees, wasps and ants of Europe	https://www.facebook.com/groups/182273489248683/about	NE	Evropa
Žuželke in nevretenčarji Slovenije	https://www.facebook.com/groups/1079415479242180/	NE	Slovenija
PUBLIKACIJE			
Ćetković & Plećaš 2017	Ćetković A. & Plećaš M. 2017. Dalje širenje alohtone azijske pčele u Evropi: prvi nalaz <i>Megachile sculpturalis</i> na Balkanu. XI Simpozijum entomologa Srbije 2017, Goč, Zbornik rezimea	DA	Srbija
Gogala & Zadavec 2018	Gogala A. & Zadavec B. 2018. First record of <i>Megachile sculpturalis</i> Smith in Slovenia (Hymenoptera: Megachilidae). Acta Entomologica slovenica, 26(1): 79–81.	DA	Slovenija
Ivanov & Fateryga 2019	Ivanov S.P. & Fateryga A.V. 2019. First record of the invasive giant resin bee <i>Megachile (Callomegachile) sculpturalis</i> Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in the Crimea. Far Eastern Entomologist, 395: 7–13. doi: 10.25221/fee.395.2	DA	Krim (Ukrajina / Rusija)
Kovács 2015	Kovács T. 2015. <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, 1853 in Hungary (Hymenoptera, Megachilidae). Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis, 39: 73–76.	DA	Mađarska
Mudri-Stojnić <i>et al.</i> 2021	Mudri-Stojnić S., Andrić A., Markov-Ristić Z., Đukić A. & Vujić A. 2021. Contribution to the knowledge of the bee fauna (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila) in Serbia. ZooKeys, 1053: 43–105. doi: 10.3897/zookeys.1053.67288	DA	Srbija
Resl 2018–2021	Resl J. 2018–2021. <i>Megachile (Callomegachile) sculpturalis</i> Smith, 1853. In: Scarabaeidae; Aktivitý; Zajímavé objevy. scarabaeidae.cz, https://www.scarabaeidae.cz/products/megachile-callomegachile-sculpturalis-smith-1853/ ; http://files.listorozi.webnode.cz/200000105-50fb451f64/Megachilidae%20moje.pdf [Pristup: januar 2021]	DA	Hrvatska

Prilog 3: Lista izvora korišćenih u analizi trofičkih interakcija između azijske pčele smolarice i biljaka (zaključno sa sezonom 2019).

R.b.	Citat	Puna referenca	Region
1	Kakutani et al. 1990	Kakutani T., Inoue T., Kato M. & Ichihashi H. 1990. Insect-flower relationship in the campus of Kyoto University, Kyoto : an overview of the flowering phenology and the seasonal pattern of insect visits. Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto University, 27(4): 465–522.	Azija
2	Ikudome 2005	Ikudome S. 2005. Ecological studies on the wild bee fauna in the rural area on Yaku-shima, Kagoshima Prefecture, Nippon (Hymenoptera, Apoidea). Bulletin of Kagoshima Women's Junior College, 40: 1–20.	Azija
3	Wu 2006	Wu Y.-R. 2006. Hymenoptera, Megachilidae. Fauna Sinica, Insecta. Vol. 44. [In Chinese, English summary] Science Press, Beijing.	Azija
4	Ichikawa et al. 2011	Ichikawa T., Kurahashi T. & Ikudome S. 2011. [Flower-visiting bees collected in Kagawa Prefecture, Japan and the possibility of unusual pollination by the large carpenter bee (Hymenoptera: Apoidea).] [In Japanese, English abstract] Academic Report, Faculty of Agriculture, Kagawa University, 63: 43–59.	Azija
5	Sasaki & Maeta 2018	Sasaki Y. & Maeta Y. 2018. Diurnal activity and reproduction of <i>Megachile (Callomegachile) sculpturalis</i> Smith (Hymenoptera, Megachilidae). [In Japanese, English abstract]. Bulletin of the Hoshizaki Green Foundation, 21: 209–218.	Azija
6	Mangum & Brooks 1997	Mangum W.A. & Brooks R.W. 1997. First records of <i>Megachile (Callomegachile) sculpturalis</i> Smith (Hymenoptera: Megachilidae) in the continental United States. Journal of the Kansas Entomological Society, 70(2): 140–142.	S. Amerika + Azija
7	Batra 1998	Batra S.W.T. 1998. Biology of the giant resin bee, <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, a conspicuous new immigrant in Maryland. Maryland Naturalist, 42(1–2): 1–3.	S. Amerika + Azija
8	Ascher 2001	Ascher J.S. 2001. <i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith, a European bee new to North America, with notes on other adventive bees (Hymenoptera: Apoidea). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 103(1): 184–190.	Severna Amerika
9	Mangum & Sumner 2003	Mangum W.A. & Sumner S. 2003. A survey of the North American range of <i>Megachile (Callomegachile) sculpturalis</i> , an adventive species in North America. Journal of the Kansas Entomological Society, 76(4): 658–662.	Severna Amerika
10	Paiero & Buck 2003	Paiero S.M. & Buck M. 2003. The giant resin bee, <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, and other newly introduced and newly recorded native Megachilidae and Andrenidae (Apoidea) from Ontario. Journal of the Entomological Society of Ontario, 134: 141–143.	Severna Amerika
11	Thornton 2004	Thornton M.R. 2004. Arthropod fauna associated with kudzu (<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i> Willd.) in North Carolina. Master of Science Thesis., North Carolina State University, Raleigh.	Severna Amerika
12	Maier 2005	Maier C.T. 2005. First records of alien insects in Connecticut (Orthoptera: Tettigoniidae; Coleoptera: Buprestidae, Chrysomelidae; Diptera: Rhagionidae, Tephritidae; Hymenoptera: Megachilidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 107(4): 947–959.	Severna Amerika
13	Dell 2007	Dell J.N. 2007. Giant resin bee (<i>Megachile sculpturalis</i>) on Brazilian vervain (<i>Verbena incompta</i>); USA. [Image Number: 5347087]. Bugwood.org (at: Forestry Images), https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5347087 [stranica posećena: 2020]	Severna Amerika
14	Matteson et al. 2008	Matteson K.C., Ascher J.S. & Langellotto G.A. 2008. Bee richness and abundance in New York City urban gardens. Annals of the Entomological Society of America, 101(1): 140–150. doi: 10.1603/0013-8746(2008)101[140:braain]2.0.co;2	Severna Amerika
15	Norden 2008	Norden B.B. 2008. A checklist of the bees (Insecta: Hymenoptera) and their floral hosts at Plummers Island, Maryland. Bulletin of the Biological Society of Washington, 15(1): 168–172. doi: 10.2988/0097-0298(2008)15[168:ACOTBI]2.0.CO;2	Severna Amerika
16	O'Brien & Craves 2008	O'Brien M.F. & Craves J. 2008. <i>Megachile sculpturalis</i> Smith - a new bee for Michigan (Hymenoptera: Megachilidae). Newsletter of the Michigan Entomological Society, 53(1&2): 4.	Severna Amerika
17	Wolf & Ascher 2008	Wolf A.T. & Ascher J.S. 2008. Bees of Wisconsin (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). The Great Lakes Entomologist, 41: 129–168.	Severna Amerika
18	Maier 2009	Maier C.T. 2009. New distributional records of three alien species of Megachilidae (Hymenoptera) from Connecticut and nearby states. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 111(4): 775–784.	Severna Amerika
19	Mazurkiewicz 2010	Mazurkiewicz M. 2010. The giant resin bee, <i>Megachile sculpturalis</i> , in Maine: a new state record. The Maine Entomologist, 14(4): 3.	Severna Amerika

20	Hall & Ascher 2011	Hall H.G. & Ascher J.S. 2011. Surveys of wild bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) in organic farms of Alachua County in north-central Florida. <i>Florida Entomologist</i> , 94(3): 539–552. doi: 10.1653/024.094.0319	Severna Amerika
21	Parys et al. 2015	Parys K., Tripodi A.D. & Sampson B.J. 2015. The giant resin bee, <i>Megachile sculpturalis</i> Smith: New distributional records for the mid- and gulf-south USA. <i>Biodiversity Data Journal</i> , 3: e6733 [23 pp]. doi: 10.3897/BDJ.3.e6733	Severna Amerika
21a	Parys et al. 2015 (citati iz Bugguide.net)	[https://bugguide.net/node/view/311722/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/981063/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/597325/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/1025233/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/161659/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/808917/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/618394/bgimage], [https://bugguide.net/node/view/1087619/bgimage]	Severna Amerika
22	Hall & Avila 2016	Hall H.G. & Avila L. 2016. <i>Megachile sculpturalis</i> , the Giant Resin Bee, overcomes the blossom structure of Sunn Hemp (<i>Crotalaria juncea</i>) that impedes pollination. <i>Journal of Melittology</i> , 65: 1-11. doi: 10.17161/jom.v0i65.5887	Severna Amerika
23	Russo 2016	Russo L. 2016. Positive and negative impacts of non-native bee species around the world. <i>Insects</i> , 7(4): 69 [22 pp]. doi: 10.3390/insects7040069	Severna Amerika
24	Campbell et al. 2016	Campbell J.W., Campbell B.E., Kimmel C.B. & Galvan P. 2016. Observations of insect visitors to Price's Potato Bean (<i>Apios priceana</i> , Fabaceae) in North Alabama, USA. <i>Plant Ecology and Evolution</i> , 149(3): 316–318. doi: 10.5091/plecevo.2016.1232	Severna Amerika
25	Gibbs et al. 2017	Gibbs J., Ascher J.S., Rightmyer M.G. & Isaacs R. 2017. The bees of Michigan (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), with notes on distribution, taxonomy, pollination, and natural history. <i>Zootaxa</i> , 4352(1): 1-160. doi: 10.11646/zootaxa.4352.1.1	Severna Amerika
26	Paris & Boyd 2018	Paris N.J. & Boyd R.S. 2018. Floral Biology of the federally threatened <i>Apios priceana</i> (Fabaceae). <i>Journal of the Torrey Botanical Society</i> , 145(2): 163-174. doi: 10.3159/torrey-d-17-00042.1	Severna Amerika
27	Mach & Potter 2018	Mach B.M. & Potter D.A. 2018. Quantifying bee assemblages and attractiveness of flowering woody landscape plants for urban pollinator conservation. <i>PLoS ONE</i> , 13(12): e0208428. doi: 10.1371/journal.pone.0208428 (Dopunjeno sa nepublikovanim kvantitativnim detaljima, dobijenim direktno od autora.)	Severna Amerika
28	Oommen 2018	Oommen A. 2018. Giant resin bee (<i>Megachile sculpturalis</i>) on black baneberry (<i>Actaea racemosa</i>); New York, USA. [Image Number: 5572795]. Bugwood.org (at: Forestry Images), https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5572795 [stranica posećena: 2020]	Severna Amerika
29	Keegan 2019	Keegan B. 2019. Giant resin bees, finding old friends in a New World. The Arnold Arboretum of Harvard University, ARBlog, https://www.arboretum.harvard.edu/giant-resin-bees-finding-old-friends-in-a-new-world/ [stranica posećena: 2020]	Severna Amerika
30	Bishop 20xx	Bishop, G. 20xx. Male giant resin bee (<i>Megachile sculpturalis</i>) clinging to larger female in attempt to initiate mating; female nectaring on prairie coneflower in garden in central Virginia. Invasive alien from Asia. Royalty-free stock photo ID: 1314528308. https://www.shutterstock.com/image-photo/male-giant-resin-bee-megachile-sculpturalis-1314528308 [stranica posećena: 2020]	Severna Amerika
31	Quaranta et al. 2014	Quaranta M., Sommaruga A., Balzarini P. & Felicioli A. 2014. A new species for the bee fauna of Italy: <i>Megachile sculpturalis</i> continues its colonization of Europe. <i>Bulletin of Insectology</i> , 67(2): 287–293.	Evropa
32	Westrich et al. 2015	Westrich P., Knapp A. & Berney I. 2015. <i>Megachile sculpturalis</i> Smith 1853 (Hymenoptera, Apidae), a new species for the bee fauna of Germany, now north of the Alps. <i>Eucera</i> , 9: 3–10.	Evropa
33	Dillier 2016	Dillier F.-X. 2016. Eingeschleppte Asiatische Mörtelbiene <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, 1853 (Hymenoptera, Apidae) erstmals nördlich der Alpen gesichtet. <i>Entomo Helvetica</i> , 9: 153–156.	Evropa
34	Četković & Plećaš 2017	Četković A. & Plećaš M. 2017. Dalje širenje alohtone azijske pčele u Evropi: prvi nalaz <i>Megachile sculpturalis</i> na Balkanu. XI Simpozijum entomologa Srbije 2017, Goč, Zbornik rezimea, str. 82–83 [http://www.eds.org.rs/SES/2017/SES_2017_Zbornik.pdf].	Evropa
35	Aguado et al. 2018	Aguado O., Hernández-Castellano C., Bassols E., Miralles M., Navarro D., Stefanescu C. & Vicens N. 2018. <i>Megachile</i> (<i>Callomegachile</i>) <i>sculpturalis</i> Smith, 1853 (Apoidea: Megachilidae): a new exotic species in the Iberian Peninsula, and some notes about its biology. <i>Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural</i> , 82: 157–162.	Evropa
36	Andrieu-Ponel et	Andrieu-Ponel V., Ponel P., Le Féon V., Geslin B. & Duvallet G. 2018. À propos du	Evropa

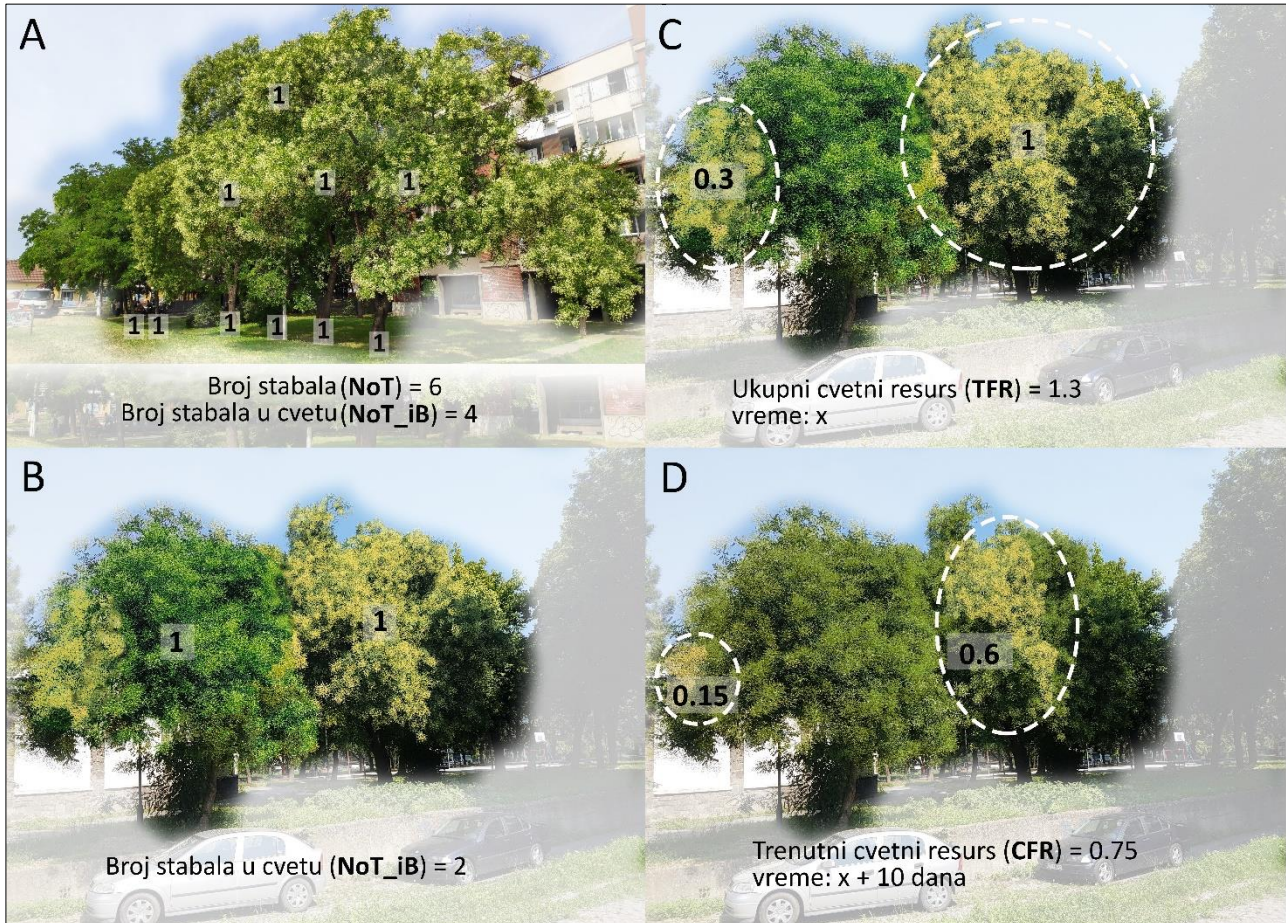
	al. 2018	comportement de butinage de <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, 1853, en France méditerranéenne (Nîmes et Montpellier) (Hymenoptera, Megachilidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 123(1): 49–54.	
37	Le Féon & Geslin 2018	Le Féon V. & Geslin B. 2018. Écologie et distribution de l'abeille originaire d'Asie <i>Megachile sculpturalis</i> Smith 1853 (Apoidea – Megachilidae – Megachilini): un état des connaissances dix ans après sa première observation en Europe. <i>Osmia</i> , 7: 31–39.	Evropa
38	Le Féon et al. 2018	Le Féon V., Aubert M., Genoud D., Andrieu-Ponel V., Westrich P. & Geslin B. 2018. Range expansion of the Asian native giant resin bee <i>Megachile sculpturalis</i> (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) in France. <i>Ecology and Evolution</i> , 8(3): 1534–1542. doi: 10.1002/ece3.3758	Evropa
39	Ortiz-Sánchez et al. 2018	Ortiz-Sánchez F.J., Navarro J.F. & Taeger U. 2018. <i>Megachile</i> (<i>Callomegachile</i>) <i>sculpturalis</i> Smith, 1853, nueva especie para la fauna Ibérica (Hymenoptera, Megachilidae). <i>Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa</i> , 63: 259–261.	Evropa
40	Rickenbach & Sprecher 2018	Rickenbach F. & Sprecher E. 2018. Neue Bestäuberin von Bienenbäumen: die Asiatische Mörtelbiene. <i>Schweizerische Bienen-Zeitung</i> , 09/2018: 14–17.	Evropa
41	Guariento et al. 2019	Guariento E., Lanner J., Staggl M.A. & Kranebitter P. 2019. <i>Megachile sculpturalis</i> (Smith, 1853) (Hymenoptera: Megachilidae), the giant resin bee new to South Tyrol with a newly described plant species interaction. <i>Gredleriana</i> , 19: 209–215. doi: 10.5281/zenodo.3565365	Evropa
42	Ivanov & Fateryga 2019	Ivanov S.P. & Fateryga A.V. 2019. First record of the invasive giant resin bee <i>Megachile</i> (<i>Callomegachile</i>) <i>sculpturalis</i> Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in the Crimea. <i>Far Eastern Entomologist</i> , 395: 7–13. doi: 10.25221/fee.395.2	Evropa
43	Westrich 2019	Westrich P. 2019. Zur weiteren Ausbreitung der Asiatischen Mörtelbiene (<i>Megachile sculpturalis</i>) in Deutschland. <i>Projekte Megachile sculpturalis</i> 9. [https://www.wildbienen.info/forschung/projekte_19.php] [stranica posećena: 2020]	Evropa
44	Beewatching.it 2020	Beewatching.it 2020. Citizen science project. Centro Agricoltura e Ambiente del CREA & Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali dell'Università di Bologna. http://www.beewatching.it/chi-siamo/ [stranica posećena: 2020]	Evropa
45	Entomologi Italiani 2020	Forum Entomologi Italiani [http://www.entomologiitaliani.net/] [stranica posećena: 2020]	Evropa
46	Flickr 2020	Flickr internet service [https://www.flickr.com/photos/karinearnou/45352194962] [stranica posećena: 2020]	Evropa
47	iNaturalist.org 2020	Forum iNaturalist.org [https://www.inaturalist.org/] [stranica posećena: 2020]	Evropa
48	Insektenfotos.de 2020	Forum Insektenfotos.de [https://insektenfotos.de/forum/index.php?page=Thread&threadID=104954] [stranica posećena: 2020]	Evropa
49	Lanner et al. 2020	Lanner J., Huchler K., Pachinger B., Sedivy C. & Meimberg H. 2020. Dispersal patterns of an introduced wild bee, <i>Megachile sculpturalis</i> Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in European alpine countries. <i>PLoS ONE</i> , 15(7): e0236042 [23 pp]. doi: 10.1371/journal.pone.0236042 (Dopunjeno sa nepublikovanim kvantitativnim detaljima, dobijenim od prvog autora rada.)	Evropa
50	Le Monde des insectes 2020	Forum Le Monde des insectes [https://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?f=3&t=186904&hilit=megachile+sculpturalis] [stranica posećena: 2020]	Evropa
51	Natura Mediterraneo 2020	Forum Natura Mediterraneo [https://www.naturamediterraneo.com/] [stranica posećena: 2020]	Evropa
52	naturgucker.de 2020	Forum natur[gucker.de] [https://naturgucker.de/?art=1558665934] [stranica posećena: 2020]	Evropa
53	Observation.org 2020	Forum Observation.org [https://observation.org/] [stranica posećena: 2020]	Evropa
54	Ivanov et al. 2021	Ivanov S. P., Fateryga A. V., Zhidkov V. Y. & Pivovarenko N. A. 2021. Giant resin bee <i>Megachile</i> (<i>Callomegachile</i>) <i>sculpturalis</i> Smith, 1853 (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae), an invasive species in the Crimea (notes on its biology). <i>Ekosistemy</i> , 28: 122–128.	Evropa
55	Bila Dubaić et al. 2022	Bila Dubaić J., Plečaš M., Raičević J., Lanner J. & Četković A. 2022. Early-phase colonization by introduced Asian bee (Hymenoptera, Megachilidae, <i>Megachile sculpturalis</i>) revealed by local floral resource variability. <i>NeoBiota</i> , 73: 57–85. doi: 10.3897/neobiota.73.80343 (sopstvena istraživanja – podaci iz 2019)	Evropa

Prilog 4. Tabelarno uputstvo – protokol za kvantitativnu evaluaciju.

<p>Broj stabala po sektoru – NoT (Slika P4 A)</p>	<p>Broj stabala (<i>engl. Number of Trees</i>) zabeleženih u okviru sektora. Notirati ako su stabla grupisana, kao i broj stabala po grupi. Ukoliko ima do 10 stabala broji se svako, ukoliko ima >10 stabala može i odokativna procena.</p>
<p>Broj stabala koja su cvetala – NoT_iB (Slika P4 A, C)</p>	<p>Broj stabala u okviru sektora koja su cvetala date sezone; računaju se i stabla koja su imala svega nekoliko provcetalih grana (<i>engl. Number of Trees in Bloom</i>).</p>
<p>Trenutni cvetni resurs CFR (Slika P4 D)</p>	<p>Trenutni cvetni resurs sektora (<i>engl. Current Floral Resource</i>): sumiran broj “prosečnih” krošnji koje su trenutno u cvetu, u trenutku posmatranja/uzorkovanja; ukoliko sumarna vrednost iznosi ispod 5% za ceo sektor, računa se kao nula (=0).</p> <p>Fenologija se može grubo podeliti na 3 faze: 1) rana faza (<i>engl. too early, TE</i>) kada cvetici tek kreću da se otvaraju i može se reći da je procvetlost krošnje 10–15%, 2) glavno cvetanje (<i>engl. main bloom, MB</i>) i 3) kraj cvetanja (<i>engl. too late, final phase, TL</i>) kada je velika većina cvetova već procvetala, neki su uveliko i precvetali. Ove tri faze se mogu razlikovati u različitim delovima krošnje, pa nekad nije lako okarakterisati stablo samo jednom fazom.</p>
<p>Ukupno vreme Total_time</p>	<p>Ukupno provedeno vreme u okviru sektora tokom kojeg je vršena procena cvetnog resursa, i posmatranje/brojanje/uzorkovanje pčela; Prikazuje se kao više odvojenih vremenskih intervala ukoliko je u okviru istog sektora korišćeno više različitih tehnika, ili ukoliko su procene vršene na dve različite tačke. Ukoliko u sektoru nema cvetajućih stabala ne beleži se vreme.</p>
<p>Tip brojanja (tehnika) (Slika P5)</p>	<p>Tip (način) brojanja primenjen u sektoru zavisi od relativne brojnosti pčela na lokaciji: trenutni (<i>engl. snapshot counts</i>) se primenjuje kada su pčele prisutne u kontinuitetu u brojnostima većim od 5 jedinki. Urade se 3–4 trenutne (momentarne) procene brojnosti (tokom neodređenog vremena), i upisuju se vrednosti, odnosno klasa kojoj pripadaju opažene brojnosti (6–10 i 11–20); vremenski (<i>engl. timed counts</i>) se primenjuje u slučajevima kada su brojnosti pčela manje od 5 (nekad i nekontinuiranog prisustva). Trajanje ovakvog brojanja je od 1 do 10 minuta; kombinovani (<i>engl. combined</i>) – na 2 ili više različitih tačaka u okviru sektora primenjena oba tipa brojanja pčela.</p>
<p># prebrojanih pčela</p>	<p><u>Zapisivanje vrednosti prebrojanih pčela</u> (S=Snapshot counts; T=Timed counts):</p> <p>S: #pčela / #brojanja / vreme (prosečan broj pčela, prikazan kroz klasu brojnosti / broj trenutnih brojanja / ukupno trajanje svih trenutnih brojanja.</p> <p>T: #pčela / vreme (broj pčela kontinuirano prisutnih u toku određenog vremenskog intervala; ukoliko su zabeležene različite brojnosti, vrednosti se prikazuju odvojeno za svaki interval brojanja – T1, T2, T3,...).</p>

Broj pčela
u minuti
BpM

Broj pčela u minuti (*engl. Bees per Minute*): prosečna vrednosti prebrojanih pčela skalirana na 1 minut kontinuiranog posmatranja, po sektoru. Za vrednosti prikazane u klasama umesto opsega brojnosti uzeta u obzir srednja vrednost: 8 (za 6–10) i 15,5 (za 11–20).



Prilog 4: Slika P4. Vizuelni primeri različitih situacija na terenu i određivanja vrednosti NoT, NoT_iB, TFR i CFR. (foto i vizual: Jovana Bila Dubaić).

Prilog 5. Radni protokol - tekstualno uputstvo.

Procedura rada na sofori

Pronaći lokacije na kojima ima sofore (*S. japonicum*). Ukoliko ima dosta stabala na većoj površini, proceniti prostor prečnika 250m i njega računati kao jednu lokaciju. Uzeti u obzir i stanišne karakteristike (bolje je da svaku lokaciju karakteriše isto/slično stanište, odnosno tip okruženja). Lokacije se mogu precizirati i kasnije, uz pomoć Google Earth-a.

- standardno se notira broj stabala na lokaciji (**NoT**) – precizno ako ih je malo, a može i sasvim grubo ako ih ima mnogo (Slika P4 A);
- proceniti grupisanje stabala radi preciznijeg obeležavanja na mapi: stabla međusobno udaljena manje od 20–25 m bi trebalo da upadnu u istu grupu. Ukoliko postoji nekoliko susednih manjih stabala ona se mogu računati kao jedna „prosečna” krošnja.
- odrediti i zabeležiti **NoT_iB**, **TFR**, **CFR** (sve iznad 85% krošnje tretira se kao potpuno cvetanje) (Slika P4 A, B, D) ;
- odrediti i zabeležiti fazu cvetanja; na početku sezone, kad je tek krenulo cvetanje, manje od 10–15% cvasti procvetalo, pisati: **TE** – *engl. Too Early* (% started); u punom cvetu, više od 10–15% cvasti u cvetu: **MB** – *engl. Main Bloom*.
- U slučaju da barem 1/3 krošnje ima 10–15% cvetića u cvetu stablo se obeležava kao MB; izuzetak mogu biti izuzetno velika stabla, kada se i manji procenat procvetlosti može okarakterisati kao MB. Kraj sezone, kada je velika većina cvetića precveta, preostalo svega 10–15% cvetova u fazi cvetanja: **TL** – *engl. Too Late* (% precvetao).
- odrediti i zabeležiti veličinu stabala/krošnje: malo (**S**), srednje (**M**) i veliko (**L**).
- zabeležiti i ostale potencijalno korisne detalje, kao što su pristupačnost stabala (da li se nalaze na nepristupačnoj površini kao što je privatni ili vojni posed), dostupnost/visina grana i slično.
- za svaku lokaciju i grupaciju stabala ubeležiti GPS koordinate, fotografisati krošnje kao i okolni predeo.
- po završetku terena uneti sve podatke u bazu podataka (excel tabelu), kao i sve lokacije u Google Earth program. Prilikom unošenja lokacija proveravati tačnost/preciznost koordinata koje su zabeležene na terenu.

Na svakoj tački (lokaciji, grupaciji stabala) posmatranje bi trebalo da traje minimum 10 minuta. U slučaju manjka vremena osmatranje može da traje i kraće.

Broj terenskih dana zavisi od mnogih faktora (dizajna istraživanja i uslova tokom te sezone), ali cilj je postići bar dve posete svakoj lokaciji u razmaku od minimum 5 dana tokom glavne faze svetanja sofore.

Za visoke delove krošnje neophodna je upotreba dvogleda (vidi rezultate, Slika 25 B).

Procedura procene populacione gustine aktivnosti pčela zavisi od relativne brojnosti pčela u trenutku posmatranja:

(a) ukoliko je aktivnost pčela mala (≤ 5 jedinki) i jedinke uglavnom nisu kontinuirano prisutne tokom posmatranja primenjuje se metoda brojanja tokom određenog broja minuta (vremenski definisano brojanje) – *engl. “timed counts”*. Ukoliko se tokom posmatranja broj jedinki menja, vremenski interval posmatranja se deli na manje intervale tokom kojih je bio prisutan isti broj pčela (0–5).

(b) ukoliko je brojnost pčela na lokaciji (stablu, grupaciji stabala) velika i aktivnost kontinuirana (>5 pčela prisutnih i vidljivih u svakom momentu), procena populacione gustine aktivnosti se vrši brojanjem prisutnih pčela u jednom momentu posmatranja (na osnovu takozvanih "snapshot counts"). Tokom posmatranja obavljaju se 3–4 "snimka" i upisuje se vrednost jedne od dve klase brojnosti: srednja (6–10) ili visoka (11–20). "Snapshot counts" – tehnika usvojena iz ornitologije (Gaston *et al.* 1987; Greene & Efford 2012; Barraclough 2020) se pokazala veoma praktičnom kada je potrebno izbrojati brojne leteće jedinke u vidnom polju.

(c) Ukoliko su na lokacijama zatečene "mešovite" situacije – na jednoj grupaciji stabala izražena aktivnost pčela, a na drugoj znatno manja brojnost – u takvim slučajevima primenjuje se kombinacija obe tehnike za procenu populacione aktivnosti – i „timed counts“ i „snapshot counts“. Da bi poređenje populacione aktivnosti između različitih lokacija i podlokacija (stabala ili grupacija stabala) bilo moguće, sve zabeležene vrednosti skalirane su na 1 (jedan) minut kontinuiranog prisustva jedinki (BpM – *engl.* bees per minute) po definisanoj jedinici cvetnog resusa (stabla ili grupacije stabala) unutar sektora.

Procedura rada na ostalim biljkama

Iako je sofora ključni hranidbeni resurs azijske pčele smolarice, i druge biljke mogu poslužiti prilikom monitoringa populacione aktivnosti pčela, pod uslovom da ih ima u dovoljnoj meri i da su pristupačne za posmatranje.

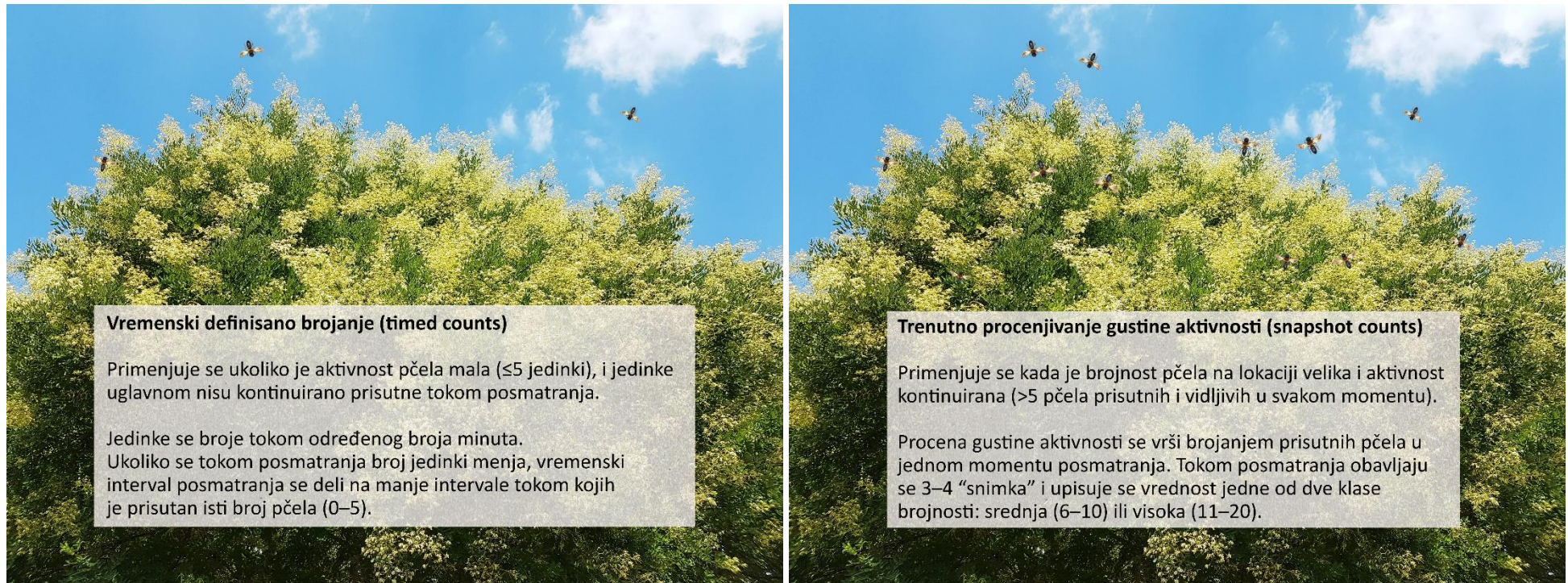
- Rodovi biljaka koje mogu biti od značaja za azijsku pčelu smolaricu: *Ligustrum*, *Lavandula*, *Buddleja*, *Koelreuteria*, *Lythrum*, *Wisteria*, *Lathyrus*. Posebno je zanimljivo ukoliko se ove biljke pronađu (u dovoljnoj količini) u blizini (≤ 100 m) sofora na kojima se vrši brojanje/uzorkovanje.
- Notirati fazu cvetanja, procvetalost (u procentima), veličinu odnosno količinu resursa (za *Buddleja* je praktično napisati da li je u pitanju veliki, srednji ili mali žbun, za lavandu veličinu zasada u m²).
- Ukoliko se primete ženke azijske pčele smolarice notirati da li sakupljaju polen ili samo nektar; koje je boje polen na skopi; uzorkovati jedinke.
- Ubeležiti tačne koordinate i fotografisati biljke i okruženje.

Uzorkovanje jedinki azijske pčele smolarice

- Na svakoj lokaciji uzorkuje se minimum 5 ženki.
- Ukoliko je treban uzorak polena sve ženke se pakuju odvojeno, da budu žive do povratka sa terena. To se najbolje postiže ukoliko su pčele smeštene u većim posudama sa dotokom vazduha, ili stavljene u rashladne torbe uz led koji će im usporiti aktivnost. Po povratku sa terena pčele se na kratko stavljaju u zamrzivač (u trajanju od 1–2 minuta) nakon čega se jedinke umire pa je uzorkovanje odnosno skidanje polena olakšano. Polen se uzorkuje uz pomoć štapića za uši.
- Moguće je uzorkovati polen odmah na terenu – ženke staviti u uski flakon i korišćenjem štapića za uši skinuti polen, pazeći da ženka ne izađe iz flakona.
- Polen se može skinuti i sa uginulih jedinki.

- Svaki uzorak polena detaljno obeležiti.
- Ukoliko nije potreban uzorak polena sve uzorkovane pčele sa jedne lokacije čuvati u istoj posudi sa etil alkoholom (96% ili 70%) uz odgovarajuću etiketu.

Notirati prisustvo drugih vrsta (rodova) pčela, makar opisno (mnogo/malo drugih pčela) – *Apis*, *Anthidium*, *Bombus*, druge vrste roda *Megachile* itd.



Prilog 5: Slika P5_1. Vizuelni prikaz različitih situacija na terenu – u odnosu na relativnu brojnost jedinki *M. sculputralis* oko cvetnog resursa za procenjivanje populacione aktivnosti koristi se jedna od dve metode: vremenska – “timed counts” ili trenutna – “snapshot counts”. (foto i vizual: Jovana Bila Dubaić).

Prilog 6a. Kvantitativni pregled interakcija azijske pčele smolarice i biljaka dokumentovanih u Aziji (autohtoni areal), Severnoj Americi i Evropi; nalazi ponovljeni u okviru više referenci (citati) nisu uključeni, kad god ih je bilo moguće utvrditi. Sistematika/nomenklatura biljaka je ažurirana (sinonimni navodi u originalnim izvorima dati su u zagradama); naznačen je status svake biljke za odgovarajuću oblast (autohtona, alohtona ili kombinovano; neke od interakcija sa autohtonim biljakama zabeležene su samo na sađenim, ukrasnim formama, tj. u gajenim zasadima, a ne na divljim, samoniklim individuama). Kvantifikacija je data ili kao relativni udeo analiziranih uzoraka polena, ili kao dokumentovani broj posmatranih/fotografisanih/sakupljenih jedinki, razvrstanih na polove (ukoliko je ta informacija dostupna u izvoru); posebno je istaknuto da li je bilo evidentirano sakupljanje polena; podaci u Le Feon et al. (2018) i Guariento et al. (2019) su uglavnom dati kao zbirni broj zabeleženih interakcija. Dopunsko objašnjenje kolona: Kvantifikacija – minimalni broj evidentiranih jedinki (onako kako je navedeno u izvoru; ukoliko nije precizno navedeno, uneta je minimalna moguća vrednost koja se može izvesti iz konteksta) ili procenat polena u analiziranom uzorku/uzorcima; Polen – A: analizirani uzorak; Z: zabeleženo sakupljanje polena (na svim ili bar na nekim lokalitetima; sumnjivi/nejasni slučajevi označeni su sa "?").

Porodica	Rod / vrsta	Status biljke	Broj lokacija	Kvantifikacija	Pol (Ž, M) / gnezdo (G)	Polen	Kontekst dokumentovane interakcije / kvantifikacije	Država	Godina beleženja	Referenca (izvor podatka)
Lamiaceae	<i>Vitex negundo</i> (kao <i>V. cannabifolia</i>)	autohtona	1	3Ž, 8 M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Japan	1986-1987	Kakutani et al. 1990
Malvaceae	<i>Firmiana simplex</i>	autohtona	1	8	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Japan	1982-1983	Ikudome 2005
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	alohtona	-	-	-	-	Citiranje interakcije poznate iz drugog izvora.	Kina	-	Wu 2006
Lamiaceae	<i>Vitex negundo</i>	autohtona	-	-	-	-		Kina	-	Wu 2006
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	autohtona	-	-	-	-		Kina	-	Wu 2006
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	autohtona	-	-	-	-		Kina	-	Wu 2006
Ericaceae	<i>Vaccinium bracteatum</i>	autohtona	1	2	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Japan	1997	Ichikawa et al. 2011
Fabaceae	<i>Lespedeza cyrtobotria</i>	autohtona	1	1	M	-		Japan	1996	Ichikawa et al. 2011
Fabaceae	<i>Pueraria montana</i>	autohtona	1	2Ž, 1 M	Ž, M	-		Japan	1997	Ichikawa et al. 2011
Malvaceae	<i>Firmiana simplex</i>	autohtona	1	7Ž, 9M	Ž, M	-		Japan	1997	Ichikawa et al. 2011
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i>	autohtona	1	8	M	-		Japan	1997	Ichikawa et al. 2011
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	autohtona	1	1	M	-		Japan	1997	Ichikawa et al. 2011
Fabaceae	<i>Pueraria montana</i> (kao <i>P. lobata</i>)	autohtona	1	mного	Ž, M	Z		Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	Japan	1975-1980
Fabaceae	<i>Lespedeza</i>	autohtona	1	nekoliko	Ž ?M	Z	Japan	1975-1980	Sasaki & Maeta 2018 (takođe u: Sasaki & Maeta 1994)	
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>	alohtona	3	≥8	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	1994-1996	Mangum & Brooks 1997
Fabaceae	<i>Pueraria montana</i> (kao <i>P. lobata</i>)	autohtona	-	-	-	-	Citiranje interakcije poznate iz drugog izvora.	Japan	-	Mangum & Brooks 1997 (citirano u: usmene komunikacije)
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>	alohtona	1	2Ž, 1M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	SAD	1997	Batra 1998
Fabaceae	<i>Pueraria montana</i>	autohtona	-	-	Ž	Z		Japan	1988	Batra 1998 (takođe citirano u: Iwata 1933; Sasaki & Maeta 1994)
Rutaceae	<i>Citrus japonica</i> (kao <i>Fortunella margarita</i>)	autohtona	-	-	M	-		Japan	1988	Batra 1998
Fabaceae	<i>Dumbaria villosa</i>	autohtona	-	-	-	-	Japan	-	Batra 1998 (iz: Iwata 1933 i/ili Sasaki & Maeta 1994)	
Fabaceae	<i>Lespedeza</i> spp.	autohtona	-	-	-	-	Japan	-	Batra 1998 (iz: Iwata 1933 i/ili Sasaki & Maeta 1994)	

Fabaceae	<i>Millettia japonica</i>	autohtona	-	-	-	-	Citiranje interakcije poznate iz drugog izvora.	Japan	-	Batra 1998 (iz: Iwata 1933 i/ili Sasaki & Maeta 1994)
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	alohtona	-	-	-	-		Japan	-	Batra 1998 (iz: Iwata 1933 i/ili Sasaki & Maeta 1994)
Fabaceae	<i>Vigna unguiculata</i> (kao <i>V. sinensis</i>)	autohtona	-	-	-	-		Japan	-	Batra 1998 (iz: Iwata 1933 i/ili Sasaki & Maeta 1994)
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	autohtona	-	-	-	-		Kina	-	Batra 1998 (iz: Piel 1933)
Apocynaceae	<i>Asclepias syriaca</i>	autohtona	1	10	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	SAD	2000	Ascher 2001
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	alohtona	1	2	M	-		SAD	2000	Ascher 2001
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	alohtona	2	67Ž, 58M	Ž, M	Z		SAD	2000	Ascher 2001
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i>	alohtona	1	14	M	-		SAD	2000	Ascher 2001
Fabaceae	<i>Securigera varia</i> (kao <i>Coronilla</i>)	alohtona	1	1	M	-		SAD	2000	Ascher 2001
Lamiaceae	<i>Perovskia artemisioides</i>	alohtona	1	4	M	-		SAD	2000	Ascher 2001
Scrophulariaceae	<i>Verbascum thapsus</i>	alohtona	1	1	Ž	-	SAD	2000	Ascher 2001	
Apocynaceae	<i>Asclepias</i> spp.	autohtona	4	4Ž, 2M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	SAD	1996, 1998, 1999	Mangum & Sumner 2003
Bignoniaceae	<i>Catalpa speciosa</i>	autohtona	2	1Ž, 2M	Ž, M	-		SAD	1997, 1998	Mangum & Sumner 2003
Ericaceae	<i>Oxydendrum arboreum</i>	autohtona	1	≥2	M	-		SAD	1997	Mangum & Sumner 2003
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	alohtona	11	29Ž, 4M	Ž, M	Z (3 loc)		SAD	1998, 2001	Mangum & Sumner 2003
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Kanada	2002	Mangum & Sumner 2003
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i> (kao <i>Sophora</i>)	alohtona	11	25Ž, 7M	Ž, M	Z (3 loc)		SAD	1998, 2000, 2001	Mangum & Sumner 2003
Lamiaceae	<i>Vitex</i> spp.	alohtona	1	1	-	-		SAD	1997	Mangum & Sumner 2003
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	alohtona	1	≥3	M	-		SAD	2001	Mangum & Sumner 2003
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	alohtona	14	≥3Ž, ≥14M	Ž, M	Z (1 loc)		SAD	1997	Mangum & Sumner 2003
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>	alohtona	9	6 M, 6x	M, ?	-		SAD	1997, 1998	Mangum & Sumner 2003
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i> spp.	autohtona / alohtona	1	1	-	-	SAD	1997	Mangum & Sumner 2003	
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Kanada	2003	Paiero & Buck 2003
Plantaginaceae	<i>Veronicastrum virginicum</i>	autohtona	1	2	M	-		Kanada	2002	Paiero & Buck 2003
Fabaceae	<i>Pueraria montana</i> (kao <i>P. montana</i> var. <i>lobata</i>)	alohtona	1	≥11	-	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	1999	Thornton 2004
Apocynaceae	<i>Asclepias syriaca</i>	autohtona	2	2	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2004	Maier 2005
Asteraceae	<i>Solidago</i> sp.	autohtona	1	1	Ž	-		SAD	2000	Maier 2005
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	alohtona	2	2	M	-		SAD	2004	Maier 2005
Plumbaginaceae	<i>Limonium carolinianum</i>	autohtona	1	1	M	-		SAD	2004	Maier 2005
Verbenaceae	<i>Verbena incompta</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2007	Dell 2007
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	7	≥11	Ž, (M)	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	SAD	2003-2007	Matteson et al. 2008
Bignoniaceae	<i>Catalpa</i> sp.	autohtona	1	≥1	Ž	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	SAD	2006	Norden 2008
Oleaceae	<i>Chionanthus</i> sp.	autohtona / alohtona	1	≥1	Ž	Z		SAD	2006	Norden 2008
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> sp.	alohtona	1	≥1	Ž	Z		SAD	2006	Norden 2008
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2007	O'Brien & Craves 2008
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	alohtona	1	1	M	-		SAD	2007	O'Brien & Craves 2008
Plantaginaceae	<i>Veronicastrum virginicum</i>	autohtona	1	1	Ž	-		SAD	2007	O'Brien & Craves 2008
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i> sp. (kao <i>Buddleia</i> sp.)	autohtona / alohtona	1	-	-	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2004	Wolf & Ascher 2008
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	alohtona	11	4Ž, 14M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2006-2008	Maier 2009

Hydrangeaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i>	alohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2009	Mazurkiewicz 2010	
Lamiaceae	<i>Perovskia atriplicifolia</i>	alohtona	1	6Ž, 24M	Ž, M	-		SAD	2008	Mazurkiewicz 2010	
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	alohtona	1	1	M	-		SAD	2009	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Asteraceae	<i>Liatris sp.</i>	autohtona	1	1	M	-		SAD	2014	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Asteraceae	<i>Liatris spicata</i>	autohtona	1	1	M	-		SAD	2011	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Asteraceae	<i>Rudbeckia sp.</i>	autohtona	1	1	Ž	-		SAD	2009	Parys et al. 2015	
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	alohtona	1	1	-	-		SAD	2013	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Crassulaceae	<i>Sedum sp.</i>	autohtona	1	1	M	-		Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2007	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)
Lamiaceae	<i>Origanum laevigatum</i>	alohtona	1	1	M	-		SAD	2013	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Lamiaceae	<i>Pycnanthemum sp.</i>	autohtona	1	1	Ž	-		SAD	2010	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i>	alohtona	2	4Ž, 7M	Ž, M	-		SAD	2008	Parys et al. 2015	
Rubiaceae	<i>Cephalanthus sp.</i>	autohtona	1	1	M	-		SAD	2015	Parys et al. 2015 (citirano iz Bugguidae.net)	
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>	alohtona	1	7	M	-		SAD	2008	Parys et al. 2015	
Fabaceae	<i>Crotalaria juncea</i>	alohtona	2	≥3	Ž	Z		Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	SAD	2009, 2016	Hall & Avila 2016 (+ Hall & Ascher 2011)
Asteraceae	<i>Carduus acanthoides</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	-	Russo 2016	
Fabaceae	<i>Apios priceana</i>	autohtona	1	≥12Ž, 12?	Ž, ?M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima; kvantifikacija se bazira na broju zabeleženih poseta tokom 6 dana snimanja kamerom (sa pretpostavljenim odnosom polova 1:1).	SAD	2014	Campbell et al. 2016	
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	19Ž, 11M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2009-2011	Gibbs et al. 2017	
Fabaceae	<i>Apios priceana</i>	autohtona	1	≥18Ž	Ž, ?M	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	SAD	2013	Paris & Boyd 2018	
Ericaceae	<i>Oxydendrum arboreum</i>	autohtona	3	9	-	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2015-2017	Mach & Potter 2018	
Fabaceae	<i>Maackia amurensis</i>	alohtona	3	36	-	-		SAD	2015-2016	Mach & Potter 2018	
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i>	alohtona	3	23	-	-		SAD	2015-2016	Mach & Potter 2018	
Rutaceae	<i>Tetradium daniellii</i>	alohtona	3	22	-	-		SAD	2015	Mach & Potter 2018	
Sapindaceae	<i>Aesculus parviflora</i>	autohtona	2	3	-	-		SAD	2014-2015	Mach & Potter 2018	
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>	alohtona	2	4	-	-		SAD	2014-2015	Mach & Potter 2018	
Ranunculaceae	<i>Actaea racemosa</i>	autohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2018	Oommen 2018	
Rutaceae	<i>Tetradium daniellii</i>	alohtona	1	1Ž, 1M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	2019	Keegan 2019	
Asteraceae	Ratibida	autohtona	1	1Ž, 1M	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	SAD	-	Bishop 20xx	
Fabaceae	<i>Astragalus/Ononis</i>	autohtona	1	<1%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014	

Fabaceae	<i>Robinia</i>	alohtona	1	<1%	G	A	Analiziran polen sakupljen iz ćelija gnezda (broj ćelija nije preciziran); zastupljenost polena raznih biljaka izražen procentualno.	Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Fagaceae	<i>Castanea</i>	autohtona / ukrasna	1	12%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	alohtona	1	<1%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	autohtona / alohtona	1	81%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Rosaceae	<i>Rubus</i>	autohtona	1	<1%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Urticaceae / Moraceae	Bez preciziranja rodova	N/A	1	<1%	G	A		Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014
Vitaceae	<i>Parthenocissus</i>	alohtona	1	<1%	G	A	Italija	2012-2013	Quaranta et al. 2014	
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	100%	G	A	Analiziran polen sakupljen iz ćelija gnezda.	Nemačka	2015	Westrich et al. 2015
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	100%	G	A		Francuska	2013	Westrich et al. 2015
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2014	Westrich et al. 2015
Malvaceae	<i>Firmiana simplex</i>	alohtona	1	≥2	Ž	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	Francuska	-	Westrich et al. 2015
Fabaceae	<i>Lathyrus</i> sp.	autohtona / ukrasna	1	≥4	Ž	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	Švajcarska	2015	Dillier 2016
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	autohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Srbija	2017	Ćetković & Plećaš 2017
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona		≥6	Ž	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	100%	4	A	Analiziran polen sakupljen sa skope ženki.	Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona		96%		A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Lythraceae	<i>Lagerstroemia</i>	alohtona		3%	1Ž	A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> sp.	alohtona		1%		A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>	autohtona	1	76%		A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> sp.	alohtona	1	22%	1Ž	A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona	1	2%		A		Spanija	2018	Aguado et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium</i> (kao <i>Sophora</i>)	alohtona	1	100%	≥3Ž	A	Analiziran polen sakupljen sa skope ženki ("nekoliko").	Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Adoxaceae	<i>Viburnum</i>	autohtona / alohtona	1	<0.10%	G	A	Analiziran polen sakupljen iz raznih ćelija gnezda (broj ćelija nije preciziran) u "hotelu za pčele", nakon izlaska jedne odrasle jedinke ; zastupljenost polena raznih biljaka izražen procentualno.	Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Amaranthaceae	Chenopodioideae (bez preciziranja rodova)	N/A	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Anacardiaceae	<i>Pistacia</i> sp.	autohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Asteraceae	<i>Anthemis</i>	autohtona / alohtona	1	0.24%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Asteraceae	<i>Aster</i>	autohtona / alohtona	1	0.50%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Asteraceae	<i>Centaurea nigra</i>	autohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Asteraceae	Cichorioideae (bez preciziranja rodova)	N/A	1	0.12%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Betulaceae	<i>Betula</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Brassicaceae	<i>Draba</i>	autohtona / alohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Cupressaceae	<i>Sequoia</i>	alohtona	1	0.12%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Cyperaceae	Bez preciziranja rodova	N/A	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium</i> (kao <i>Sophora</i>)	alohtona	1	96.72%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Fabaceae	<i>Trifolium</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Fagaceae	<i>Quercus</i> (listopadni)	autohtona	1	0.26%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Fagaceae	<i>Quercus</i> (zimzeleni)	autohtona	1	0.33%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	autohtona / alohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018

Lamiaceae	<i>Mentha</i>	autohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Oleaceae	<i>Olea</i>	autohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Pinaceae	<i>Cedrus</i>	alohtona	1	0.12%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Pinaceae	<i>Picea</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Pinaceae	<i>Pinus</i> (mediteranski)	autohtona / alohtona	1	0.52%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i>	autohtona / ukrasna	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	autohtona	1	0.12%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	autohtona	1	0.11%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Platanaceae	<i>Platanus</i>	alohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Poaceae	Bez preciziranja rodova	N/A	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Vitaceae	<i>Vitis</i>	autohtona / alohtona	1	<0.10%	G	A		Francuska	2015	Andrieu-Ponel et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i> (kao <i>Sophora</i>)	alohtona	1	1	Ž	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	Francuska	2014	Le Féon & Geslin 2018
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2016	Le Féon & Geslin 2018
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Asteraceae	<i>Cirsium eriophorum</i>	autohtona	1	1	Ž	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Asteraceae	<i>Serratula tinctoria</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Caprifoliaceae	<i>Cephalaria leucantha</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	autohtona	2	2	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa columbaria</i>	autohtona	2	2	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> sp.	autohtona / ukrasna	2	2	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i> (kao <i>Sophora</i>)	alohtona	8	≥8	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima; broj se odnosi na unikatno zabeležene interakcije na nivou godine (kombinacija biljka/lokalitet/godina). Za interakcije zabeležene na <i>Lavandula</i> i <i>Perovskia</i> , odnos polova je procenjen konzervativno kao najmanje 25-30% udela ženki.	Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018 (zbir umanjen za 2 da bi se izbeglo preklapanje sa: Westrich_etal 2015; Le Féon & Geslin 2018)
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	1	2	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Lamiaceae	<i>Clinopodium acinos</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona	20	≥6Ž, ≥14?	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018 (zbir umanjen za 2 da bi se izbeglo preklapanje sa drugim izvorima)
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018 (zbir umanjen za 1 da bi se izbeglo preklapanje sa: Westrich_etal 2015)
Lamiaceae	<i>Perovskia</i>	alohtona	4	≥1Ž, ≥3?	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i>	autohtona	2	2	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Malvaceae	<i>Firmiana simplex</i>	alohtona	0	0	Ž	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: Westrich_etal 2015)
Rosaceae	<i>Rubus</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>	alohtona	1	2	Ž, M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Scrophulariaceae	<i>Buddleja davidii</i>	alohtona	3	≥3	M	-		Francuska	2011-2016	Le Féon et al. 2018
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	1	2	Ž, M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Spanija	2018	Ortiz-Sánchez et al. 2018

Rutaceae	<i>Tetradium daniellii</i>	alohtona	1	≥3Ž, ≥4M	Ž, M	Z	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, ženke sakupljale polen.	Švajcarska	2018	Rickenbach & Sprecher 2018
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	Italija	2019	Guariento et al. 2019
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	1	≥10 [=10-15]	≥2Ž, M	Z		Italija	2019	Guariento et al. 2019
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona	2	2	Ž	-		Italija	2019	Guariento et al. 2019
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	autohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno jer je najverovatnije greška u pitanju: biljka na fotografiji sa: iNaturalist.org 2020 je Carduus , ne Cirsium !)
Caprifoliaceae	<i>Knautia</i>	autohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: naturgucker.de 2020)
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i>	autohtona / ukrasna	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: naturgucker.de 2020 / iNaturalist.org 2020)
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	2	2	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (zbir umanjen za 6 da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	1	1	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (zbir umanjen na 11 da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Lamiaceae	<i>Mentha</i>	autohtona	0	0	-	-	Jedinke posmatrane i/ili sakupljene na cvetovima; brojevi se odnose na interakcije biljka-pčela evidentirane na osnovu fotografija na iNaturalist i naturgucker.de.	Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	autohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno jer je najverovatnije greška u pitanju: biljka na fotografiji sa: naturgucker.de 2020 je Origanum , ne Thymus !)
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i> (kao <i>L. salicina</i> [=SIC])	autohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Lythraceae	<i>Lythrum</i>	autohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)

Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	autohtona / alohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Rutaceae	<i>Citrus</i>	alohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja davidii</i>	alohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	alohtona	0	0	-	-		Evropa	2019	Guariento et al. 2019 (nije ubrojeno da bi se izbeglo preklapanje sa: iNaturalist.org 2020)
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i>	autohtona	1	-	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Krim	2019	Ivanov & Fateryga 2019
Asteraceae	<i>Inula helenium</i>	autohtona	1	-	Ž	-		Krim	2019	Ivanov & Fateryga 2019
Asteraceae	<i>Carduus acanthoides</i>	autohtona	1	-	Ž	-		Krim	2019	Ivanov & Fateryga 2019
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i> [korekcija, prethodno je bilo pogrešno identifikovano kao <i>Ballota</i>]	autohtona	1	100%	1Ž	A	Analiziran polen sakupljen sa skope ženki (na ulazu u gnezdo).	Krim	2019	Ivanov & Fateryga 2019, korigovano prema Ivanov et al. 2021
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-		Nemačka	2019	Westrich 2019
Fabaceae	<i>Lathyrus tuberosus</i>	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Nemačka	2019	Westrich 2019
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Nemačka	2019	Westrich 2019
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	autohtona	2	2	M	-		Nemačka	2019	Westrich 2019
Scrophulariaceae	<i>Buddleja davidii</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Nemačka	2019	Westrich 2019
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Italija	2019	Beewatching.it 2020
Fabaceae	<i>Wisteria sp.</i>	alohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Italija	2014	Entomologi Italiani 2020
Asteraceae	Rod ? (Cichorieae)	autohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Italija	2015	Flickr 2020
Asteraceae	<i>Carduus</i>	autohtona / alohtona	1	1	Ž	-		Italija	2019	iNaturalist.org 2020
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-		Italija	2019	iNaturalist.org 2020
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Spanija	2019	iNaturalist.org 2020
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Francuska	2018	iNaturalist.org 2020
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	4	3Ž, 2M	Ž, M	Z (1 loc)		Italija	2016-2019	iNaturalist.org 2020 (zbir umanjen za 1 loc da bi se izbeglo preklapanje sa: Guariento et al. 2019)
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	Spanija	2018	iNaturalist.org 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	5	4M, 1?	M, +?	-		Francuska	2008, 2018-2019	iNaturalist.org 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	6	2Ž, 4M	Ž, M	-		Italija	2019	iNaturalist.org 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	alohtona	1	1	M	-		Švajcarska	2018	iNaturalist.org 2020
Lamiaceae	<i>Mentha</i>	autohtona	1	1	Ž?	-		Italija	2019	iNaturalist.org 2020
Lamiaceae	<i>Vitex</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2019	iNaturalist.org 2020
Lythraceae	<i>Lythrum</i>	autohtona	4	3Ž, 1M	Ž, M	-		Italija	2018-2019	iNaturalist.org 2020
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	autohtona / alohtona	1	1	M	-		Italija	2017	iNaturalist.org 2020

Rutaceae	<i>Citrus</i>	alohtona	1	1	M	-		Spanija	2019	iNaturalist.org 2020
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	alohtona	3	2Ž, 1M	Ž, M	-		Italija	2018-2019	iNaturalist.org 2020
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	alohtona	1	1	Ž	-		Francuska	2019	iNaturalist.org 2020
Verbenaceae	<i>Verbena bonariensis</i>	alohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Švajcarska	2019	Insektenfotos.de 2020
Asteraceae	<i>Centaurea scabiosa</i>	autohtona	1	1	Ž	-		Austrija	2019	Lanner et al. 2020
Asteraceae	<i>Eutrochium fistulosum</i> (kao <i>Eupatorium</i>)	alohtona	1	3	Ž	-		Austrija	2019	Lanner et al. 2020
Caprifoliaceae	<i>Knautia</i>	autohtona	1	1	M	-		Švajcarska	2019	Lanner et al. 2020
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	autohtona / ukrasna	1	1	Ž	-		Austrija	2019	Lanner et al. 2020
Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i>	autohtona / ukrasna	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Švajcarska	2019	Lanner et al. 2020
Fabaceae	<i>Wisteria sinensis</i>	alohtona	2	2Ž, 2M	Ž, M	-		Austrija	2019	Lanner et al. 2020
Lamiaceae	<i>Betonica officinalis</i>	autohtona	1	1	Ž	-		Austrija	2018	Lanner et al. 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	alohtona	2	1Ž, 1M	Ž, M	-		Austrija	2018-2019	Lanner et al. 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	alohtona	2	2	Ž	-		Švajcarska	2019	Lanner et al. 2020
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i>	alohtona	1	2	Ž	-		Austrija	2019	Lanner et al. 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Francuska	2018	Le Monde des insectes 2020
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>	autohtona	1	1	Ž	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Italija	2015	Natura Mediterraneo 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-		Italija	2015	Natura Mediterraneo 2020
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	autohtona	1	1	M	-		Italija	2019	Natura Mediterraneo 2020
Caprifoliaceae	<i>Knautia</i>	autohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Andora	2017	naturgucker.de 2020
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	1	2	Ž	-		Nemačka	2019	naturgucker.de 2020
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	autohtona / ukrasna	1	1	M	-		Nemačka	2017	naturgucker.de 2020
Apiaceae	Rod ?	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2016	Observation.org 2020
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	autohtona	2	2	M	-		Francuska	2015-2016	Observation.org 2020
Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i>	autohtona	1	1	M	-	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima.	Francuska	2019	Observation.org 2020
Fabaceae	<i>Wisteria</i>	alohtona	1	1	M	-		Spanija	2018	Observation.org 2020
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	autohtona / ukrasna	3	1Ž, 3M	Ž, M	-		Francuska	2015-2019	Observation.org 2020
Lamiaceae	<i>Vitex</i>	autohtona	2	1Ž, 1M	Ž, M	-		Francuska	2019	Observation.org 2020
Lythraceae	<i>Lythrum</i>	autohtona	1	1	M	-		Francuska	2018	Observation.org 2020
Fabaceae	<i>Styphnolobium japonicum</i>	alohtona	15	118Ž, 4M	Ž, M	Z (6 loc)	Jedinke posmatrane/sakupljene na cvetovima, neke ženke sakupljale polen.	Srbija	2019	Bila Dubaić et al. 2022
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i> sp.	alohtona	1	1	Ž	-	Jedinka posmatrana u letu oko cveća.	Srbija	2019	Bila Dubaić et al. 2022

Prilog 6b. Pregled zabeleženih interakcija azijske pčele smolarice i biljaka: broj zabeleženih porodica i rodova biljaka (po regionima: Severna Amerika / Evropa), prikazan kroz broj lokacija evidentiranja i broj zabeleženih/procenjenih jedinki pčela po biljnom taksonu/regionu i kontekstu interakcije.

Legenda: kvantitativni pokazatelji sumirani su na tri nivoa specifičnosti interakcija: podaci zasnovani na **svim jedinkama** (#_LOC – sumarni broj lokaliteta registrovanja interakcije, #_SPEC – sumarni broj evidentiranih jedinki), podaci o interakcijama koje uključuju **ženke** (#_LOC/Ž – sumarni broj lokaliteta sa registrovanim ženkama, #_SPEC/Ž – sumarnu broj registrovanih ženki); nalazi zasnovani na uzorcima polena (iz gnezda ili sa skope ženke), ili koji uključuju opažanja o aktivnom sakupljanju **polena** (#_LOC/P – broj lokaliteta sa registrovanjem polena). Sumiranje vrednosti izvršeno je direktno iz primarne baze (Prilog P6a), ili, ako izvorne informacije nisu bile dovoljno precizirane, korišćene su minimalne moguće vrednosti (npr. 1 analizirano gnezdo = 1 lokacija / 1 jednika / 1 ženka); broj ženki je ili evidentiran kroz posmatranje/sakupljanje, ili je njihov broj izveden na osnovu zabeleženog gneždenja (1 analizirano gnezdo = 1 ženka); uzorci polena (i odgovarajući taksoni biljaka, odnosno, nalazi o interakcijama) sa udelom manjim od 1%, isključeni su iz tabele kao očigledni slučajevi kontaminacije, ili kao posledica pogrešnog uzorkovanja (nalazi sa udelom polena od 1–5% su prikazani tabelarno, ali su interpretirani kao slučajno sakupljanje, i kao takvi, isključeni su iz grafikona). Porodice biljaka sa najčešće beleženim interakcijama (=sa 10 ili više lokaliteta u celokupnom kolonizovanom arealu) u tabeli su obeležene tamnijom nijansom sive pozadine. Najvažniji rodovi biljaka hraniteljki, onih na kojima su najčešće beležene ženke smolarice (=na 5 ili više lokaliteta), označeni su "**boldirano**". Zastupljenost istočnoazijskih biljaka u interakcijama zabeleženim u okviru alohtonog areala: **IAE** – istočnoazijske egzote (neki od ovih rodova su šireg areala u azijskom i/ili austral-azijskom području); samo za neke od ovih rodova postoje zabeležene interakcije unutar autohtonog areala smolarice (označeno sa **IAE***); **IAA/sp** – rodovi rasprostranjeni i u istočnoj Aziji i u Americi, ali zabeležene interakcije u Americi su na vrstama azijskog porekla; **ŠRA** – šire rasprostranjeni rodovi biljaka (u severnoj hemisferi), za koje evidentirane interakcije uključuju istočnu Aziju (tj. i autohtoni i alohtoni areal).

Region:	Severna Amerika		Evropa		Ukupno za alohtoni areal			
Broj porodica biljaka:	20		14		24			
Broj rodova biljaka:	38		37		62			
	SVE JEDINKE				ŽENKE			Azijski rodovi
Takson:	#_LOC	#_SPEC	#_LOC	#_SPEC	#_LOC/Ž	#_SPEC/Ž	#_LOC/P	
Apiaceae	1	1	2	2	1	1	0	
<i>Daucus</i>	1	1						
<i>Eryngium</i>			1	1	1	1		
<i>Gen_? (DIV)</i>			1	1				
Apocynaceae	7	18	0	0	4	6	0	
<i>Asclepias</i>	7	18			4	6		
Asteraceae	7	9	14	16	12	14	0	
<i>Carduus</i>	1	1	2	2	3	3		
<i>Centaurea</i>			2	2	1	1		
<i>Cichorium</i>			1	1	1	1		
<i>Cirsium</i>	1	2	4	4	1	1		
<i>Eutrochium</i>			1	3	1	3		
<i>Helianthus</i>			1	1	1	1		
<i>Inula</i>			1	1	1	1		
<i>Liatris</i>	2	2						
<i>Ratibida</i>	1	2			1	1		
<i>Rudbeckia</i>	1	1			1	1		

<i>Serratula</i>			1	1				
<i>Solidago</i>	1	1			1	1		
<i>Gen_? (Cichorieae)</i>			1	1				
Bignoniaceae	3	4	0	0	2	2	1	
<i>Catalpa</i>	3	4			2	2	1	
Boraginaceae	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Echium</i>	1	1						
Caprifoliaceae	0	0	11	11	1	1	0	
<i>Cephalaria</i>			1	1				
<i>Knautia</i>			2	2				
<i>Scabiosa</i>			7	7	1	1		
<i>Valeriana</i>			1	1				
Crassulaceae	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Sedum</i>	1	1						
Ericaceae	4	11	0	0	0	0	0	
<i>Oxydendrum</i>	4	11						
Fabaceae	45	342	52	191	73	337	26	+
<i>Apios</i>	2	43			2	30	1	
<i>Crotalaria</i>	2	3			2	3	2	IAA/sp
<i>Lathyrus</i>	15	160	5	8	19	105	5	
<i>Maackia</i>	3	36						IAE
<i>Melilotus</i>	2	15			1	1		
<i>Pueraria</i>	1	11						IAE*
<i>Securigera</i>	1	1						
<i>Styphnolobium</i>	19	73	32	154	43	189	17 ¹⁾	IAA/sp
<i>Trifolium</i>			1	1				
<i>Wisteria</i>			15	29	7	10	2	IAA/sp
Fagaceae	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Castanea</i>			1	1	1	1	1 ²⁾	
Hydrangeaceae	1	1	0	0	0	0	0	+
<i>Hydrangea</i>	1	1						IAA/sp
Lamiaceae	10	71	65	67	27	35	1	+
<i>Betonica</i>			1	1	1	1		
<i>Clinopodium</i>			1	1				
<i>Lavandula</i>			48	49	16	16	1 ³⁾	
<i>Mentha</i>			1	1	1	1		
<i>Origanum</i>	1	1	2	2				
<i>Perovskia</i>	2	34	4	4	2	7		
<i>Pycnanthemum</i>	1	1			1	1		
<i>Salvia</i>			1	1				
<i>Vitex</i>	6	35	6	7	5	8		ŠRA
Lythraceae	15	24	9	9	8	8	0	+
<i>Lagerstroemia</i>			1	1	1	1	1 ⁴⁾	IAE*
<i>Lythrum</i>	15	24	8	8	7	7		ŠRA
Malvaceae	0	0	1	2	1	2	1	+
<i>Firmiana</i>			1	2	1	2	1	IAE*
Oleaceae	17	22	4	4	8	10	6	+

<i>Chionanthus</i>	1	1			1	1	1	
Ligustrum	16	21	4	4	7	9	5 ⁵⁾	ŠRA
Plantaginaceae	2	3	0	0	1	1	0	
<i>Veronicastrum</i>	2	3			1	1		
Plumbaginaceae	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Limonium</i>	1	1						
Ranunculaceae	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Actaea</i>	1	1						
Rosaceae	0	0	1	1	0	0	0	
<i>Rubus</i>			1	1				
Rubiaceae	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Cephalanthus</i>	1	1						
Rutaceae	4	24	2	8	2	4	1	+
<i>Citrus</i>			1	1				IAE*
<i>Tetradium</i>	4	24	1	7	2	4	1	IAE
Sapindaceae	17	34	1	2	2	2	0	+
<i>Aesculus</i>	2	3						
<i>Koelreuteria</i>	15	31	1	2	2	2		IAE
Scrophulariaceae	3	3	9	9	6	6	0	
Buddleja	2	2	9	9	5	5		
<i>Verbascum</i>	1	1			1	1		
Verbenaceae	1	1	1	1	1	1	0	
<i>Verbena</i>	1	1	1	1	1	1		
Ukupno (sume na nivou roda)	142	573	173	324	150	431	37	14

Napomene uz kolonu #_LOC/P:

- 1) Uključuje 3 uzorka iz gnezda i 8 uzoraka sa skope ženki (sa ukupno 5 lokaliteta).
- 2) Na osnovu 1 uzorka iz gnezda.
- 3) Na osnovu 2% polena u 1 uzorku sa skope ženke; interpretirano kao slučajno sakupljanje, odnosno kontaminacija.
- 4) Na osnovu 3% polena u 1 uzorku sa skope ženke; interpretirano kao slučajno sakupljanje, odnosno kontaminacija.
- 5) Uključuje 1 uzorak iz gnezda i 2 uzorka sa skope ženke.

Prilog 6c. Usporedni pregled rodova biljaka na kojima su zabeležene posete azijske pčele smolarice u okviru autohtonog areala (sa statusom roda u odgovarajućoj državi), u poređenju sa dokumentovanim interakcijama izvan Azije.

Takson	Kina	Japan	S. Amerika	Evropa
Ericaceae				
<i>Vaccinium</i>		autohtona		
Fabaceae				
<i>Dumbaria</i>		autohtona		
<i>Lespedeza</i>		autohtona		
<i>Medicago</i>	alohtona			
<i>Millettia</i>		autohtona		
<i>Phaseolus</i>		alohtona		
<i>Pueraria</i>		autohtona	+	
<i>Vigna</i>		autohtona		
Lamiaceae				
<i>Vitex</i>	autohtona	autohtona	+	+
Lythraceae				
<i>Lagerstroemia</i>	autohtona			+
<i>Lythrum</i>	autohtona		+	+
Malvaceae				
<i>Hibiscus</i>	autohtona			
<i>Firmiana</i>		autohtona		+
Oleaceae				
<i>Ligustrum</i>		autohtona	+	+
Rutaceae				
<i>Citrus</i>		autohtona		+

Prilog 6d. Broj analiziranih uzoraka polena i procenat polena u pojedinačnim uzorcima (isključene su biljake evidentirane sa vrednostima manjim od 1% u uzorku); ukupan broj analiziranih uzoraka je najmanje 14, uključujući 4 uzetih iz gnezda i oko 10 uzorkovanih sa skopa ženki (sve iz Evrope).

Takson	#_uzoraka	% /po uzorku	Napomena
Fabaceae			
<i>Styphnolobium</i>	12	96-100%	
Fagaceae			
<i>Castanea</i>	1	12%	
Lamiaceae			
<i>Lavandula</i>	1	2%	=akcidentalni nalaz / kontaminacija
Lythraceae			
<i>Lagerstroemia</i>	1	3%	=akcidentalni nalaz / kontaminacija
Oleaceae			
<i>Ligustrum</i>	3	1%-81%-98%	

Prilog 7. Baza kompiliranih nalaza *M. sculpturalis* za šire područje jugoistočne i istočne Evrope (sredeni abecedno po državama i lokacijama, a kod ponovljenih nalaza hronološki). Nazivi lokacija su prikazani pojednostavljeno, uglavnom na grubljoj administrativnoj skali (opština ili veći grad; samo izuzetno manji lokalitet); preciznost je obezbeđena kombinovanjem sa koordinatama u WGS84 sistemu. Koordinate su poreklom iz različitih izvora, korišćena je najbolja dostupna preciznost i tačnost; za brojne nalaze kod kojih nedostaju tačne informacije, georeferenciranje je urađeno približno (korišćenjem programa Google Earth Pro), konzervativnom interpretacijom. Shodno tome, neke od “dupliranih” lokacija bi mogle realno predstavljati odvojene lokacije (tj. međusobno udaljene >250 m).

R.b. Nalaza	R.b. Lok.	Zemlja	Lokacija	Geogr. širina	Geogr. dužina	Datum	Pol	Biljke (izvor nektara ili polena)	Gnežđenje i druge aktivnosti	Gustina ljudske populacije / gradijent urbanizacije	Nadmorska visina (m)	Način prikupljanja podataka	Izvor podataka PGN i prikupljanje podataka iz drugih izvora	Primarni izvor podataka
1	1	Bosna i Hercegovina	Banja Luka 01	44.77699	17.21097	03.08.2020	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	156	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
2	2	Bosna i Hercegovina	Banja Luka 02	44.77219	17.21263	03.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	154	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
3	3	Bosna i Hercegovina	Banja Luka 03	44.76213	17.20963	03.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	166	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
4	4	Bosna i Hercegovina	Banja Luka 04	44.76728	17.19221	03.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	159	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
5	5	Bosna i Hercegovina	Banja Luka 05	44.77787	17.18547	03.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	168	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
6	6	Bosna i Hercegovina	Bijeljina, Pučile	44.72187	19.20614	08.08.2020	Ž	-	prikuplja kalemarski	ruralno / srednja gustina	106	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
7	7	Bosna i Hercegovina	Tjentište (Sutjeska)	43.34598	18.68681	30.07.2021	M	<i>Dipsacus sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	625	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
8	8	Bugarska	Stara Zagora	42.42240	25.62457	07.08.2021	Ž	-	usporena, skoro pa u	urbano / velika gustina	210	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	iNaturalist.org
9	9	Hrvatska	Baračeve špilje	44.98441	15.72319	24.07.2021	?	-	-	ruralno / niska gustina	307	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
10	10	Hrvatska	Gospić env.	44.54100	15.23967	28.07.2021	M	<i>Cirsium sp. ?</i>	-	ruralno / niska gustina	804	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za alpski region
11	11	Hrvatska	Gruda	42.52149	18.37645	15.07.2021	M	<i>Vitex</i>	-	ruralno / srednja gustina	58	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	iNaturalist.org
12	12	Hrvatska	Legrad	46.29572	16.85524	11.07.2021	M, Ž	-	u borbi	ruralno / srednja gustina	133	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za alpski region
13	13	Hrvatska	Makarska	43.29036	17.02035	07.07.2021	?	-	-	urbano / srednja gustina	7	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
14	14	Hrvatska	Plitvička jezera	44.81895	15.68241	26.07.2021	?	-	-	ruralno / niska gustina	726	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
15	15	Hrvatska	Pula 01	44.91870	13.81362	06.08.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / srednja gustina	10	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
16	16	Hrvatska	Pula 02	44.86655	13.84959	23.06.2021	?	-	-	urbano / srednja gustina	8	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
17	16	Hrvatska	Pula 02	44.86655	13.84959	29.06.2021	M	-	-	urbano / srednja gustina	8	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
18	17	Hrvatska	Sinj	43.70232	16.63735	12.07.2021	M	<i>Lavandula sp.</i>	-	urbano / srednja gustina	334	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
19	18	Hrvatska	Split	43.51511	16.44271	05.08.2019	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	27	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	iNaturalist.org
20	19	Hrvatska	Sveti Juraj	44.95361	14.92722	12-22.06.2018	Ž	-	-	ruralno / niska gustina	17	oportunistički nalazi	prikupljanje podataka iz online izvora - ra Resl 2018–2021	
21	19	Hrvatska	Sveti Juraj	44.95361	14.92722	11-20.06.2019	?	-	-	ruralno / niska gustina	17	oportunistički nalazi	prikupljanje podataka iz online izvora - ra Resl 2018–2021	
22	20	Hrvatska	Trogir	43.51898	16.25121	28.06.2018	M	-	-	urbano / srednja gustina	7	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	iNaturalist.org
23	21	Hrvatska	Trpanj	43.00868	17.27053	02.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	7	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
24	22	Hrvatska	Zagreb 01	45.76542	15.98834	24.07.2021	Ž	<i>Dipsacus sp.</i>	-	urbano / velika gustina	122	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
25	23	Hrvatska	Zagreb 02	45.82808	15.98306	26.07.2021	M	-	mrtva	urbano / velika gustina	178	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
26	24	Mađarska	Algyo	46.33218	20.20764	23.08.2021	Ž	-	mrtva	ruralno / srednja gustina	82	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
27	25	Mađarska	Bálványos	46.77927	17.95292	11.08.2021	Ž	-	mrtva	ruralno / srednja gustina	188	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
28	26	Mađarska	Békéscsaba 01	46.68283	21.10021	14.07.2021	M	<i>Lavandula sp.</i>	-	urbano / srednja gustina	89	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
29	26	Mađarska	Békéscsaba 01	46.68283	21.10021	11.08.2021	Ž	-	gnežđenje	urbano / srednja gustina	89	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
30	27	Mađarska	Békéscsaba 02	46.66779	21.08780	03.07.2020	M	-	-	urbano / srednja gustina	88	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
31	27	Mađarska	Békéscsaba 02	46.66779	21.08780	09.07.2021	?	-	gnežđenje	urbano / srednja gustina	88	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
32	28	Mađarska	Budapest 01	47.47824	19.03148	na.na.2018	M	-	gnežđenje (drvena gr	urbano / velika gustina	112	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
33	28	Mađarska	Budapest 01	47.47824	19.03148	05.07.2019	M	-	gnežđenje (drvena gr	urbano / velika gustina	112	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
34	29	Mađarska	Budapest 02	47.40271	19.17111	26.08.2019	Ž	-	-	urbano / srednja gustina	114	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	iNaturalist.org
35	30	Mađarska	Budapest 03	47.57504	19.04189	16.07.2020	M	-	-	urbano / velika gustina	105	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
36	31	Mađarska	Budapest 04	47.49502	19.03957	02.08.2020	M, Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	146	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
37	31	Mađarska	Budapest 04	47.49502	19.03957	14.07.2021	M, Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	146	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
38	31a	Mađarska	Budapest 04a	47.49604	19.03746	16.07.2021	M	-	-	urbano / velika gustina	135	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
39	32	Mađarska	Budapest 05	47.49901	18.99053	17.07.2021	M	-	mrtva	urbano / velika gustina	376	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
40	33	Mađarska	Csopak	46.97505	17.92655	20.08.2021	Ž	-	gnežđenje	urbano / srednja gustina	138	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
41	34	Mađarska	Debrecen 01	47.55404	21.63139	24.06.2018	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	134	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	izletlábú határozó -lepkék
42	35	Mađarska	Debrecen 02	47.55350	21.62604	08.07.2020	Ž	-	-	urbano / velika gustina	131	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	izletlábú határozó -lepkék
43	36	Mađarska	Drávacsehi	45.81298	18.16663	30.07.2019	Ž	-	gnežđenje (veštačko)	ruralno / srednja gustina	93	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
44	37	Mađarska	Fonyód	46.73975	17.55915	03.08.2021	Ž	<i>Tetradium sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	117	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
45	38	Mađarska	Gödöllő	47.59718	19.40430	25.06.2018	M	-	-	ruralno / srednja gustina	200	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnjačkih baza podataka	izletlábú határozó -lepkék

46	39	Mađarska	Gyöngyös 01	47.78494	19.93422	17.07.2015	M	-	gneždenje	urbano / srednja gustina	178	oportunistički nalazi	n/a	podaci iz istraživanja auto
47	40	Mađarska	Gyöngyös 02	47.77511	19.92997	na.07.2021	Ž	-	gneždenje	urbano / srednja gustina	161	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
48	41	Mađarska	Gyula 01	46.64492	21.27793	16.07.2021	M	-	gneždenje	urbano / srednja gustina	91	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
49	42	Mađarska	Gyula 02	46.64184	21.28250	01.10.2021	Ž	-	-	urbano / srednja gustina	94	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	lična komunikacija (nakon
50	43	Mađarska	Hajdúbüszörmény	47.67110	21.51270	20.07.2020	Ž	-	-	urbano / srednja gustina	127	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
51	44	Mađarska	Harkány	45.85030	18.25207	29.07.2020	Ž	-	-	ruralno / srednja gustina	97	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka	iNaturalist.org
52	45	Mađarska	Harta	46.69576	19.03444	23.06.2018	M, Ž	-	gneždenje	ruralno / srednja gustina	96	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka	izletlábúak.hu
53	46	Mađarska	Lake Balaton	46.87075	17.91263	08.07.2021	Ž	<i>Lavandula sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	103	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
54	46	Mađarska	Lake Balaton	46.87075	17.91263	23.07.2021	Ž	<i>Tetradium sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	103	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
55	47	Mađarska	Pécs	46.07666	18.20825	14.07.2021	M	<i>Vitex</i>	-	urbano / velika gustina	168	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka	iNaturalist.org
56	48	Mađarska	Rákócziújfalú	47.05770	20.26652	20.07.2021	?	<i>Helianthus annuus</i>	-	ruralno / srednja gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	lična komunikacija (nakon
57	49	Mađarska	Somogyvár	46.59460	17.63889	22.07.2021	M	<i>Lavandula sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	169	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka	iNaturalist.org
58	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	13.06.2018	M	-	gneždenje	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
59	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	22.08.2019	Ž	-	mrtva	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
60	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	09.07.2020	M	-	-	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Lepekék, bogarak h
61	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	01.08.2020	Ž	-	gneždenje	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Lepekék, pókok, bogarak h
62	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	02.08.2020	Ž	-	gneždenje	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
63	50	Mađarska	Szeged 01	46.25310	20.14145	22.07.2021	M	<i>Dipsacus sp.</i>	-	urbano / velika gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
64	51	Mađarska	Szeged 02	46.24085	20.14030	16.06.2018	M	-	gneždenje	urbano / velika gustina	84	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka	izletlábúak.hu
65	52	Mađarska	Szeged 03	46.23528	20.12301	07.08.2019	Ž	-	mrtva	urbano / velika gustina	81	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Lepekék, pókok, bogarak h
66	53	Mađarska	Tarhos	46.81316	18.21098	29.07.2019	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	87	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Lepekék, pókok, bogarak h
67	54	Mađarska	Vajta	46.71931	18.66195	11.08.2021	Ž	-	gneždenje	ruralno / srednja gustina	127	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
68	55	Mađarska	Veszprém	47.10026	17.90910	13.07.2021	?	-	-	urbano / velika gustina	226	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	izletlábú határozó -lepkék
69	56	Mađarska	Zsámbok	47.54789	19.60991	09.07.2017	M	-	-	ruralno / srednja gustina	133	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Rovarok, pókok
70	57	Crna Gora	Budva	42.28662	18.83768	29.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	6	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
71	58	Crna Gora	Kotor	42.41653	18.76585	27.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	24	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
72	59	Crna Gora	Tivat 01	42.44195	18.69168	24.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	8	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
73	60	Crna Gora	Tivat 02	42.43892	18.69277	24.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	3	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
74	61	Rumunija	Bucharest	44.42359	26.10233	16.07.2019	Ž	<i>Carduus sp.</i>	-	urbano / velika gustina	72	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Hymenopterists Forum
75	62	Srbija	Ada	45.79674	20.13371	07.08.2020	Ž	-	gneždenje	urbano / srednja gustina	86	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
76	62	Srbija	Ada	45.79674	20.13371	16.08.2020	Ž	-	gneždenje	urbano / srednja gustina	86	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
77	63	Srbija	Bačka Topola 01	45.82097	19.62987	28.07.2020	Ž	-	mrtva	urbano / srednja gustina	96	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
78	64	Srbija	Bačka Topola 02	45.81640	19.62988	16.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	100	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
79	64	Srbija	Bačka Topola 02	45.81640	19.62988	17.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	100	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
80	64	Srbija	Bačka Topola 02	45.81640	19.62988	18.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	100	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
81	65	Srbija	Bačka Topola 03	45.83426	19.63351	20-28.07.2020	Ž	-	sakupljanje smole	ruralno / niska gustina	96	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
82	65	Srbija	Bačka Topola 03	45.83426	19.63351	18.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	96	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
83	66	Srbija	Bačka Topola 04	45.84646	19.63646	15.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	108	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
84	67	Srbija	Bački Maglić	45.36860	19.53810	20.07.2019	M, Ž	-	-	ruralno / srednja gustina	82	oportunistički nalazi	n/a	podaci iz istraživanja auto
85	68	Srbija	Bački Petrovac	45.35956	19.59099	07.07.2021	?	-	-	urbano / srednja gustina	87	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
86	69	Srbija	Banatsko Veliko Se	45.82298	20.60325	23.07.2020	M	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	78	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
87	70	Srbija	Beograd 01	44.85471	20.39151	06.07.2021	?	-	-	urbano / velika gustina	99	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
88	71	Srbija	Beograd 02	44.85287	20.39761	17.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	100	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
89	72	Srbija	Beograd 03	44.84948	20.40643	27.07.2020	Ž	-	gneždenje	urbano / velika gustina	106	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
90	73	Srbija	Beograd 04	44.84115	20.40654	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
91	73a	Srbija	Beograd 04a	44.84068	20.40705	01.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
92	73a	Srbija	Beograd 04a	44.84068	20.40705	06.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
93	74	Srbija	Beograd 05	44.83943	20.40935	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	77	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
94	74a	Srbija	Beograd 05a	44.84095	20.40947	15.07.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	79	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
95	74a	Srbija	Beograd 05a	44.84095	20.40947	26.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	79	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
96	74b	Srbija	Beograd 05b	44.83998	20.41028	01.07.2021	M	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	79	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
97	75	Srbija	Beograd 06	44.84070	20.41199	06.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
98	75	Srbija	Beograd 06	44.84070	20.41199	26.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
99	75	Srbija	Beograd 06	44.84070	20.41199	03.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
100	75a	Srbija	Beograd 06	44.83858	20.41200	26.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
101	76	Srbija	Beograd 07	44.83826	20.40149	05.07.2021	Ž	-	mrtva	urbano / velika gustina	80	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
102	77	Srbija	Beograd 08	44.83637	20.37585	04.08.2021	Ž	-	gneždenje (2 gnezda)	urbano / velika gustina	92	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
103	78	Srbija	Beograd 09	44.83442	20.39774	19.07.2021	Ž	-	gneždenje (minimum urbane)	urbano / velika gustina	94	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
104	78	Srbija	Beograd 09	44.83442	20.39774	02.08.2021	Ž	-	gneždenje	urbano / velika gustina	94	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
105	78	Srbija	Beograd 09	44.83442	20.39774	19.08.2021	Ž	-	gneždenje	urbano / velika gustina	94	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto

106	79	Srbija	Beograd 10	44.83395	20.40534	13.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	82	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
107	80	Srbija	Beograd 11	44.82645	20.44960	12.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	77	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
108	81	Srbija	Beograd 12	44.82347	20.45078	06.07.2021	M, Ž	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	121	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
109	82	Srbija	Beograd 13	44.82282	20.45494	12.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	101	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
110	83	Srbija	Beograd 14	44.82164	20.44831	24.07.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	98	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
111	84	Srbija	Beograd 15	44.81994	20.45270	29.06.2021	M	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	116	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
112	84	Srbija	Beograd 15	44.81994	20.45270	06.07.2021	M	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	116	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
113	84a	Srbija	Beograd 15a	44.82164	20.45087	12.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	117	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
114	85	Srbija	Beograd 16	44.81978	20.53591	14.07.2021	M, Ž	<i>Tetradium sp.</i>	-	urbano / velika gustina	105	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
115	85	Srbija	Beograd 16	44.81978	20.53591	16.07.2021	M, Ž	<i>Tetradium sp.</i>	-	urbano / velika gustina	105	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
116	86	Srbija	Beograd 17	44.81934	20.45740	02.07.2021	M	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	116	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
117	87	Srbija	Beograd 18	44.81811	20.41590	29.06.2020	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	79	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
118	87	Srbija	Beograd 18a	44.81811	20.41590	03.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	79	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
119	88	Srbija	Beograd 19	44.81622	20.44975	10.07.2021	M	<i>Verbena bonariensis</i>	-	urbano / velika gustina	68	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
120	88	Srbija	Beograd 19	44.81622	20.44975	10.07.2021	M	<i>Verbena bonariensis</i>	-	urbano / velika gustina	68	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
121	88	Srbija	Beograd 19	44.81622	20.44975	12.07.2021	?	<i>Verbena bonariensis</i>	-	urbano / velika gustina	68	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
122	88	Srbija	Beograd 19	44.81622	20.44975	16.07.2021	M	<i>Verbena bonariensis</i>	-	urbano / velika gustina	68	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
123	89	Srbija	Beograd 20	44.81505	20.47258	04.08.2021	Ž	-	gnežđenje (minimum	urbano / velika gustina	102	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
124	89	Srbija	Beograd 20	44.81505	20.47258	11.08.2021	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	102	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
125	89	Srbija	Beograd 20	44.81505	20.47258	19.08.2021	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	102	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
126	90	Srbija	Beograd 21	44.81399	20.40924	29.06.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	78	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
127	91	Srbija	Beograd 22	44.81361	20.43321	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	83	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
128	92	Srbija	Beograd 23	44.81299	20.45163	10.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	82	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
129	92	Srbija	Beograd 23	44.81299	20.45163	12.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	82	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
130	92	Srbija	Beograd 23	44.81299	20.45163	01.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	82	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
131	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	30.06.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
132	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	01.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
133	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	02.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
134	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	03.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
135	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	05.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
136	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	06.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
137	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	07.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
138	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	09.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
139	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	10.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
140	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	12.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
141	93	Srbija	Beograd 24	44.81280	20.46010	15.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
142	93a	Srbija	Beograd 24a	44.81264	20.45888	23.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	116	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
143	94	Srbija	Beograd 25	44.81209	20.38770	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	77	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
144	95	Srbija	Beograd 26	44.81209	20.48653	08.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	115	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
145	96	Srbija	Beograd 27	44.81169	20.41645	09.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
146	97	Srbija	Beograd 28	44.81156	20.45687	09.07.2021	M	<i>Buddleja sp., Lavandula</i>	-	urbano / velika gustina	89	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
147	98	Srbija	Beograd 29	44.81145	20.46370	01.07.2020	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
148	98	Srbija	Beograd 29	44.81145	20.46370	01.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
149	98	Srbija	Beograd 24	44.81145	20.46370	02.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
150	98	Srbija	Beograd 29	44.81145	20.46370	03.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
151	98	Srbija	Beograd 29	44.81145	20.46370	06.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
152	98	Srbija	Beograd 29	44.81145	20.46370	12.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	127	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
153	99	Srbija	Beograd 30	44.81076	20.38267	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
154	100	Srbija	Beograd 31	44.80775	20.47403	19.06.2021	M	<i>Catalpa sp.</i>	-	urbano / velika gustina	132	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
155	101	Srbija	Beograd 32	44.80722	20.45866	03.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
156	101	Srbija	Beograd 32	44.80722	20.45866	25.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
157	102	Srbija	Beograd 33	44.80462	20.47923	04.07.2017	M	<i>Trifolium repens</i>	-	urbano / velika gustina	126	oportunistički nalazi	n/a	podaci iz istraživanja auto
158	103	Srbija	Beograd 34	44.80434	20.39139	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	78	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
159	104	Srbija	Beograd 35	44.80306	20.49123	12.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	142	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
160	105	Srbija	Beograd 36	44.80243	20.44706	03.07.2021	M	<i>Lavandula sp.</i>	-	urbano / velika gustina	75	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
161	106	Srbija	Beograd 37	44.80124	20.37624	13.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	85	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
162	107	Srbija	Beograd 38	44.80118	20.39167	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	86	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
163	108	Srbija	Beograd 39	44.80069	20.36519	06.07.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	76	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
164	108	Srbija	Beograd 39	44.80069	20.36519	07.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	76	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
165	109	Srbija	Beograd 40	44.79797	20.46364	04.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	133	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto

166	109	Srbija	Beograd 40	44.79797	20.46364	16.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	133	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
167	109	Srbija	Beograd 40	44.79797	20.46364	22.07.2021	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	133	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
168	109a	Srbija	Beograd 40a	44.79994	20.46502	22.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	140	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
169	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	02.08.2019	Ž	<i>Buddleja sp.</i> (u letu okc	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
170	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	04.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
171	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	13.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
172	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	16.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
173	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	12.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	gnežđenje	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
174	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	23.08.2021	Ž	-	gnežđenje (u stablu 7	urbano / velika gustina	123	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
175	110	Srbija	Beograd 41	44.79527	20.46635	25.08.2021	Ž	-	gnežđenje (u stablu 7	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
176	111	Srbija	Beograd 42	44.79601	20.29127	06.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
177	111	Srbija	Beograd 42	44.79601	20.29127	11.07.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
178	111	Srbija	Beograd 42	44.79601	20.29127	15.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
179	111	Srbija	Beograd 42	44.79601	20.29127	27.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
180	111	Srbija	Beograd 42	44.79601	20.29127	28.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
181	112	Srbija	Beograd 43	44.79445	20.37442	05.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	77	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
182	112	Srbija	Beograd 43	44.79445	20.37442	15.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	77	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
183	113	Srbija	Beograd 44	44.79429	20.51570	02.08.2021	Ž	-	gnežđenje (u stablu 7	urbano / velika gustina	223	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
184	114	Srbija	Beograd 45	44.79393	20.28740	06.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	91	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
185	114	Srbija	Beograd 45	44.79393	20.28740	27.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	91	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
186	114	Srbija	Beograd 45	44.79393	20.28740	06.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	91	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
187	114	Srbija	Beograd 45	44.79393	20.28740	13.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	91	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
188	114	Srbija	Beograd 45	44.79393	20.28740	28.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	91	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
189	115	Srbija	Beograd 46	44.79052	20.46907	02.08.2019	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
190	115	Srbija	Beograd 46	44.79052	20.46907	06.08.2019	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
191	115	Srbija	Beograd 46	44.79052	20.46907	16.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
192	115	Srbija	Beograd 46	44.79052	20.46907	22.07.2021	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	93	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
193	116	Srbija	Beograd 47	44.78733	20.52198	16.08.2020	Ž	-	sakupljanje smole	urbano / velika gustina	234	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
194	117	Srbija	Beograd 48	44.78175	20.49840	16.07.2020	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	142	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
195	117	Srbija	Beograd 48	44.78175	20.49840	25.06/05.08.2021	M, Ž	-	gnežđenje (2 gnezda)	urbano / velika gustina	142	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
196	118	Srbija	Beograd 49	44.78138	20.41976	06.08.2019	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
197	118	Srbija	Beograd 49	44.78138	20.41976	13.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	123	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
198	119	Srbija	Beograd 50	44.78077	20.44716	13.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	110	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
199	120	Srbija	Beograd 51	44.77467	20.48248	13.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	120	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
200	121	Srbija	Beograd 52	44.77396	20.45599	16.07.2021	M, Ž	<i>Lavandula sp.</i>	-	urbano / velika gustina	192	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
201	122	Srbija	Beograd 53	44.75778	20.42446	30.07.2021	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	184	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
202	123	Srbija	Beograd 54	44.81952	20.40262	01.07.2021	M	<i>Koelreuteria</i>	-	urbano / velika gustina	78	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
203	124	Srbija	Beograd 55	44.80005	20.32932	18.07.2021	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	98	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
204	124	Srbija	Beograd 55	44.80005	20.32932	28.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	98	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
205	125	Srbija	Beograd, Zuce	44.70568	20.57049	10.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	111	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
206	125	Srbija	Beograd, Zuce	44.70568	20.57049	11.07.2021	M, Ž	<i>Buddleja sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	111	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
207	126	Srbija	Beograd, Obrenovc	44.65779	20.20824	22.07.2021	Ž	-	gnežđenje (minimum	urbano / srednja gustina	82	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
208	126	Srbija	Beograd, Obrenovc	44.65779	20.20824	27.07.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	82	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
209	126a	Srbija	Beograd, Obrenovc	44.65697	20.20750	27.07.2021	Ž	<i>Tetradium sp.</i>	-	urbano / srednja gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
210	127	Srbija	Čačak 01	43.89458	20.34119	01.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	245	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
211	127a	Srbija	Čačak 01a	43.88916	20.34037	09.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	246	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
212	128	Srbija	Čačak 02	43.90164	20.34776	02.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	243	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
213	129	Srbija	Čačak 03	43.88112	20.36022	08.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	240	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
214	130	Srbija	Čačak 04	43.89512	20.35295	11.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	243	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
215	131	Srbija	Čačak, Jančići	43.95656	20.17031	16-22.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	438	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
216	132	Srbija	Čačak, Trbušani	43.92335	20.32132	16-22.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	264	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
217	133	Srbija	Čoka env.	45.80797	20.15412	10.07.2021	Ž	<i>Asclepias syriaca</i>	-	ruralno / niska gustina	76	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
218	134	Srbija	Kragujevac env.	43.96932	20.83405	07.08.2020	Ž	-	mrtva	ruralno / niska gustina	275	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
219	135	Srbija	Lajkovac env.	44.40123	20.20192	12.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	126	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
220	135	Srbija	Lajkovac env.	44.40123	20.20192	22.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	126	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
221	136	Srbija	Lazarevac env.	44.47047	20.29035	28.07.2020	M	-	aktivna u zatvorenom	ruralno / srednja gustina	107	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
222	137	Srbija	Lučani env.	43.65448	20.35770	12.07.2021	Ž	<i>Centaurea sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	974	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
223	138	Srbija	Negotin	44.22745	22.52456	09.07.2021	M	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	42	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
224	139	Srbija	Niš 01	43.32814	21.90663	29.06.2021	?	-	gnežđenje (1 gnezdo)	urbano / velika gustina	200	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
225	140	Srbija	Niš 02	43.31233	21.89460	04.07.2021	M	-	mrtva	urbano / velika gustina	195	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)

226	141	Srbija	Novi Sad 01	45.26064	19.83133	03.07.2020	M	-	mrtva	urbano / velika gustina	83	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
227	141a	Srbija	Novi Sad 01a	45.26044	19.83209	29.06.2021	M	<i>Jacobaea maritima</i>	-	urbano / velika gustina	83	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
228	142	Srbija	Novi Sad 02	45.26109	19.81351	05.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
229	143	Srbija	Novi Sad 03	45.25488	19.85042	05.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	81	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
230	144	Srbija	Novi Sad 04	45.25470	19.85452	13.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	85	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
231	145	Srbija	Novi Sad 05	45.24095	19.83669	13.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	85	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
232	146	Srbija	Novi Sad 06	45.24041	19.84113	22.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	86	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
233	147	Srbija	Novi Sad 07	45.23670	19.83906	11.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	88	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
234	148	Srbija	Novi Sad 08	45.26059	19.85538	24.06.2021	M	-	-	urbano / velika gustina	85	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
235	149	Srbija	Novi Sad 09	45.23637	19.81098	09.08.2021	Ž	-	na četinaru	urbano / velika gustina	79	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
236	150	Srbija	Pančevo	44.87252	20.64966	26.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / velika gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
237	151	Srbija	Sečanj env.	45.45293	20.72792	29.06.2021	M	<i>Buddleja sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	84	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
238	152	Srbija	Srbobran	45.55264	19.79410	24.07.2021	Ž	-	mrtva	urbano / srednja gustina	86	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
239	152	Srbija	Srbobran	45.55264	19.79410	26.07.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	86	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
240	153	Srbija	Sremski Karlovci	45.20551	19.93460	13.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	80	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
241	154	Srbija	Stara Pazova 01	44.98328	20.15795	14.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	83	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
242	154	Srbija	Stara Pazova 01	44.98328	20.15795	23.07.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	83	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
243	155	Srbija	Stara Pazova 02	44.98832	20.16252	10.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	84	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
244	156	Srbija	Subotica, Mala Bos	46.03930	19.57128	06.08.2020	Ž	-	sakupljanje smole	ruralno / srednja gustina	118	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
245	157	Srbija	Subotica, Palić	46.09982	19.75811	28.07.2018	Ž	-	gnežđenje (veštačko)	ruralno / srednja gustina	115	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	Insekti Srbije
246	157	Srbija	Subotica, Palić	46.09982	19.75811	22.08.2021	Ž	-	gnežđenje	ruralno / srednja gustina	115	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
247	158	Srbija	Temerin 01	45.41092	19.87661	10.07.2020	Ž	-	gnežđenje	ruralno / srednja gustina	82	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
248	159	Srbija	Temerin 02	45.40677	19.89346	02.08.2020	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	87	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
249	160	Srbija	Užice	43.85225	19.84560	31.07.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	408	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
250	161	Srbija	Užice, Skržuti	43.75295	19.92682	31.08/04.09.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	509	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
251	161	Srbija	Užice, Skržuti	43.75295	19.92682	05.09.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	509	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
252	161	Srbija	Užice, Skržuti	43.75295	19.92682	06.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	509	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
253	161	Srbija	Užice, Skržuti	43.75295	19.92682	13.08.2021	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / niska gustina	509	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
254	162	Srbija	Vlasotince	42.96527	22.12795	30.08.2021	Ž	-	-	urbano / srednja gustina	266	oportunistički nalazi	PGN (putem konvencionalnih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
255	163	Srbija	Vršac 01	45.11843	21.30196	26.07.2020	M, Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	95	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
256	164	Srbija	Vršac 02	45.11287	21.29481	04.08.2021	?	<i>Styphnolobium</i>	-	urbano / srednja gustina	99	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
257	165	Srbija	Vršac 03	45.12377	21.31372	22.08.2021	Ž	-	mrtva	urbano / srednja gustina	98	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	personalna komunikacija i
258	166	Srbija	Zlatibor	43.71281	19.71001	11.07.2021	Ž	<i>Centaurea sp.</i>	-	ruralno / srednja gustina	1061	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za Srbiju (i Balkan)
259	167	Slovenija	Domžale	46.16828	14.68308	na.06.2019	M, Ž	-	gnežđenje	ruralno / srednja gustina	368	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za alpski region
260	168	Slovenija	Komen	45.84632	13.72408	13.07.2021	Ž	<i>Lavandula sp.</i>	-	ruralno / niska gustina	363	oportunistički nalazi	pretrage na platformama društvenih medija	personalna komunikacija i
261	169	Slovenija	Ljubljana 01	46.04669	14.50807	05.07.2018	Ž	-	-	urbano / velika gustina	316	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka iNaturalist.org	
262	170	Slovenija	Ljubljana 02	46.06608	14.50488	na.na.2019	?	-	-	urbano / velika gustina	305	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za alpski region
263	171	Slovenija	Ljubljana 03	46.10015	14.55585	05.08.2021	M, Ž	-	-	urbano / srednja gustina	294	oportunistički nalazi	PGN (putem društvenih medija)	PGN za Srbiju (i Balkan)
264	172	Slovenija	Nova Gorica	45.95858	13.65796	na.na.2018	?	-	-	urbano / srednja gustina	117	oportunistički nalazi	PGN (razno)	PGN za alpski region
265	173	Slovenija	Trenta valley	46.41215	13.72382	11.08.2016	Ž	<i>Apiaceae</i>	-	ruralno / niska gustina	1025	oportunistički nalazi	n/a	podaci iz istraživanja auto
266	174	Ukrajina / Rusija (u Crimea, Simferopol	Novyi Svit	44.82985	34.91183	13.08.2021	Ž	<i>Styphnolobium</i>	-	ruralno / srednja gustina	60	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka iNaturalist.org	
267	175	Ukrajina / Rusija (u Crimea, Simferopol		44.93271	34.13251	na.09.2018	?	-	gnežđenje (larva ugin	urbano / velika gustina	282	oportunistički nalazi	n/a	podaci iz istraživanja auto
268	176	Ukrajina / Rusija (u Crimea, Simferopol		44.93693	34.13528	02-09.09.2019	Ž	<i>Eryngium campestre, In</i>	gnežđenje	urbano / velika gustina	283	sistematična/ciljana istraživanja	n/a	podaci iz istraživanja auto
269	177	Ukrajina / Rusija (u Crimea, Simferopol		44.93597	34.13221	24.07.2021	Ž	-	gnežđenje	urbano / velika gustina	270	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka iNaturalist.org	
270	178	Ukrajina / Rusija (u Crimea, Simferopol		44.92944	34.08969	27.08.2021	Ž	-	-	urbano / velika gustina	284	oportunistički nalazi	pretraživanje prirodnačkih baza podataka iNaturalist.org	

Prilog 8. Detalji posmatranja gnezda

Detalji gnežđenja koje je zabeležila posebno angažovana volonterska porodica tokom leta 2021. Napravljena „kavez-kutija” omogućila je posmatranje i dokumentovanje datuma i pola (M=mužjak; Ž=ženka) jedinki koje su izlazile iz gnezda, kao i beleženje dodatnih detalja, kao što su ponašanje i periodi aktivnosti tokom dana.

a) Dinamika novih jedinki iz gnezda

gnezdo #1			gnezdo #2		
(gnezdo popunjeno i završeno 2020. godine)			(gnezdo popunjavano, ali ne završeno 2020. godine)		
Datum izlaska	Vreme	Pol	Datum izlaska	Vreme	Pol
25-06-2021	18h	1M	29-06-2021		1 Ž?
27-06-2021	12-14h	2M	30-06-2021	~09:30h	1M, 1 Ž
29-06-2021		1M	01-07-2021		1 Ž
29-06-2021		1Ž			
30-06-2021	~10h	3 Ž			
30-06-2021	~12h	1 Ž			
30-06-2021	~13:30h	1 Ž			
30-06-2021		1 Ž			
01-07-2021		4 Ž			
01-07-2021		2 Ž			
02-07-2021	11-12h	2 Ž			

b) Tabela aktivnosti ženke tokom popunjavanja tri različita gnezda tokom sezone 2021. (gnezda #1 i #2 popunjena i zatvorena; gnezdo #3 popunjeno, ali nepotpuno).

01-08-2021	Dolazi i proverava šupljinu #1, procenjuje pogodnost šupljine za gnežđenje.
05-08-2021	Redovno dolazi do gnezda #1.
08-08-2021	Gnezdo #1 potpuno popunjeno i završeno (zatvoreno čepom; vreme potrebno za završavanje gnezda ~4 dana).
08-08-2021	Započinje popunjavanje gnezda #2.
12-08-2021	Uhvaćena ženka radi uzimanja uzorka polena sa skope. Puštena ženka vratila se posle nekoliko minuta.
14-08-2021	Gnezdo #2 potpuno popunjeno i završeno (zatvoreno čepom; vreme potrebno za završavanje gnezda ~6 dana).
14-08-2021	Započeto gnežđenje u šupljini prečnika 2,5 cm (gnezdo #3). Pčela popunjava šuplji deo plastičnog šprica (zaglavljeno unutar šupljine) za gnežđenje (Slika 18 e). Nakon punjenja šprica organizuje ćelije gnezda spiralno, u krug.
15-08-2021	Gnezdo je ostalo nedovršeno. Uzorak polena je sakupljen sa ulaza u gnezdo.

Prilog 9a. Kvantitativna istraživanja na području Beograda (sezona 2019), bazirana na dostupnosti ključnog resursa (*S. japonicum* u različitim statusima cvetanja): primarni rezultati na dve predeone skale (kružni sektori S250 i S500).

S250_ID	S250 Loc_naziv sektora	Opština	ZONA	Datum	Istraživač	NoT	NoT_IB	TFR	CFR	Ukupno vreme	Način brojanja	#prebrojanih pčela	BpM	#sakupljenih pčela
A01	Kalemegdan_2	Belgrade: Stari grad	BMP	1.8.2019	Četković	5	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A02	Autokomanda - petlja	Belgrade: Voždovac	BMP	2.8.2019	Četković	1	1	1.00	0.60	40 min	trenutni	S:11-20/4/20'	15.50	10Ž
A03	Pionirski park	Belgrade: Stari grad	BUJ	2.8.2019	Četković	2	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A04	Park Gavrila Principa / Sa	Belgrade: Savski venac	BUJ	3.8.2019	Četković	5	3	0.63	0.33	5+15 min	kombinovani	T1:0/10', T2:1/2', T3:2/3'; S:6-	4.27	
A05	Terazijska terasa / Autobu	Belgrade: Savski venac / Stari gr	BUJ	3.8.2019	Četković	4	1	0.20	0.18	10+10 min	vremenski	T1:0/20'	0.00	
A06	Gazela park	Belgrade: Savski venac	BMP	4.8.2019	Četković	13	2	0.65	0.00	-	-	0	0.00	
A07	Milankovićev park / Medi	Belgrade: Savski venac	BUJ	4.8.2019	Četković	10	1	0.50	0.15	15 min	vremenski	T1:0/4', T2:2/8', T3:3/3'	1.47	
A08	Karadjordjev park	Belgrade: Vračar	BUJ	4.8.2019	Četković	15	1	0.40	0.12	15 min	vremenski	T1:0/3', T2:1/5', T3:2/7'	1.27	
A09	Tašmajdan park	Belgrade: Palilula	BUJ	4.8.2019	Četković	9	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A10	Kalemegdan_1	Belgrade: Stari grad	BMP	5.8.2019	Četković	23	2	0.32	<0.05	-	-	0	0.00	
A11	Akademski park	Belgrade: Stari grad	BUJ	5.8.2019	Četković	17	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A12	Blok 7a/8a	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić	6	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A13	Blok 4	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić	6	1	0.20	<0.05	-	-	0	0.00	
A14	Blok 61	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Plećaš	5	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A15	Blok 60/1	Belgrade: Novi Beograd	PSU	5.8.2019	Bila Dubaić	1	1	1.00	0.25	1 min	trenutni	S:6-10/3/1'	8.00	
A16	Blok 60/2	Belgrade: Novi Beograd	PSU	5.8.2019	Plećaš	3	3	1.60	0.10	10 min	vremenski	T1: 4-5/10'	4.50	
A17	Blok 45	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	44	3	3.00	0.35	10+10 min	vremenski	T1: 2-3/10', T2: 1/10'	1.75	
A18	Blok 70/1	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	50	1	1.00	0.10	5 min	vremenski	T1:1/5'	1.00	
A19	Blok 70/2	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	64	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A20	Blok 64	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	4	1	1.00	0.25	12 min	vremenski	T1:1/12'	1.00	
A21	Blok 39+28	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	20	2	2.00	0.00	-	-	0	0.00	
A22	Blok 29	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	25	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A23	Blok 21	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	5	2	2.00	0.85	15 min	trenutni	S:11-20/4/15'	15.50	5Ž
A24	Blok 13	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A25	Zemunski park / bolnica	Belgrade: Zemun	PSU	5.8.2019	Raičević	30	10	2.30	0.45	15+15 min	vremenski	T1:0/15', T2:1/15'	0.50	
A26	Kej oslobođenja	Belgrade: Zemun	PSU	5.8.2019	Raičević	9	6	1.85	0.56	50 min	vremenski	T1:0/50'	0.00	
A27	Vojvodjanska ulica	Belgrade: Surčin	PPU	6.8.2019	Raičević	3	3	0.80	0.44	20 min	trenutni	S:6-10/3/2'	8.00	3Ž
A28	OŠ "Vuk Karadžić"	Belgrade: Surčin	PPU	6.8.2019	Raičević	5	2	1.00	0.45	15 min	vremenski	T1:0/5', T2:1/10'	0.67	1Ž
A29	Banovo brdo, park	Belgrade: Čukarica	BMP	6.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	12	1	0.20	<0.05	-	-	0	0.00	
A30	Banovo brdo, park [env.]	Belgrade: Čukarica	BMP	6.8.2019	Bila Dubaić & Plećaš	6	2	2.00	1.10	1+10 min	kombinovani	T1:6/5', T2:7/5'; S:11-20/3/1'	11.00	3Ž, 3M
A31	Voždovačka crkva	Belgrade: Voždovac	BMP	6.8.2019	Četković	6	1	0.65	<0.05	-	-	0	0.00	
A32	Kumodraška ulica	Belgrade: Voždovac	BMP	6.8.2019	Četković	10	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A33	Botanička bašta etc.	Belgrade: Stari grad	BUJ	6.8.2019	Četković	4	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A34	Centralno groblje	Belgrade: Voždovac	BMP	8.8.2019	Četković	12	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A35	Park Ćirila i Metodija	Belgrade: Zvezdara	BUJ	9.8.2019	Četković	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A36	Cvijičeva ulica	Belgrade: Palilula	BUJ	9.8.2019	Četković	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A37	Zdravka Čelara ulica etc.	Belgrade: Palilula	BUJ	9.8.2019	Četković	19	1	0.40	0.00	-	-	0	0.00	
A38	Kalemegdan_3	Belgrade: Stari grad	BMP	24.8.2019	Četković	3	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A39	Sibinjanin Janka ulica	Belgrade: Zemun	PSU	31.8.2019	Četković	30	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
A40	Neznanog junaka ulica	Belgrade: Savski venac	BMP	11.9.2019	Četković	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
Ukupno:						490	51	24.70	6.28	299			74.42	
						% of total_TREES:		10.4%	5.0%	1.3%				
						% u odnosu na uobičajenu učestalost cvetanja (≥ 85%):		12.24%	5.93%	1.51%				
						12.2±14.3 SD	1.30±1.90 SD	0.62±0.80 SD	0.16±0.26 SD					
						CV:	1.17	1.46	1.29	1.63				

S500_ID	S500 Loc_naziv sektora	Opština	ZONA	n.a.	Kombinovanje S250>S500	NoT	NoT_IB	TFR	CFR	Ukupno vreme	Način brojanja	#prebrojanih pčela	BpM	#sakupljenih pčela
B01	Kalemegdan	Belgrade: Stari grad	BMP	n.a.	A01+A10+A38	31	2	0.32	<0.05	-	-	0	0.00	
B02	Autokomanda - petlja	Belgrade: Voždovac	BMP	n.a.	A02	1	1	1.00	0.60	40 min	trenutni	S:11-20/4/20'	15.50	10Ž
B03	Gazela park	Belgrade: Savski venac	BMP	n.a.	A06	13	2	0.65	0.00	-	-	0	0.00	
B04	Banovo brdo	Belgrade: Čukarica	BMP	n.a.	A29+A30	18	3	2.20	1.10	1+10 min	kombinovani	T1:6/5', T2:7/5'; S:11-20/3/1'	11.00	3Ž, 3M
B05	Voždovac_1	Belgrade: Voždovac	BMP	n.a.	A31+A32	16	1	0.65	<0.05	-	-	0	0.00	
B06	Centralno groblje	Belgrade: Voždovac	BMP	n.a.	A34	12	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B07	Dedinje	Belgrade: Savski venac	BMP	n.a.	A40	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B08	Park Gavrila Principa / Autobuska / Pionirski	Belgrade: Savski venac / Stari gr	BUJ	n.a.	A03+A04+A05	11	4	0.83	0.51	5+15 min	kombinovani	T1:0/10', T2:1/2', T3:2/3'; S:6-10/3/5'	2.13	
B09	Karadjordjev / Milankovićev park	Belgrade: Vračar / Savski venac	BUJ	n.a.	A07+A08	25	2	0.90	0.27	15+15 min	vremenski	(T1:0/4', T2:2/8', T3:3/3') + (T1:0/3', T2:1/5', T3:2/7')	1.37	
B10	Tašmajdan / Botanička bašta	Belgrade: Palilula / Stari grad	BUJ	n.a.	A09+A33	13	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B11	Akademski park	Belgrade: Stari grad	BUJ	n.a.	A11	17	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B12	Park Ćirila i Metodija	Belgrade: Zvezdara	BUJ	n.a.	A35	1	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B13	Zdravka Čelara / Cvijićeva /etc.	Belgrade: Palilula	BUJ	n.a.	A36+A37	20	1	0.40	0.00	-	-	0	0.00	
B14	Surčin	Belgrade: Surčin	PPU	n.a.	A27+A28	8	5	1.80	0.89	20+15 min	kombinovani	(S:6-10/3/2') (T1:0/5', T2:1/10')	4.33	4Ž
B15	Blok 60	Belgrade: Novi Beograd	PSU	n.a.	A15+A16	4	4	2.60	0.35	1+10 min	kombinovani	(S:6-10/3/1') + (T1: 4-5/10')	6.25	
B16	Zemun_1	Belgrade: Zemun	PSU	n.a.	A25+A26	39	16	4.15	1.01	5+15+50 mi	vremenski	(T1:0/15', T2:1/15') + (T1:0/50')	0.25	
B17	Zemun_2	Belgrade: Zemun	PSU	n.a.	A39	30	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B18	Blok 4/7a/8a	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A12+A13	12	1	0.20	<0.05	-	-	0	0.00	
B19	Blok 61	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A14	5	0	0.00	0.00	-	-	0	0.00	
B20	Blok 45	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A17	44	3	3.00	0.35	10+10 min	vremenski	T1: 2-3/10', T2: 1/10'	1.75	
B21	Blok 64+70	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A18+A19-A20	118	2	2.00	0.35	5+12 min	vremenski	(T1:1/5') + (T1:1/12')	1.00	
B22	Blok 28,29,39	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A21+A22	45	2	2.00	0.00	-	-	0	0.00	
B23	Blok 13+21	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	n.a.	A23+A24	6	2	2.00	0.85	15 min	trenutni	S:11-20/4/15'	15.50	5Ž
Ukupno:						490	51	24.70	6.28	299			59.08	
						23.3±24.9 SD	2.26±3.32 SD	1.07±1.17 SD	0.27±0.37 SD					
CV:						1.07	1.47	1.09	1.37					

Prilog 9b. Pregled rezultata za sektore sa dovoljnim obimom cvetanja (CFR \geq 0,1).

S250_ID	S250_Loc_naziv sektora	Opština	ZONA	NoT	NoT_iB	TFR	TFR/NoT	TFR/NoT_iB	CFR	CFR/NoT	CFR/NoT_iB	CFR/TFR	BpM
A02	Autokomanda - petlja	Belgrade: Voždovac	BMP	1	1	1.00	100.0%	100.0%	0.60	60.0%	60.0%	60.0%	15.50
A04	Park Gavrila Principa / Savski trg	Belgrade: Savski venac	BUJ	5	3	0.63	12.6%	21.0%	0.33	6.6%	11.0%	52.4%	4.27
A05	Terazijska terasa / Autobuska stanica	Belgrade: Savski venac / St.	BUJ	4	1	0.20	5.0%	20.0%	0.18	4.5%	18.0%	90.0%	0.00
A07	Milankovićev park / Medicinski fakultet	Belgrade: Savski venac	BUJ	10	1	0.50	5.0%	50.0%	0.15	1.5%	15.0%	30.0%	1.67
A08	Karadjordjev park	Belgrade: Vračar	BUJ	15	1	0.40	2.7%	40.0%	0.12	0.8%	12.0%	30.0%	1.27
A15	Blok 60/1	Belgrade: Novi Beograd	PSU	1	1	1.00	100.0%	100.0%	0.25	25.0%	25.0%	25.0%	8.00
A16	Blok 60/2	Belgrade: Novi Beograd	PSU	3	3	1.60	53.3%	53.3%	0.10	3.3%	3.3%	6.3%	4.50
A17	Blok 45	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	44	3	3.00	6.8%	100.0%	0.35	0.8%	11.7%	11.7%	1.75
A18	Blok 70/1	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	50	1	1.00	2.0%	100.0%	0.10	0.2%	10.0%	10.0%	1.00
A20	Blok 64	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	4	1	1.00	25.0%	100.0%	0.25	6.3%	25.0%	25.0%	1.00
A23	Blok 21	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	5	2	2.00	40.0%	100.0%	0.85	17.0%	42.5%	42.5%	15.50
A25	Zemunski park / bolnica	Belgrade: Zemun	PSU	30	10	2.30	7.7%	23.0%	0.45	1.5%	4.5%	19.6%	0.50
A26	Kej oslobođenja	Belgrade: Zemun	PSU	9	6	1.85	20.6%	30.8%	0.56	6.2%	9.3%	30.0%	0.00
A27	Vojvodjanska ulica	Belgrade: Surčin	PPU	3	3	0.80	26.7%	26.7%	0.44	14.7%	14.7%	55.0%	8.00
A28	OŠ "Vuk Karadžić"	Belgrade: Surčin	PPU	5	2	1.00	20.0%	50.0%	0.45	9.0%	22.5%	45.0%	0.67
A30	Banovo brdo, park [env.]	Belgrade: Čukarica	BMP	6	2	2.00	33.3%	100.0%	1.10	18.3%	55.0%	55.0%	11.00
Ukupno:				195	41	20.28			6.28				74.63
				12.2±15.3 SD	2.56±2.39 SD	1.27±0.78 SD	29±31% SD	63±35% SD	0.39±0.28 SD	11±15% SD	21±17% SD	37±22% SD	4.66±5.35 SD
CV:				1.25	0.93	0.61	1.07	0.56	0.72	1.36	0.81	0.59	1.15
				% of total_TREEs:		10.4%		49.5%	3.2%		15.3%	30.9%	
				% u odnosu na uobičajenu učestalost cvetanja (≥ 85%):		12.2%			3.8%				

S500_ID	S500_Loc_naziv sektora	Opština	ZONA	NoT	NoT_iB	TFR	TFR/NoT	TFR/NoT_iB	CFR	CFR/NoT	CFR/NoT_iB	CFR/TFR	BpM
B02	Autokomanda - petlja	Belgrade: Voždovac	BMP	1	1	1.00	100.0%	100.0%	0.60	60.0%	60.0%	60.0%	15.50
B04	Banovo brdo	Belgrade: Čukarica	BMP	18	3	2.20	12.2%	73.3%	1.10	6.1%	36.7%	50.0%	11.00
B08	Park Gavrila Principa / Autobuska / Pionirski	Belgrade: Savski venac / St.	BUJ	11	4	0.83	7.5%	20.8%	0.51	4.6%	12.8%	61.4%	2.13
B09	Karadjordjev / Milankovićev	Belgrade: Vračar / Savski venac	BUJ	25	2	0.90	3.6%	45.0%	0.27	1.1%	13.5%	30.0%	1.47
B14	Surčin	Belgrade: Surčin	PPU	8	5	1.80	22.5%	36.0%	0.89	11.1%	17.8%	49.4%	4.34
B15	Blok 60	Belgrade: Novi Beograd	PSU	4	4	2.60	65.0%	65.0%	0.35	8.8%	8.8%	13.5%	6.25
B16	Zemun_1	Belgrade: Zemun	PSU	39	16	4.15	10.6%	25.9%	1.01	2.6%	6.3%	24.2%	0.25
B20	Blok 45	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	44	3	3.00	6.8%	100.0%	0.35	0.8%	11.7%	11.7%	1.75
B21	Blok 64+70	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	118	2	2.00	1.7%	100.0%	0.35	0.3%	17.5%	17.5%	1.00
B23	Blok 13+21	Belgrade: Novi Beograd	PUJ	6	2	2.00	33.3%	100.0%	0.85	14.2%	42.5%	42.5%	15.50
Ukupno:				274	42	20.48			6.28				59.19
				27.4±35.1 SD	4.2±4.3 SD	2.05±1.03 SD	26±32% SD	67±33% SD	0.63±0.31 SD	11±18% SD	23±18% SD	36±19% SD	5.92±5.96 SD
CV:				1.28	1.02	0.50	1.23	0.49	0.49	1.64	0.78	0.53	1.01
				% of total_TREEs:		7.5%		48.8%	2.3%		14.9%	30.6%	
				% u odnosu na uobičajenu učestalost cvetanja (≥ 85%):		8.8%			2.7%				

Prilog 9c. Zbirne vrednosti po definisanim urbanističkim zonama i predeonim sektorima Beograda, obe skale.

ZONA / DEO Beograda	#_S250	NoT	NoT_iB	TFR	CFR	NoT/Loc	NoTiB/Loc	TFR/Loc	CFR/Loc	TFR/NoT	CFR/NoT	CFR/TFR	#_S250_iB	CFR / Loc_iB	BpM
BMP	11	92	9	4.82	1.80	8.4	0.82	0.44	0.16	5.24%	1.96%	37.34%	2	0.90	13.25
BUJ	11	87	7	2.16	0.81	7.9	0.64	0.20	0.07	2.48%	0.93%	37.50%	4	0.20	1.80
PPU	2	8	5	1.80	0.89	4.0	2.50	0.90	0.45	22.50%	11.13%	49.44%	2	0.45	4.34
PSU	5	73	20	6.75	1.36	14.6	4.00	1.35	0.27	9.25%	1.86%	20.07%	4	0.34	3.25
PUJ	11	230	10	9.20	1.55	20.9	0.91	0.84	0.14	4.00%	0.67%	16.85%	4	0.39	4.81
BALKANSKI deo	22	179	16	6.98	2.61	8.1	0.7	0.32	0.12	3.90%	1.46%	37.39%	6	0.44	5.62
PANONSKI deo	18	311	35	17.75	3.80	17.3	1.9	0.99	0.21	5.71%	1.22%	21.38%	10	0.38	4.09

ZONA / DEO Beograda	#_S500	NoT	NoT_iB	TFR	CFR	NoT/Loc	NoT/Loc	TFR/Loc	CFR/Loc	TFR/NoT	CFR/NoT	CFR/TFR	#_S500_iB	CFR / Loc_iB	BpM
BMP	7	92	9	4.82	1.80	13.1	1.29	0.69	0.26	5.24%	1.96%	37.34%	2	0.90	13.25
BUJ	6	87	7	2.16	0.81	14.5	1.17	0.36	0.14	2.48%	0.93%	37.50%	2	0.41	1.80
PPU	1	8	5	1.80	0.89	8.0	5.00	1.80	0.89	22.50%	11.13%	49.44%	1	0.89	4.34
PSU	3	73	20	6.75	1.36	24.3	6.67	2.25	0.45	9.25%	1.86%	20.07%	2	0.68	3.25
PUJ	6	230	10	9.20	1.55	38.3	1.67	1.53	0.26	4.00%	0.67%	16.85%	3	0.52	6.08
BALKANSKI deo	13	179	16	6.98	2.61	13.8	1.2	0.54	0.20	3.90%	1.46%	37.39%	4	0.65	7.53
PANONSKI deo	10	311	35	17.75	3.80	31.1	3.5	1.78	0.38	5.71%	1.22%	21.38%	6	0.63	4.85

Prilog 10. Kruskal-Vallisov H-test za poređenje NoT, NoT_iB, TFR, CFR, i BpM između urbanističkih zona.

Promenljiva	H-vrednost	Stepeni slobode	p-vrednost
S500 (N=23)			
NoT	2,063	4	0,724
NoT_iB	4,196	4	0,381
TFR	4,626	4	0,328
CFR	3,697	4	0,448
BpM	2,273	4	0,686

Nema statistički značajnih vrednosti.

NoT- broj stabala; NoT_iB - broj stabala u cvetu;

TFR - ukupni cvetni resurs; CFR - trenutni cvetni resurs.

Rezultati GLS modela linearne regresije odnosa populacione aktivnosti pčela (BpM) i varijabli NoT, NoT_iB, TFR i CFR, na skal S500.

Model		Estimate	SE	t-vrednost	p-vrednost
S500 (N=10)					
NoT	Odsečak	10,328	1,984	5,205	0,001***
	Varijabla	-0,104	0,046	-2,276	0,052
NoT_iB	Odsečak	9,978	2,532	3,939	0,004**
	Varijabla	-0,598	0,431	-1,387	0,203
TFR	Odsečak	10,981	4,435	2,527	0,035*
	Varijabla	-1,718	1,914	-0,898	0,396
CFR	Odsečak	4,118	4,463	0,922	0,383
	Varijabla	5,326	6,439	0,827	0,432

Nema statistički značajnih vrednosti.

NoT- broj stabala; NoT_iB - broj stabala u cvetu;

TFR - ukupni cvetni resurs; CFR - trenutni cvetni resurs.

Rezultati Generalizovane regresije najmanjih kvadrata (GLS) odnosa populacione aktivnosti pčela (BpM) i varijabli TFR, CFR, %TFR i %CFR uprosečeni za svaku od definisanih urbanističkih zona, na skali S500.

Model		Estimate	SE	t-vrednost	p-vrednost
S500 (N=5)					
TFR	Odsečak	7,597	4,801	1,582	0,212
	Varijabla	0,045	2,223	0,021	0,985
%TFR	Odsečak	3,491	1,709	2,042	0,134
	Varijabla	15,424	5,245	2,941	0,061
CFR	Odsečak	-1,584	3,749	-0,422	0,701
	Varijabla	13,947	5,419	2,573	0,082
%CFR	Odsečak	4,491	0,806	5,572	0,011*
	Varijabla	27,647	5,032	5,493	0,012*

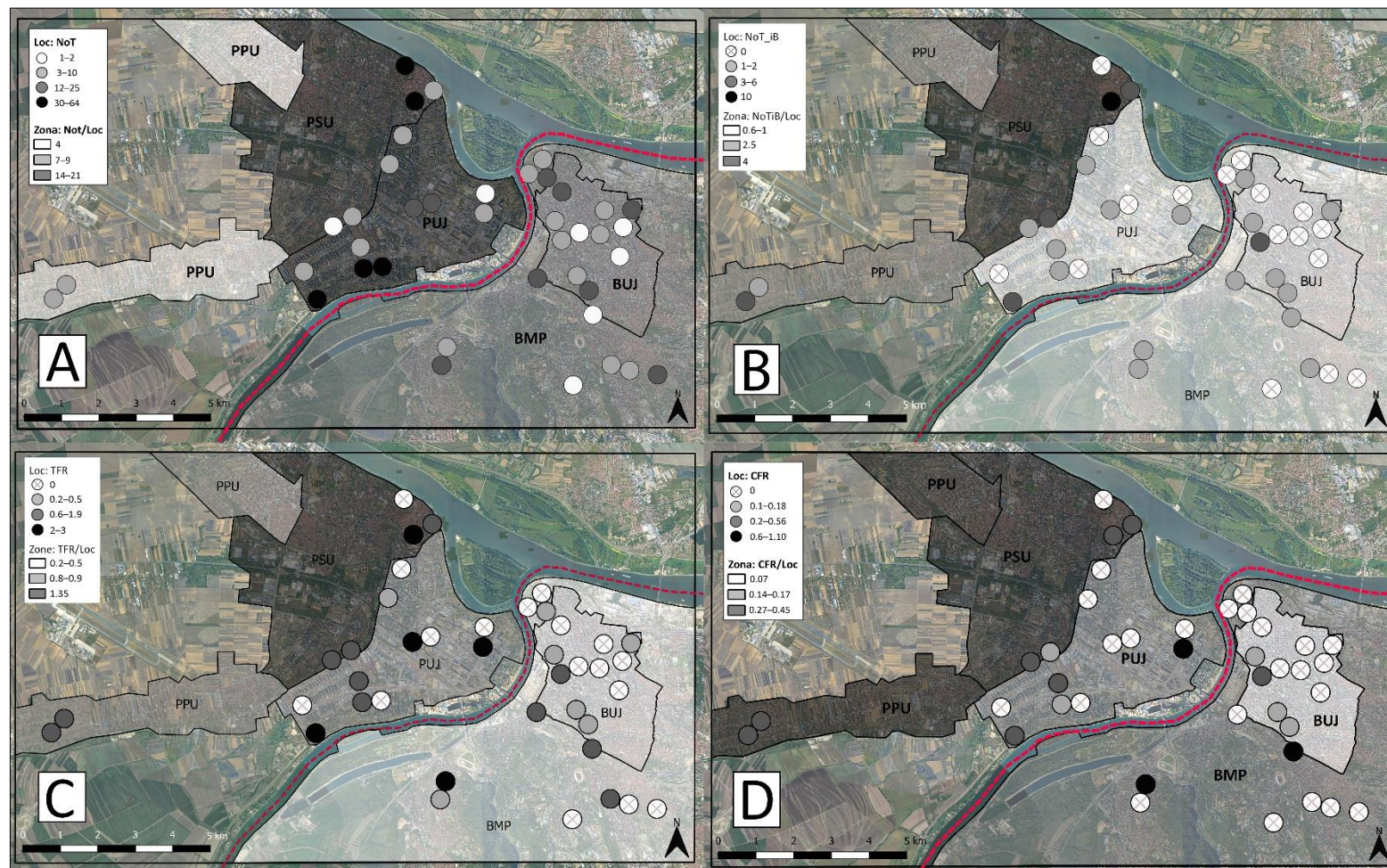
Statistički značajne vrednosti podebljane (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$)

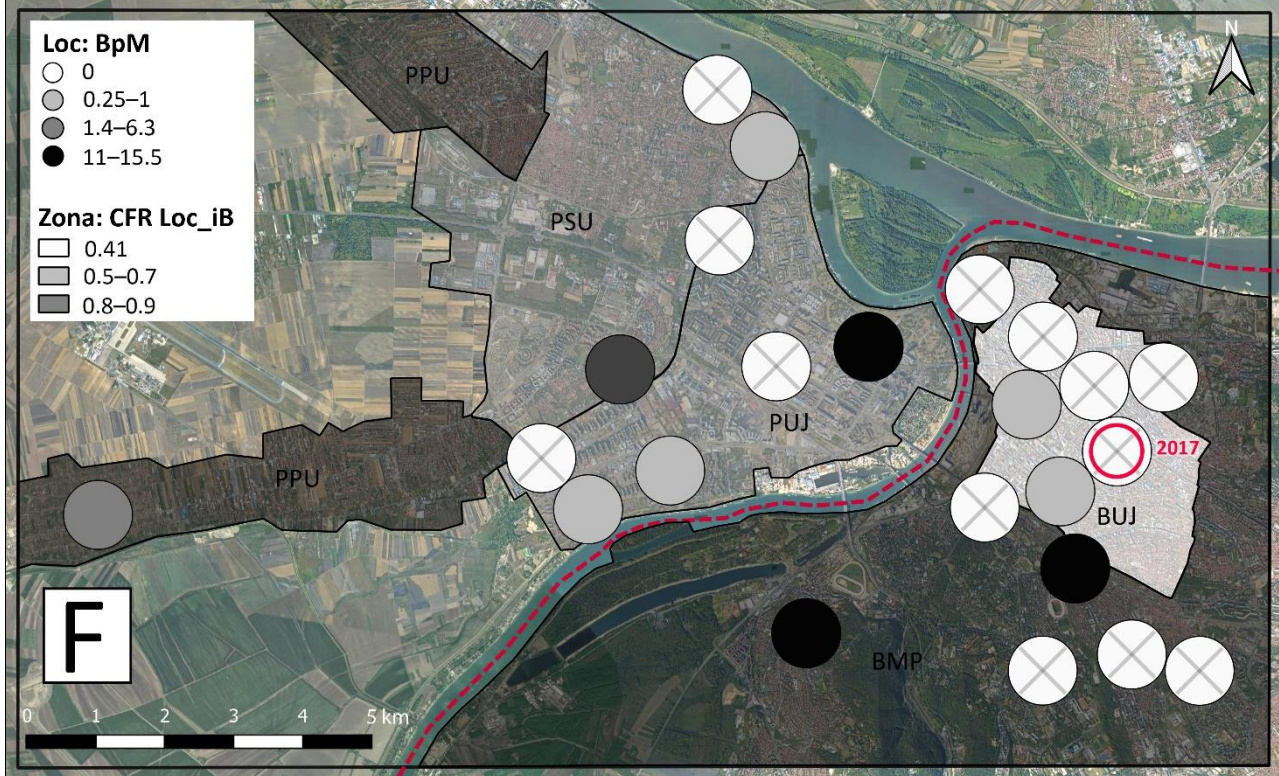
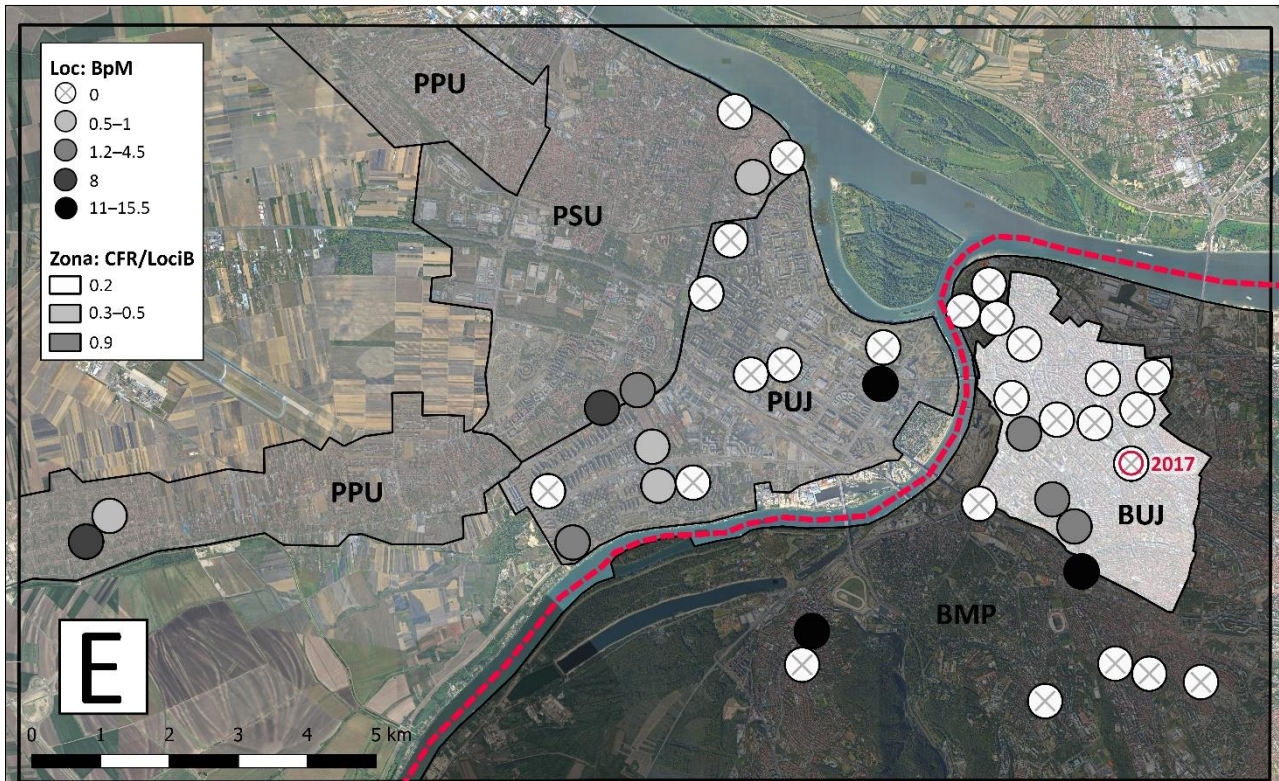
NoT- broj stabala; NoT_iB - broj stabala u cvetu;

TFR - ukupni cvetni resurs; CFR - trenutni cvetni resurs.

Prilog 11. Prostorna vizuelizacija parametara hranidbenog resursa *S. japonicum* (NoT, NoT_iB, TFR i CFR) i populacione aktivnosti *M. sculpturalis* (BpM): distribucija procenjenih vrednosti u Beogradu 2019.

Vrednosti za resurse prikazane su samo na skali S250 (A-D), a za BpM na obe skale (E-F). Većina vrednosti je pokazala visoku varijabilnost i nizak značaj za distribuciju populacione aktivnosti pčela na posmatranom području; samo su vrednosti CFR imale značajanost na S250. Pozadinska mapa i oznake urbanističkih zona kao na Slikama 8. i 10.





Biografija autora:

Jovana Bila Dubaić rođena je 06. oktobra 1982. godine u Beogradu, gde je završila osnovno i srednje obrazovanje. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Ekologija i zaštita životne sredine, upisala je školske 2001/2002. godine, a diplomirala 2007. godine sa prosečnom ocenom 9,63.

Na Biološkom fakultetu počinje da radi kao saradnik u nastavi 2008. godine, a školske 2009/2010. upisuje doktorske studije, smer Ekologija i zaštita biodiverziteta, kada je i izabrana u zvanje asistenta na Katedri za ekologiju i geografiju životinja. Tokom dosadašnjeg staža na Biološkom fakultetu bila je angažovana u realizaciji pet predmeta, a učestvovala je u šest komisija za odbranu diplomskih i master radova. U periodu 2010–2017 bila je na tri trudničko-porodiljska odsustva.

Jovana Bila Dubaić je učestvovala na tri nacionalna i dva međunarodna projekata.

Koautor je praktikuma za vežbe iz oblasti ekologije životinja pod naslovom “Ekologija životinja – praktikum” čiji je izdavač Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu. Rezultate svog dosadašnjeg rada objavila je u okviru pet radova u časopisima međunarodnog značaja, dva rada u časopisima nacionalnog značaja i devet saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.

Aktivno učestvuje u promociji nauke i biologije kroz javne govore, predavanja, radionice, učešće na festivalima i sajmovima nauke i pisanje naučno popularnih tekstova.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Јована М. Била Дубаић
број индекса Е 3207/2009

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Просторно-временски обрасци ширења и трофичке интеракције азијске пчеле смоларице (*Megachile sculpturalis*) у југоисточној Европи

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис аутора

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада**

Име и презиме аутора Јована М. Била Дубаић

Број индекса Е 3207/2009

Студијски програм Екологија – Заштита биодиверзитета

Наслов рада Просторно-временски обрасци ширења и трофичке интеракције азијске пчеле
смоларице (*Megachile sculpturalis*) у југоисточној Европи

Ментор др Александар Ђетковић, доцент, Универзитет у Београду, Биолошки факултет

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, _____

Потпис аутора

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Просторно-временски обрасци ширења и трофичке интеракције азијске пчеле смоларице (*Megachile sculpturalis*) у југоисточној Европи

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство - некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, _____

Потпис аутора

1. Ауторство – Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.